تأثير نوعية مياه الري في بعض خصائص تربة حوض الفرات الأدنى وفي إنتاجية الكمون

Effect of Water Irrigation Quality on Some of Soil Properties at the Lower Euphrates Basin and Productivity of Cumin

عمر جزدان[1] عمر عبد الرزاق[2] رفيق صالح[3]

1 - باحث في المركز العربي لدراسات المناطق الجافة والأراضي القاحلة- أكساد، وطالب دكتوراه.
2 - أستاذ في قسم التربة واستصلاح الأراضي- كلية الزراعة- جامعة الفرات.
3 - أستاذ في قسم المحاصيل – كلية الزراعة – جامعة دمشق، مدير عام المركز العربي – أكساد.

المُلخَّص

نفذ البحث في محطة بحوث المركز العربي (أكساد) في دير الزور، بهدف دراسة تأثير نوعية مياه الري في تطور ملوحة التربة وبعض خصائصها الخصوبية، وفي إنتاجية الكمون *Cuminum cyminum* ، وتحديد عتبته الملحية، واحتياجاته المائية. حيث استعملت مياه ري ذات مستويات متباينة الملوحة خلال موسمين زراعيين متتاليين (2006 – 2007 و2007 – 2008). صمم البحث على أساس القطاعات العشوائية الكاملة وتكونت التجربة من ست معاملات مائية بلغت ملوحة مياه الري فيها 0.9، 2، 4، 6، 8، 10 dS/m وبمعدل ثلاثة مكررات لكل معاملة.

تم تحديد خصائص التربة قبل الزراعة (الشاهد)، وصفات مياه الري المستعملة خلال الدراسة، إضافة إلى التغيرات في أهم الخصائص الكيمائية للتربة في نهاية كل موسم بعد الحصاد، كما تم تقدير إنتاجية محصول الكمون وتحديد عتبته الملحية، وكمية الاستهلاك المائي. وبعد مناقشة النتائج تم التوصل إلى الاستنتاجات التالية:

أدى استعمال المياه التي تتراوح درجة ناقليتها الكهربائية بين 0.9 و10 dS/m في الري إلى زيادة معنوية في ملوحة التربة إلاّ أنها بقيت خفيفة الملوحة في العمقين (0 - 20) سم و(20-40) سم ولم تتجاوز قيمة الناقلية الكهربائية لمستخلص العجينة المشبعة فيهما (2.75، 2.94) dS/m على التوالي. كما زاد تركيز الأيونات الذائبة في التربة طرداً مع زيادة نسبة المزج بمياه الصرف الزراعي ومع العمق، وبشكل معنوي ابتداءً من مياه الري التي بلغت درجة ناقليتها الكهربائية (4) dS/m، وبخاصة أيونات الصوديوم والكالسيوم والكبريتات. وارتفعت قيم النترات والفوسفور القابل للإفادة والبوتاسيوم القابل للإفادة في العمق (0-20) سم لتربة المعاملات كافة وانخفضت تلك التراكيز عند الانتقال نحو الأعماق الأدنى، وقد زاد تركيز كل من النترات والفوسفور القابل للإفادة، وانخفض تركيز البوتاسيوم في التربة عند استعمال مستويات متزايدة من مياه الصرف الزراعي ممزوجة مع مياه نهر الفرات. كما انخفضت درجة pH تربة المعاملات ومحتواها من المادة العضوية مع زيادة العمق، ومع زيادة ملوحة مياه الري، كما انخفض تركيز البورون في التربة عند الانتقال من الأعماق السطحية إلى الأعماق الأدنى، إلاّ أن تركيز هذا العنصر زاد في تربة المعاملات مع زيادة ملوحة مياه الري.

كما أظهرت النتائج انخفاضاً غير معنوي في متوسط إنتاجية الكمون من الثمار عند الري بمياه بلغت قيمة ناقليتها الكهربائية نحو (5) dS/m مقارنة

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

بالشاهد. وتم تحديد العتبة الملحية للكمون كمتوسط موسمين زراعيين بحدود (5) dS/m، تم عندها الحصول على إنتاج من الثمار قدّر بنحو (89)% تقريباً مقارنة بالري بالمياه العذبة، وبلغ متوسط الاحتياج المائي للكمون للموسمين بنحو (2247) م^3/هـ، لذا يمكن زراعة الكمون الذي يعتبر متوسط التحمل للملوحة في منطقة حوض الفرات الأدنى، مروياً بمياه تصل ملوحتها حتى 8 dS/m والحصول على إنتاج يقدر بنحو 63 % مقارنة بالري بمياه عذبة.

الكلمات المفتاحية: المياه المالحة، نوعية مياه الري، العتبة الملحية، الكمون، النباتات الطبية والعطرية.

Abstract

The study was carried out at ACSAD research station in Deir Ezzour. It aimed to study the impact of the irrigation water on soil salinity and on some soil fertility characteristics, and identify productivity of Cumin crop *(Cuminum cyminum),* its salinity threshold, and its water requirements.

A randomized-complete-block design consisting of six treatments and three replicates was used with different levels of irrigation water (0.9, 2, 4, 6, 8, 10) dS/m to irrigate the crop over two cropping seasons 2006 - 2007 and 2007 - 2008.

Soil characteristics were identified before planting (the control) together with the traits of the used irrigation water and the most important chemical characteristics of the soil at the end of each cropping season (after harvesting).Moreover the productivity of the cumin crop was identified together with its salinity threshold and the amount of consumed water.

The study showed the following results:

Significant increase in soil salinity with the use of irrigation water whose electrical conductivity ranges between (0.9-10) dS/m. However, it remained slightly saline at the depth of (0-20) cm and (20-40) cm, and did not exceed the value of EC_e (2.75, 2.94) dS/m. The increase of the concentration of soluble ions in the soil with the increase of the percentage of mixing with agricultural drainage water. Another significant increase in the ions of soluble Sodium, Calcium and Sulfate starting from irrigating with water whose EC amounted to about (4) dS/m.

The concentration of nitrates, available phosphorus and available potassium increased at (0-20) cm soil depth in all treatments. These concentrations decreased at the deeper depths. The concentration of nitrates and available phosphorus increased, and the concentration of available potassium decreased in the soil when increased levels of agricultural drainage water were used mixed with the Euphrates River water. The soil pH increased in all treatments together with its content of organic matter with the increase of depth and the increase of irrigation water salinity. Boron concentration decreased in the soil as we move from surface depths to deeper depths. However, the concentration of this element increased in the soil of the treatments with the increase of the irrigation water salinity.

The results have also shown a non-significant decrease in the avrage productivity of Cumin fruits when irrigation water, whose electrical conductivity value amounting to about (5) dS/m, was used.

The salinity threshold of Cumin was identified as an average for tow cropping seasons (about (5) dS/m) when a fruit production, estimated at about (89) % of that irrigated with fresh water was obtained. The average Cumin's water requirements for the two seasons amounted to about (2247) m^3/ha.

Therefore, it is possible to grow Cumin (moderately tolerant to salinity) in the area of the lower Euphrates basin with irrigation water, whose salinity amounts to (8) dS/m, to obtain a production of about (63) % of that irrigated with fresh water.

Key Words: Saline water, Water Irrigation Quality, Salinity threshold, Cumin, Medical Aromatic Plants.

المقدمة

أصبحت مشكلة توفير الغذاء من أهم المشاكل التي تواجه دول العالم، وبخاصة العالم العربي الذي تسيطر عليه ظروف مناخية قاسية من حيث درجة الحرارة المرتفعة وقلة الأمطار وشح موارده المائية المتجددة، لذا لا بد من الاهتمام بالمياه غير التقليدية مثل المياه المالحة ومتوسطة الملوحة المنتشرة بكميات لا بأس بها في العالم العربي، التي تشكل مصدراً جيداً ومهماً لري العديد من المحاصيل المتحملة للملوحة، حيث يؤدي استعمالها بكفاءة عالية وإدارة جيدة إلى زيادة رقعة الأراضي المروية وزيادة الإنتاج الزراعي معطية إنتاجاً اقتصادياً مقبولاً يسد احتياجات المزارعين ويزيد من دخلهم، ويعمل على تحسين مستوى معيشتهم (جزدان، 2008).

استعملت المياه المالحة ومتوسطة الملوحة على نطاقٍ واسع في مناطق مختلفة من دول العالم لري الأشجار والمحاصيل المختلفة، حيث تأتي جمهورية مصر العربية على رأس الدول العربية في إعادة استعمال مياه الصرف الزراعي، إذ تقدر الكميات المستعملة بنحو (5.9) مليار متر مكعب/ سنة (Abu-zeid وHamdy، 2004).

وتعد منطقة حوض الفرات الأدنى في سوريا من أشد المناطق تأثراً بالملوحة بسبب الري التقليدي العشوائي، وغياب الإدارة الجيدة للعمليات الزراعية المختلفة. إذ يمكن أن تدخل المياه المالحة ومتوسطة الملوحة في الموازنة المائية، ويؤدي استعمالها في الري الزراعي تحت إدارة جيدة وكفاءة عالية إلى المحافظة على القدرة الإنتاجية للترب المالحة، والتقليل من استعمال المياه ذات النوعية الجيدة في الزراعة لتوفيرها لأغراض الشرب (FAO، 2005).

إذاً لا بد من الاهتمام بتحسين خصائص الترب واستصلاح المتدهور منها وإدارتها بشكلٍ جيد، إضافة إلى الاستعمال الرشيد وبكفاءة عالية للمياه متعددة النوعية في الري الزراعي، وذلك لتوفير المساحات اللازمة لتأمين الغذاء الكافي في الدول النامية، ونشر زراعات بديلة هامشية تسهم في تنوع الإنتاج الزراعي، وتحقق جزء من الأمن الغذائي للوصول إلى التنمية الزراعية المستدامة، سيما وأن الإحصاءات العالمية تفيد بضرورة وجود زيادة في الغذاء قدرها (15)% لحفظ الأمن الغذائي في عام 2010 (Watson، 2004).

الهدف من البحث:

أجري البحث بهدف دراسة تأثير نوعية مياه الري في تغير بعض الخصائص الكيميائية والخصوبية الهامة للتربة، وتقدير إنتاجية محصول الكمون المروي بمياه متعددة النوعية، إضافة إلى تحديد عتبته الملحية واحتياجاته المائية في ظروف حوض الفرات الأدنى.

مواد البحث وطرائقه

موقع تنفيذ التجربة:

نفذ البحث في محطة بحوث المركز العربي (أكساد) في منطقة المريعية بدير الزور التي تقع على بعد حوالي (10) كم شرقي مدينة دير الزور عند خط طول (˚40.09) وخط عرض (˚35.20)، ويبلغ ارتفاعها عن سطح البحر (203)م، حيث يتميز موقع المحطة بمناخ حار وجاف صيفاً، وبارد شتاءً، وترتفع درجة الحرارة في شهر تموز/ يوليو لتصل إلى (45 °)م، وتنخفض إلى ما دون الصفر في شهري كانون الأول/ديسمبر وكانون الثاني/ يناير، والرياح غربية بشكلٍ عام، وقد تهب أحياناً رياح شرقية محملة بالغبار، أما معدل الهطول المطري السنوي في المنطقة فيبلغ (161) مم/ سنة.

مواد الدراسة:

التربة:

جرى تحديد بعض الخصائص الفيزيائية لتربة موقع تنفيذ البحث على الأعماق (0-20)، (20-40)، (40-60)، (60-80) سم، حيث أظهرت النتائج بأنها تربة طينية حسب مثلث القوام، وكثافتها الظاهرية تساوي (1.26)غ/سم^3 في الطبقة السطحية (0-20) سم، وتزداد إلى (1.33) غ/سم^3 في العمق الأخير، أما الكثافة الحقيقية في الطبقة السطحية تساوي (2.41) غ/سم^3، وتزداد إلى (2.72) غ/سم^3 في العمق الأخير، وهي ذات مسامية كلية تقدر بنحو (56) % في العمق (0-20) سم، وتنخفض إلى نحو (51) % في العمق الأخير.

ويوضح الجدولان (1و2) مجمل الخصائص الكيميائية والخصوبية للتربة قبل الزراعة، حيث بلغت درجة حموضة التربة (pH = 8.19) في العمق (0-20) سم، وانخفضت إلى (pH= 7.78) في العمق الأخير، وهي تعتبر من الترب غير المالحة إذ بلغت قيمة الناقلية الكهربائية لمستخلص العجينة المشبعة حوالي (1.17) dS/m في العمق (0-20) سم، وزادت في العمق الأخير لتصل إلى (3.32)dS/m، وهي فقيرة جداً بالفوسفور القابل للإفادة، والآزوت الكلي، وتعد فقيرة أيضاً بالمادة العضوية التي بلغت نحو(1.17) % في الطبقة السطحية، أما محتواها من كربونات الكالسيوم فيقدر بنحو (22.42)% وسطياً، وبلغ محتواها من الكلس الفعّال نحو (8.5) % في العمق (0-20) سم وزاد باتجاه العمق ليصل إلى (13.13)% في العمق الأخير، وبلغ محتواها من البوتاسيوم القابل للإفادة في العمق (0-20) سم نحو 207 mg/Kg ثم انخفض في العمق (60-80) سم ليصل إلى (73)mg/Kg .

الجدول 1. تراكيز الأيونات الذائبة في التربة قبل الزراعة

العمق (cm)	pH (5:1)	$E.C_e$	EC (5:1)	الأيونات الذائبة ($mmol_c$ / L)							SAR
			(dS/m)	CO_3^{--}	HCO_3^-	Cl^-	SO_4^{--}	Ca^{++}	Mg^{++}	Na^+	K^+
20 - 0	8.19	1.17	0.68	-	3.32	0.96	2.96	3.74	0.82	2.52	0.22	1.67
40-20	8.23	1.65	0.92	-	3.32	1.66	4.86	4.82	1.66	3.24	0.08	1.80
60-40	8.29	2.32	1.04	-	2.94	2.72	5.70	4.98	1.74	3.50	0.08	1.91
80-60	7.78	3.32	1.54	-	2.54	2.10	11.60	7.64	4.16	4.42	0.06	1.82

الجدول 2. بعض الخصائص الكيميائية والخصوبية للتربة قبل الزراعة

العمق cm	$CaCO_3$	الكلس الفعال	الجبس	OM	TN	$N\text{-}NO_3$	Av. P	Av. K	B	C.E.C ($cmol_c$/Kg)
	(%)					(mg/Kg)				
20 - 0	20.08	8.50	2.65	1.17	0.07	9.48	2.0	207	0.79	22.6
40-20	21.30	10.25	4.10	0.82	0.04	5.87	1.0	120	0.55	20.5
60-40	23.33	11.13	5.10	0.51	0.03	3.84	0.5	83	0.49	22.4
80-60	24.96	13.13	6.64	0.46	0.02	0.68	0.0	73	0.45	23.4

المياه:

استعملت خلال الدراسة ستة أنواع من المياه مختلفة الملوحة 0.9، 2، 4، 6، 8، 10 dS/m، حيث تمّ تحضيرها من خلال عمليات المزج المناسبة بين مياه نهر الفرات (0.9) dS/m ومياه الصرف الزراعي المتوافرة في المنطقة التي تزيد درجة ملوحتها على (10) dS/m، وتمت عملية الري عند وصول المحتوى الرطوبي الحجمي للتربة إلى 80 % من قيمة السعة الحقلية التي بلغت قيمتها في الطبقة السطحية (0 - 20) سم للتربة نحو (36.5)% وكانت بحدود (34.5) % في العمق (20 - 40) سم، وقد استعمل معامل غسيل بمقدار (15)% من الاحتياج المائي مع كل رية لكافة المعاملات ومن نوعية المياه المستعملة في الري نفسها (Hoffman وزملاؤه،1989)، وتجدر الإشارة إلى أن تربة موقع تنفيذ البحث تخضع لنظام الصرف الزراعي المغطى، حيث وزعت شبكته على عمق (120) سم بتباعد (20) م.

لقد أظهرت نتائج التحليل الكيميائي لأنواع المياه الستة المستعملة في الري الموضحة في الجدول (3) أن درجة الحموضة (pH)، والناقلية الكهربائية (EC_w)، وتراكيز الأيونات الذائبة، إضافة إلى تراكيز البورون والنترات تزداد مع زيادة نسبة المزج بمياه الصرف الزراعي، كما بينت نتائج التحليل الإحصائي وجود فرق معنوي على المستوى 5 % بين متوسطات جميع الخصائص المدروسة لتلك المياه مقارنة بمياه نهر الفرات، باستثناء الفوسفات، حيث كانت الفروق المشاهدة ظاهرية فيما بينها ومع الشاهد. علماً أن كل قيمة في الجدول (3) تمثل متوسط 12 مكرراً لخصائص المياه المستعملة في الري خلال فترة الدراسة. وأعطي محصول الكمون تسع ريات خلال الموسم الواحد، حيث بلغ مجموع كمية مياه الري في الموسم الأول نحو 2210 $م^3$/هـ، ونحو 2284 $م^3$/هـ في الموسم الثاني.

ويوضح الجدول (4) تصنيف نوعية مياه الري المستعملة في هذا البحث حسب ملوحتها وقلويتها (قيمة الـ SAR) ومحتواها من كل من الكلور والبورون والنترات. (FAO، 1985، FAO، 1990).

محصول الكمون:

جرت زراعة ثمار الكمون نثراً في أواخر تشرين الثاني/نوفمبر وبمعدل 20 كغ/هـ وهو المعدل المقترح من قبل وزارة الزراعة والإصلاح الزراعي في سوريا، وأضيف السماد البلدي بواقع 20$م^3$/هـ، والأسمدة الكيماوية بمعدل 161 كغ P_2O_5/هـ ، و117 كغ N/هـ، و60 كغ K_2O /هـ. حسب التوصية السمادية الموصى بها من قبل وزارة الزراعة والإصلاح الزراعي، وتحليل التربة.

تصميم التجربة والتحليل الإحصائي:

صمم البحث وفق تصميم القطاعات العشوائية الكاملة (RCBD Randomized Complete Blocks Design)، حيث تكونت التجربة من ست معاملات مائية وبمعدل ثلاثة مكررات للمعاملة الواحدة، وقد بلغ عدد القطع التجريبية (18) قطعة مساحة كل منها (16)$م^2$، وكان الحد الفاصل بين القطع (2) م لمنع رشح المياه المالحة من معاملة إلى أخرى.

الجدول 3. نتائج التحليل الإحصائي لمتوسط الخصائص الكيميائية للمياه المستعملة في الري

المعاملات المائية	pH	EC (dS/m)	الأيونات الذائبة ($mmol_c$ / L)								SAR	(mg/L)		
			CO_3^{--}	Cl^-	HCO_3^-	SO_4^{--}	Mg^{++}	Ca^{++}	K^+	Na^+		B	PO_4^{--}	$N\text{-}NO_3^-$
T1	b 7.35	f 0.94	-	f 2.51	c 2.30	f 4.37	f 2.54	f 3.82	f 0.09	f 3.20	f 1.79	f 0.39	0.02	f 1.07
T2	ab 7.69	e 1.97	-	e 6.00	bc 2.58	e 98..11	e 3.56	e 5.48	e 0.12	e 11.79	e 5.55	e 1.13	0.03	e 4.17
T3	ab 7.87	d 3.93	-	d 13.83	abc 2.87	d 25.21	d 7.11	d 6.94	d 0.19	d 27.83	d 10.50	d 2.71	0.03	d 11.15
T4	ab 7.83	c 5.85	-	c 21.43	ab 2.92	c 42.67	c 10.47	c 9.01	c 0.25	c 43.76	c 14.02	c 4.53	0.03	c 19.57
T5	ab 7.88	b 7.79	-	b 29.87	ab 3.13	b 55.48	b 14.47	b 10.96	b 0.32	b 62.98	b 17.66	b 6.04	0.03	b 26.00
T6	a 7.93	a 9.75	-	a 38.39	a 3.20	a 72.27	a 17.93	a 13.18	a 0.39	a 82.67	a 20.96	a 7.82	0.03	a 32.34
$LSD_{5\%}$	0.56	0.22	-	1.33	0.60	2.75	0.56	1.18	0.02	3.37	1.03	0.51	0.01	2.58

الجدول 4. تصنيف نوعية المياه المستعملة في الري.

المعاملة	حسب ملوحتها EC	حسب قلويتها SAR	حسب محتواها من الكلور	حسب محتواها من البورون	حسب محتواها من النترات
T1	ذات ملوحة قليلة	آمنة	آمنة	آمنة	آمنة
T2	ذات ملوحة قليلة	خطورة متزايدة	خطورة متزايدة	خطورة متزايدة	آمنة
T3	متوسطة الملوحة	خطورة حادة	خطورة حادة	خطورة حادة	خطورة متزايدة
T4	متوسطة الملوحة	خطورة حادة	خطورة حادة	خطورة حادة	خطورة متزايدة
T5	عالية الملوحة	خطورة حادة	خطورة حادة	خطورة حادة	خطورة متزايدة
T6	عالية الملوحة	خطورة حادة	خطورة حادة	خطورة حادة	خطورة حادة

وقد عدلت درجة الناقلية الكهربائية للمياه المضافة (مياه ري + مياه الأمطار) في نهاية الموسم، بعد الأخذ بالاعتبار كميات الهطول المطري، ودرجة التوصيل الكهربائي لها (El- Bably، 2002). حيث بلغ متوسط كمية الأمطار الهاطلة خلال فترة التجربة (50) مم في الموسم الأول، و(30) مم في الموسم الثاني. حللت البيانات بعد تبويبها باستعمال برنامج التحليل الإحصائي Mstat-c لحساب قيم أقل فرق معنوي(LSD) بين المتغيرات عند مستوى معنوية 5 %.

طرائق التحليل والقياس:

جرى تحضير العينات الترابية بعد جمعها من الحقل، حيث خضعت للتجفيف الهوائي والتنظيف من الشوائب، ثم الغربلة عل منخل أقطاره أقل من 2 مم، حيث أجري التحليل الميكانيكي للتربة بإتباع طريقة الهيدرومتر، وجرى تعيين الكثافة الظاهرية للتربة باستعمال أسطوانة معلومة الحجم، أما الكثافة الحقيقية للتربة فقد قدرت بطريقة دورق الكثافة Pycnometer، وقدرت المسامية الكلية حسابياً.

قدرت درجة حموضة (pH) معلق التربة بنسبة (5:1) باستعمال جهاز قياس درجة الحموضة (pH meter) ± 0.01 %، كما قدرت درجة حموضة (pH) المياه المستعملة مباشرة بالجهاز نفسه. وجرى قياس الناقلية الكهربائية (EC_e) لمستخلص العجينة المشبعة للتربة ومستخلص التربة المائي (5:1)، ولمياه الري بوساطة جهاز قياس الناقلية الكهربائية Electrical conductivity meter، وقدرت الأيونات الذائبة في كل من مستخلص التربة المائي (5:1)، ومياه الري مباشرة على النحو الآتي:

قدر الكلور (Cl^-) بالمعايرة بمحلول نترات الفضة ($AgNO_3$)، والكبريتات (SO_4^{--}) بطريقة العكارة Turbidimetry وفقاً (Verma، 1977)، والكربونات CO_3^{--} والبيكربونات HCO_3^- بالمعايرة بحمض الكبريت، أما الكالسيوم Ca^{++} والمغنزيوم Mg^{++} فقدرا بطريقة المعايرة

بالفيرسينات (EDTA)، كما قدر كلٌ من الصوديوم Na^+ والبوتاسيوم K^+ باستعمال جهاز اللهب (Flame-photometer)، وجرى تقدير كربونات الكالسيوم والكلس الفعال والبورون بالطرائق القياسية المعتمدة من قبل الجمعية الأمريكية لعلوم التربة (Methods of Soil Analysis ، 1996). أما الفوسفور القابل للإفادة Available P فقد جرى تقديره وفقاً لطريقة Olsen و Sommers (1982)، وتم تقدير الآزوت الكلي بطريقة كلداهل Premner وMulvaney (1982). في حين قدرت المادة العضوية بطريقة Jackson (1958)، وسعة التبادل الكاتيوني بطريقة أسيتات الصوديوم (Polemio وRhoades، 1977). أما النترات NO_3^- فقد جرى تقديرها بالطريقة اللونية باستعمال حمض Phenoldisulfonic ($C_6H_6O_7S_2$) (Mulvaney، 1996).

النتائج والمناقشة

1 - تأثير نوعية مياه الري في بعض الخصائص الكيميائية الأساسية للتربة:

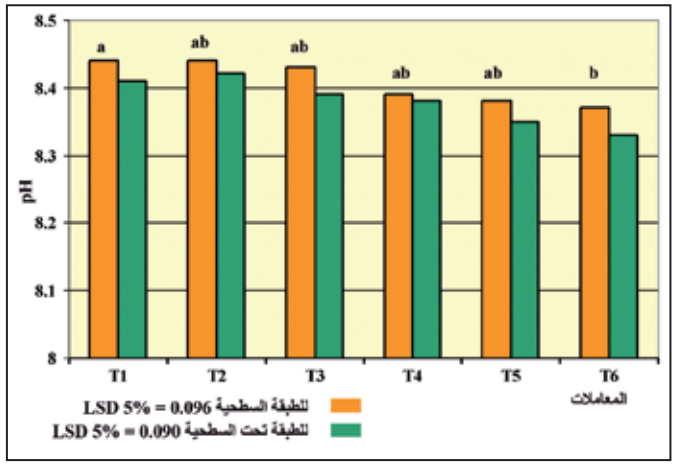
يبين الجدول (5) تأثير ملوحة مياه الري في الخصائص الكيميائية للتربة في نهاية الموسم الثاني، وذلك على طول المقطع الأرضي من 0 – 80 سم، الذي قسم إلى أربعة أعماق عمق كل منها 20 سم. وباعتبار نتائج الموسم الثاني هي المحصلة النهائية للتغيرات الحاصلة في خصائص التربة وتراكم الأملاح في طبقاتها المختلفة خلال فترة الدراسة، فسوف يتم مناقشة نتائج أهم المؤشرات الكيميائية الأساسية المدروسة في نهاية الموسم الثاني وعلى العمقين (0-20) سم و(20-40) سم وهي:

الجدول 5. تأثير نوعية مياه الري في تركيز الأيونات الذائبة في التربة في نهاية الموسم الثاني.

المعاملات	العمق (cm)	pH (1:5)	EC_e (dS/m)	الأيونات الذائبة ($mmol_c$ / L)								SAR	B (mg/kg)
				CO_3	HCO_3^-	Cl^-	SO_4^{--}	Ca^{++}	Mg^{++}	Na^+	K^+		
T1	20 - 0	8.44	1.40	-	2.06	1.24	5.48	5.48	1.58	3.32	0.32	1.77	0.76
	40-20	8.41	1.65	-	3.62	1.58	7.62	7.20	1.62	3.58	0.24	1.70	0.73
	60-40	8.39	1.90	-	3.54	1.36	8.80	7.42	1.84	3.84	0.16	1.78	0.50
	80-60	8.36	2.19	-	3.48	1.70	11.60	8.98	2.52	5.02	0.18	2.09	0.45
T2	20 - 0	8.44	1.54	-	3.30	1.68	7.10	6.30	1.78	4.24	0.32	2.11	1.00
	40-20	8.42	1.75	-	3.10	1.92	10.20	8.14	2.26	4.46	0.24	1.96	0.87
	60-40	8.38	2.11	-	3.38	1.54	12.62	8.90	2.82	5.48	0.22	2.26	0.56
	80-60	8.33	2.45	-	3.12	2.28	15.68	10.90	4.64	5.54	0.18	1.99	0.42
T3	20 - 0	8.43	2.05	-	3.26	2.30	14.30	9.80	2.38	7.30	0.34	2.96	1.19
	40-20	8.39	2.38	-	3.16	2.68	16.00	10.90	2.60	7.52	0.32	2.89	0.95
	60-40	8.39	2.55	-	3.08	3.36	19.10	12.22	4.22	9.32	0.22	3.25	0.68
	80-60	8.35	3.32	-	2.90	3.50	23.16	14.36	5.70	9.40	0.16	2.97	0.58
T4	20 - 0	8.39	2.50	-	2.88	3.22	18.64	12.50	3.94	8.28	0.40	2.89	1.37
	40-20	8.38	2.75	-	3.10	3.30	20.48	13.74	4.46	9.64	0.32	3.20	1.33
	60-40	8.38	3.17	-	3.30	3.48	23.00	14.70	4.56	10.16	0.26	3.27	0.77
	80-60	8.33	3.64	-	3.02	3.58	28.22	16.60	7.90	10.24	0.18	2.93	0.61
T5	20 - 0	8.38	2.56	-	3.18	3.48	21.40	14.48	4.24	9.46	0.42	3.09	1.44
	40-20	8.35	2.81	-	3.10	3.68	22.90	15.30	4.64	9.60	0.34	3.04	1.41
	60-40	8.26	3.45	-	2.92	3.92	25.90	17.58	5.52	10.32	0.26	3.04	0.80
	80-60	8.24	4.87	-	3.04	3.96	31.50	18.90	7.68	11.50	0.18	3.15	0.61
T6	20 - 0	8.37	2.75	-	2.92	3.58	23.10	14.88	4.63	9.94	0.44	3.18	1.60
	40-20	8.33	2.94	-	2.90	3.96	25.92	17.60	5.48	10.40	0.34	3.06	1.58
	60-40	8.26	3.78	-	3.16	4.12	28.20	19.08	5.88	11.44	0.28	3.24	0.85
	80-60	8.17	5.15	-	2.88	4.40	33.70	19.62	9.72	11.64	0.18	3.04	0.72

درجة حموضة التربة (pH):

أظهرت نتائج التحليل الكيميائي انخفاض قيم pH المستخلص المائي (5:1) للتربة مع زيادة العمق في مختلف المعاملات، وانخفاض قيم pH تربة المعاملات مع زيادة ملوحة مياه الري وذلك في كلا الموسمين، حيث يعزى ذلك إلى أن شاردة الكبريتات تلعب دوراً هاماً في تخفيض درجة التفاعل(pH) للترب القلوية والمالحة. (سفر وبروست، 1997)، وقد ارتفعت قليلاً قيم pH التربة في نهاية البحث عما كانت عليه قبل الزراعة، وأظهر التحليل الإحصائي وجود فرق معنوي عند مستوى معنوية 5 % بين متوسط قيم pH العمق (20 - 40) سم للمعاملة (T6) (8.35) مع pH العمق (20-40) سم للمعاملة الشاهد (8.41)، بينما كانت الفروق المشاهدة ظاهرية بين باقي المعاملات، وكانت الفروق ظاهرية بين متوسط قيم pH العمق (0 - 20) سم للمعاملات كافة بما فيها الشاهد، كما يوضحها الشكل (1).



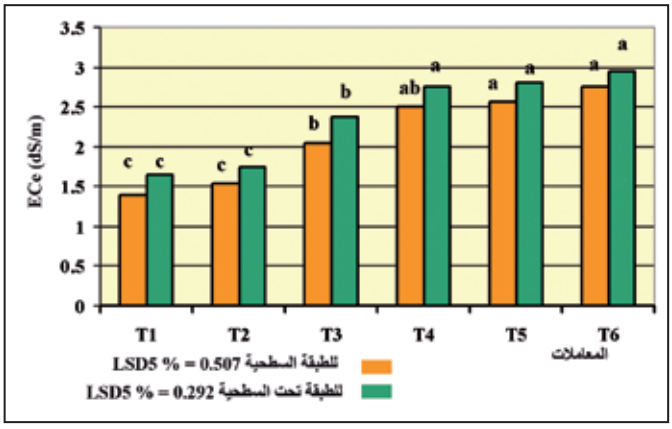
الشكل 1. تأثير نوعية مياه الري في قيم pH العمقين (0-20) سم و(20-40) سم للتربة.

مستخلص العجينة المشبعة (EC_e):

أظهرت نتائج التحليل تزايداً في قيم الناقلية الكهربائية لمستخلص العجينة المشبعة EC_e في طبقات تربة المعاملات مع زيادة العمق من جهة، ومع زيادة ملوحة مياه الري من جهة أخرى، وذلك في تربة معاملات الموسمين الأول والثاني على حد سواء، حيث وجد Devitt وMadison (1989) ارتباطاً قوياً بين الناقلية الكهربائية لمستخلص العجينة المشبعة وعمق التربة، وذلك نتيجة طرد الأملاح من الأعماق السطحية وتراكمها في الأعماق الأدنى بفعل تطبيق معامل غسيل مقداره 15 % من كمية المقنن المائي المضاف، وهذا ما لفت إليه العديد من الباحثين. (Demolon، 1960)؛ (Miyamato، 1976)؛ (Kumer وزملاؤه، 1987)؛ (Van Horn، 1993)؛ (Dravid، 1999)؛ (قاسمو، 2003)؛ (Swift، 2004).

وقد أوضحت نتائج التحليل الإحصائي الشكل (2) وجود فرق معنوي على المستوى 5 % بين متوسط قيم EC_e العمق (0 - 20) سم لتربة كل من المعاملات (T3 وT4 وT5 وT6) (2.05، 2.50، 2.56، 2.75) dS/m على التوالي مقارنة بالشاهد (T1 وT2) (1.40، 1.54) dS/m، وثمة فرق معنوي بين متوسط قيم EC_e العمق (0-20) سم للمعاملة (T3) (2.05) dS/m وكل من (T5 وT6) (2.56، 2.75) dS/m، أما الفروق المشاهدة بين باقي المعاملات فكانت ظاهرية.

كما وجد فرق معنوي عند مستوى معنوية 5 % بين متوسط قيم EC_e العمق (20 - 40) سم للمعاملات (T3 وT4 وT5 وT6) (2.38، 2.75، 2.81، 2.94) dS/m مع كل من (T1 وT2)(1.65، 1.75) dS/m. وقد وجد فرق معنوي على المستوى نفسه بين EC_e المعاملة (T3) (2.38) dS/m وكل من المعاملات T4 وT5 وT6، أما الفروق المشاهدة بين باقي المعاملات فهي فروق ظاهرية.



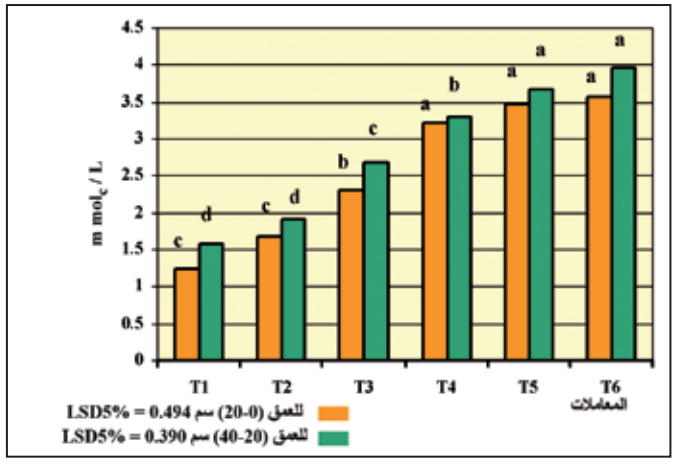
الشكل 2. تأثير نوعية مياه الري في EC_e العمقين (0-20) سم و(20-40) سم للتربة.

عموماً فإن ملوحة التربة وإن ازدادت عما كانت عليه قبل الزراعة إلاّ أنها بقيت تربة خفيفة الملوحة في أعماقها السطحية وتحت السطحية ولمختلف المعاملات المائية، بينما تجاوزت قليلاً قيمة EC_e للطبقات الأعمق فقط في المعاملتين الخامسة والسادسة القيمة (4) dS/m لتصبح تربة متوسطة الملوحة حسب تصنيف مخبر الملوحة الأمريكي للترب المالحة.

الكلور الذائب Cl^-:

بينت نتائج التحليل الكيميائي ازدياد تركيز الكلور في المستخلص المائي (5:1) للتربة مع الانتقال من العمق (0-20)سم باتجاه الأعماق الأخرى في المعاملات كافة، حيث يعتبر الكلور من أسهل الشوارد استجابة للغسيل، كما ازداد تركيز هذه الشاردة في التربة مع ازدياد ملوحة المياه المستعملة في الري، وكان محتوى التربة من الكلور في نهاية التجربة أعلى بشكل عام مما كان عليه قبل الزراعة.

ويبين الشكل (3) تأثير نوعية مياه الري في تركيز الكلور في العمقين (0-20) سم و(20-40) سم لتربة المعاملات، حيث أظهرت نتائج التحليل الإحصائي وجود فرق معنوي على المستوى 5 % بين متوسط تركيز الكلور في العمق (0-20) سم لتربة المعاملات (T3 وT4 وT5 وT6) (2.30، 3.22، 3.48، 3.78) $mmol_c/L$ مقارنة بالمعاملتين (T1 و T2) (1.58، 1.92) $mmol_c/L$، كما وجد فرق معنوي عند مستوى معنوية 5 % بين تركيز الكلور في العمق (0-20) سم للمعاملات (T4 وT5 وT6) مقارنة بالمعاملة (T3)، وكذلك بين (T6 وT4)، بينما كانت الفروق بين باقي المعاملات ظاهرية. وبالنسبة لتركيز الكلور في العمق (20-40) سم للتربة فقد وجد فرق معنوي بين كل من المعاملتين (T5 و T6) (3.68، 3.96) $mmol_c/L$ من جهة، والمعاملتين (T3 و T4)(3.16، 3.10) $mmol_c/L$ من جهة ثانية فيما بينهم ومقارنة بالمعاملتين (T2 والشاهد T1) (1.92، 1.58) $mmol_c/L$، في حين كانت الفروق ظاهرية بين باقي المعاملات.

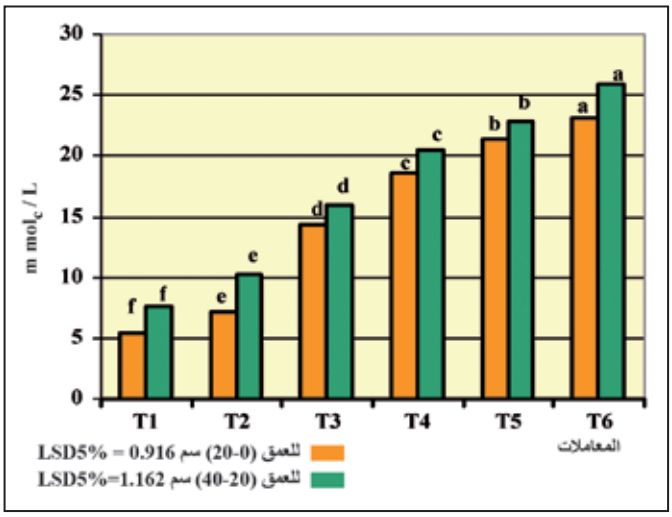


الشكل 3. تأثير نوعية مياه الري في تركيز الكلور في العمقين (0-20) سم و(20-40) سم للتربة.

الكبريتات الذائبة SO_4^{--}:

أظهرت نتائج تحليل تربة المعاملات المختلفة انتقال شاردة الكبريتات من الأعماق السطحية لتربة المعاملات لتتراكم في الأعماق الأدنى، وازدياد محتوى التربة من هذه الشاردة مع زيادة ملوحة مياه الري ذات المحتوى المتزايد من الكبريتات مع زيادة نسبة المزج بمياه الصرف الزراعي، حيث زاد محتوى التربة من الكبريتات في نهاية الموسم الثاني مقارنة مع محتواها قبل الزراعة، إذ تعد هذه الشاردة عنصراً خصوبياً هاماً لتغذية بعض المحاصيل الزراعية. (سفر وبروست، 1997).

كما بينت نتائج التحليل الإحصائي الشكل (4) وجود فرق معنوي على المستوى 5 % بين متوسط تركيز الكبريتات في العمق (0-20) سم للمعاملات كافة (T1 وT2 وT3 وT4 وT5 وT6) (5.48، 7.10، 14.30، 18.64، 21.40، 23.10) $mmol_c/L$ على التوالي فيما بينها ومع الشاهد، وكانت الوجهة نفسها في العمق (20-40) سم أيضاً لتربة المعاملات كافة (T1 وT2 وT3 وT4 وT5 وT6) (7.62، 10.20، 16.00، 20.48، 22.90، 25.92) $mmol_c/L$ مقارنة فيما بينها وبالشاهد.



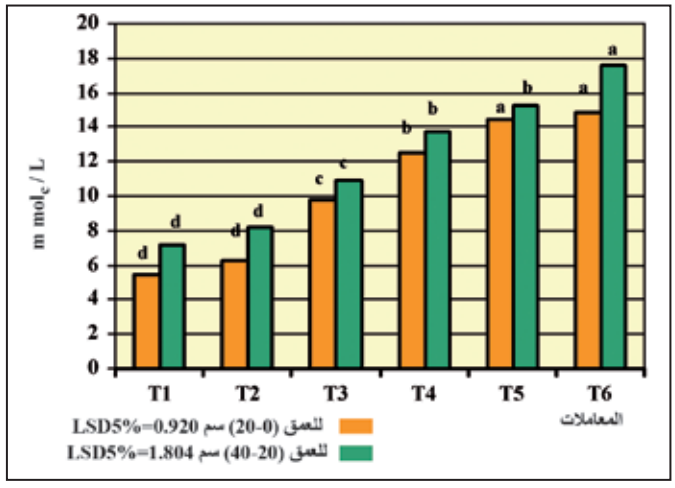
الشكل 4. تأثير نوعية مياه الري في تركيز الكبريتات في العمقين (0-20) سم و(20-40) سم للتربة.

الكالسيوم الذائب Ca^{++}:

أظهرت نتائج التحليل الكيميائي لأعماق تربة المعاملات ارتفاع تركيز الكالسيوم الذائب في التربة مع العمق، وزيادة محتوى تربة المعاملات من الكالسيوم مع زيادة ملوحة مياه الري ذات المحتوى المتزايد أساساً بهذا العنصر، حيث زاد تركيزه بشكل ملحوظ في التربة في نهاية الدراسة مقارنة بتركيزه في التربة قبل الزراعة.

كما بينت نتائج التحليل الإحصائي (الشكل 5) وجود فرق معنوي على المستوى 5 % بين متوسط تركيز الكالسيوم الذائب في العمق (0-20) سم لتربة كل من المعاملات (T3 وT4 وT5 وT6) (9.80، 12.50، 14.48، 14.88) $mmol_c/L$ على التوالي فيما بينها ومع كل من المعاملتين (T2 وT1 الشاهد) (5.48، 6.30) $mmol_c/L$، بينما كان الفرق ظاهرياً بين المعاملتين (T2وT1) من جهة وبين المعاملتين (T5 و T6) من جهة أخرى.

كما بينت نتائج التحليل الإحصائي وجود فرق معنوي على المستوى 5 % بين متوسط تركيز الكالسيوم الذائب في العمق (20-40) سم للمعاملات (T3 وT4 وT5 وT6) (10.90، 13.74، 15.30، 17.60) $mmol_c/L$ على التوالي مقارنة بالمعاملتين (T2 وT1) (7.20، 8.14) $mmol_c/L$، وعلى المستوى ذاته بين المعاملتين (T6 وT5) من جهة، وبين المعاملتين (T3 وT4) من جهة أخرى، أما الفروق بين باقي المعاملات فكانت ظاهرية.



الشكل 5. تأثير نوعية مياه الري في تركيز الكالسيوم الذائب في العمقين (0-20) سم و(20-40) سم للتربة

المغنيزيوم الذائب Mg^{++}:

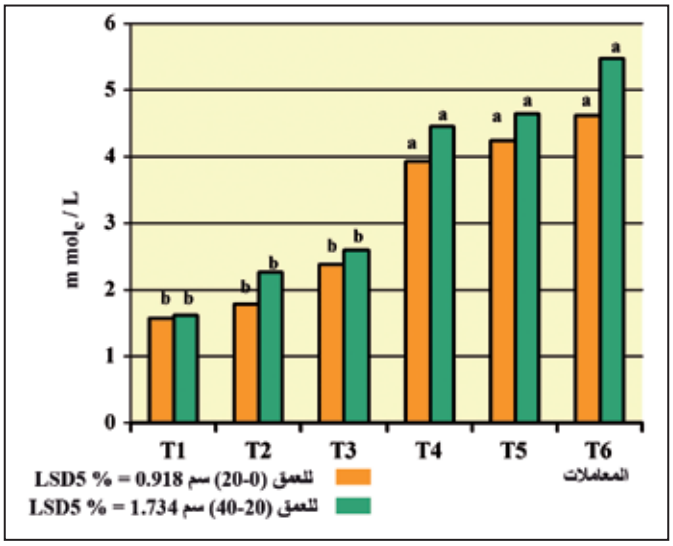
سلك المغنيزيوم الذائب في التربة سلوكاً مشابهاً للصوديوم والكالسيوم، حيث زاد تراكمه في الأعماق الأدنى لتربة المعاملات، كما زاد تركيزه في التربة مع زيادة ملوحة المياه المستعملة في الري، وكان التركيز في نهاية الموسم الثاني أعلى مما كان عليه في التربة قبل الزراعة.

وقد أظهر التحليل الإحصائي وجود فرق معنوي على المستوى 5 % بين متوسط تركيز المغنيزيوم الذائب في العمق (0-20) سم لتربة المعاملات (T4 وT5 وT6) (3.94، 4.24، 4.63) mmol$_c$/L على التوالي مقارنة بكل من المعاملات (T3 وT2 و1T الشاهد) (2.38، 1.78، 1.58) mmol$_c$/L، بينما كانت الفروق المشاهدة بين باقي المعاملات ظاهرية.

كما وجد فرق معنوي على المستوى 5 % بين متوسط تركيز المغنيزيوم الذائب في العمق (20-40) سم لتربة المعاملات T4 وT5 وT6 (4.46، 4.64، 5.48) mmol$_c$/L مقارنة بكل المعاملات (T3 وT2 و1T) (2.60، 2.26، 1.62) mmol$_c$/L، في حين كانت الفروق بين باقي المعاملات ظاهرية. كما يوضحها الشكل (6).

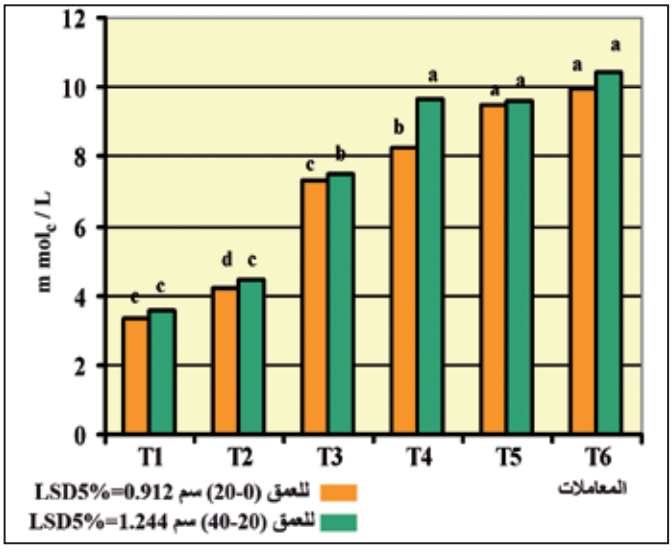
الصوديوم الذائب Na^{+}:

بينت نتائج التحليل الكيميائي لأعماق تربة المعاملات تزايد تركيز الصوديوم الذائب في التربة مع العمق، وازدياد تركيز هذه الشاردة في تربة المعاملات مع زيادة ملوحة مياه الري ذات المحتوى المتزايد من الصوديوم، حيث زاد تركيزه بشكل ملحوظ في تربة المعاملات في نهاية الدراسة مقارنة بتركيزه في التربة قبل الزراعة.



الشكل6. تأثير نوعية مياه الري في تركيز المغنيزيوم الذائب في العمقين (0-20) سم و(20-40) سم للتربة

وقد أظهر التحليل الإحصائي (الشكل 7) وجود فرق معنوي على المستوى 5 % بين متوسط تركيز الصوديوم الذائب في العمق (0-20) سم لتربة كل من المعاملات (T4 وT5 وT6) (9.94، 9.46، 8.28) mmol$_c$/L على التوالي مع كل من المعاملات (T3 وT2 وT1 الشاهد) (7.30، 4.24، 3.32) mmol$_c$/L، كما وجد فرق معنوي على المستوى ذاته بين المعاملات (T3 وT2 وT1) فيما بينها ومع الشاهد ، بينما كان الفرق ظاهرياً بين باقي المعاملات.



الشكل 7. تأثير نوعية مياه الري في تركيز الصوديوم الذائب في العمقين (0-20) سم و(20-40) سم للتربة

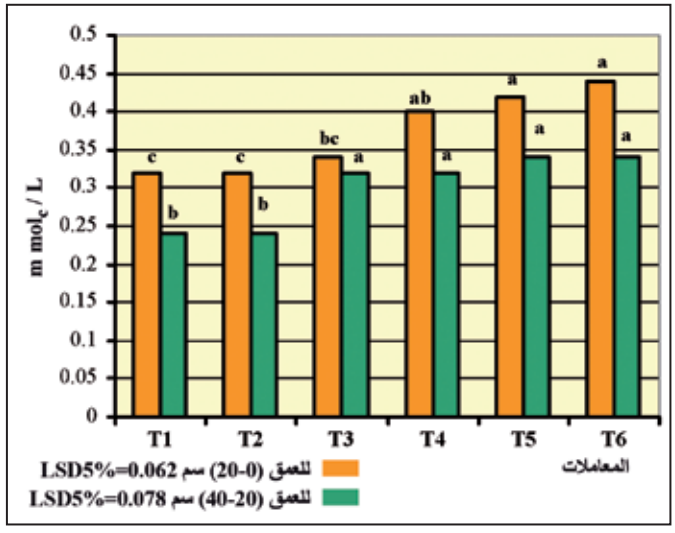
كما بينت نتائج التحليل الإحصائي وجود فرق معنوي على المستوى 5 % بين متوسط تركيز الصوديوم الذائب في العمق (20-40) سم لتربة

المعاملات (T4 وT5 وT6) (10.40،9.60،9.64) $mmol_c/L$ على التوالي مقارنة بالمعاملات (T3 وT2 وT1) (7.52، 4.46، 3.58) $mmol_c/L$، وبين المعاملة (T3) (7.52) $mmol_c/L$ وكل من المعاملتين T2 وT1 (4.46، 3.58) $mmol_c/L$، أما الفروق بين باقي المعاملات فكانت ظاهرية.

البوتاسيوم الذائب K^+:

أوضحت النتائج انخفاض تركيز البوتاسيوم الذائب في تربة المعاملات مع العمق، حيث كان تركيزه في العمق (0-20) سم أعلى من باقي الأعماق، وقد زاد تركيز البوتاسيوم الذائب في تربة المعاملات مع ازدياد ملوحة مياه الري التي كان محتواها من البوتاسيوم يزداد باطراد مع زيادة الملوحة، وكان بالمتوسط تركيزه في التربة في نهاية الموسم الثاني أعلى من تركيزه في التربة قبل الزراعة.

وأوضحت نتائج التحليل الإحصائي وجود فرق معنوي عند مستوى معنوية 5 % بين متوسط تركيز البوتاسيوم الذائب في العمق (0-20) سم لتربة المعاملات (T4 وT5 وT6) (0.40، 0.42، 0.44) $mmol_c/L$ على التوالي مقارنة بالمعاملتين (T2وT1) (0.32، 0.32) $mmol_c/L$ على التوالي، كما وجد فرق معنوي عند مستوى المعنوية ذاتها بين المعاملتين (T5 وT6) (0.42، 0.44) $mmol_c/L$ مقارنة بكل من المعاملتين (T2 وT1)، بينما كانت الفروق ظاهرية بين باقي المعاملات. الشكل (8). في حين كان الفرق معنوياً عند مستوى معنوية 5 % بين متوسط تركيز البوتاسيوم الذائب في العمق (20-40) سم لتربة المعاملات (T3 وT4 وT5 وT6) (0.32، 0.32، 0.34، 0.34) $mmol_c/L$ على التوالي مقارنة بالشاهد وT2 (0.24، 0.24) $mmol_c/L$، أما الفروق المشاهدة بين باقي المعاملات فهي ظاهرية.

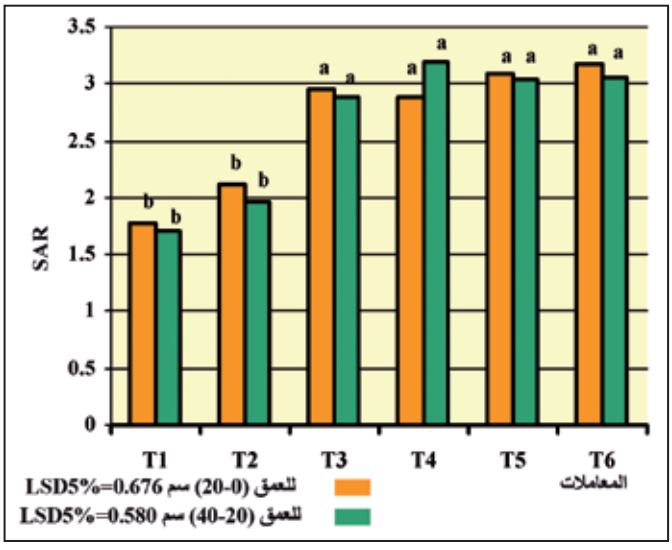


الشكل 8. تأثير نوعية مياه الري في تركيز البوتاسيوم الذائب في العمقين (0-20) سم و(20-40) سم للتربة.

نسبة الصوديوم المدمص SAR:

بينت النتائج تباين قيم نسبة الصوديوم المدمص بين مختلف أعماق التربة في المعاملات كافة، وازدياد هذه القيم في أعماق تربة المعاملات مع زيادة ملوحة مياه الري، وبشكل عام زادت قيمة الـSAR في التربة بشكل ملحوظ في نهاية الموسم الثاني مقارنة مع قيمتها قبل الزراعة، حيث يعزى ذلك إلى ارتفاع تركيز كل من الصوديوم والكالسيوم إضافة إلى المغنيزيوم في مياه الري مع زيادة نسبة المزج بمياه الصرف الزراعي، وعموماً كان متوسط قيمة الـ SAR في العمق (0-20) سم أعلى منه في العمق (20 - 40) سم وللمعاملات كافة.

إلاّ أن نتائج التحليل الإحصائي أظهرت وجود فرق معنوي عند مستوى معنوية 5 % بين متوسط قيم الـ SAR في العمق (0-20) سم لتربة المعاملات (T3 وT4 وT5 وT6) (2.96، 2.89، 3.09، 3.18) على التوالي، مقارنة بالمعاملتين (T2 وT1 الشاهد) (2.11، 1.77). وقد لوحظ المنحى ذاته في العمق (20-40) سم لتربة المعاملات. الشكل (9).



الشكل 9. تأثير نوعية مياه الري في قيم الـ SAR في العمقين (0-20) سم و(20-40) سم للتربة.

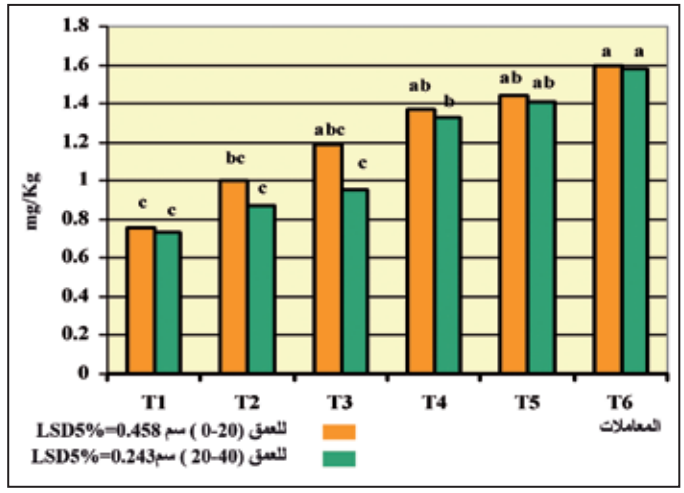
البورون الذائب B:

أظهرت نتائج التحليل الكيميائي انخفاض تركيز البورون في التربة عند الانتقال من الأعماق السطحية إلى الأعماق الأدنى، إلاّ أن تركيز هذا العنصر زاد في تربة المعاملات مع ازدياد ملوحة مياه الري وبخاصة مع ازدياد نسبة المزج بمياه الصرف الزراعي ذات المحتوى المرتفع من البورون، حيث زاد تركيزه في تربة المعاملات في نهاية الدراسة مقارنة مع تركيزه في التربة قبل الزراعة.

وقد أوضحت نتائج التحليل الإحصائي وجود فرق معنوي عند مستوى معنوية 5 % بين متوسط تركيز البورون في العمق (0-20) سم لتربة

المعاملة (T6) (1.60) mg/Kg مقارنة بالمعاملتين (T2 و T1) (1.00، 0.76) mg/Kg، ووجد فرق معنوي على المستوى ذاته بين المعاملة (T5) (1.44) mg/Kg مقارنة بالشاهد (0.76) mg/Kg أما الفروق المشاهدة بين باقي المعاملات فكانت ظاهرية.

كما لوحظ وجود فرق معنوي عند مستوى معنوية 5 % بين متوسط تركيز البورون في العمق (20-40) سم لتربة المعاملات (T4 وT5 وT6) (1.33، 1.41، 1.58) mg/Kg على التوالي مقارنة بكل من (T3 و T2 وT1 الشاهد) (0.95، 0.87، 0.73) mg/Kg، أما الفروق بين باقي المعاملات فهي ظاهرية. الشكل (10).



الشكل 10. تأثير نوعية مياه الري في تركيز البورون في العمقين (0-20) سم و(20-40) سم للتربة.

2 - تأثير نوعية مياه الري في الخصائص الخصوبية للتربة:

يبين الجدول (6) تأثير نوعية مياه الري في الخصائص الخصوبية لتربة المعاملات في نهاية الموسم الثاني، وذلك على طول المقطع الأرضي الذي قسم إلى أربع أعماق عمق كل منها (20) سم. وستناقش نتائج الموسم الثاني باعتباره المحصلة النهائية للتغيرات الحاصلة في الخصائص الخصوبية لتربة المعاملات خلال فترة الدراسة، وللعمقين (0-20) سم و(20-40) سم فقط باعتبارهما منطقة الانتشار الأعظمي لجذور المحصول الحولي والعشبي المدروس.

المادة العضوية:

أوضحت نتائج تقدير المادة العضوية في التربة انخفاض تركيزها مع زيادة العمق، وانخفضت في تربة المعاملات مع زيادة ملوحة مياه الري، حيث يعزى ذلك لانخفاض إنتاج الكتلة الحية في التربة التي تعرضت للري بمياه متزايدة الملوحة، إلاّ أن التحليل الإحصائي لم يثبت وجود أي فرق معنوي بين متوسط تركيز المادة العضوية في تربة المعاملات فيما بينها ومع الشاهد، حيث كانت الفروق المشاهدة ظاهرية.

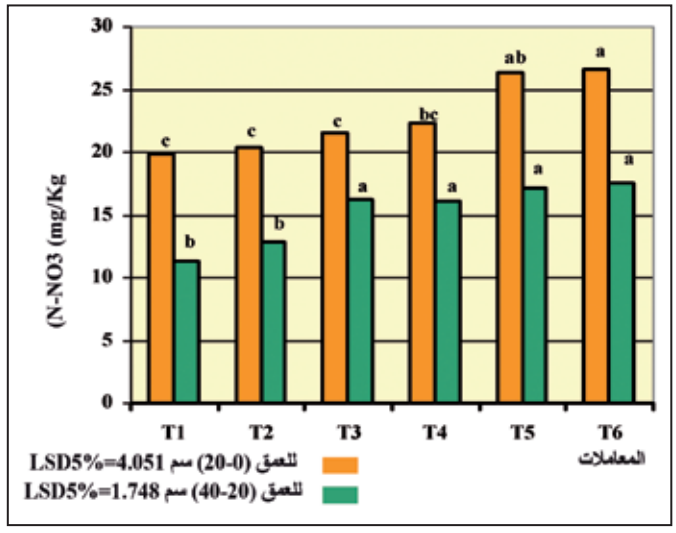
النترات $N\text{-}NO_3$:

بينت النتائج انخفاض تركيز النترات في التربة بشدة مع العمق، كما زاد محتوى التربة من النترات مع زيادة ملوحة مياه الري، حيث يعزى ذلك إلى زيادة تركيز شاردة النترات في مياه الري طرداً مع زيادة نسبة المزج بمياه الصرف الزراعي من جهة، وانخفاض الكمية المتصة من هذا الأيون من قبل النبات المزروع بسبب ارتفاع تركيز شاردة الكلور في مياه الري طردياً مع زيادة ملوحتها من جهة أخرى، حيث تقلل الملوحة من معدل تراكم الآزوت في النبات، وغالباً ما يترافق امتصاص شوارد الكلور بكميات زائدة مع تراجع تركيز الآزوت في الأجزاء الخضرية للنبات (Khan Hafeez وزملاؤه، 1990). وقد كان تركيز النترات في تربة المعاملات في نهاية الدراسة أعلى من تركيزها في التربة قبل الزراعة.

الجدول 6. تأثير نوعية مياه الري في الخصائص الخصوبية للتربة المدروسة في نهاية الموسم الثاني.

المعاملات	العمق (cm)	O.M.	N- NO_3	Av.P	Av.K
			(mg/Kg)		
T1	20 - 0	1.25	19.85	8.00	275
	40-20	0.61	11.30	4.25	189
	60-40	0.53	8.60	1.35	155
	80-60	0.25	7.95	0.90	145
T2	20 - 0	1.24	20.45	8.85	262
	40-20	0.70	12.85	4.65	185
	60-40	0.55	9.56	2.30	161
	80-60	0.29	7.70	1.15	139
T3	20 - 0	1.22	21.50	9.90	252
	40-20	0.69	16.25	6.45	191
	60-40	0.53	11.65	3.45	153
	80-60	0.30	6.30	1.85	145
T4	20 - 0	1.18	22.30	10.25	250
	40-20	0.57	16.15	7.35	190
	60-40	0.36	12.55	3.70	155
	80-60	0.27	6.95	2.25	143
T5	20 - 0	1.19	26.35	12.65	248
	40-20	0.58	17.15	7.55	175
	60-40	0.38	11.50	4.15	150
	80-60	0.25	8.20	2.50	142
T6	20 - 0	1.15	26.65	13.45	245
	40-20	0.54	17.50	10.60	171
	60-40	0.38	12.45	4.55	139
	80-60	0.29	8.95	2.60	133

وأظهرت نتائج التحليل الإحصائي وجود فرق معنوي عند مستوى معنوية 5 % بين متوسط تركيز النترات في العمق (0-20) سم لتربة المعاملات (T5 وT6) (26.35، 26.65) mg/Kg مقارنة بكل من (T3 وT2 وT1) (21.50، 20.45، 19.85) mg/Kg، كما وجد فرق معنوي عند مستوى معنوية 5 % بين المعاملة (T6) (26.65) mg/Kg مقارنة بالمعاملة (T4) (22.30) mg/Kg، في حين كانت الفروق بين باقي المعاملات ظاهرية. الشكل (11).



الشكل 11. تأثير نوعية مياه الري في تركيز النترات في العمقين (0-20) سم و(20-40) سم للتربة.

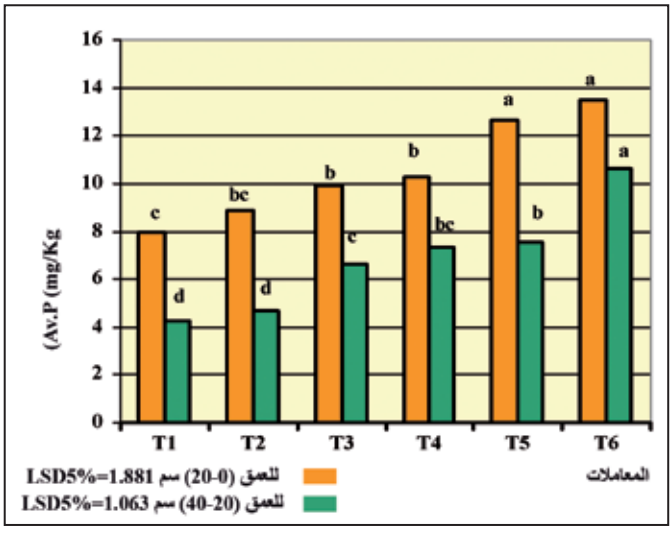
وفيما يتعلق بتركيز النترات في العمق (20-40) سم لتربة المعاملات فقد أظهر التحليل الإحصائي الشكل (11) وجود فرق معنوي عند مستوى معنوية 5 % بين كل من المعاملات (T3 وT4 وT5 وT6) (16.25، 16.15، 17.15، 17.50) mg/Kg على التوالي مقارنة بكل من المعاملتين (T2 وT1) (12.85، 11.30) mg/Kg، أما الفروق بين باقي المعاملات فهي ظاهرية.

الفوسفور القابل للإفادة Av.P:

أوضحت نتائج التحليل أن محتوى العمق (0-20) سم للتربة من الفوسفور القابل للإفادة كان أعلى من محتوى الأعماق الأدنى بسبب قابلية الذوبان المنخفضة لهذا العنصر ولضعف حركيته خاصة في الترب القلوية، وقد انخفض تركيز الفوسفور القابل للإفادة في التربة مع زيادة العمق، كما زاد تركيزه في التربة مع زيادة ملوحة المياه المستعملة في ري المحصول، حيث أن كمية الفوسفور المتصة من قبل النبات تتأثر بدرجة ملوحة التربة (Giesler وزملاؤه، 2005)، كما تعد شوارد الكلور من الشوارد المنافسة لشوارد الفوسفات السالبة أثناء امتصاصها من قبل النبات (Champagnal، 1979)، وتبين أن شوارد الكلور يمكن أن تثبط امتصاص شوارد الفوسفات وتحول دون تراكمها في أجزاء النبات (Papadopoulos وRendig، 1983)، كما أن كلاً من شوارد الكلور والكبريتات تقلل من امتصاص الفوسفور من قبل النباتات (Zhukovaskaya، 1973)، وبالتالي فإن انخفاض إنتاجية الكتلة النباتية الحية للمحصول المترافق مع زيادة ملوحة مياه الري أدى إلى بقاء جزء من فوسفور السماد الفوسفاتي المضاف إلى التربة في بداية الموسم، دون أن يستهلكه النبات. وبشكل عام كان محتوى التربة من الفوسفور القابل للإفادة في نهاية التجربة أعلى مما كان عليه في بدايتها.

وقد أظهرت نتائج التحليل الإحصائي (الشكل 12) وجود فرق معنوي عند مستوى معنوية 5 % بين متوسط تركيز الفوسفور القابل للإفادة في العمق (0-20) سم لتربة كل من المعاملتين (T5 وT6) (12.65، 13.45) mg/Kg مقارنة بكل من المعاملات (T4 وT3 وT2 وT1 الشاهد) (10.25، 9.9، 8.85، 8.00) mg/Kg، كما وجد فرق معنوي على مستوى المعنوية ذاته بين كل من المعاملتين (T4 وT5) (10.25، 12.65) mg/Kg مقارنة بالشاهد، بينما كانت الفروق ظاهرية بين باقي المعاملات.

كما أثبت التحليل الإحصائي وجود فرق معنوي عند مستوى المعنوية 5 % بين متوسط تركيز الفوسفور القابل للإفادة في العمق (20-40) سم لتربة كل من المعاملتين (T5 وT6) (7.55، 10.60) mg/Kg مع المعاملات (T3 وT2 وT1) (6.45، 4.65، 4.25) mg/Kg، وكان الفرق معنوياً على المستوى ذاته بين المعاملة (T6) (10.60) mg/Kg والمعاملة (T4) (7.35) mg/Kg، أما الفروق المشاهدة بين باقي المعاملات فكانت ظاهرية. الشكل (12).



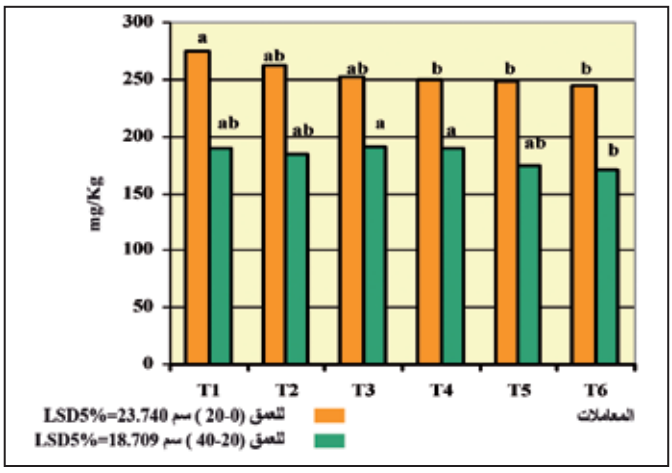
الشكل 12. تأثير نوعية مياه الري في تركيز الـ Av.P في العمقين (0-20) سم و(20-40) سم للتربة.

البوتاسيوم القابل للإفادة Av.K:

تبين معطيات الجدول (6) انخفاض تركيز البوتاسيوم القابل للإفادة عند الانتقال من العمق (0-20) سم للتربة إلى الأعماق الأدنى، كما أظهرت النتائج انخفاض تركيز الـ Av.K في التربة مع زيادة ملوحة مياه الري، إذ يعزى ذلك إلى ازدياد معدل امتصاصه من قبل النباتات التي تتعرض للإجهاد الملحي (Devitt وزملاؤه،1981)، إضافة إلى تزايد معدل تراكم البوتاسيوم في النبات عندما تكون النترات المصدر الوحيد للآزوت في التربة في ظروف الإجهاد الملحي (Martines وCerda، 1989). وكان محتوى التربة من البوتاسيوم القابل للإفادة في نهاية الدراسة أعلى عموماً مما كان عليه قبل الزراعة ربما بسبب عدم استنزاف المحصول لكامل الكمية المضافة من السماد البوتاسي.

وقد أظهرت نتائج التحليل الإحصائي وجود فرق معنوي عند مستوى معنوية 5 % بين متوسط تركيز البوتاسيوم القابل للإفادة في العمق (0-20) سم لتربة كل من المعاملات (T4 وT5 وT6) (250، 248، 245) mg/Kg على التوالي مقارنة بالشاهد (275) mg/Kg، أما باقي الفروق بين المعاملات الأخرى فكانت ظاهرية. الشكل (13).

كما بينت نتائج التحليل الإحصائي لمتوسط تركيز البوتاسيوم القابل للإفادة في العمق (20-40) سم للتربة، الشكل (13) وجود فرق معنوي عند مستوى معنوية 5 % بين المعاملة T6 (171) mg/Kg وكل من المعاملتين (T3 وT4) (191، 190) mg/Kg على التوالي، في حين كانت الفروق بين باقي المعاملات ظاهرية.



الشكل 13. تأثير نوعية مياه الري في تركيز الـ Av.K في العمقين (0-20) سم و(20-40) سم للتربة.

تأثير ملوحة مياه الري في إنتاجية الكمون:

يبين الجدول (7) تأثير مستوى ملوحة مياه الري في متوسط إنتاجية محصول الكمون من الثمار كوزن جاف للموسمين الأول والثاني، وإنتاجهما النسبي، إضافة إلى الانخفاض النسبي في إنتاجيتهما، حيث أظهرت النتائج انخفاض إنتاجية المحصول من الثمار مع زيادة ملوحة مياه الري، وهذا ما أشارت إليه العديد من الدراسات. Suksran (1982)، Kumer وزملاؤه (1987)، Parmar وPal (1992)، Menha (1993)، Chippa وLal (1994)، Swift (2004).

يلاحظ من معطيات الجدول (7) حدوث تراجع في متوسطات إنتاجية الثمار بين المستويات الملحية المدروسة مع ازدياد تركيز الأملاح الذوّابة في مياه الري، وكان متوسط إنتاجية الثمار الأعلى معنوياً دون أي فروق معنوية بينها عند المستويات الملحية الأربعة الأولى (1.02، 2.08، 4.02، 5.98) dS/m (712.6، 694.9، 672.0، 636.5) كغ/هـ على الترتيب.

في حين كانت إنتاجية الثمار الأدنى معنوياً وبفرق معنوي مقارنة بالشاهد عند المستويين الملحيين الأخيرين (8.04، 10.05)dS/m

الجدول 7. تأثير نوعية مياه الري في متوسط إنتاجية محصول الكمون من الثمار للموسمين.

المعاملة	متوسطEC مياه الري المضافة (dS/m)	متوسطEC مياه الري المعدلة (dS/m)	متوسط الإنتاجية كوزن جاف* (كغ/هـ)	الإنتاج النسبي مقارنة بالشاهد (%)	الانخفاض في الإنتاج مقارنة بالشاهد (%)
T1	1.02	0.92	712.6 a	100 a	0b
T2	2.08	1.80	694.9 a	97.52 ab	2.48 bc
T3	4.02	3.42	672 a	94.30 ab	5.70 bc
T4	5.98	5.03	636.5 ab	89.32 ab	10.68 bc
T5	8.04	6.80	528.2 bc	74.12 ab	25.88 ab
T6	10.05	8.48	451.8 c	63.40 b	36.60 a
	$LSD_{0.05}$		**143.139**	**34.165**	**24.064**

* التجفيف على الدرجة 65 ° م لمدة 24 ساعة.

(528.2، 451.8) كغ/هـ على الترتيب، وبشكل ظاهري فيما بينهما.

وقد بينت نتائج التحليل الإحصائي لمتوسط إنتاجية المعاملات وجود فرق معنوي عند مستوى معنوية 5 % بين متوسط إنتاجية المعاملتين (T5وT6) من الثمار (528.2، 451.8) كغ/هـ على التوالي مقارنة بكل من المعاملات (T3 وT2 وT1) (672، 694.9، 712.6) كغ/هـ على التوالي، كما وجد فرق معنوي عند المستوى ذاته بين متوسط إنتاجية المعاملة (T6) (451.8) كغ/هـ مقارنة بالمعاملة (T4) (636.5) كغ/هـ، أما الفروق المشاهدة بين باقي المعاملات كانت ظاهرية.

وكانت نسبة الانخفاض في إنتاجية الثمار تزداد طرداً مع ازدياد تركيز الأملاح الذوّابة في المياه المستعملة في الري. كما يلاحظ أنّ نسبة الانخفاض في إنتاجية الثمار، وخاصة عند المستويين الملحيين الأعلى (8.04، 10.05) dS/m كانت الأعلى (25.88، 36.60)% على التوالي. ويمكن أن يعزى الانخفاض الحاصل في غلة الكمون من الثمار بازدياد ملوحة مياه الري إلى التراجع في متوسط عدد الثمار المتشكلة، حيث تعد صفتي متوسط عدد البذور (الثمار)، ومتوسط وزن البذرة الواحدة من أهم المكونات العددية المحددة لغلة المحصول من البذور.

عموماً تؤدي زيادة نسبة المزج بمياه الصرف الزراعي إلى ارتفاع تركيز الأملاح الذوّابة في مياه الري الأمر الذي يؤدي إلى ازدياد الجهد الحلولي (الأسموزي) Osmotic Potential في محلول التربة ضمن منطقة انتشار الجذور وانخفاض الجهد المائي Water Potential فيقل عندها فرق التدرج في الجهد المائي بين محلول التربة وخلايا المجموع الجذري مما يؤدي إلى انخفاض كمية الماء الحر المتاح للنبات فيتراجع معدل امتصاص الماءWater uptake في حين تستمر النباتات في فقد الماء بالنتح Transpiration، فتصبح كمية المياه المفقودة بالنتح أكبر من كمية المياه الممتصة فتتعرض خلايا الأوراق إلى العجز المائي Water deficit ويتراجع جهد الامتلاء Turgor potential داخل خلايا الأوراق، وهذا ما يفسر تراجع معدل نمو الأجزاء الهوائية وتطورها وبالتالي انخفاض إنتاجية الكتلة الحية (القش) مع زيادة ملوحة مياه الري وارتفاع تركيز الأيونات الذائبة في محلول التربة، ويؤدي تراجع معدل نمو الأوراق إلى انخفاض مساحة السطح الورقي الأخضر الفعّال في عملية التمثيل الضوئي، الأمر الذي يؤدي إلى تدني كفاءة النبات التمثيلية بسبب تراجع كمية الطاقة الضوئية الممتصة، مما يؤثر سلباً في معدل تصنيع وتراكم المادة الجافة Dry matter accumulation فتقل كمية المادة الجافة المتاحة خلال مرحلة النمو الثمري، مما يؤثر سلباً في عدد الثمار والبذور المتشكلة فقط لأنه كما لوحظ فإن الإجهاد المائي لم يؤثر سلباً في متوسط وزن الثمرة الواحدة، لأن الثمار والبذور وراثياً صغيرة وطول فترة نموها قصيرة جداً. Bernsteinوآخرون، (1973)، Hoffman وزملاؤه، (1983)، Flowers وزملاؤه (1986). Orcuttو Nilsen (2000)، Naseer (2001)، Iqpal (2003).

إلاّ أن هذا الانخفاض في إنتاجية الثمار لم يتأثر بشكل معنوي عند الري بمياه بلغت قيمة ناقليتها الكهربائية نحو (4.96) dS/m في الموسم الأول، ونحو (5.10) dS/m في الموسم الثاني، وعند متوسط هذين المستويين من ملوحة مياه الري تم الحصول على نحو (89.32 %) من إنتاجية الشاهد المروي بمياه ملوحتها نحو (0.92) dS/m. إذ تعتبر ملوحة مياه الري هذه مناسبة لري نبات الكمون في منطقة وظروف حوض الفرات الأدنى والمناطق المشابه للحصول على إنتاج اقتصادي جيد، وبذلك يمكن تحديد متوسط العتبة الملحية لنبات الكمون بنحو 5 dS/m تقريباً.

واستناداً إلى مخطط درجات تحمل المحاصيل الزراعية للملوحة الشكل (14) حسب (Mass، 1984)، (FAO، 1985) يمكن التوصل إلى أن نبات الكمون من النباتات متوسطة التحمل للملوحة.

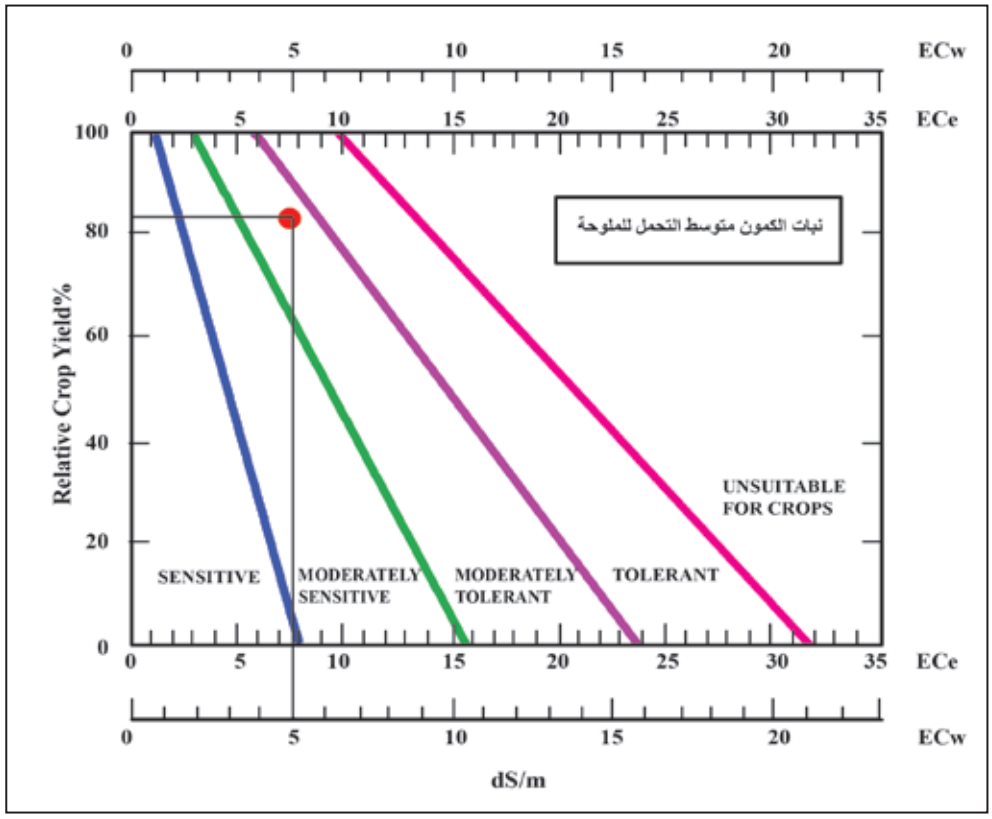
الاحتياج المائي لمحصول الكمون:

يبين الجدول (8) متوسط الاستهلاك المائي عند 80 % من السعة الحقلية لمحصول الكمون المزروع في ظروف منطقة حوض الفرات الأدنى، حيث يوضح الجدول متوسط المخزون الرطوبي الابتدائي (Si) في التربة قبل الزراعة (1666) م^3/هـ، كما يبين أيضاً متوسط كمية مياه الري المضافة (I) خلال الموسمين (1580) م^3/هـ ، وعدد الريات التي جرى تحديد أزمانها وكمياتها عند كل رية اعتماداً على القياسات الرطوبية الوزنية للتربة، وبما يوصل المحتوى الرطوبي إلى سوية 80 % من السعة الحقلية، وكذلك متوسط كمية مياه الغسيل المضافة مع مياه الري (L). والمخزون الرطوبي النهائي (Sf) أي الرطوبة المتبقية في التربة بعد الحصاد، كما يظهر لنا أخيراً قيم الاستهلاك المائي الفعلي (الكلي) للمحصول المزروع الذي جرى حسابه من معادلة الموازنة المائية التالية :

$$\text{الاستهلاك المائي الكلي (م}^3\text{/هـ)} = (L + P + I + Si) - S f$$

وجرى ذلك بافتراض أن الصرف الباطني خلال موسم النمو يساوي الصفر نظراً لأن جرعات الري قد حسبت للوصول برطوبة التربة إلى سوية 80 % فقط من سعتها الحقلية، هذا وقد أضيف متوسط كمية الأمطار الهاطلة (P) خلال الموسمين والتي حصلنا عليها من مجموعة الرصد المناخي في موقع التجربة، حيث لم يتجاوز معدل الهطول السنوي خلال الموسم الأول 2006-2007 (30) مم و(50) مم خلال الموسم الثاني 2007-2008 موزعة على موسم الزراعة الشتوي.

وبذلك يمكن تقدير متوسط الاستهلاك المائي الكلي لمحصول الكمون بنحو 2247 م^3/هـ تقريباً.



الشكل 14. مخطط درجات تحمل المحاصيل الزراعية للملوحة.

الجدول 8. الموازنة المائية لمحصول الكمون عند 80 % من السعة الحقلية

متوسط مخزون التربة الرطوبي قبل الزراعة	متوسط كمية مياه الري	متوسط كمية مياه الغسيل	متوسط كمية مياه الأمطار	متوسط مخزون التربة الرطوبي النهائي	متوسط الاستهلاك المائي	طول موسم النمو (يوم)	عدد الريات
(م^3/هـ)							
1666	1580	237	400	1636	2247	180	9

الاستنتاجات:

1 - أدى استعمال المياه التي تراوحت درجة ناقليتها الكهربائية بين 0.9 و10 dS/m في الري إلى زيادة معنوية في ملوحة التربة إلاّ أنها بقيت خفيفة الملوحة في العمقين (0 - 20) سم و(20-40) سم ولم تتجاوز قيمة الناقلية الكهربائية لمستخلص العجينة المشبعة فيهما (2.75، 2.94) dS/m على التوالي.

2 - زاد تركيز الأيونات الذائبة في التربة طرداً مع زيادة نسبة المزج بمياه الصرف الزراعي، وذلك مع زيادة العمق، وبشكل معنوي ابتداءً من مياه الري التي بلغت درجة ناقليتها الكهربائية 4 dS/m، وبخاصة أيونات الصوديوم والكالسيوم والكبريتات.

3 - ارتفاع تراكيز كل من النترات والفوسفور القابل للإفادة والبوتاسيوم القابل للإفادة في العمق (0-20) سم للتربة وانخفاض تلك التراكيز عند الانتقال نحو الأعماق الأدنى، وقد زاد تركيز كل من النترات والفوسفور القابل للإفادة، وانخفض تركيز البوتاسيوم في التربة عند استعمال مستويات متزايدة من مياه الصرف الزراعي ممزوجة مع مياه نهر الفرات.

4 - انخفاض درجة pH تربة المعاملات مع زيادة العمق، ومع زيادة ملوحة مياه الري، وانخفاض محتوى المادة العضوية في تربة المعاملات مع زيادة الملوحة في مياه الري، كما انخفض تركيز البورون في التربة عند الانتقال من الأعماق السطحية إلى الأعماق الأدنى، إلاّ أن تركيز هذا العنصر زاد في تربة المعاملات مع زيادة ملوحة مياه الري وبخاصة مع زيادة نسبة المزج بمياه الصرف الزراعي.

5 - عدم تأثر إنتاجية الكمون من الثمار بشكل معنوي عند ريها بمياه وصل متوسط ملوحتها نحو(5) dS/m، حيث بلغ عندها متوسط الإنتاج النسبي من الثمار (89.32) % مقارنة بالشاهد المروي بمياه بلغ متوسط ملوحتها (0.92) dS/m.

6 - تقدر العتبة الملحية لنبات الكمون *Cuminum cyminum* المزروع في ظروف حوض الفرات الأدنى بنحو (5) dS/m تقريباً، ويعتبر نبات الكمون من النباتات متوسطة التحمل للملوحة.

7 - تقدر الاحتياجات المائية لمحصول الكمون في ظروف المنطقة المزروعة نحو (2247) م^3/هـ مع تطبيق معامل غسيل 15 %.

المقترحات:

1. استعمال المياه المالحة ومتوسطة الملوحة بمختلف مصادرها (صرف الزراعي أو مياه جوفية) في الري الزراعي تحت إدارة جيدة وكفاءة عالية.
2. إدخال زراعة محصول الكمون في منطقة حوض الفرات الأدنى مروياً بمياه لا تزيد ملوحتها عن (5) dS/m.
3. تحديد الاحتياجات المائية اللازمة للمحصول واستعمال معامل غسيل تتراوح نسبته بين (15-20) % زيادة عن الاحتياجات المائية، مع وجود شبكة صرف زراعي.

المراجع

1. جزدان، عمر.2008. العمليات الزراعية المواكبة لاستعمال المياه المالحة في الري الزراعي، الدورة التدريبية حول تقانات الزراعة الملحية في الوطن العربي. 6-2008/1/10 مصراتة – الجماهيرية الليبية.
2. سفر، طلعت؛ وبروست، رينيه. 1997. دراسة تغيرات الخواص الفيزيائية والفيزيا- كيميائية للتربة المالحة في حوض الفرات الأدنى- سورية، تحت تأثير ري مختلف لإزالة الملوحة. مجلة بحوث جامعة حلب، العدد29. ص: 331.
3. قاسمو، محمد برهان. 2003. تأثير الري بالمياه المالحة على كمية الأملاح في التربة ونوعيتها وحركتها. رسالة أعدت لنيل درجة الدكتوراه في الهندسة الزراعية ، كلية الهندسة الزراعية - جامعة حلب.
4. Abu- Zeid. M ,and Hamdy, A.2004. Water crisis and food security in the Arab word, Where we are and where do we go? Workshop on ground water and soil resources protection in the Arab region, Amman, Jordan.
5. Bernestein, L. and Francois, L. E. 1973. Leaching Requirements studies.Sensitivity of Alfalfa to salinity or irrigation and drainage water.Soil Sci. Soc.Am. Proc.37:931-943.
6. Champagonal, F.1979. Relationships between phosphate nutrition of plant and salt toxicity. Phosphorus Agri. Sci. 76: 35-43.
7. Chippa, B. R., and Lal, P. 1994. Effect of soil salinity on the pattern of nutrient uptake by susceptible and tolerant variant of wheat. Agr. Italy, V. 36 (6) p: 418-426.
8. Demolon, A. 1960. Dynamic du sol, principes d, Agronomic. Tom 1, Paris, p: 512.
9. Devitt, D. A., Madison, W. 1989. Bermuda grass response to leaching fractions, irrigation salinity, and soil types. American Agronomy J. V. 81(6) p: 893-901.
10. Devitt, D., Jarrel, W. M and Stivens, K. L. 1981. Sodium – Potassium ratios in soil solution and plant response under saline conditions. Soil Sci. Soc. Am. J., 45: 80-86.
11. Dravid, M. S. 1999. Effect of salinilization, rhizobium inoculation, gynotypic variation and P- application on dry matter yield and utilization of o by Pea (Pisum Sativum L.) and Lentil (Lens Culinaris Medic). J. of Nuclear Agric. And Biology 19:4, p: 227-231.
12. El-Bably,A.Z.,2002. Advanced and Integrated Approaches for Crop Tolerance to Poor Quality Irrigation Water *In*: Zdruli,P.,Steduto,P.,Kapur,S.(Eds), 7th International Meeting on Soil of Mediterranean Type of Climate. Options Mediterranean's, Series A.N.SO,363 – 378.
13. FAO. 2005. FAO network on management of problem and degraded Soils www.fao.org/agl/agllwith Focus on salt-affected soils in arid regions.
14. FAO.1985.Water Quality for Agriculture. FAO Irrigation and Drainage Paper.29 Rev. 1. Rome
15. Flowers,T.J., and Yeo,A.R.,1986. Ion Relations of Plants Under Drought and Salinity. Australian Journal of Plant Physiology,13,pp 75-91.
16. Giesler, R., Tove, A., Lars, L., Per, P., Segoe, R., Madison, W. 2005. Soil chemistry phosphate sorption in Aluminum and Iron rich humus soils. Published in soil Sci. Soc. Am. J. 69. p: 77-86.
17. Hafeez Khan, A., Ashraf, M. Y. and Azmi, Ar.1990. Effect of sodium chloride on growth and nitrogen metabolism of sorghum. Acta Physiol. Plant. 12: 233-

239.

18. Hoffmann, G. J., P. B. Catlin, R. M .Mead, R. S. Johanson, L.E. Francois, and D.Goldhamer. 1989. Yield and Foliar Injury Responses Mature Plum Trees to Salinity. Irrig. Sci.10 p: 512-229.
19. Hoffman, G. J., Jobs, J. A., and Alves, W. J. 1983. Response of tall fescue to irrigation water salinity, leaching faction, and irrigation frequency. Agric. Water Manage. 7: 439-456.
20. Iqbal, R. M. 2003. Growth physiology of spring wheat under saline conditions. Asian Journal of Plant Sciences. 2 (17-24) p: 1156-1161.
21. Jackson, M.L.1956. Soil chemical analysis. Prentice – Hall,Inc.,Englewood. Cliffs,N.J.
22. Kumar, V., Kumra, D., and Chauhan, C. P. C. 1987. Effect of saline water with varying Cl:SO4 ratios and phosphorus levels on the growth and yield of bread wheat and soil properties short communication. Indian J. of Agric. Sci. (India) V. 57 (9) p: 668-671.
23. Mass,E.V.1984. Salt Tolerance of Plants. In: The handbook of Plant Science in Procedure for Calcareous and Gypsiferous Soils. Soil Sci, Soc. Am. J,41:524-528.
24. Martinez, V. and Cerda, A. 1989: Nitrate reductase activity in tomato and cucumber leaves as influenced by NaCl and N source. J. Plant Nutr., 12: 1335-1350.
25. Menha, D. M. 1993. Survival and early growth of Rhizophora species seedling of selected provenances as effected by salinity. J. Agric. Sci. Mansoura University. Egypt. V. 17 (9) p: 3093-3100.
26. Methods of Soil Analysis.1996.Chemical Methods – Part 3. ASA- SSSA, Madison, WI, USA.
27. Miyamato, S. 1976. Sulfuric acid for the treatment of ammoniated irrigation water. II Reducing calcium precipitation and sodium hazard. Soil Sci. Am. J. 40, p:305-310.
28. Mulvaney,R.L.1996. Nitrogen-Inorganic forms. In: Methods of soil analysis. Part3. Chemical methods (D.L. Sparks etal., ed.) . SSSA Book Ser. 5. Soil Science Society of America, Madison. WI. Pp. 1123.
29. Naseer, S. 2001. Response of Barley (Hordeum vulgare. L) at soil various growth stages to salt stress. Online Journal of Biological Sciences. 1 (5) p: 326-329.
30. Olsen, S.R and L. E. Sommers. 1982. Phosphorus. Part2. Agronomy, No. 9. ASA. Madison, WI. U.S.A.
31. Orcutt, D. M., and Nilsen, E. T. 2000. Physiology of plants under stress. Soil and Biotic Factors. John Wiley and Sons, Inc. N. Y.
32. Papadopoulos, I. and Rendig, V.V. 1983. Interactive effects of salinity and nitrogen on growth and yield of tomato plants soil. 73: 47-57.
33. Parmar, A. S., and Pal, B. 1992: Dry matter and nutrient composition of chatharanthus roses G. Don as affected by saline water. Agr. Italy. V. 36 (2-3) p: 390-395.
34. Polemio, M., and J.D.Rhoades.1977. Determining Cation Exchange Capacity: Anew procedure for calcareous and gypsiferous soils. SSSA. J. 41: 524 –528.
35. Premmner, J. M and C.S. Mulvaneny. 1982. Nitrogen – total. Pages-595 – 624in A. L. Page. Ed Method of soil analysis. Agronomy, No, 9. ASA, Madison, WI. U.S.A
36. Suksran, W. 1982. Influence of phosphorus on the growth, yield and chemical composition of R. D. 7 rice in saline soil. Bangkok (Thailand) 141 leves.
37. Swift, C. E. 2004. Sodium adsorption ratio. Colorado state university cooperative extension area extension agent.
38. Van,Horn,J.W,N.Katerji,A.Hamy and M.Mastrorilli. 1993. Effect of Saline Water on Soil Salinity and on Water Stress, Growth and Yield of Wheat and Potatoes. Agri. Water Manage. 23:246- 265.
39. Verma, B. C.1977. Unimproved turbidimetric procedure for the determination of sulfate in plants and soils. Talanta 24, 49-50.pp.
40. Watson, Alex. 2004. Proposed Gypsom Stack Extension- Project Overview. Atrium acquired the Red water Plant in 1996 (CAP).
41. Zhukovekaya, N. V.1973. Absorption and accumulation of phosphate by plants under condition of soil salinization. Soviet Plant Physiol., 20:55-61.