مجلة الزراعة العراقية مجلد15 عدد1 ص 28-39 شباط/2010

التوازن الملحي في تربة مروية بمياه مالحة في ظروف الزراعة الكثيفة للماش

قتيبة محمد حسن* عبد الكريم حسن عذافة** احمد حيدر الزبيدي***

الملخص

أجريت تجربة حقلية في محطة ابحاث الوحدة 35 كم جنوب شرقي بغداد خلال موسمين متتالين (2001 – 2002) بزراعة محصول الماش (M_2 وM_1) في دورة زراعية مع الحنطة وذلك لتحقيق ظروف الزراعة الكثيفة. استعملت اربعة مستويات لملوحة مياه الري وهي 1.2، 2.5، 5.0 و7.5 ديسي سيمنز/م$^{-1}$ ورمز لها S_1، S_2، S_3 وS_4 على التوالي ومستويان من متطلبات الغسل 0.15 و0.25 ورمز لهما L_1 وL_2 على التوالي. اعتمد تصميم القطاعات الكاملة المعشاة (RCBD) في تصميم التجربة وبأربعة مكررات. تمت متابعة ملوحة التربة وتركيز الايونات الموجبة والسالبة في بداية ونهاية مدة نمو المحصول وخلالها، كما حسبت حاصل الحبوب والمادة الجافة والحاصل النسبي وكفاءة استخدام مياه الري. تم تشغيل برنامج SALTMED للتنبوء بملوحة التربة والحاصل لمختلف المعاملات.

اوضحت النتائج ان انخفاض حاصل حبوب الماش بنسبة 32.0، 49.8 و60.23% لمستويات ملوحة مياه الري S_4,S_3,S_2 على التوالي مقارنة بالمستوى الأول لملوحة مياه الري وتفوق المستوى L_2 من متطلبات الغسل في خفض اثر ملوحة مياه الري في الحاصل بالمقارنة مع L_1. وعندما اخذ بنظر الاعتبار الموسم الزراعي ومتطلبات الغسل وملوحة مياه الري كان أفضل متوسط لحاصل الحبوب 1.26 طن. هـ$^{-1}$ للمعاملة $S_1L_2M_2$ وحاصل القش 3.09 طن هـ$^{-1}$ في المعاملة $S_1L_2M_1$. كما وجد ان قيمة عتبة التاثر بملوحة التربة بلغت 4.13,3.8 ديسي سيمنز/م$^{-1}$ للمستويين L_1 و L_2 على التوالي للموسم الاول. بينما كانت 3.63 ,4.03 ديسي سمنز.م$^{-1}$ للمستويين L_1M_2 وL_2M_2 على التوالي للموسم الثاني. ووجد ايضاً ان هناك فروقاً معنوية في قيم كفاءة استعمال المياه بأختلاف المعاملات. ان مخرجات برنامج SALTMED عكست تاثير المعاملات المختلفة للتجربة في ملوحة طبقة الجذور وبالتالي فان البرنامج قد عبر بشكل دقيق عن التغيرات التي حدثت في التوزيع الملحي لمقد التربة. كما بين إمكانية الحفاظ على حالة التوازن الملحي للتربة خلال المواسم الزراعية. وتنبأ البرنامج بحاصل الحبوب، كما اتضح ان هناك توافقاً جيداً بين قيم ملوحة التربة المقدرة والمحسوبة حيث بلغ الاختلاف النسبي 10.3% كمعدل للموسمين لعمق 0-100 سم بينما كان اكبر اختلاف سلبي عند المستوى S_1 هو 18.6% للعمق 0-30 سم.

المقدمة

يعد الري العامل الرئيسي في تطور الزراعة. وقد توسعت مساحة الأراضي المروية في العالم خلال النصف الثاني من القرن الماضي. وهذا التوسع في مساحة الأراضي الاروائية كان نتيجة تزايد سكان العالم، ونظراً الى محدودية الموارد المائية في كثير من البلدان ظهرت حالة من التنافس على المياه العذبة بين القطاعات الزراعية والصناعية والمدنية. وبالنتيجة فقد حدث انخفاض في حصة المياه العذبة للزراعة (14) ومن المتوقع استمرار وزيادة هذه الأزمة في المناطق الجافة وشبه الجافة التي تعاني ايضاً من تزايد معدلات النمو السكاني. ولغرض المحافظة على التوازن بين الزيادة في السكان والحاجة الى انتاج الغذاء فقد اعتمدت عدة تقنيات في مثل هذه الظروف. ومنها اعادة استخدام المياه المالحة

جزء من اطروحة دكتوراه للباحث الثاني.

* وزارة الزراعة– بغداد، العراق.

** الهيئة العامة للبحوث الزراعية– وزارة الزراعة – بغداد، العراق.

*** كلية الزراعة – جامعة بغداد– بغداد، العراق.

تاريخ تسلم البحث: حزيران/2008.

تاريخ قبول البحث: شباط /2009.

التي مصدرها مياه البزل (7) التي تتصف بتراكيز عالية من الاملاح، لذلك فان الاستخدام غير المبرمج وغير الامن قد يزيد من مشاكل الملوحة والصودية في التربة. لهذا فانه يتطلب بعض التطبيقات المناسبة لمنع تراكم الاملاح والسيطرة على الملوحة بالتربة وفي مقدمة ذلك استخدام تقنيات التوازن الملحي، ويتضمن مبدأ التوازن الملحي إضافة كميات اضافية من المياه اكبر من احتياجات التبخر–النتح لتمثل الجزء اللازم لعملية الغسل (**leaching Requirement**) من اجل الحفاظ على حالة التوازن الملحي في الترب المروية بالمياه المالحة. الا ان ذلك يتطلب وقبل كل شيء تشخيص العوامل الداخلة في معادلات التوازن الملحي، وتبذل في الوقت الحاضر جهود كبيرة لكشف وتحديد إستراتيجية استخدام طويل الامد للمياه المالحة ومدى تأثيرها في الحاصل من خلال تداخل العوامل الأساسية المؤثرة في إنتاجية المحصول ومنها عوامل المناخ ونوع التربة والمحصول التي تؤثر بدورها في الجهد الازموزي للمحيط الجذري وقدرة النبات على امتصاص احتياجاته من الماء والمغذيات. وفي هذا المجال يمكن الاستعانة ببعض البرامج الرياضية وتقنية المحاكاة التي تستخدم الحاسبات الالكترونية والتي تساعد في التنبؤ بامكانية نمو المحاصيل الزراعية في ظروف استخدام نوعيات مختلفة من مياه الري (**1**).

ومن البرامج المستخدمة في هذه الدراسة برنامج **SALTMED** (**9**) الذي يهدف الى تكامل عمليات إدارة التربة والمحصول والمياه ليكون قابلاً للتطبيق لمحاصيل مختلفة ولترب متنوعة ولأنظمة ري واستراتيجيات متعددة.

المواد وطرائق البحث

نفذت التجربة حقلياً في محطة ابحاث الوحدة والمجهزة بشبكة من المبازل المغطاة والتي تصب في مبازل مجمعة فرعية التي تنتهي الى مبازل رئيسية خارج المحطة. بعد تهيئة ارض التجربة، قسمت الى اربعة قطاعات رئيسة يتضمن كل قطاع ثمانية الواح ابعادها **3×6** م. ويوضح الجدول (**1**) بعض الصفات الكيميائية والفيزيائية لتربة التجربة.

تضمنت معاملات التجربة:

أ– اربعة مستويات لملوحة مياه الري وهي **1.2** (مياه النهر) و**2.5** و**5.0** و**7.5** ديسي سيمنز/م$^{-1}$ (مخلوطة من مياه النهر والبزل) حيث اعتمدت المعادلة الاتية لحساب نسب المزج المطلوبة (**2**).

$$EC_1 = [EC_a \times a] + [EC_b(1-a)] \quad \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots (1)$$

اذ ان:

EC1 = التوصيل الكهربائي للمياه المطلوب الحصول عليه (ديسي سيمنز/م$^{-1}$).

ECa = التوصيل الكهربائي لمياه النهر (ديسي سيمنز/م$^{-1}$).

a = نسبة مياه النهر في المزيج.

ECb = التوصيل الكهربائي لمياه البزل (ديسي سيمنز/م$^{-1}$).

والجدول (**2**) يوضح بعض الصفات الكيميائية لمياه الري.

ب– مستويين لمتطلبات الغسل وهما **0.15** و **0.25** من خلال اعتماد المعادلة الآتية (**11**) واعتمدت قيمة **f = 0.6**

$$LR = \frac{ECiw}{5EC_e - ECiw} \times \frac{1}{f} \quad \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots (2)$$

ECiw = التوصيل الكهربائي لمياه الري، **ECe** = التوصيل الكهربائي لمستخلص عجينة التربة المشبعة.

LR = متطلبات الغسل.

جدول **1**: بعض الصفات الكيميائية والفيزيائية لتربة التجربة

الصفة	الوحدة	عمق التربة (سم)			
		25-0	50-25	75-50	100-75
التوصيل الكهربائي (EC_e)	ديسي سيمنز.م$^{-1}$	6.7	9.2	10.6	8.4
درجة التفاعل (pH)	–	7.8	7.9	7.9	7.8
الكالسيوم	ملي مول شحنة.لتر$^{-1}$	23.4	30.3	33.6	28.4
المغنسيوم	ملي مول شحنة.لتر$^{-1}$	17.6	26.5	38.3	23.7
الصوديوم	ملي مول شحنة.لتر$^{-1}$	19.1	29.4	41.2	32.8
البوتاسيوم	ملي مول شحنة.لتر$^{-1}$	0.2	0.2	0.2	0.1
الكلوريد	ملي مول شحنة.لتر$^{-1}$	26.9	31.4	41.7	24.2
الكبريتات	ملي مول شحنة.لتر$^{-1}$	32.1	49.7	68.3	57.1
البيكاربونات	ملي مول شحنة.لتر$^{-1}$	3.1	2.5	2.0	1.5
الكاربونات	ملي مول شحنة.لتر$^{-1}$	Nill	Nill	Nill	Nill
نسبة امتزاز الصوديوم (SAR)	–	4.2	5.5	6.8	6.4
السعة التبادلية الكيتونية (CEC)	سنتمول. كغم$^{-1}$	27.8	28.1	28.7	27.1
الكلس	غم. كغم$^{-1}$	287.1	297.6	287.3	314.4
الجبس	غم. كغم$^{-1}$	5.6	4.7	4.6	5.1
الكثافة الظاهرية	ميكاغرام.م^{3}	1.43	1.45	1.48	1.52
الرمل	غم. كغم$^{-1}$	72.8	91.8	40.9	267.1
الغرين	غم. كغم$^{-1}$	421.0	433.7	381.3	452.2
الطين	غم. كغم$^{-1}$	506.2	474.5	577.8	280.7
النسجة	–	SiC	SiC	C	CL
المحتوى الرطوبي الوزني عند الشدود المائية					
الاشباع 0 كيلو باسكال	%	51.32	50.63	55.21	53.12
33 كيلو باسكال	%	34.2	32.36	33.17	30.24
1500 كيلو باسكال	%	13.62	12.41	12.45	11.38

تضمنت التجربة زراعة بذور الماش (***Vigna aureus***) للاعوام **2003,2002** (M_2,M_1) واستغلت ارض التجربة خلال الموسم الشتوي بزراعة محصول الحنطة لاستمرار تغطيتها. وتمت الزراعة بمقدار **15** كغم بذور/دونم$^{-1}$ على خطوط المسافة بينها **50**سم ويشمل اللوح الواحد ستة خطوط، طول كل منها **6** م. اضيفت الاسمدة النتروجينية والفوسفاتية حسب التوصيات المعتمدة في وزارة الزراعة. عند نضج المحصول جمعت القرنات وجففت وقطع الجزء الخضري وجفف وتم وزنه. اخذت عينات تربة عند بداية ونهاية كل موسم ولعمق **100** سم ولكل **10**سم ونصبت آبار مراقبة في لوح واحد لكل معاملة لمتابعة عمق وملوحة الماء الارضي كما قدر التوصيل الكهربائي والايونات الموجبة والسالبة حسب الطرائق الموضحة من قبل **Richards** وجماعته (**13**). حسبت الاحتياجات المائية للمحصول خلال مدة تنفيذ التجربة من خلال تطبيق المعادلة الاتية (**12**):

$$ET_c = ET_0 \times K_c \quad \text{.....(3)}$$

اذ:

ET_c = الاستهلاك المائي للمحصول خلال مدة معينة (ملم).

ET_0 = الاستهلاك المائي المرجعي (ملم).

K_c = معامل المحصول.

وحسبت قيمة ET_0 من خلال تطبيق معادلة بينمان (**4**) باعتماد البيانات المناخية لمدة اثنا عشر سنة التي سبقت مدة تنفيذ التجربة. وبلغت قيم **ETc 560.6** و**671.0** ملم خلال المواسم M_1 و M_2 على التوالي. حسبت الاحتياجات المائية الكلية بعد ادخال مستويات متطلبات الغسل (L_1 و L_2) من خلال المعادلة الاتية:

$$FIR = \frac{ET_c}{(1-LR)E_i} \quad \text{..... (4)}$$

ET_c = الاستهلاك المائي للمحصول.

LR = متطلبات الغسل.

Ei = كفاءة اضافة الماء.

وبلغت قيم FIR 775.91 ملم و879.37 ملم للمستويين L_1 و L_2 على التوالي للموسم M_1 بينما كانت 928.72 و 1052.54 ملم للموسم M_2. وثبتت اجهزة قياس الشد الرطوبي (Tensiometer) فضلاً عن استعمال طريقة الوزن لتحديد مواعيد وكميات مياه الري، واعتمد موعد الري عند فقدان 50% من الماء الجاهز. كما حسب حاصل الحبوب والقش عند الحصاد.

جدول 2: بعض الصفات الكيميائية للمياه المستعملة للري

الصفة	الوحدة	المعاملة			
		S_1	S_2	S_3	S_4
التوصيل الكهربائي (EC)	ديسي سيمنز.م$^{-1}$	1.2	2.5	5.0	7.5
درجة التفاعل (pH)	–	7.7	7.6	7.4	7.4
الكالسيوم	ملي مول شحنة.لتر$^{-1}$	3.6	6.4	10.6	12.8
المغنسيوم	ملي مول شحنة.لتر$^{-1}$	4.4	10.6	14.8	20.2
الصوديوم	ملي مول شحنة.لتر$^{-1}$	4.1	12.3	23.4	39.4
البوتاسيوم	ملي مول شحنة.لتر$^{-1}$	0.1	0.2	0.2	0.4
الكلوريد	ملي مول شحنة.لتر$^{-1}$	9.1	22.3	36.2	52.6
الكبريتات	ملي مول شحنة.لتر$^{-1}$	1.8	5.8	10.2	17.2
البيكاربونات	ملي مول شحنة.لتر$^{-1}$	1.7	2.0	2.3	2.7
نسبة امتزاز الصوديوم (SAR)		2.05	4.22	6.57	9.7
تصنيف مختبر الملوحة الامريكي USDA		C_3-S_1	C_4-S_2	C_4-S_2	C_4-S_3

تشغيل برنامج SALTMED

يتطلب تشغيل هذا البرنامج توفير بيانات المحصول والتي تم الحصول عليها من نشريات منظمة الأغذية والزراعة للأمم المتحدة (10)، (12) والمتضمنة K_e: عامل تبخر التربة، K_{cb} : معامل المحصول الأساسي وπ_{50}: قيمة ملوحة التربة التي يحدث عندها انخفاض 50% من الحاصل النسبي بالإضافة الى قيم أعظم طول للنبات وعمق الجذور ومراحل النمو ومواعيد الزراعة والحصاد. اما بيانات التربة فشملت قيم ملوحة ورطوبة طبقات التربة المدروسة وسمكها ونسجتها وقيم الايصالية المائية والمعتمدة على التقديرات الحقلية والمختبرية. وشملت بيانات الري كميات مياه الري المضافة وملوحتها ومواعيد الاضافة. وتضمنت البيانات المناخية معدلات درجات الحرارة الصغرى والعظمى والرطوبة النسبية والاشعاع وسرعة الريح والتبخر ومعدلات الامطار وعدد ساعات سطوع الشمس. وتضمنت مخرجات البرنامج التوزيع الملحي خلال عمق التربة المدروسة ولكل 10سم يوميا خلال مدة المواسم الزراعية ومقدار الحاصل المتوقع والتوزيع الرطوبي وحسبت كفاءة البرنامج من خلال مقارنة القيم المحسوبة من البرنامج Sim. (Simulated) مع القيم المقاسه فعلا meas. (measured)، وتم اختيار أعماق التربة (0–30)، (0–60) و(0–100).

النتائج والمناقشة

يظهر من الشكل (1) ان انخفاضاً معنوياً لحاصل الحبوب قد حدث مع زيادة مستويات ملوحة ماء الري، وقد بلغت نسب الانخفاض 32.0، 49.8 و60.2% للمستويات S_2، S_3 وS_4 على التوالي بالمقارنة مع S_1 ويأتي تأثير

المستويات المرتفعة لملوحة مياه الري من خلال ارتفاع مستوى الشد الاوزموزي وقلة كمية المياه الجاهزة للامتصاص. وهذا يتفق مع ما توصل اليه **Fauzia** وجماعته (**5**)، الذين اشاروا الى حدوث انخفاض حاصل الماش بنسبة **60%** عند زيادة ملوحة وسط النمو الى **7.5** ديسي سيمنز/م$^{-1}$ كما حققت مستويات متطلبات الغسل فروقاً معنوية مع تفوق المستوى L_2. وهذا يفسر دور المستويات الملائمة لمتطلبات الغسل في توفير ظروف افضل لهذا المحصول خلال مواسم النمو المتتالية. ويبين الشكل (**2**) تداخل ملوحة مياه الري ومتطلبات الغسل والمواسم الزراعية على حاصل القش. حيث يلاحظ حدوث انخفاضاً معنوي مع زيادة مستويات ملوحة مياه الري بلغت نسبته **47.9, 28.5, 12.3%** للمستويات S_2، S_3 وS_4 على التوالي بالمقارنة مع المعاملة S_1، لذا فأن حاصل القش كان اقل تأثراً بارتفاع مستويات ملوحة مياه الري بالمقارنة مع حاصل الحبوب. وقد عزى **Balasubram** و**Sinha** (**3**) انخفاض معدلات نمو الماش مع زيادة ملوحة مياه الري ضمن المستويات **0.5**، **6,3,** و**15** ديسي سيمنز/م$^{-1}$ الى حدوث انخفاض في اوزان واعداد العقد الجذرية وبالتالي انخفاض المحتوى الكلي للنتروجين في النبات. كما انعكس اختلاف مستويات متطلبات الغسل في قيم حاصل القش, خاصة عند المستويات S_3 وS_4، حيث تفوق المستوى L_2 خلال الموسمين. وهذا يؤكد اهمية توفير متطلبات الغسل بالمستوى الملائم للحد من عملية التراكم الملحي في طبقة انتشار الجذور والذي ينعكس على نمو المجموع الخضري. وحقق الموسم الاول افضل مستوى لكثافة المجموع الجذري بالمقارنة مع الموسم الثاني ويعزى ذلك الى تأثير تظليل محصول الذرة الصفراء والذي زرع بشكل متداخل مع الماش في الموسم الثاني. كما اظهرت المواسم الزراعية فروقاً معنوية عند مستويات متطلبات الغسل نفسها ولمستويات ملوحة مياه الري S_3 وS_4 وكان اعلى معدل لحاصل القش هو **3.09** طن. هـ$^{-1}$ في المعاملة $M_1S_1L_2$ بينما كان اقل معدل في المعاملة $M_2S_4L_1$ وهذا يعود الى طبيعة ومستوى تحمل المحصول لمستويات ملوحة مياه الري تحت ظروف تعاقب زراعة محاصيل متتالية وللمستويات الملحية نفسها لمياه الري.

وانعكس تأثير المعاملات المدروسة على قيم الحاصل النسبي، فقد انخفض مستوى الحاصل النسبي الى **36.61%** عند المستوى S_4، وهذا يعكس انخفاض مستوى التحمل الملحي لهذا المحصول. وحققت مستويات متطلبات الغسل فروقاً معنوية حيث تفوق المستوى L_2 على المستوى L_1، بينما لم يكن للمواسم الزراعية تأثير معنوي في قيم الحاصل النسبي، وهذا يشير الى عدم تعرض المحصول الى ظروف تدهور او تملح المنطقة الجذرية خلال المواسم المتتالية لهذا المحصول الى المستوى الذي ينعكس على الحاصل النسبي خلال الموسم الثاني بالمقارنة مع الموسم الاول. والعلاقة البيانية بين قيم التوصيل الكهربائي لمياه الري والحاصل النسبي للموسم الاول في الشكل (**3**) وللموسم الثاني في الشكل (**4**) لمعاملتي مستويات متطلبات الغسل L_1 وL_2. ويتضح من هذه الاشكال ملاءمة معادلات الانحدار الخطي لهذه العلاقة وذلك من خلال قيم معامل الارتباط (**r**) العالية ولمختلف المعاملات. كما اعتمدت صيغة المعادلة المقترحة من قبل **Maas** و**Hoffman** (**6**).

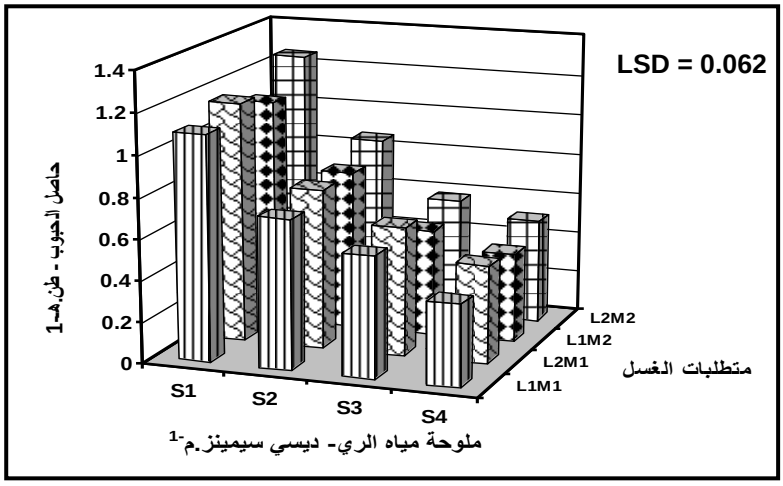
$$Y = 100-b\ (EC_e - a)\ \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ (5)$$

اذ ان:

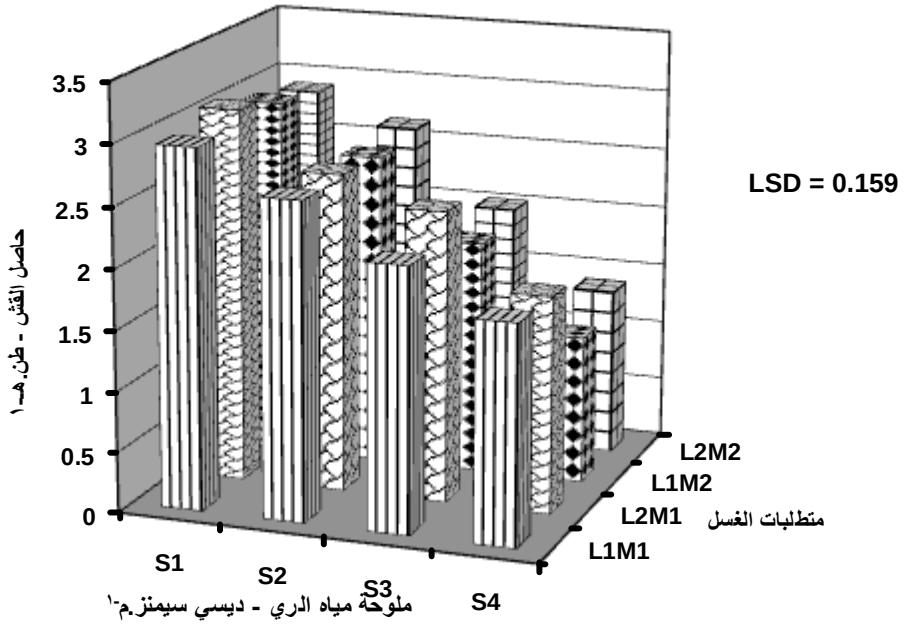
Y= الحاصل النسبي، **b** = الميل، **a**= عتبة التأثر بالملوحة.

وتشير هذه العلاقة الى ان الحاصل النسبي لمعظم المحاصيل يعد دالة خطية لقيم التوصيل الكهربائي لمستخلص العجينة المشبعة لطبقة الجذور بعد تجاوز قيمة عتبة تأثير الملوحة في الحاصل (**Threshold salinity value**) وان هذه القيمة اختلفت باختلاف مستويات متطلبات الغسل ولكلا المستويين. اما بالنسبة لقيمة **b** التي تشير الى معدل الانخفاض في الحاصل لكل زيادة وحدة واحدة في ملوحة مياه الري او ملوحة التربة، فقد لوحظ ان هناك انخفاضاً للحاصل النسبي عند الموسم الاول بالمقارنة مع الموسم الثاني، بينما لم تظهر مستويات متطلبات الغسل فروقاً مؤثرة في هذه القيمة (**b**) ولكلا الموسمين. ونعرض في الجدول (**3**) قيم **ECe** و**ECiw** التي تحقق عندها المستويات المختلفة من الحاصل

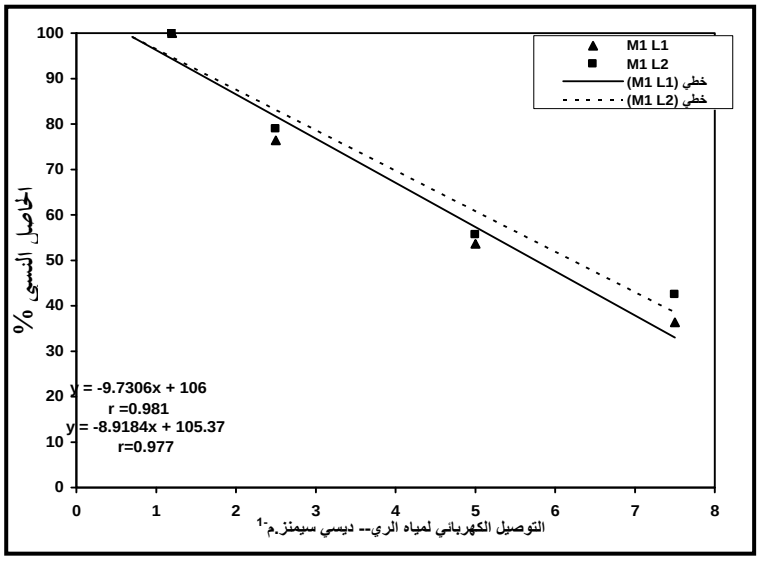
النسبي:0، 25، 50، 75، 90 و100 عند مستويات L_2 وL_1 لمتطلبات الغسل ولكلا الموسمين، كما حسبت معادلات الحاصل النسبي وعلاقته بملوحة مياه الري وملوحة التربة (الجدول 4).



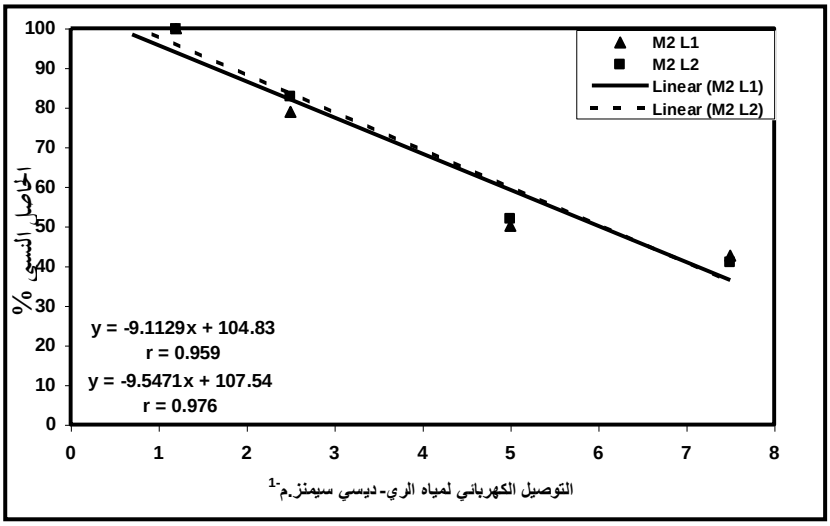
شكل 1: تداخل نوعية مياه الري ومتطلبات الغسل والمواسم الزراعية في حاصل حبوب الماش



شكل 2: تداخل نوعية مياه الري ومتطلبات الغسل والمواسم الزراعية في حاصل قش الماش



شكل 3: الحاصل النسبي لمحصول الماش– الموسم الاول لمستويين من متطلبات الغسل عند مستويات ملوحة مياه ري مختلفة



شكل 4: الحاصل النسبي لمحصول الماش – الموسم الثاني لمستويين من متطلبات الغسل عند مستويات ملوحة مياه الري مختلفة

جدول 3: قيم التوصيل الكهربائي لمياه الري والتربة التي تتحقق عندها مستويات مختلفة من الحاصل النسبي لمحصول الماش

%												المعاملة
حاصل حبوب الماش												
100		90		75		50		25		0		
EC_e	EC_{iw}	EC_e	EC_{iw}	EC_e	EC_{iw}	EC_e	EC_{iw}	EC_e	EC_{iw}	EC_e	EC_{iw}	
3.80	0.62	4.69	1.64	6.02	3.18	8.23	5.75	10.45	8.32	12.09	10.89	M_1L_1
4.13	0.60	5.07	1.68	6.49	3.40	8.85	6.20	11.21	9.01	11.75	11.81	M_1L_2
3.63	0.53	4.17	1.53	6.33	3.27	9.03	6.02	11.72	8.76	13.59	11.50	M_2L_1
4.03	0.78	5.06	1.78	6.61	3.41	9.20	6.03	11.77	8.64	13.32	11.64	M_2L_2

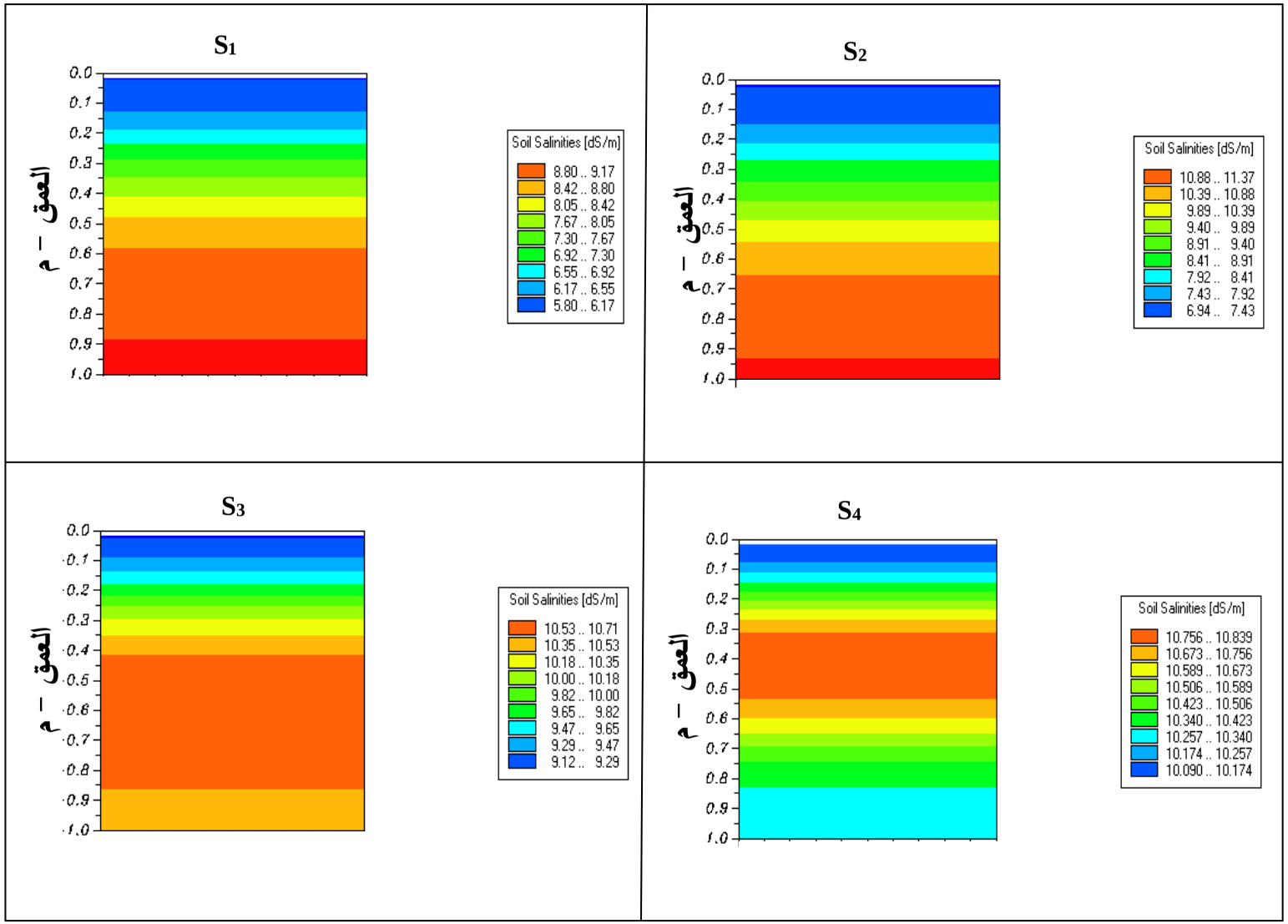
جدول 4: معادلات الحاصل النسبي لكلا المستويين من متطلبات الغسل ولكلا الموسمين لمحصول الماش

معادلات الحاصل النسبي		المعاملة
EC_{iw}	EC_e	
$Y = 100 – 9.73 (EC_{iw} – 0.62)$	$Y = 100 – 11.26(EC_e – 3.8)$	M_1L_1
$Y = 100 – 8.91 (EC_{iw} – 0.6)$	$Y = 100 – 10.6 (EC_e – 4.13)$	M_1L_2
$Y = 100 – 9.11 (EC_{iw} – 0.53)$	$Y = 100 – 9.27 (EC_e – 3.63)$	M_2L_1
$Y = 100 – 9.55 (EC_{iw} – 0.78)$	$Y = 100 – 9.68 (EC_e – 4.03)$	M_2L_2

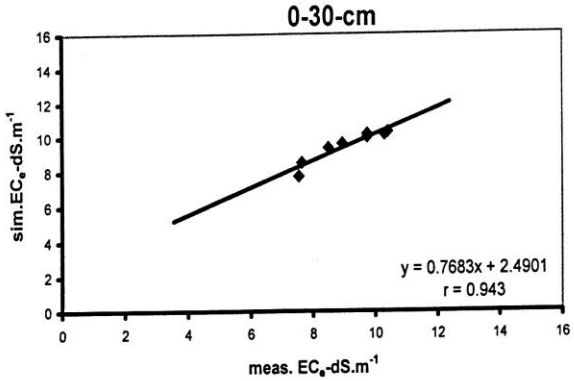
ويوضح الشكل (5) التوزيع العمودي لقيم ملوحة التربة المحسوبة من البرنامج عند الموسم الثاني لمستوى L_1 من متطلبات الغسل. ويظهر ان البرنامج قد تمكن من كشف التغيرات الحاصلة في التوزيع الملحي لمقد التربة وضمن المديات التي حددها البرنامج (كل 10سم من العمق) كما عكست مخرجات البرنامج مدى تأثير المعاملات المستعملة في التوزيع الملحي خلال طبقة الجذور، لاسيما تلك الخاصة بدور المحصول الزراعي ومتطلبات الغسل المستعملة وقد فسرت هذه التغيرات في قيم EC_e من خلال متابعة قيم التبخر والتي تمكن البرنامج من التنبوء بها، حيث كانت مرتفعة وأكثر سيادة من نتح المحصول في بداية الموسم. في حين يصبح التبخر غير معنوي في مدة أعظم تغطية لسطح التربة بالغطاء النباتي حيث تكون قيمة Kc_b في أعظم قيمة لها. ويصبح النتح في أكبر قيمة وحتى الوصول الى المرحلة النهائية. كما أتضح ان هناك فروقاً بين مستويات متطلبات الغسل بشكل يتوافق مع التغيرات التي نتجت بسبب اختلاف هذه المعاملات في القيم المقدرة. وهذا يتفق مع ما أشار اليه رجب وجماعته (8) من خلال التجارب الحقلية المنفذة في سوريا ومصر على محصول الطماطة. وامكن من خلال هذا البرنامج حساب حاصل الحبوب والتنبوء بمدى التغيرات التي طرأت في الحاصل بفعل المعاملات المختلفة. من هذا يتضح ان المحافظة على حالة الاتزان الملحي خلال موسمين متتاليين للمحصول نفسه والتي أوضحتها النتائج المحسوبة من البرنامج تؤكد أهمية استخدام البرنامج في التنبوء القيم الخاصة بملوحة التربة خلال المواسم المتتالية ضمن الاعماق المدروسة. وتم تقويم كفاءة البرنامج في حساب ملوحة التربة وذلك من خلال مقارنة مخرجات البرنامج الخاصة بقيم التوصيل الكهربائي لمقد التربة (Sim) مع القيم ا لمقاسة فعلاً (meas) للاعماق 0-30، 0-60 و0-100. سم ولكلا الموسمين والموضحة في الشكل (6). ومن خلال العلاقات الخطية اتضح أن هناك توافقاً جيداً بين هاتين القيمتين اعتماداً على قيم معامل الارتباط (r). ويوضح الجدول (5) النسب المئوية للاختلاف بين قيم ملوحة التربة المقاسة وتلك المحسوبة. كانت قيمة الاختلاف السلبي كمعدل للموسمين هي 10.13% لعمق 0-100 سم. وهذا يشير الى المستوى العالي لكفاءة البرنامج في التحسس للتغيرات الحاصلة في ملوحة التربة في ضوء المتغيرات الحاصلة من جراء المعاملات المختلفة المستخدمة في الدراسة. كما تدل الاشارة السالبة على أن القيم المحسوبة من البرنامج اقل من تلك القيم المقدرة. وقد بلغت أكبر نسبة للاختلاف السلبي 18.67% عند المعاملة $M_1S_1L_1$ للعمق 0-30 سم.

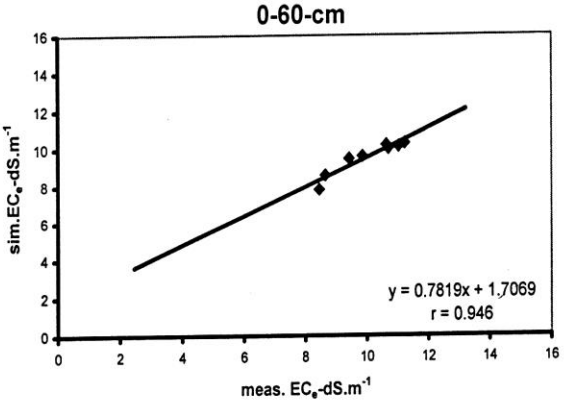
جدول 5: النسبة المئوية للاختلافات بين قيم ملوحة التربة المقاسة والمحسوبة خلال مواسم محصول الماش

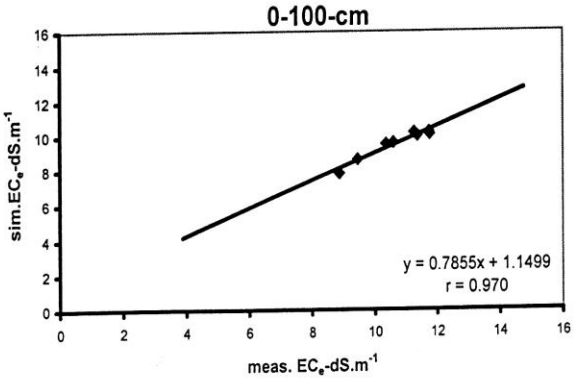
الاختلافات (%)	العمق (سم)			المعاملة
	100-0	60-0	30-0	
متوسط M1 %9.68 (100-0)	6.31^-	4.98^+	18.67^+	$M_1L_1S_1$
	3.78^-	1.09^+	7.44^+	$M_1L_1S_2$
	7.55^-	8.05^-	0.4^+	$M_1L_1S_3$
	15.52^-	16.44^-	11.96^-	$M_1L_1S_4$
	2.93^-	0.9^-	18.32^+	$M_1L_2S_1$
	6.91^-	7.15^-	7.30^+	$M_1L_2S_2$
	16.15^-	14.92^-	9.08^-	$M_1L_2S_3$
	18.35^-	17.43^-	11.21^-	$M_1L_2S_4$
M2 %10.58 (100-0)	11.59^-	7.32^-	2.51^+	$M_2L_1S_1$
	7.91^-	0.53^+	10.23^+	$M_2L_1S_2$
	11.70^-	6.26^-	2.56^+	$M_2L_1S_3$
	12.52^-	8.28^-	0.96^-	$M_2L_1S_4$
	8.45^-	0.69^-	11.37^+	$M_2L_2S_1$
	9.24^-	2.43^-	7.48^+	$M_2L_2S_2$
	9.23^-	3.95^-	4.41^+	$M_2L_2S_3$
	14.03^-	8.06^-	1.35^-	$M_2L_2S_4$



شكل 5 : التوزيع الملحي لمقد التربة وفق برنامج SALTMED عند مستويات مختلفة لملوحة مياه الري للمعاملة M_2L_1 لمحصول الماش

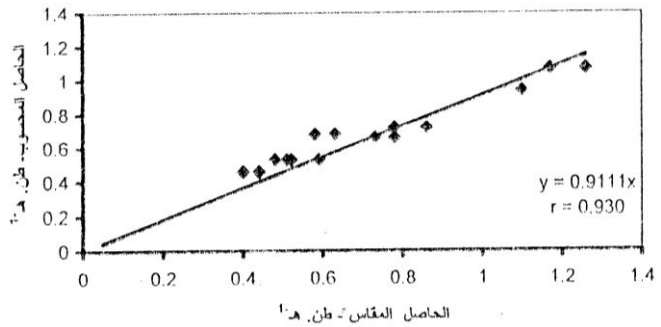






شكل 6: مقارنة ملوحة التربة المقاسة والمحسوبة لموسمي الماش وللاعماق الثلاثة

تم تقييم كفاءة البرنامج في تقدير حاصل الحبوب من خلال مقارنة قيم الحاصل المقاس مع القيم المحسوبة بوساطة البرنامج الموضحة في الشكل (7). حيث أعطى توافقاً جيداً بين هاتين القيمتين لحاصل الحبوب ولمختلف معاملات ملوحة مياه الري ومتطلبات الغسل.



شكل 7 : المقارنة بين حاصل الماش المحسوب والمقاس

واعتمدت العلاقات الخطية بين هاتين القيمتين لكلا الموسمين والموضحة في الشكل (7) لاظهار أفضل تمثيل لعلاقة الحاصل المقاس والمحسوب لهذا المحصول من خلال قيم معامل التحديد (R^2) التي أعطت قيم عالية نسبياً. أن انخفاض النسب المئوية للاختلاف بين الحاصل المقاس والمحسوب من البرنامج والتي كانت بمعدل 2.49% تؤكد قدرة البرنامج العالية في التنبوء بقيم حاصل الحبوب بشكل جيد ولمختلف المعاملات. في حين لم يلاحظ وجود فروق كبيرة بين هذه النسب باختلاف المواسم. بينما لوحظ وجود اختلاف بهذه النسب باختلاف معاملات متطلبات الغسل. اذ كانت النسب المئوية للتغايرات عند المستوى L_1 كبيرة قياساً مع المستوى L_2. وهذا يشير الى دور المستوى الأخير في اقتراب قيم الحاصل المقدرة مع القيم المحسوبة من البرنامج من خلال توفير ظروف نمو أفضل لهذا المحصول.

المصادر

1- **Armour, R.J. and M.F. Viljoen (2002). Salmod, A salinity management tool for irrigated agriculture. M. Sc. Thesis, Department of Agricultural Economics University of the free state.**
2- **Ayers, R.S. and D.W. Westcot (1985). Water quality for agriculture. Irrigation and drainage. Paper (29 Rev.1). FAO. Rome, Italy.**
3- **Balasubramanian, V. and S.K. Sinha (1976). Effects of salt stress on growth, nodulation and nitrogen fixation in cowpea and Mung Beans Physiol. Plant, 36: 197-200.**
4- **Doorenbos, J. and W.O. Pruitt (1977). Crop water requirement. FAO Irrigation and Drainage. Paper No. 24 Rev. Rome, Italy.**
5- **Fauzia, Y.; Z.A. Hafeez and A.M. Kauser (1988). Effect of salinity and inoculation on growth , nitrogen fixation and nutrient.Uptake of *Vigna radiate* (L.) Wilczek. Plant and Soil, 106: 3-8.**
6- **Maas, E.V. and G.J. Hoffman (1977). Crop salt tolerance-current assessment. J. Irrigation. Drain. Div. ASCE, 103: 115-134.**
7- **Oster, J.D. and S.R. Grattan (2002). Drainage water reuse. Irrigation and Drainage Systems, 16: 297-310.**
8- **Ragab, R.; N. Malash; G. Abdel Gawad; A. Arslan and A. Ghaibeh (2003). A Holistic generic integrated approach for irrigation, crop and field management. 2-The SALTMED model calibration using field data from Egypt and Syria. Proceedings of an International Workshop. Cairo, December, 8-10: 98-114.**
9- **Ragab, R.; A.R. Yeo; A. Ghaibeh; G. Abdel gawad; S. Flowers; N. Malash; J. Abdul-Karim; S. Flowers and J. Cuartero (1999). An integrated approach for soil crop irrigation in the Mediterranean region: The saltmed project. Irrigation management and saline conditions proceedings Regional symposium. June 21-23, at Just, Irbid, Jordan, (119-138).**
10- **Rhoades, J.D.; A. Kandiah and A. M. Mashali (1992). The use of saline water for crop production. FAO Irrigation and Drainage, p:48, Rome, Italy.**

11- Rhoades, J.D. (1974). Drainage for salinity control. In. J. Vanshilfarde (ed), Drainage for Agriculture. Agronomy, 17: 433-461.
12- Richard, G. Allen; Luis, S. Pereira; Dirk Raes and Martin Smith (1998). Crop evapotranspiration. FAO Irriagation and Drainage. P:56, Rome, Italy.
13- Richards, A. 1954. Diagnosis and improvement of saline and alkali soil agriculture. Hand Book, p:60, USDA Washington.
14- Tilman, D.; K.G. Cassman; P.A. Matson; R. Naylor and S. Polasky (2002). Agricultural sustainability and intensive production practices. Nature, 418: 671-677.

SALT BALANCE IN SOIL IRRIGATED WITH SALINE WATER UNDER INTENSIVE CROPPING OF MUNG BEANS

K.M. Hassan* A.K.H. Audafa A.H. Al-Zubaidi*****

ABSTRACT

A field experiment was conducted in Al-Wahda Research Station -35 km South - East of Baghdad to investigate the salt balance in cultivated soil irrigated with saline water. Mung Bean crop was planted for two seasons (M_1, M_2) in a rotation with wheat crop. The experiment was carried out in Randomized Complete Block Design (RCBD) with four replications including two factors: First factor is four levels of saline irrigation water: 1.2, 2.5, 5.0 and 7.5 ds.m^{-1} (S_1,S_2,S_3,S_4); the second factor is two levels of leaching requirements of 0.15 and 0.25 (L_1,L_2). Electrical conductivity and soluble cations and anions in the soil for each 10 cm throughout 100 cm depth were measured. After harvesting the weight of grain and straw were measured and the relative yield was calculated. The water use efficiency of the crop was also calculated.

SALTMED computer model was used to predict the salt balance in the soil, The inputs of the model were meteorological data and plant parameters as well as soil properties. The efficiency of the model was tested.

There was a significant decrease in grain yield with increasing salinity of irrigation water. The order of the decrease was 32.0% , 49.8% and 60.2% for S_2, S_3 and S_4 respectively.

The highest grain yield 1.26 ton.ha^{-1} was recorded in S_I L_2M_2 treatment, while straw yield 3.09 ton.h^{-1} was obtained in $S_1L_2M_I$. The threshold value of salinity was influenced by the leaching requirment levels for both seasons.It was 3.8 and 4.13 ds.m^{-1} for L_1M_2 and L_2M_2 respectively for the first season while was 3.63 and 4.3 ds.m^{-1} for L_1M_2 and L_2M_2 respectively for the second season. Increasing the salinity of irrigation water caused adecrease in water use efficiency.

The outputs of the SALTMED model reflected the effect of different treatments on the salinity through - out the rootzone. It was concluded that this model was able to predict the yield for all treatments properly. There were good agreements between simulated and observed yield values. The average of differences between these values was 2.49%. The average differences between simulated and observed soil salinity was 10.3% for the 0-100 cm depth as average for M_1 and M_2. While the maximum difference was 18.6 % at 0-30 cm depth for S_1 level.

Part of Ph.D. thesis for the first author.

*** Ministry of Agric. - Baghdad, Iraq.**
**** State Board of Agric. Res.- Ministry of Agric. - Baghdad, Iraq.**
***** College of Agric.- Baghdad Univ.- Baghdad, Iraq.**