تأثير مياه الصرف الصحي المعالجة والمضافة بطريقة الري الثنائي في نمو نمو وحاصل الذرة الصفراء

حمدة عبد الستار أرحيم*
المركز الوطني لإدارة الموارد المائية/وزارة الموارد المائية

عبد الله حسين الشيخلي
كلية الزراعة/جامعة بغداد

فرنسيس أوراها جنو
وزارة الزراعة

E.mail : hamdarrr@yahoo.com
francisjanno@yahoo.com

تاريخ استلام البحث:22-9-2015 تاريخ قبول النشر:16-11-2015

الخلاصة

نفذت تجربة حقلية لتحديد المتطلبات المائية لمحصول الذرة الصفراء للموسم الخريفي 2013 في حقل محطة الزعفرانية التابعة لوزارة الزراعة/دائرة البستنة التي تبعد 30 كم جنوب بغداد وعلى خط طول °44.4 شرقاً وخط عرض 33.14 شمالاً وعلى ارتفاع 34 م من مستوى سطح البحر. صممت التجربة وفق تصميم القطاعات الكاملة المعشاة RCBD وبثلاثة مكررات، ووزعت المعاملات على الالواح التجريبية عشوائياً. قسم الحقل وفق التصميم الاحصائي الى وحدات تجريبية. اشتملت التجربة على خمسة معاملات ري (T_1: 100% مياه صرف صحي، T_2: 75% مياه صرف صحي + 25% مياه نهر، T_3:50% مياه صرف صحي + 50% مياه نهر، T_4: 25% مياه صرف صحي + 75% مياه نهر، T_5: 100% مياه نهر).

وجدت زيادة معنوية في نمو النبات والحاصل، إذ ازداد كل من ارتفاع النبات والمساحة الورقية للنبات ووزن 1000 حبة وحاصل الحبوب (طن.هـ$^{-1}$) وحاصل الحبوب للنبات الواحد (غم) بزيادة نسبة مياه الصرف الصحي المعالجة وكانت اعلى زيادة في ارتفاع النبات بزيادة نسبة مياه الصرف الصحي المعالجة في المعاملة T_1 1.86 م وكان أقل ارتفاع 1.74 م للمعاملة T_5 أي بنسبة زيادة 2.29 و4.02 و6.32 و6.89% للمعاملاتT_4 وT_3 وT_2 وT_1 على الترتيب، وظهرت أعلى مساحة ورقية 0.58 م^2 في المعاملة T_1 وأقل مساحة كانت 0.51 م^2 للمعاملة T_5 أي بنسبة زيادة 3.77 و5.14 و12.58 و13.30% للمعاملات T_4 وT_3 وT_2 وT_1 على الترتيب، ازداد وزن الحبوب بزيادة نسبة مياه الصرف الصحي المعالجة والمضافة بطريقة الري الثنائي وكان أعلى وزن 265.3 غم في المعاملة T_1 وأقل وزن كان 235.3 غم للمعاملة T_5 أي بنسب زيادة 3.82و6.12 و10.07 و12.75% للمعاملات T_4 وT_3 وT_2 وT_1 على الترتيب، كما أن أعلى حاصل كان 9.67 طن.هـ$^{-1}$ في المعاملة T_1 وأقل حاصل كان 7.63 طن.هـ$^{-1}$ للمعاملة T_5 أي بنسبة زيادة 3.80 و9.44 و12.71 و26.74% للمعاملاتT_4 وT_3 وT_2 وT_1 على الترتيب، ازداد حاصل الحبوب للنبات الواحد بزيادة نسبة مياه الصرف الصحي المعالجة والمضافة بطريقة الري الثنائي وكان أعلى حاصل 145.19 غم في المعاملة T_1 وأقل حاصل 114.56 غم للمعاملة T_5 أي بنسبة زيادة 3.81 و9.44 و12.72 و26.74% للمعاملات T_4 وT_3 وT_2 وT_1 على الترتيب.

توافقت نتائج تأثير مياه الصرف الصحي المعالجة على ارتفاع النبات والمساحة الورقية مع النتائج المستحصلة لنسبة غطاء الظلة النباتية (CC(Green canopy cover [percent or fraction] من خلال تطبيق برنامج AquaCrop إذ كانت أعلى نسبة لغطاء الظلة النباتية CC للمعاملة T_1 81% وأقل نسبة لغطاء الظلة النباتية CC للمعاملتين T_4 وT_5 كانت 77% خلال فترة الزراعة.

الكلمات المفتاحية: مياه الصرف الصحي المعالجة، الري الثنائي، نمو وحاصل الذرة الصفراء.

المقدمة

إن التطور الحضاري وزيادة عدد السكان أدى إلى زيادة استهلاك المياه العذبة في قطاعات الحياة المختلفة ومنها ماهو للأغراض الزراعية، وبسبب شحة مياه التساقط من أمطار وثلوج في الشرق الأوسط ومنها العراق (زايد،2008)، أصبحت مسألة الاستخدام الفعال لمياه الري

*البحث مستل من اطروحة دكتوراه للباحث الاول

عنصراً أساسياً في إنتاج المحاصيل ونوعيتها في المناطق الجافة وشبه الجافة(Kang وZhang، 2004)، حيث أصبح الري هو القوة المحركة الأساسية لتطوير الزراعة في هذه المناطق. لذا أصبحت كفاءة استخدام مياه الري في السنوات الأخيرة مسألة هامة بسبب قلة الموارد المائية المتاحة والعمل على ترشيد استخدام المياه المتاحة في بعض المناطق والتي أصبحت على نحو متزايد مشكلة خطير. وبسبب محدودية المياه العذبة جعل من عملية البحث عن الموارد البديلة أمراً هاماً (FAO, 1992).

ومن البدائل المستخدمة مياه الصرف الصحي الناجمة عن مختلف الفعاليات المنزلية والتجارية وتشكل حوالي 99٪ من الماء وحوالي 1٪ من الشوائب والملوثات الضارة(Bansode, 2002)،إذ تعد معالجتها وإعادة استخدامها لوحدها أو مع مصدر آخر للماء لأغراض الزراعة والري من الخيارات الهامة ضمن استراتيجيات الحفاظ على الموارد المائية غير المتجددة واستعمال الموارد المائية غير التقليدية نظراً لما تمثله هذه المياه من مصدر إضافي ومتجدد لمصادر مياه الري (Hussein وآخرون، 2010).

اكدت الكثير من الدراسات والبحوث ان مياه الصرف الصحي لها دور في تحسين خواص التربة الفيزيائية والكيميائية وذلك لما تحتويه هذه المياه من مواد عضوية مما يشجع نشاط الاحياء المجهرية وزيادة في اعدادها، وتزيد من جاهزية العناصر الغذائية الكبرى الاساسية وهذا التأثير ينعكس على نمو النبات والحاصل وذلك بإمداد التربة بالكثير من المغذيات إذ ان نسبة العناصر الغذائية المضافة في عملية الري تساعد على تحسين الخواص الفيزيائية للتربة (FAO, 1992).

بين وصفي ومحمود (1968) ان مياه الصرف الصحي المعالجة ذات نوعية افضل من المياه العادية لاحتوائها على كميات من النتروجين الجاهز للنبات إذ يمكن استعمالها لري محاصيل الحبوب (القمح والذرة، الشعير) واشجار الغابات (اللوز والجوز والبندق) واشجار الحمضيات وعدم استخدام هذه المياه لري الخضروات التي تأكل طازجة. لاحظ (Kelling *et al*., 1977) ان اضافة مخلفات الصرف الصحي لمحصول الذرة الصفراء ادى الى زيادة الحاصل نتيجة اضافة مستويات مختلفة من مياه الصرف الصحي وذلك بسبب تراكم الاملاح الذائبة في منطقة الجذور.

بين الحديثي واخرون (2011) عند استخدام ثلاث مستويات من المياه العادمة المعالجة المصرفة من شركة بغداد للمشروبات الغازية في ري المحاصيل واشجار الغابات الى حصول زيادة معنوية في محتوى العناصر الصغرى المدروسة في التربة والنبات ولكن هذه الزيادة مستمرة مع زيادة مستوى اضافة هذه المياه ومع ذلك فإن جميع هذه العناصر كانت ضمن الحدود الطبيعية المسموح بها ولم تصل الى الحدود الحرجة او السمية التي تسبب تلوث التربة والنبات بهذه العناصر.

كما بين كل من (Curtis and Crrffin 2004) ضرورة معالجة مياه الصرف الصحي واستخدامها في المجال الزراعي واهمية استخدام نظام صيانة ومعالجة عالية التقنية للحصول على مياه غير ملوثة. واوضحت FAO (1991) ادارة استخدام مياه الصرف الصحي المعالجة في التربة ودورها في تغذية المحاصيل بالعناصر الغذائية الرئيسة فقط. وجد Kutera (1963) عدم تراكم الاملاح عند اضافة مياه الصرف الصحي مع حصول زيادة في جاهزية عناصر N وP وK وزيادة محتوى المادة العضوية.

المواد وطرائق العمل

نفذت تجربة حقلية Field experiment خلال الموسم الخريفي 2013 لزراعة حبوب الصنف التركيبي 5018 لمحصول الذرة الصفراء مستنبط في الهيأة العامة للبحوث الزراعية ومسجل ومعتمد، في حقل محطة الزعفرانية التابعة لوزارة الزراعة/ دائرة البستنة التي تبعد 30 كم جنوب بغداد وعلى خط طول ˚44.4 شرقاً وخط عرض 33.14 شمالاً وعلى ارتفاع 34 م من مستوى سطح البحر، وتتميز أراضي المنطقة بكونها مستوية وذات عمق ماء أرضي يصل 2 م ومزروعة سابقاً بشتلات النخيل. صنفت تربة الحقل بأنها رسوبية ذات نسجة مزيجة غرينية Silty Loam، ومصنفة إلى تحت المجموعة العظمى Typic-Torrifluvent. وفقاً لما جاء في Soil Survey staff (2006).

أخذت نماذج تربة من الحقل للأعماق0-15 و15-30 و30-60 سم من مواقع عدة. خلطت نماذج تربة كل عمق بشكل منفرد وأخذت منها عينة ممثلة، جففت عينات الترب هوائياً ثم طحنت ونخلت بمنخل قطر فتحاته 2مم. استعملت هذه العينات لتقدير خصائص تربة الحقل الفيزيائية والكيميائية قبل الزراعة، كذلك أخذت نماذج تربة من الحقل من الاعماق 0-15 و15-30 و30-60سم ولكل مكرر لمعاملات التجربة بعد انتهاء مدة التجربة. والجدولين (1) و(2) يوضحان بعض الخصائص الفيزيائية والبايولوجية والكيميائية لتربة الحقل قبل الزراعة وجدول (3) يبين بعض الخصائص الكيميائية والبايولوجية لمياه الري.

جدول 1. بعض الخصائص الفيزيائية لتربة الموقع قبل الزراعة

الخاصية		الوحدة	العمق (سم)	
			0 –30	30 –60
الرمل		غم.كغم$^{-1}$	142.0	91.3
الغرين			601.3	652.6
الطين			256.7	256.1
النسجة			غرينية مزيجة Silty loam	
الكثافة الظاهرية		ميكاغرام.م$^{-3}$	1.35	1.42
الكثافة الحقيقية		ميكاغرام.م$^{-3}$	2.66	2.65
المسامية			0.49	0.46
المحتوى الرطوبي الحجمي	33 كيلوباسكال	سم^3.سم$^{-3}$	0.29	0.301
	1500 كيلوباسكال		0.130	0.132
الماء الجاهز			0.164	0.169
معدل الغيض الاساسي		سم.ساعة$^{-1}$	1.75	

جدول 2. بعض الخصائص الكيميائية لتربة الموقع قبل الزراعة

الخاصية	الوحدة	العمق (سم)		
		0 –15	15 –30	30 –60
EC	ديسي سيمنز.م$^{-1}$	2.11	1.35	1.26
T.D.S	ملغم .لتر $^{-1}$	997	853	760
pH		7.66	7.62	7.57
Ca^{+2}	الايونات الذائبة(ملي مول شحنة.لتر$^{-1}$)	14.25	7.15	7.9
Mg^{+2}		13.83	9.0	6.08
Na^{+1}		20.86	13.30	11.30
K^{+1}		0.174	0.136	0.123
SO_4^{-2}		5.89	3.375	3.312
HCO_3^{-1}		4.52	3.34	2.36
Cl^{-1}		11.15	7.32	6.82
SAR	(ملي موز شحنة.لتر$^{-1}$) $^{1/2}$	5.56	4.679	4.27
المادة العضوية	غم.كغم$^{-1}$	0.904		0.806

جدول 3. الخصائص الكيميائية والبيولوجية لمياه الري

الخاصية	الوحدة	مياه نهر	مياه صرف صحي
EC	**ديسي سيمنز.م$^{-1}$**	0.96	2.79
pH		7.33	7.23
Ca	**الايونات الذائبة (ملي مول شحنة.لتر$^{-1}$)**	3.93	10.9
Mg		3.66	8.2
Na		2.85	10
K		0.33	0.743
CO_3		0.0	0.0
HCO_3		0.885	1.770
Cl		2.8	9.01
SO_4		1.531	4.396
NO_3		0.0316	1.12
T.D.S	**ppm**	492	1150
SAR	**(ملي مول شحنة.لتر$^{-1}$)$^{1/2}$**	0.75	3.24
بكتريا القولون البرازية	**خلية /100 مل**	-	$10^5 \times 7.6$
بكتريا القولون الكلية		-	$10^3 \times 3.8$
بكتريا القولون		-	$10^2 \times 1.1$
COD	**Mg.L^{-1}**	-	93 - 43
BOD		-	32 – 44
Fe	**µg.g^{-1}**	0.12	4.2
Cu		-	1.9
Cd		-	0.16
B		0.41	0.62
Pb		-	0.11
صنف المياه		S_1-C_2	S_1-C_3

اشتملت التجربة على خمسة معاملات ري والمضافة بطريقة الري الثنائي:

T_1: 100% مياه صرف صحي.

T_2: 75% مياه صرف صحي + 25% مياه نهر.

T_3:50% مياه صرف صحي + 50% مياه نهر.

T_4: 25% مياه صرف صحي + 75% مياه نهر.

T_5: 100% مياه نهر.

صممت التجربة وفق تصميم القطاعات الكاملة المعشاة RCBD(Randomized Complete Block Design) وبثلاثة مكررات، ووزعت المعاملات على الألواح التجريبية عشوائياً. قسم الحقل وفق التصميم الإحصائي إلى وحدات تجريبية.

استخدم برنامج التحليل الإحصائي GenStat (2012) في تحليل البيانات إحصائياً تحت مستوى احتمالية 0.05 للمقارنة بين متوسطات المعاملات.

اعتمدت قيمة مؤشري الجذر التربيعي لمتوسط مربع الخطأ (RMSE) Root Mean Squared error لمقارنة نتائج النمذجة ببرنامج AquaCrop بالنتائج المستحصل عليها ودليل التوافق(d) Index of agreement كمؤشر على جودة أداء النموذج:

$$RMSE = \sqrt{\frac{1}{n}\sum_{i=1}^{n}(Si - Oi)^2} \quad (1)$$

إذ أن:
Si: القيمة المحسوبة ببرنامج AquaCrop.
Oi: القيمة المحسوبة والمستحصل عليها من الطرق التقليدية.

$$d = 1 - \frac{\sum_{i=1}^{n}(Si - Oi)^2}{\sum_{i=1}^{n}\left(|Si - \overline{O}| + |Oi - \overline{O}|\right)^2} \quad (2)$$

إذ ان: $\overline{O}$ متوسط القيم المتوقعة، ويفضل أداء النموذج كلما اقتربت قيمة d من الواحد أو تساوي 1.

حُرثت الأرض بواسطة محراث مطرحي قلاب حراثة متعامدة، ونُعمت التربة بوساطة العازقات الدورانية ثم تمت تسوية الحقل. قسمت المساحة المحددة للتجربة إلى ألواح أبعادها (3×2) م^2. زُرعت حبوب الذرة الصفراء صنف 5018 بتاريخ 2013/7/23 على خطوط وذلك بوضع 2-3 حبة في كل جورة وخففت إلى نبات واحد بعد أسبوعين من البزوغ والمسافة بين خط وآخر 0.75 م والمسافة بين جورة وأخرى 0.20 م. تركت مسافة 2 م بين القطاعات الرئيسية ومسافة 2 متر بين الألواح لغرض السيطرة على حركة الماء والأملاح ولمنع تداخل معاملات الري بعضها مع بعض، مع ترك 4 خطوط حارسة تحيط الحقل من جوانبه الأربعة. بلغ عدد الوحدات التجريبية في التجربة خمسة عشر وحدة تجريبية والشكل (1) يبين توزيع المعاملات في الحقل. أضيف سماد السوبر فوسفات الثلاثي بمعدل 400 كغم.هكتار$^{-1}$ دفعة واحدة قبل الزراعة. وأضيف سماد اليوريا بمعدل 400 كغم.هكتار$^{-1}$ على دفعتين، الأولى 200 كغم.هكتار$^{-1}$ عند الزراعة والثانية بعد خمسة أسابيع من الزراعة. أجريت مكافحة حفار ساق الذرة بمبيد ديازنون المحبب (10% مادة فعالة) وبمقدار 6 كغم.هكتار$^{-1}$ تلقيحاً في قلب النبات بعد20 يوماً من الزراعة، أجريت عملية التعشيب يدوياً ودورياً للمعاملات كافة.

تم حساب معدل ارتفاع النبات لخمسة نباتات عشوائية من كل وحدة تجريبية وذلك بقياس ارتفاعها من سطح التربة إلى قاعدة ورقة العلم عند اكتمال التزهير الذكري. تم حساب المساحة الورقية لنباتات الذرة الصفراء بأخذ خمسة نباتات بصورة عشوائية من كل وحدة تجريبية بحيث تكون ممثلة لها عند اكتمال التزهير باستخدام المعادلة الآتية (El-Sahookie, 1985):

المساحة الورقية للنبات = مربع طول الورقة تحت ورقة العرنوص الرئيس × 0.75

تم حساب وزن 1000 حبة بأخذ معدل وزن 1000 حبة من عرانيص النباتات الخمسة المأخوذة عشوائياً من كل وحدة تجريبية. تم حساب متوسط حاصل الحبوب للنبات الواحد بأخذ معدل وزن حاصل النباتات الخمسة. تم حساب حاصل الحبوب بضرب معدل حاصل النبات من الحبوب بالكثافة النباتية ليتم الحصول على حاصل الحبوب في وحدة المساحة (طن.هكتار$^{-1}$).طن.

النتائج والمناقشة

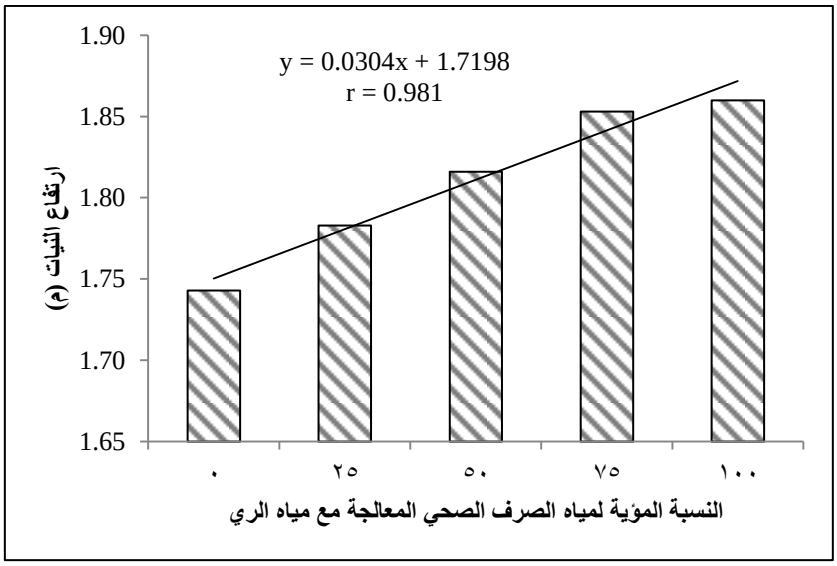
تبين الأشكال (1 و2 و3 و5 و6) والجدول (4) تأثير مياه الصرف الصحي المعالجة والمضافة بطريقة الري الثنائي في ارتفاع النبات (م)، والمساحة الورقية (م^2) ووزن 1000 حبة (غم) وحاصل الحبوب للنبات (غم) وحاصل الحبوب (طن.هـ$^{-1}$) ، إذ ازداد كل من ارتفاع النبات والمساحة الورقية للنبات ووزن 1000 حبة وحاصل الحبوب (طن.ه$^{-1}$) وحاصل الحبوب (غم) بزيادة نسبة مياه الصرف الصحي المعالجة والمضافة بطريقة الري الثنائي فكان أعلى ارتفاع في المعاملة T_1 فكان 1.86 م وأقل ارتفاع كان 1.74 م للمعاملةT_5، أي بنسب

زيادة 2.29 و4.02 و6.32 و6.89% للمعاملات T_4وT_3وT_2وT_1 على الترتيب، وهذا يعني نقصان ارتفاع النبات مع زيادة نسبة التخفيف مع مياه النهر. كانت أعلى مساحة ورقية في المعاملة T_1 فكانت 0.58 م^2 وأقل مساحة كانت0.51م^2 للمعاملة T_5 أي بنسب زيادة 3.77 و5.14 و12.58 و13.30% للمعاملاتT_4 وT_3 وT_2 وT_1 على الترتيب، وهذا يعني نقصان المساحة الورقية للنبات مع زيادة نسبة التخفيف مع مياه النهر. ازداد حاصل الحبوب للنبات بزيادة نسبة مياه الصرف الصحي المعالجة والمضافة بطريقة الري الثنائي فكان أعلى حاصل في المعاملة T_1 فكان 145.19 غم وأقل حاصل كان 114.56 غم للمعاملة T_5، أي بنسب زيادة 3.81 و 9.44و12.72 و26.74% للمعاملات T_4وT_3وT_2وT_1 على الترتيب، وهذا يعني نقصان حاصل الحبوب مع زيادة نسبة التخفيف مع مياه النهر. إزداد وزن الحبوب بزيادة نسبة مياه الصرف الصحي المعالجة والمضافة بطريقة الري الثنائي فكان أعلى وزن في المعاملة T_1 فكان 265.3 غم، وأقل وزن كان 235.3غم للمعاملة T_5، أي بنسب زيادة 3.82 و6.12 و10.07 و12.75% للمعاملات T_4وT_3وT_2وT_1 على الترتيب، وهذا يعني نقصان وزن الحبوب مع زيادة نسبة التخفيف مع مياه النهر. إذ ازداد حاصل الحبوب بزيادة نسبة مياه الصرف الصحي المعالجة والمضافة بطريقة الري الثنائي فكان أعلى حاصل في المعاملة T_1 فكان 9.64 طن.هـ$^{-1}$ وأقل حاصل كان 7.63 طن.هـ$^{-1}$ للمعاملة T_5 أي بنسب زيادة 3.80 و9.44 و12.71 و26.74% للمعاملات T_4وT_3وT_2وT_1 على الترتيب ، وهذا يعني نقصان حاصل الحبوب مع زيادة نسبة التخفيف مع مياه النهر. تعود الزيادة في معدل الصفات المدروسة إلى تحسين صفات التربة الفيزيائية كالبناء والنفاذية وكذلك تحسين الصفات الخصوبية فبإضافة مياه الصرف الصحي المعالجة ازدادت جاهزية العناصر المغذية الكبرى والصغرى وكذلك المادة العضوية (Cllap وآخرون،1987)، كذلك احتواء مياه الصرف الصحي المعالجة على كميات من المغذيات الضرورية للنبات وبذلك تعمل على إمداد التربة بالكثير من المغذيات إذ إن نسبة العناصر الغذائية المضافة في عملية الري تساعد على تحسين الخواص الفيزيائية للتربة وبالتالي ينعكس على نمو النبات والحاصل (FAO, 1992)، كما إن إضافة مياه الصرف الصحي المعالجة وما تحويه من مكونات تعمل على تحسين قدرة النبات على امتصاص العناصر المغذية(Moazzam-Khan وآخرون، 2009)، وإن توافر النتروجين والبوتاسيوم للنبات يعزز من نمو النبات وإنتاج الخلايا ومقاومة النبات للظروف(Galavi وآخرون، 2009) بالإضافة إلى إن هذه الزيادة في نمو النبات والحاصل تعود إلى إضافة مستويات مختلفة من مياه الصرف الصحي المعالجة وذلك بسبب تراكم الأملاح الذائبة في منطقة الجذور (Kelling وآخرون، 1977)، مع حصول زيادة في جاهزية عناصر N وP وK وزيادة محتوى المادة العضوية (Kutera, 1975)، ونتيجة إضافة مياه الصرف الصحي المعالجة بطريقة الري الثنائي خلال عملية الري وحدها او اضافتها بطريقة الري الثنائي بصورة مباشرة من خلال احتواء مياه الصرف الصحي المعالجة على بعض العناصر المغذية الصغرى أو بصورة غير مباشرة من خلال زيادة قابلية الذوبان للعناصر المغذية الصغرى نتيجة لتأثير التحميض بسبب انخفاض درجة تفاعل التربة نتيجة اضافة مياه الصرف الصحي المعالجة مما يزيد من جاهزية تلك العناصر (Rusan وآخرون، 2007) وبالتالي ينعكس على نمو النبات والحاصل. وهذا يتفق مع ما وجده كل منAlizadeh وآخرون (2001)؛ El-Nahhal وآخرون (2013)؛Mousavi وShashaviri (2014).

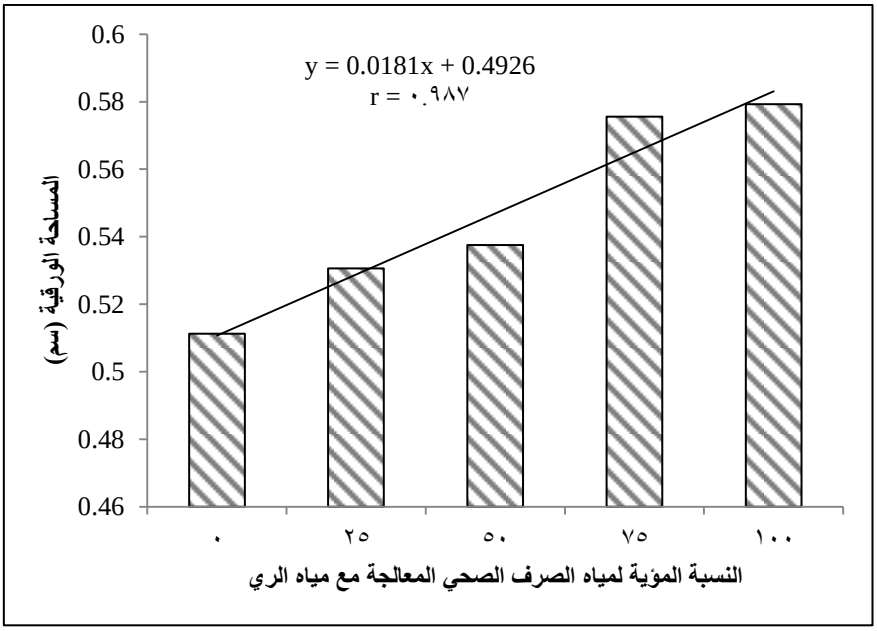
جدول 4. متوسط الصفات المدروسة بتأثير نوعية المياه لمحصول الذرة الصفراء

المعاملة	ارتفاع النبات (م)	المساحة الورقية (م²)	وزن 1000 حبة (غم)	حاصل النبات الواحد (م²)	حاصل الحبوب (طن/هـ)
T1	1.86	0.58	265.3	145.19	9.67
T2	1.85	0.58	259.0	129.13	8.60
T3	1.81	0.54	249.7	125.38	8.35
T4	1.78	0.53	244.3	118.92	7.92
T5	1.74	0.51	235.3	114.56	7.63
$L.S.D_{0.05}$	6.1	0.04	9.2	5.52	0.445

ويبين الشكلين (1 و2) وجود علاقة ارتباط معنوية موجبة بين نسبة مياه الصرف الصحي المعالجة وارتفاع النبات (م) بمعامل ارتباط r = 0.981*، وبين نسبة مياه الصرف الصحي المعالجة والمساحة الورقية للنبات (م^2) بمعامل ارتباط r = 0.987* على التوالي وهذا يتفق مع ما وجده كل من Fonseca وآخرون (2007) وAl-Zobi وآخرون (2008) وEsmailian وآخرون (2011).

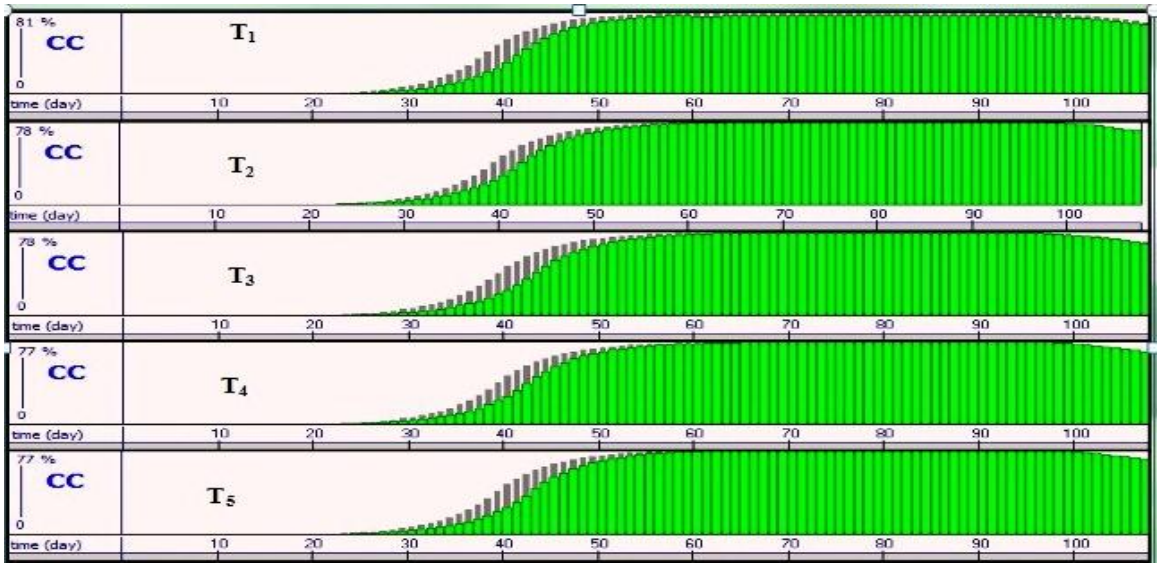


شكل 1. العلاقة بين نسبة مياه الصرف الصحي المعالجة والمضافة بطريقة الري الثنائي وارتفاع النبات



شكل 2. العلاقة بين نسبة مياه الصرف الصحي المعالجة والمضافة بطريقة الري الثنائي والمساحة الورقية

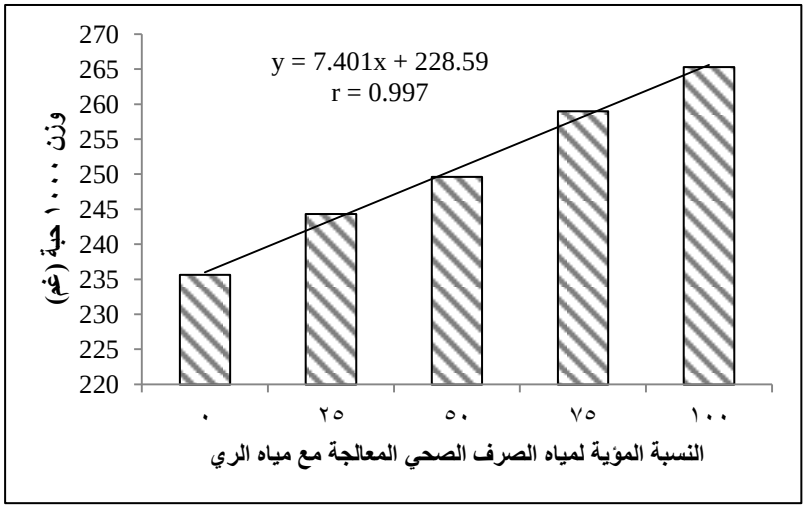
توافقت نتائج تأثير مياه الصرف الصحي المعالجة على ارتفاع النبات والمساحة الورقية مع النتائج المستحصلة لنسبة غطاء الظلة النباتية CC (Green canopy cover [percent or fraction]) من خلال تطبيق برنامج AquaCrop أذ كانت اعلى نسبة لغطاء الظلة النباتية CC للمعاملة T_1 81% وأقل نسبة لغطاء الظلة النباتية CC للمعاملتين T_4 وT_5 كانت 77% خلال مدة الزراعة وهذا يعود للأسباب المذكورة أنفا (Mousavi وShashaviri، 2014) الشكل (3).



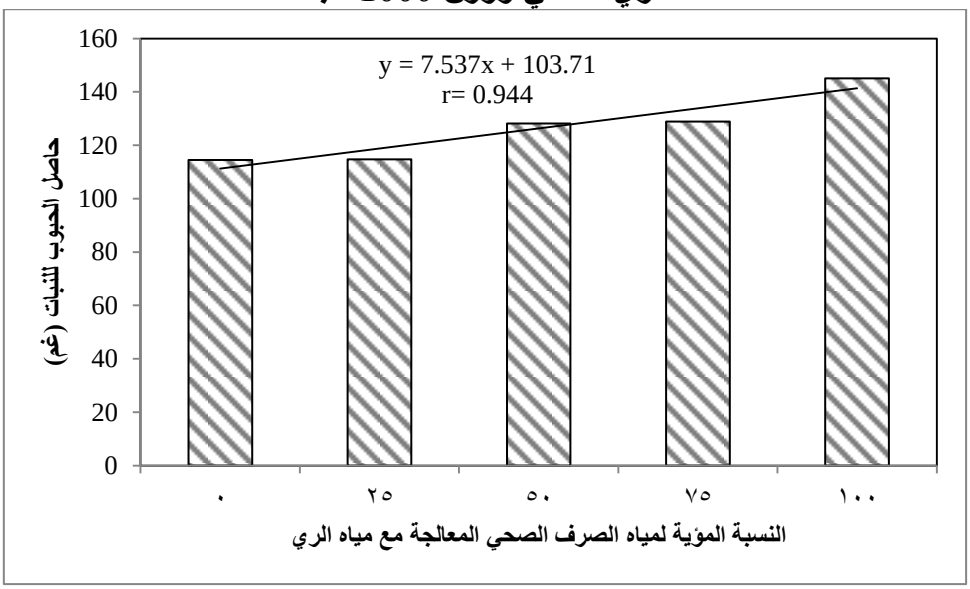
شكل 3. تأثير مياه الصرف الصحي المعالجة والمضافة بطريقة الري الثنائي لنسبة غطاء الظلة النباتية CC خلال مدة الزراعة

وتبين الأشكال (4 و5 و6) وجود علاقة ارتباط معنوية موجبة بين نسبة مياه الصرف الصحي المعالجة والمضافة بطريقة الري الثنائي ووزن 1000 حبة (غم) بمعامل ارتباط r = 0.997* وبين نسبة مياه الصرف الصحي المعالجة والمضافة بطريقة الري الثنائي وحاصل الحبوب

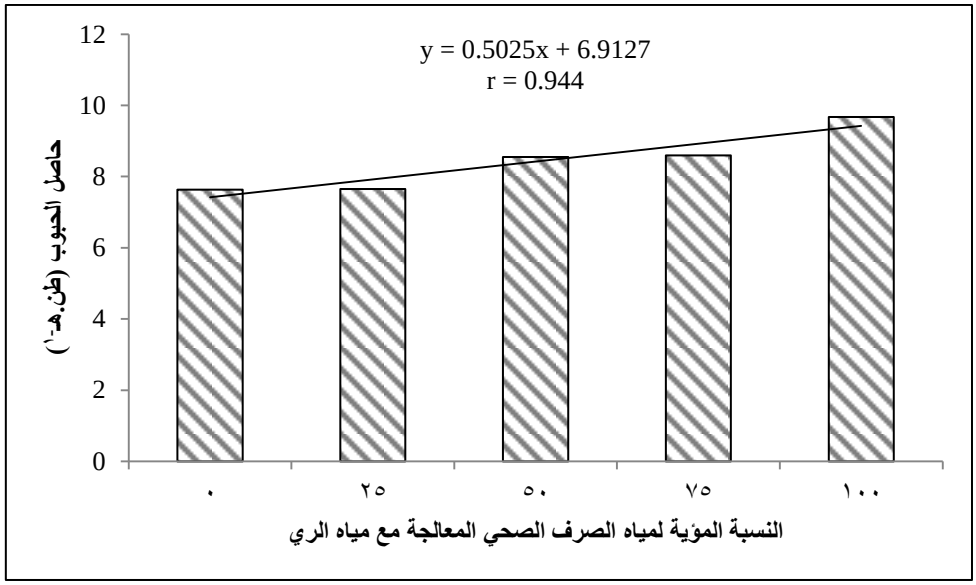
(طن.هـ$^{-1}$) بمعامل ارتباط قدره 0.944 = r* وبين نسبة مياه الصرف الصحي المعالجة والمضافة بطريقة الري الثنائي وحاصل الحبوب (غم) بمعامل ارتباط قدره 0.944 = r* على الترتيب، وهذا يتفق مع ماوجده كل من Alizadeh وآخرون (2001) وFonseca وآخرون (2005) وFonseca وآخرون (2007) وAl-Zoubi وآخرون (2008) Esmailian وآخرون (2011) وEl-Nahhal وآخرون (2013) وMousavi وShashaviri (2014) وHirich وآخرون (2014).



شكل 4. العلاقة بين نسبة مياه الصرف الصحي المعالجة والمضافة بطريقة الري الثنائي ووزن 1000 حبة

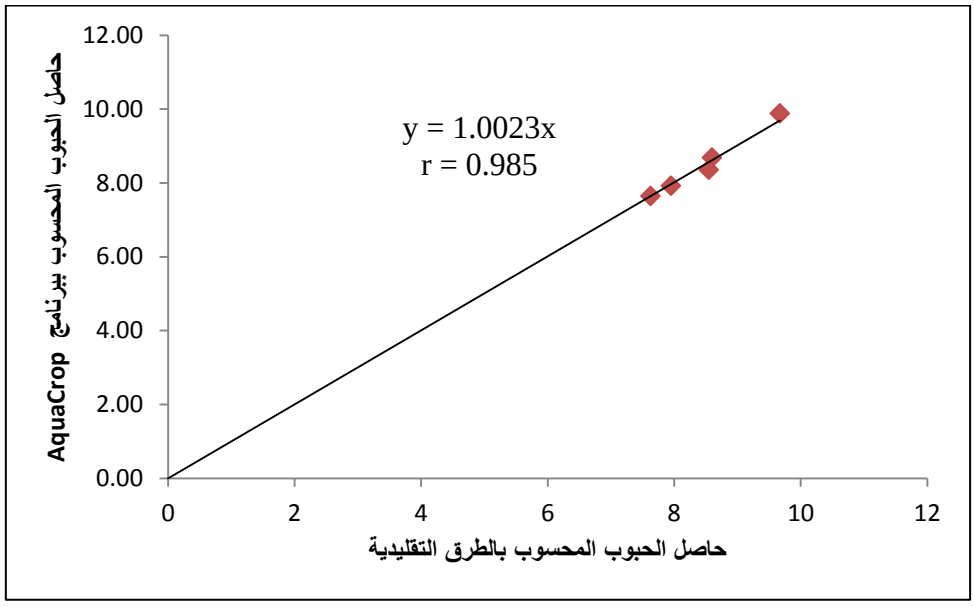


شكل 5. العلاقة بين نسبة مياه الصرف الصحي المعالجة والمضافة بطريقة الري الثنائي وحاصل الحبوب (غم)



شكل 6. العلاقة بين نسبة مياه الصرف الصحي المعالجة والمضافة بطريقة الري الثنائي وحاصل الحبوب (طن.هـ$^{-1}$)

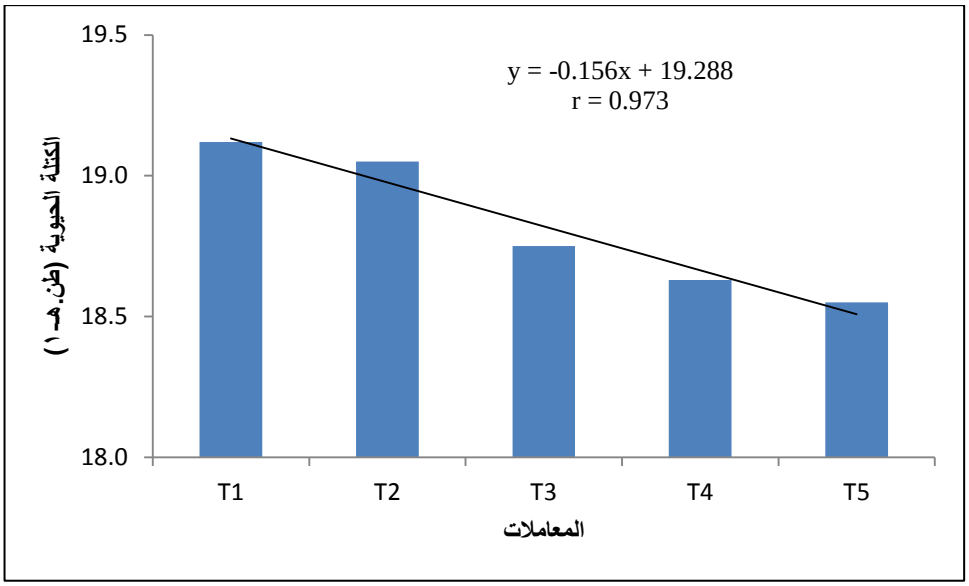
وعند مقارنة الحاصل المقاس مع حاصل الحبوب المتوقع ببرنامج AquaCrop نلاحظ تقارباً عالياً بين القيم المقاسة والقيم المتوقعة بالبرنامج عن طريق ادخال البيانات الخاصة بالتجربة، فقد كان حاصل الحبوب المقاس بالمعاملات 9.67 و8.60 و 8.35 و7.92 و7.63 طن.ه$^{-1}$ بينما كان حاصل الحبوب المتوقع ببرنامج AquaCrop 9.88 و8.68 و8.55 و7.95 و7.64 للمعاملات T_1وT_2وT_3وT_4وT_5 على الترتيب. وشكل (7) يبين العلاقة بين حاصل الحبوب المقاسة والمتوقعة ببرنامج AquaCrop إذ يلاحظ العلاقة بينهما خطية موجبة بمعامل ارتباط عالي r= 0.985* وهذا يدل على التقارب العالي لقيم الحاصل المقاس والمتوقع بالطريقتين.



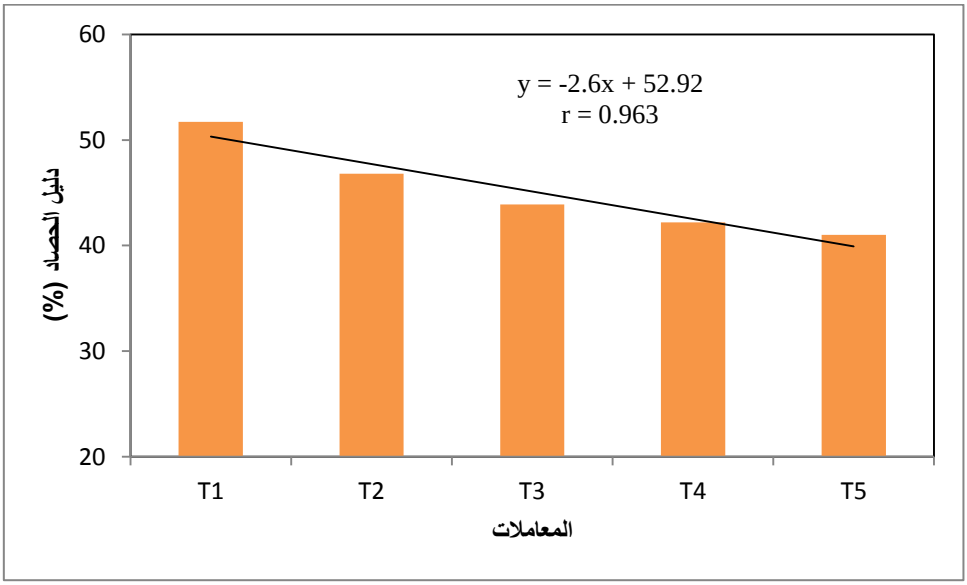
شكل 7. العلاقة بين حاصل الحبوب (طن.ه$^{-1}$) المقاسة والمتوقعة ببرنامج AquaCrop

ومن مخرجات البرنامج قياس الكتلة الحيوية BioMass كحاصل كلي للكتلة الحيوية المنتجة للمحصول مقاسة بالطن لكل هكتار ودليل الحصاد **HI** كنسبة مئوية وانتاجية الاستهلاك

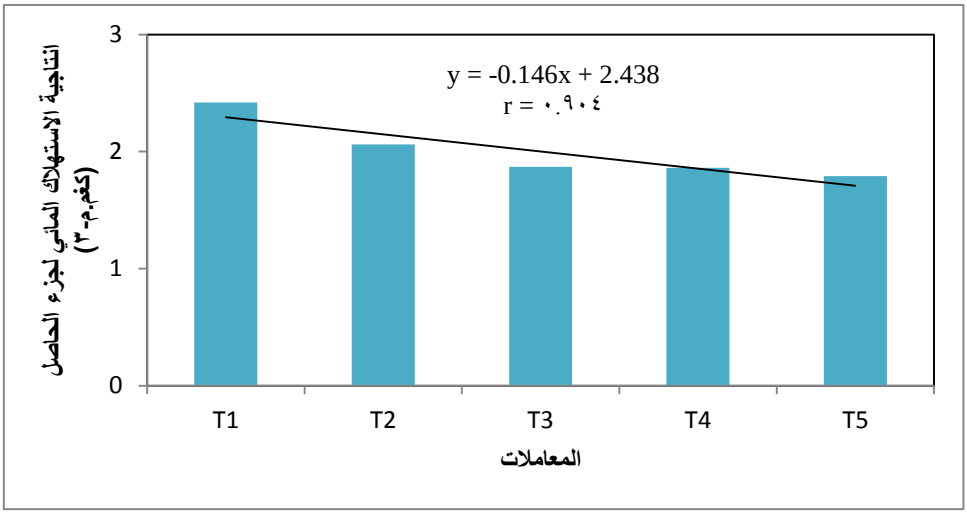
المائي لجزء الحاصل W_{pet} (كغم لكل متر مكعب ماء مستخدم للنتح والتبخر)، تبين الأشكال (8 و9 و10) العلاقة بين نسبة مياه الصرف الصحي المعالجة والمضافة بطريقة الري الثنائي وكل من الكتلة الحيوية ودليل الحصاد **HI** وW_{pet} وكانت أعلى قيمة للمعاملة $T_1$19.12 طن.هـ$^{-1}$ و51.70% و2.42 كغم.م$^{-3}$ على الترتيب، وأقل قيمة كانت للمعاملة T_5 18.55 طن.هـ$^{-1}$ و41.00% و1.79 كغم.م$^{-3}$ وهذا يتفق مع ماوجده كل من Mousavi وShashaviri (2014) وHirich وآخرون (2014).



شكل 8. العلاقة بين نسبة مياه الصرف الصحي المعالجة والمضافة بطريقة الري الثنائي والكتلة الحيوية BioMass كحاصل كلي للكتلة الحيوية المنتجة للمحصول مقاساً بالطن لكل هكتار



شكل 9. العلاقة بين نسبة مياه الصرف الصحي المعالجة والمضافة بطريقة الري الثنائي ودليل الحصاد



شكل 10. العلاقة بين نسبة مياه الصرف الصحي المعالجة والمضافة بطريقة الري الثنائي وانتاجية الاستهلاك المائي لجزء الحاصل

المصادر

زايد، جبار عبد. 2008. مشكلة شحة المياه: أسبابها، تداعياتها، معالجتها. قسم نوعية المياه/دائرة التخطيط والمتابعة الفنية– وزارة البيئة.

Alizadeh A., M.E.Bazari, S.Velayati, M.Hasheminia, and A.Yaghmai.2001.Using reclaimed municipal wastewater for irrigation of corn, *ICID International Workshop on WastewaterReuse Management 19, 20 September 2001*,Seoul, Rep. Korea.

Al-Zoubi M. M., A.Arslan, G. Abdel gawad, N. Pejon, M. Tabba, and O. Jouzdan. 2008. The effect of sewage sludge on productivity of a crop rotation of wheat, maize and vetch and heavy metals accumulation in soil and plant in Aleppo Governorate. American-Eurasian Journal of Agricultural & Environmental Sciences, 3(4): 618-625.

Bansode, R.R.2002.Treatment of Organic and Inorganic pollutants in Municipal Wastewater by agricultural of by-product based granular activated Carbons (GAC).M.Sc.Thesis. The Department of Food Science Louisiana State University and agricultural and Mechanical Coll.B.Tech., Osmania University.

Cllap, C.E., A.J., Pallazo, W.E., Learn, G.C., Marten, and D.R., linden.1987. Uptake of nutrient byplants irrigated with municipal wastewater of fluent. Army Corps of Engineers, CRREL, 1: 395-404.

El-Nahhal, Y., K. Tubail, M. Safi, and J. Safi. 2013. Effect of treated waste water irrigation on plant growth and soil properties in Gaza strip, Palestine. American journal of plant sciences, 4: 1736-1743.

Esmailian,Y.,A.,Ghanbari,M.,Babaei an, and A.Tavassoli.2011. Influence of organic and Inorganic fertilizers and waste water irrigation on yield and quality traits of corn. American

Hirich, A., R.,Ragab, R.,Choukr-Allah, and A., Rami. 2014. The Effect of Deficit Irrigation with Treated Wastewater on Sweet Corn: Experimental and Modelling Study Using Saltmed Model Irrigation Science, 32(2014): 205–219.

Hussein, Kh. A., H. A.,Fawy, and E. S., Abdel-Hay. 2010. Study of sewage sludge use in agriculture and its effect on plant and soil. Agric. Biol. J. N. Am., 2010, 1(5): 1044-1049.

Kang, S., and J., Zhang. 2004. Controlled alternate partial root zone irrigation: its physiological consequences and impact on water use efficiency. J. Expl. Botany. 55(407): 2437-2446.

Kelling, K. A., A. E., Peterson, L. M., Walsh, J. A., Ryan, and D. R., Keeney. 1977. A Field Study of the Agricultural Use of Sewage Sludge: I. Effect on Crop Yield and Uptake of N and P. *J. Environ. Qual.* 6:339-346.

Kutera, J.1975. Treatment and disposal of wastewaters of settlements in rural, agricultural and non-urban areas. Progress in Water Tech. 7:877-84.

Moazzam-Khan A., S. S.,Shaukat, and M.,Altaf-Khan. 2009. Growth, yield and nutrient content of sunflower (*HelianthusAnnuus* L.) using treated wastewater from waste stabilization ponds. Pakistan Journal of Botany, 41(3): 1391-1399.

Mousavi, S. R., and M.,Shahsaviri. 2014. Effects of Treated Municipal Wastewater on Eurasian Journal of Agricultural and Environmental Sciences, 10(4), 658-666.

FAO. 1992. Wastewater treatment and use in agriculture – FAO irrigation and drainage paper 47.

FAO. 1992. Wastewater treatment and use in agriculture – FAO irrigation and drainage paper 47.

FAO. Water Quality for Agriculture.1992. CROPWAT:A computer program for irrigation planning and management. Developed by: Martin Smith.FAO, *Irrigation and Drainage Paper 46*. Rome, Italy.

Fonseca, A.F., Melfi, A.J., and Montes, C.R. 2005. Maize growth and changes in soil fertility after irrigation with treated sewage effluent. I. Plant dry matter yield and soil nitrogen and phosphorus availability. Communications in Soil Science and Plant Analysis, v.36, p.1965-1981.

Fonseca, A.F.; Melfi, A.J.; Monteiro, F.A.; Montes, C.R.; Almeida, V.V. and Herpin, U. 2007.Treated sewage effluent as a source of water and nitrogen for Tifton 85 bermudagrass. Agricultural Water Management, v.87, p.328-336.

Galavi M., A.,Jalali, S.R. Mousavi, and H. Galavi. 2009. Effect of treated municipal wastewater on forage yield, quantitative and qualitative properties of sorghum (S. bicolor Speed feed). Asian Journal of Plant Sciences, 8: 489-494.

quality parameters. Desalination, 215: 143-152.

Soil Survey Staff. 2006. Key to soil Taxonomy .10th Edition. United States Department of Agriculture, Natural Resource Conservation Services. Washington, D.C.

Growth and Yield of Maize (*Zeamays*). Biological Forum – An International Journal, 6(2): 228-233.

Rusan M. M. J., S.,Hinnawi, and L.,Rousan. 2007. Long term effect of wastewater irrigation of forage crops on soil and plant

The Effect of Treated Waste Water by Binary Irrigation on Growth and Yield of Maize

Hamda A. Irhayyim
National Center for Water Resources Management / Ministry of Water Resources

Prof. A. H. Alshakhli
Baghdad Univ./Agric. College

Francis U. Jannu
State Board of Agric . Res . Min of Agric

Abstract

A field experiment is conducted to determine water requirements for mays crop for the fall season of 2013 in the field of Zafaraniyah Station – Ministry of Agriculture, 30 km south of Baghdad, 44.4˚ longitude, 33.14 latitude and 34 m elevation. The experiment is designed according to RCBD with three replicates and treatments are distributed randomly on experimental plots. The field is divided into experimental units. The experiment consisted five irrigation treatments: T_1 (100 wastewater), T_2 (75% wastewater +25% river water), T_3 (50% waste water + 50% river water), T_4 (25% wastewater + 75% river water) and T_5 (100% river water).

There is a significant increment in plant growth and yield, where plant height, leaf area, weight of 1000 grains, grains yield and grains yield per individual plant increased with increasing mixture ratio, the higher height is in T_1 (100% wastewater) of 1.86 m and the lower height is 1.74 m in T_5 (100% river water) with increment ratio of 2.29, 4.02, 6.32 and 6.89% for T_1, T_2, T_3 and T_4, respectively. Higher leaf area was 0.58 m^2 at T_1 and the lower is 0.51 m^2 at T_5 with increment ratio of 3.77, 5.14, 12.58 and 13.30 for T_4, T_3, T_2 and T_1, respectively. Grain weight increase with increasing mixture ratio, the higher weight is 265.3 g at T_1 and the lower is 235.3 g at T_5 with increment ratio of 3.82, 6.12, 10.07 and 12.75% for T_1, T_2, T_3 and T_4, respectively. The higher yield is 9.64 tons.h^{-1} at T_1 and the lower is 7.63 tons.h^{-1} at T_5 with increment ratio of 3.80, 9.44, 12.71 and 26.74% for T_4, T_3, T_2 and T_1, respectively. Grain yield per individual plant increase with the increasing mixture ratio, where the higher yield was 145.19 g at T_1 and the lower was 114.56 g at T_5 with increment ratio of 3.81, 9.44, 12.72 and 26.74% for T_4, T_3, T_2 and T_1, respectively.

Results of the effect of treated wastewater on plant height and leaf area agree with those obtained for green canopy cover percent (CC) through applying AquaCrop program, where the higher CC was 81% at T_1 and the lower CC is 77% at T_4 (25% treated wastewater + 75% river water) and T_5 at planting period.

Keywords: Treated Wastewater, Binary Irrigation, Growth and Yield of Maize

The research is part of Ph.D for the 1st author