أثر مياه الصرف الصحي المعالجة والمضافة بطريقة الري الثنائي في بعض صفات التربة الفيزيائية

حمدة عبد الستار أرحيم
hamdarrr@yahoo.com
المركز الوطني لادارة الموارد المائية/وزارة الموارد المائية

عبد الله حسين الشيخلي
كلية الزراعة / جامعة بغداد

د. فرنسيس أوراها جنو
francisjanno@yahoo.com
وزارة الزراعة

تاريخ استلام البحث : 22-1-2015 تاريخ قبول النشر : 16-11-2015

الخلاصة

نفذت تجربة حقلية لتحديد بعض الصفات الفيزيائية من خلال زراعة محصول 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، صنفت تربة الحقل بأنها رسوبية ذات نسجة مزيجة غرينية Silty Loam. 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). 1. انخفضت كثافة التربة الظاهرية بزيادة نسبة الري بمياه الصرف الصحي المعالجة وازدادت بزيادة نسبة الخلط وكانت أعلى زيادة في المعاملة الخامسة (معاملة الري بمياه النهر فقط)، اي تزداد الكثافة الظاهرية للتربة بزيادة نسبة الخلط مع مياه النهر ولجميع الاعماق. ازدادت المسامية الكلية للتربة مع زيادة النسبة المئوية للخلط مع مياه الصرف الصحي بنسبة زيادة قدرها 1.90 و2.70 و6.44 و9.07% للعمق 0-15 سم وبنسبة زيادة 1.86 و2.73 و5.88 و6.12% للعمق 15-30 سم وبنسبة زيادة 0.79 و1.10 و4.22 و3.44% للعمق 30-60 سم لنسب الخلط 25 و50 و75 و100% لمياه الصرف الصحي. تركزت تجمعات التربة لنماذج التربة قبل الزراعة وللعمقين (0-15 و15-30 سم) في المديات الحجمية الكبيرة، إذ كانت نسب التجمعات الاكبر من 250 مايكرون 66.56 و74.34% على الترتيب، أما نسبة تجمعات التربة الاكبر من 250 مايكرون لنماذج التربة المأخوذ من العمق 0-15 سم للمعاملات T_1 وT_2 وT_3 وT_4 وT_5 كانت 65.40 و41.88 و38.72 و29.97 و21.44% على الترتيب، بينما كانت نسبة تجمعات التربة الاكبر من 250 مايكرون لنماذج التربة المأخوذ من العمق 15-30 سم للمعاملات T_1 وT_2 وT_3 وT_4 وT_5 كانت 33.76 و28.24 و26.40 و27.44 و24.16% على الترتيب. أدت زيادة نسبة خلط مياه الصرف الصحي المعالجة مع مياه النهر الى زيادة معدل القطر الموزون (MWD) وللعمقين 0-15 و15-30 سم والسبب في ذلك يعود الى زيادة نسبة المادة العضوية المضافة عن طريق مياه الصرف الصحي المعالجة، ويلاحظ ان معدل القطر الموزون يزداد بزيادة نسبة الري بمياه الصرف الصحي وكانت الزيادة 3.23 و2.01 و1.74 و1.40 مرة للمعاملات T_2 وT_3 وT_4 وT_5 على الترتيب، بينما كانت الزيادة للعمق الثاني (15-30 سم) 1.62 و1.33 و1.25 و1.07 مرة على الترتيب مقارنة بالمعاملة الاولى. إزداد معدل الغيض بزيادة نسبة الخلط لمياه النهر للري الثنائي (بمعنى انخفاض معدل الغيض مع زيادة نسبة الخلط بمياه الصرف الصحي المعالج)، إذ انخفض الغيض بنسبة 10.03 و22.58 و29.26 و43.48% للمعاملات T_4 وT_3 وT_2 وT_1 مقارنة مع المعاملة الخامسة T_5 على الترتيب.

الكلمات المفتاحية: مياه صرف صحي معالجة، ري ثنائي، صفات التربة الفيزيائية.

البحث مستل من اطروحة دكتوراه للباحث الاول.

المقدمة

يعد الماء هو القوة المحركة الأساسية لتطوير الزراعة في المناطق الجافة وشبه الجافة. 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 خطيرة بسبب محدودية المياه العذبة جعل من عملية البحث عن الموارد البديلة أمراً هاماً (FAO, 1992).

تشكل مياه الصرف الصحي الناجمة عن مختلف الفعاليات المنزلية والتجارية أحدى البدائل المستخدمة 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) ، فقد استخدمت هذه النوعية من المياه في الري لتقليل النقص الحاصل في المياه وخصوصاً في المناطق الجافة وشبه الجافة (Galavi وآخرون، 2009). من جهة أخرى تحتوي هذه المياه على مغذيات مفيدة لنمو النبات، لذا يجب تطبيق طرق إدارة جيدة للتعامل مع هذه المياه لضمان الاستخدام الأمثل لها دون الإضرار بالبيئة.

ان استخدام مياه الصرف الصحي المعالجة وغير المعالجة في الري له تأثير معنوي في كثافة التربة الظاهرية وبالتالي يؤثر في مسامية التربة (Goncalves *et al*., 2010؛ Rahmani and Molahoseni, 2012)، وهذا التأثير يكون معتمداً على عدة عوامل منها مدة استخدام هذه المياه وما تحتويه من عوالق وأيونات (Koupai *et al*., 2006؛ Al-Rashidi *et al*., 2013). وجد Mojiri (2011) ان استخدام مياه الصرف الصحي المعالجة بمستويات قد قلل كثافة التربة الظاهرية معنوياً، إذ انخفضت مع زيادة كمية مياه الصرف الصحي المعالجة المستخدمة للري في تربة ملحية ويعزى ذلك الى ان زيادة المادة العضوية والتي ادت الى خفض كثافة التربة الظاهرية وزادت من المسامية الكلية.

وبين Jnad *et al*. (2001) و(Goncalves *et al*. 2010) ان زيادة تركيز ايوني الصوديوم والبوتاسيوم في المعلق وترسب المادة العضوية وانتفاخ الطين عند استخدام مياه الصرف الصحي سواء المعالجة او غير المعالجة في الري تؤدي لزيادة التجمعات الصغيرة في الافاق السطحية، بينما تزداد التجمعات الكبيرة في الافاق التحت السطحية وذلك لغسل المادة العضوية والكالسيوم للافاق التحت السطحية وبالتالي تكوين التجمعات الاكبر عن طريق التلبد. وفي دراسة اجراها (Idowu *et al*. 2012) لاحظ زيادة ثباتية تجمعات التربة بالاضافة مياه الصرف الصحي المعالجة مقارنة باضافة مياه الصرف الصحي الغير معالجة فكانت بزيادة مقدارها 2.6 مرة وعزوا ذلك الى زيادة نسبة الكالسيوم والمغنسيوم وانخفاض نسبة الصوديوم في مياه الصرف الصحي المعالجة مقارنة بالمياه الغير المعالجة. أما Sandoval *et al*. (2011) فقد لاحظ زيادة التجمعات الصغيرة الاقل من 0.25 مم زيادة معنوية وعزى ذلك الى زيادة نسبة المادة العضوية.

يتأثر الغيض بعدة عوامل منها نسجة التربة وتركيب التربة والنسبة المئوية للجبس والمحتوى الرطوبي للتربة وتشققات التربة والتكوين الكيميائي لسطح التربة وانضغاط سطح التربة والغطاء النباتي وبناء التربة وثباتية التجمعات. وعند الري بمياه الصرف الصحي المعالجة والحاوية على آيوني الصوديوم والبوتاسيوم الامر الذي يؤدي الى تهدم البناء وتدهوره، بين Koupai *et al*. (2006) انخفاض الغيض انخفاضاً معنوياً عند استخدام مياه الصرف الصحي المعالجة كما وان اضافة مياه الصرف الصحي المعالجة تقلل من الغيض وقد يعزى ذلك الى وجود العوالق وبضمنها المادة العضوية والتي قد تملأ بعض الفراغات الموجودة في التربة وبالتالي انسداد جزء من تلك الفراغات مما يؤدي إلى اعاقة دخول الماء وحركته في جسم التربة (Arienozo *et al*., 2012).

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.

أخذت نماذج تربة من الحقل للأعماق 0-15 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 2 مم. استعملت هذه العينات لتقدير خصائص تربة الحقل الفيزيائية والكيميائية قبل الزراعة، كذلك أخذت نماذج تربة من الحقل من الاعماق 0-15 و15-30 و30-60 سم 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 (2012) GenStat في تحليل البيانات إحصائياً تحت مستوى احتمالية 0.05 للمقارنة بين متوسطات المعاملات.

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.

قدرت الكثافة الظاهرية للتربة بطريقة الاسطوانة المعدنية (Core Sampler) وفقاً لطريقة Blake وHartge (1986) قبل وبعد انتهاء التجربة.

فتت نماذج أخرى من التربة الجافة يدوياً وبعناية، ثم نخلت هذه النماذج عبر منخل قطر فتحاته 9 مم. استعملت تجمعات التربة التي مداها الحجمي بين 9 و4.75 مم لقياس توزيع أحجام تجمعات التربة وثباتها بطريقة النخل الرطب (Kemper وChepil، 1965). رطبت تجمعات التربة بطريقة الخاصية الشعرية لمدة ست دقائق داخل زجاجة ساعة، ومن ثم نقلت التجمعات الرطبة فوق مجموعة من المناخل المغمورة بالماء ذات أقطار4.75و2.36 و1.0 و0.5 و0.25 مم وأجريت عملية النخل الرطب لمدة ست دقائق بوساطة جهاز يودر Yoder Machine.

حسب معدل القطر الموزون Mean Weight Diameter (MWD) كما ورد في Youker وGuiness (1956).

$$MWD = \sum_{i=1}^{n} \bar{X}i\, Wi$$

إذ إن:

MWD = معدل القطر الموزون (مم).

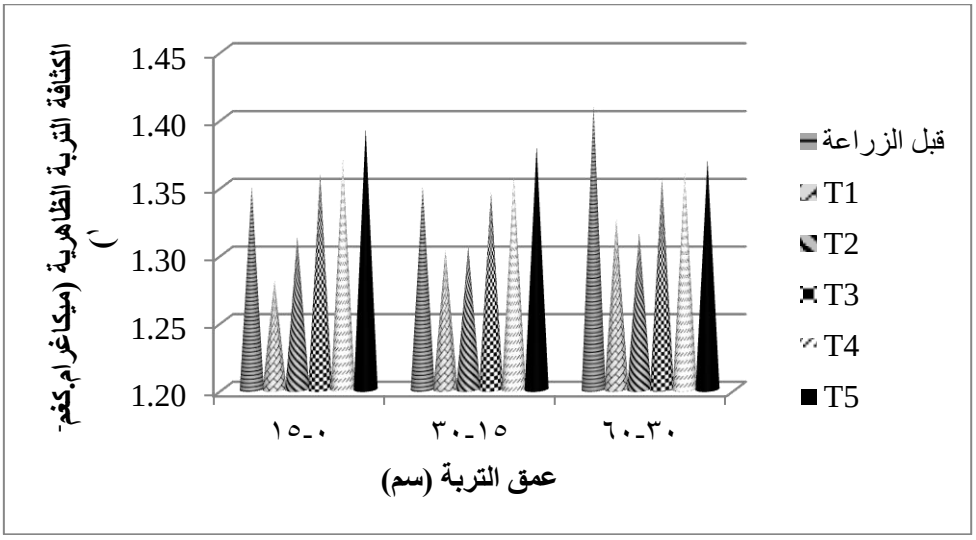
$\bar{X}i$ = متوسط المدى الحجمي لتجمعات التربة المنخولة (مم).

Wi = نسبة كتلة تجمعات التربة عند أي مدى حجمي إلى كتلة التربة الجافة الكلية.

وكررت عملية القياس بنهاية التجربة ولكل وحدة تجريبية للمعاملات كافة وللأعماق نفسها.

قيس غيض الماء في مواقع مختلفة من الحقل بطريقة الاسطوانات المزدوجة Double ring method وبثلاث مكررات، حيث تم نصب الاسطوانتين الداخلية والخارجية على سطح التربة وتملأ الاسطوانتين بالماء بمستوى واحد وحسب المقياس الموجود في الاسطوانة الداخلية ثم يقاس الماء الداخل للتربة خلال فترة من الزمن من الاسطوانة الداخلية. وكررت عملية قياس غيض الماء بنهاية التجربة ولكل وحدة تجريبية للمعاملات كافة (الطيف والحديثي ،1988).

أثر الري بمياه الصرف الصحي المعالجة والري الثنائي تأثيراً غير معنوي على كثافة التربة الظاهرية عند مستوى احتمالية 0.05 وللاعماق الثلاثة، إذ يبين الشكل (2) ان كثافة التربة الظاهرية قد انخفضت بزيادة نسبة الري بمياه الصرف الصحي المعالجة وازدادت بزيادة نسبة ماء النهر وكانت أعلى زيادة في المعاملة T_5 (معاملة الري بمياه النهر فقط)، اي تزداد الكثافة الظاهرية للتربة بزيادة نسبة ماء النهر ولجميع الاعماق. وقد تراوحت الكثافة الظاهرية للعمق 0-15 سم بين 1.28 الى 1.39 ميكاغرام.م$^{-3}$ وللعمق 15-30 سم 1.30-1.38ميكاغرام.م$^{-3}$ وللعمق 30-60 سم بمدى 1.33-1.37 ميكاغرام.م$^{-3}$ على الترتيب، ويعزى ذلك الى ان زيادة المادة العضوية ادت الى خفض كثافة التربة الظاهرية (Mojiri, 2011) وان المادة العضوية المضافة سببت زيادة محتوى التربة من المادة العضوية شكل (1) والتي بدورها ساعدت في تحسين بناء التربة وإعادة توزيع المسامات فيها وتحسين بنائها (Mosaddeghi et al., 2009؛ Burri et al., 2009؛ Bonini and Alves, 2010)، كذلك فان زيادة نسبة المادة العضوية بكثافتها المنخفضة قياساً بكثافة الجزء المعدني يسهم في خفض قيم الكثافة الظاهرية (Celik et al., 2004)، وهذا يتفق مع ما وجده Molahoseni and Rahmani (2012) .



شكل 1. أثر مياه الصرف الصحي المعالجة والمضافة بطريقة الري الثنائي في كثافة التربة الظاهرية

كما يلاحظ ان هنالك زيادة في الكثافة الظاهرية بنسبة 8.59 و7.03 و6.26 و2.34% للعمق 0-15 سم وبنسبة 6.15 و4.61 و3.85 و0.77% للعمق 15-30 سم وبنسبة 3.79 و3.03و3.03 و0.76% للمعاملات T_5وT_4وT_3وT_2 بالمقارنة مع المعاملة الاولى على الترتيب، ويعزى ذلك الى ان زيادة المادة العضوية في التربة يعود الى وجود المادة العضوية في مياه الصرف الصحي المعالجة والمحتوية على كميات من المادة العضوية التي بدورها ادت الى خفض كثافة التربة الظاهرية (Mojiri, 2011)، مما أدى الى تحسين بناء التربة (مجيد، 2008؛ Ruehlmann and Korschens, 2009). وان هذا التأثير يكون معتمداً على عوامل عدة منها مدة استخدام هذه المياه وما تحتويه من عوالق وأيونات (Abedi-Koupai et al., 2006؛ Al-Rashidi et al., 2013). وهذا يتفق مع ما لاحظه كل من بهية والجادر (2008) و(Mojiri, (2011. وهذا التأثير يكون معتمداً على عوامل عدة منها مدة استخدام هذه المياه وما تحتويه من عوالق وأيونات خاصة الصوديوم والكالسيوم إذ ان زيادة الصوديوم تسبب تشتت دقائق التربة ووجود الكالسيوم يعمل على ربط الدقائق مع بعضها البعض(Abedi-Koupai et al., 2006؛Al-Rashidi et al., 2013)، ونتيجة لزيادة المادة العضوية سبب انخفاض بكثافة التربة الظاهرية وهذا يتفق مع ما وجده بهية والجادر (2008).

ان تجمعات التربة للنماذج المأخوذة قبل الزراعة وللعمقين (0-15 و15-30 سم) قد تركزت في المديات الحجمية الكبيرة جدول (4)، إذ كانت نسب التجمعات الاكبر من 250 مايكرون66.56 و74.34% على الترتيب، وللمعاملة الاولى كانت65.40% لنماذج التربة المأخوذة من الواح المعاملة الاولى وللعمق 0-15 سم. أما نسبة تجمعات التربة الاكبر من 250 مايكرونا لنماذج التربة المأخوذ من العمق 0-15 سم للمعاملات T_1 وT_2 وT_3 وT_4 وT_5 كانت 65.40 و41.88 و38.72 و29.97 و21.44% على الترتيب، بينما كانت نسبة تجمعات التربة الاكبر من250 مايكرونا لنماذج التربة المأخوذ من العمق 15-30 سم للمعاملات T_1 وT_2 وT_3 وT_4 وT_5 كانت 33.76 و28.24 و26.40 و27.44 و24.16% على الترتيب. ويلاحظ ان استخدام مياه الصرف الصحي المعالجة والمضافة بطريقة الري الثنائي في الري أدت الى زيادة التجمعات الصغيرة (الاقل من 250 مايكرون) في الافاق تحت السطحية، بينما تزداد التجمعات الكبيرة (الاكبر من 250 مايكرون) في الافاق السطحية وذلك لعدم اتاحة الفرصة الكافية لغسل جزء المادة العضوية والكالسيوم للافاق تحت السطحية وزيادة نسبة الصوديوم وبالتالي عدم اتاحة الفرصة الكافية لتكوين التجمعات الاكبر عن طريق التلبد (Goncalves*et al.*, 2010؛ Jnad *et al.*, 2001) ، كذلك فإن زيادة نسبة اضافة مياه الصرف الصحي المعالجة والمضافة بطريقة

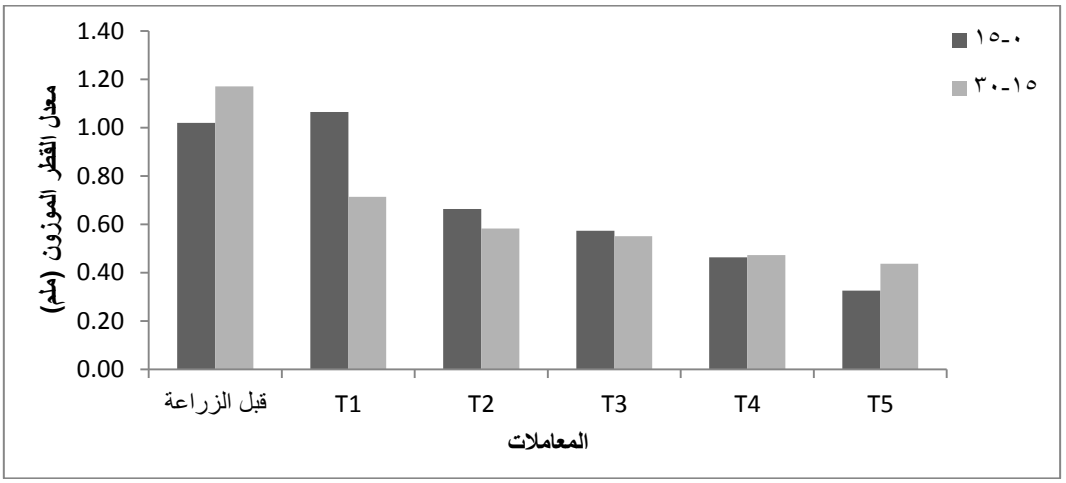
الري الثنائي أدت الى زيادة النسبة المؤية للتجمعات الثابتة الاكبر من 250 مايكرونا إذ إزدادت 3.05 و1.95 و1.81 و1.40 مرة للمعاملات T_1وT_2وT_3وT_4 مقارنة مع المعاملة T_5على الترتيب للعمق 0-15 سم، أما للعمق 15-30 فقد كانت الزيادة 1.40 و1.17 و1.09 و1.14 مرة للمعاملات T_1وT_2وT_3وT_4 مقارنة مع المعاملة T_5على الترتيب. وترجع هذه الى زيادة نسبة الكالسيوم والمغنسيوم (بعد الزراعة)، وعلى الرغم من ارتفاع نسبة الصوديوم في مياه الصرف الصحي المعالجة والمضافة بطريقة الري الثنائي مقارنة بمياه النهر أدى الى تحسين الصفات الفيزيائية من خلال زيادة نشاط الاحياء المجهرية نتيجة لتحسين صفات التربة الفيزيائية من تهوية ومحتوى رطوبي وبالتالي زيادة افرازات احياء التربة المجهرية المختلفة ومن ثم زيادة نسبة التجمعات بالاضافة الى وجود المركبات العطرية والملانين والتي تعد عوامل ربط مهمة (Tisdall and Oades, 1982) فضلاً عن ذلك فان المواد الداخلة في تركيب مياه الصرف الصحي المعالجة كالدهون والشموع والراتنجات قد تساهم في ربط الدقائق مع بعضها وتعمل على تغليف التجمعات ومن ثم تقليل قابليتها للترطيب بالماء مما يزيد من ثباتيتها (Mazurak*et al.*, 1977). أما تجمعات التربة الاقل من 250 مايكرونا فقد كانت نسبتها 34.60 و58.12 و61.28 و70.03 و78.56% للمعاملات T_1وT_2وT_3وT_4 وT_5 للعمق 0-15سم اي ازدادت نسبة التجمعات الاقل من 250 مايكرونا مع زيادة نسبة الاضافة لمياه النهار بزيادة قدرها 1.68 و1.77 و2.02 و2.27 مرة للمعاملات T_2وT_3وT_4و T_5 مقارنة بالمعاملة T_1 (100% مياه صرف صحي معالجة)، بينما كانت نسبة التجمعات الاقل من 250 مايكرونا للعمق 15-30سم 66.24 و71.76 و73.60 و72.56 و75.84% للمعاملات T_1وT_2وT_3وT_4 وT_5 على الترتيب، اي بزيادة قدرها 1.08 و1.11 و1.10 و1.14 مرة للمعاملات T_2وT_3وT_4وT_5مقارنة بالمعاملة T_1 . وتعزى هذه الزيادة بالتجمعات الاصغر من 250 مايكرونا الى زيادة نسبة المادة العضوية (Sandoval *et al.*, 2011).

يبين شكل (2) تأثير مياه الصرف الصحي المعالجة والمضافة بطريقة الري الثنائي في معدل القطر الموزون للعمقين المدروسين، إذ أدت زيادة نسبة مياه الصرف الصحي المعالجة والمضافة بطريقة الري الثنائي الى زيادة معدل القطر الموزون (MWD) وللعمقين 0-15 و15-30 سم والسبب في ذلك يعود الى زيادة نسبة المادة العضوية المضافة عن طريق مياه الصرف الصحي المعالجة التي لعبت دوراً مهماً في زيادة ارتباط دقائق التربة بعضها مع بعض حيث انه كلما ازدادت نسبة مياه الصرف الصحي المعالجة ازداد معدل القطر الموزون.

جدول 4. أثر مياه الصرف الصحي المعالجة والمضافة بطريقة الري الثنائي في النسب المئوية لتجمعات التربة ولمديات حجمية حسب أقطار فتحات المناخل المستعملة في النخل الرطب ولعمقين

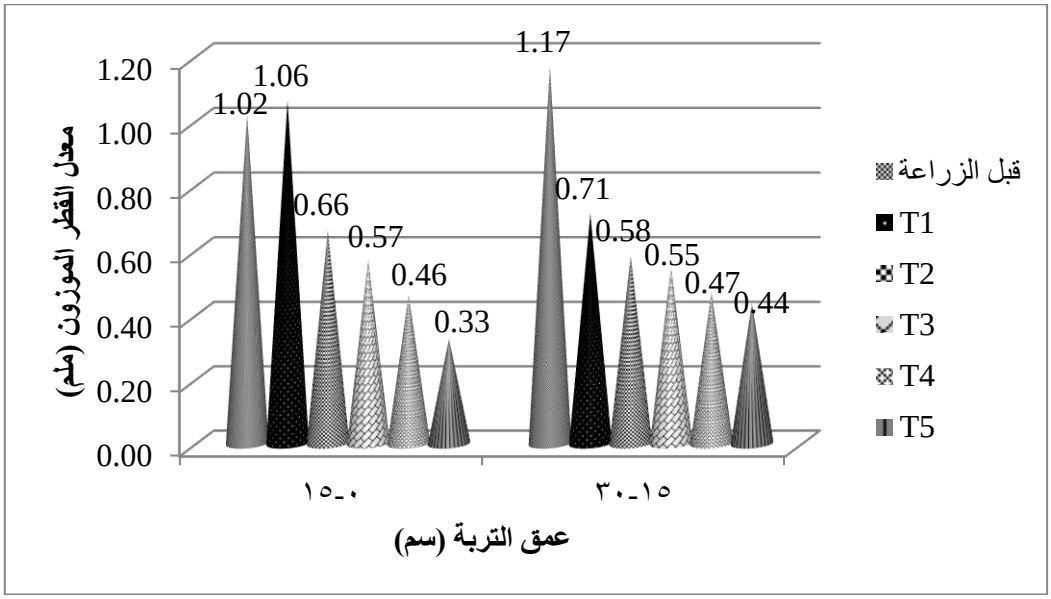
عمق التربة (سم)	المدى الحجمي لتجمعات التربة (ملم)	المعاملات					
		قبل الزراعة	T_1	T_2	T_3	T_4	T_5
15-0	**4.75 - 9.00**	4.26	4.84	4.4	2.92	1.01	0.84
	2.36 - 4.75	7.12	7.96	2.08	2.72	3.56	1.60
	1.00 - 2.36	11.85	11.12	3.92	3.84	3.92	1.20
	0.50 - 1.00	18.06	16.88	8.00	6.56	8.88	6.92
	0.25 - 0.50	25.27	24.60	23.48	22.68	12.60	10.88
	0.00 - 0.25	33.44	34.60	58.12	61.28	70.03	78.56
30-15	**4.75 - 9.00**	5.67	4.84	3.28	3.32	1.32	0.28
	2.36 - 4.75	8.03	3.96	3.52	2.88	3.72	3.76
	1.00 - 2.36	13.24	3.48	2.96	2.44	4.04	7.52

	0.50 - 1.00	17.86	4.88	6.36	5.44	5.8	4.28
	0.25 - 0.50	29.54	16.6	12.12	12.32	12.56	8.32
	0.00 - 0.25	25.66	66.24	71.76	73.6	72.56	75.84



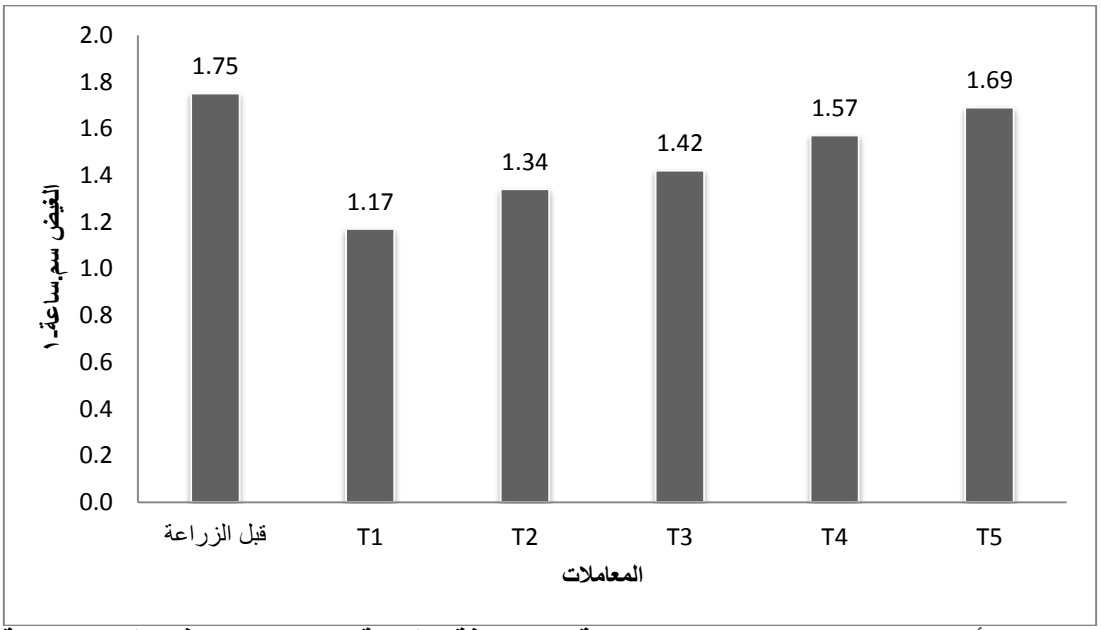
شكل 2. العلاقة بين مياه الصرف الصحي المعالجة والمضافة بطريقة الري الثنائي في معدل القطر الموزون MWD

يتضح من الشكل (3) ان نموذج التربة قبل الزراعة للعمقين قد أعطى أعلى قيمة لمعدل القطر الموزون 1.02 و1.17 ملم على الترتيب، في حين أعطى نموذج التربة المأخوذ من المعاملة T_5 للعمقين أقل قيمة لـ MWD إذ كان بحدود 0.33 و0.44 ملم على الترتيب. ويلاحظ ان معدل القطر الموزون يزداد بزيادة نسبة الري بمياه الصرف الصحي المعالجة وكانت الزيادة 3.23 و2.01 و1.74 و1.40 مرة للمعاملات T_2وT_3وT_4وT_5 على الترتيب مقارنة بـT_5 للعمق 0-15 سم، بينما كانت الزيادة للعمق الثاني(15-30 سم) 1.62 و1.33 و1.25 و1.07 مرة على الترتيب مقارنة بالمعاملة T_5، وهذا يعني زيادة معدل القطر الموزون بزيادة نسبة مياه الصرف الصحي المعالجة، وهذا يتفق مع ما وجده بهية والجادر (2008). ان زيادة محتوى التربة من المادة العضوية نتيجة إضافتها مع مياه الصرف الصحي المعالجة سبب زيادة قيم معدل القطر الموزون إذ إزداد محتوى التربة من الكربون العضوي الذي يعمل على زيادة تماسك دقائق التربة من خلال ربط دقائق التربة مع بعضها لتكوين تجمعات أكثر ثباتية (Yang *et al.*, 2013).

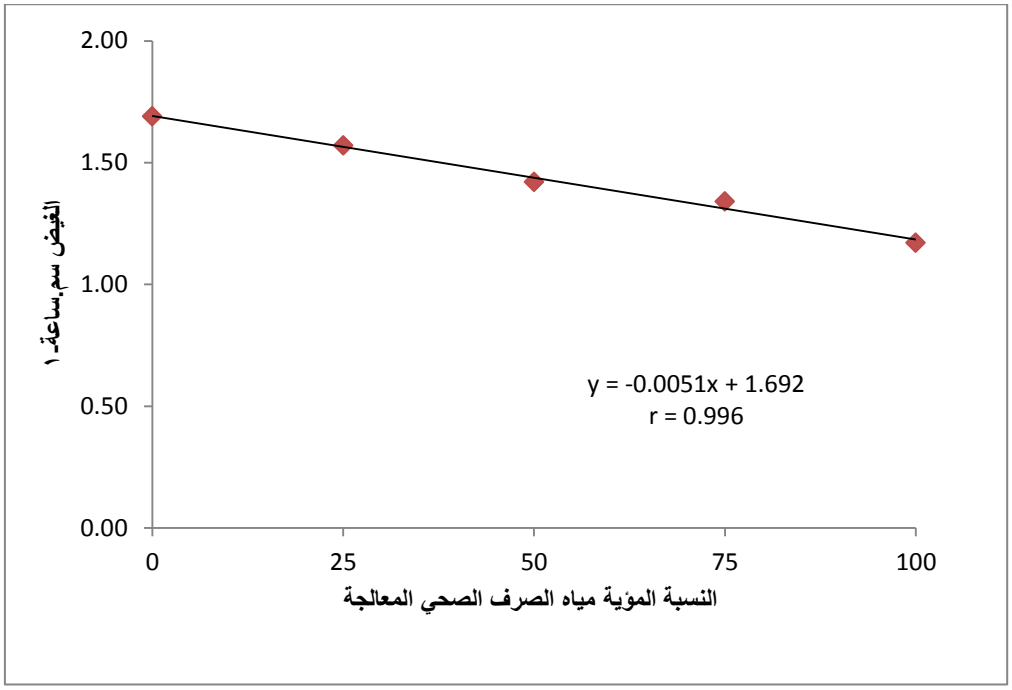


شكل 3. أثر مياه الصرف الصحي المعالجة والمضافة بطريقة الري الثنائي في معدل القطر الموزون MWD

يبين شكل (4) تأثير مياه الصرف الصحي المعالجة والمضافة بطريقة الري الثنائي في غيض التربة، إذ يلاحظ أن معدل الغيض قبل الزراعة كان 1.75 سم.ساعة$^{-1}$، وقد ازداد معدل الغيض بزيادة نسبة مياه النهر للري الثنائي ، إذ انخفض الغيض بنسبة 7.10 و15.98 و20.71 و30.77% للمعاملات T_4 وT_3 وT_2 وT_1 مقارنة مع المعاملة T_5 على الترتيب، وأن العلاقة بينهما اتبعت علاقة خطية سالبة بمعامل ارتباط r =0.996* نتيجة كون إضافة مياه الصرف الصحي المعالجة وبالرغم من تحسينها خصائص التربة الفيزيائية والبناء إلا أنها قللت من الغيض شكل (5) ، وقد يعزى ذلك إلى وجود العوالق العضوية وبضمنها المادة العضوية والتي قد تملأ بعض الفراغات الموجودة في التربة وبالتالي انسداد جزء من تلك الفراغات مما يؤدي إلى إعاقة دخول الماء وحركته في جسم التربة (Arienozo وآخرون، 2012).



شكل 4. تأثير مياه الصرف الصحي المعالجة والمضافة بطريقة الري الثنائي في غيض التربة



الشكل 5. العلاقة بين مياه الصرف الصحي المعالجة والمضافة بطريقة الري الثنائي في غيض التربة

المصادر

بهية، محمد حسن صبري، الجادر، بثينة محمد صادق.2008. تأثير الري بمياه المجاري المعالجة في الصفات الفيزيائية والكيميائية والبايولوجية للتربة. مجلة العلوم الزراعية العراقية. 39(6):21-33.

مجيد، شذى سالم. 2008. العلاقة بين معايير ثباتية التربة والمسامية وبعض الخصائص المائية لترب مختلفة النسجة والاستخدام. رسالة ماجستير. قسم التربة. كلية الزراعة-جامعة بغداد.

Abedi- Koupai J. B.Mostafazadeh-Fard, M.Afyuni, and MR.Bagheri. 2006.Effect of treated wastewater on soil chemical and physical properties in an arid region. Plant soil inviron. 8: 335-344.

Al-Rashidi Radhi, Munir Rusan, and Karem Obaid. 2013. Changes in Plant Nutrients, and Microbial Biomass in Different Soil Depths After Long-Term Surface Application of Secondary Treated Wastewater .Environmental and Climate Technologies.p.No.28-33.

Arienozo, M., E. W. Christen, N. S. Jayawardane, and W. C. Quayle. 2012. The relative effects of sodium and potassium on soil hydraulic conductivity and implications for winery wastewater management. Geoderma 173-174 (2012) 303–310.

Bonini.Cd. SB., and M. C. Alves. 2010. Relation between soil organic matter and physical properties of a degradedOx sol in recovery with green manure, lime and pasture, 19th World Congress of Soil Science, Soil

characteristics. Trans. Am. Soc. Agron. Eng. 44:1159-1165.

Mazurak, A.R.,L.,Chesnin,andA.E.,Tiarks .1977. Detachment of soil aggregates by simulated rainfall from heavily manured soils in eastern Nebraska. Soil .Sci. Soc. of Am. Proceedings, 39: 732-736.

Mojiri, A. 2011.Effects of Municipal Wastewater on Physical and Chemical Properties of Saline Soil. J. BIOL. ENVIRON. SCI، 5(14), 71-76.

Molahoseini, H., and H. R.,Rahmani. 2012. Soil Properties Changes after Long Term Irrigation of Wheat Farms with Municipal Wastewater. International Conference on Agriculture, Chemical and Environmental Sciences (ICACES'2012) Oct. 6-7, 2012 Dubai (UAE).

Mosaddeghi, M.R., A.A., Mahboubi,and A., Safadoust. 2009. Short-term effects of tillage and manure on some soil physical properties and maize root growth in a sandy loam soil in western Iran. Soil and Tillage Research, 104: 173–179.

Ruehlmann, J., and M.,Korschens. 2009. Calculating the effect of soil organic matter concentration on soil bulk density. Soil Sci. Soc.Am.J. 73:876-885.

Sandoval,M.A.,J.E.,Celis,andP.,Morales.2011.Structural remediation of an Alfisol by means of sewage sludge amendments in association with Solutions for a changing world, Brisbane, Australia.

Burri, K., F.Graf, and A.Boell.2009.Revegetation measures improve soilaggregate stability: a case study of a landslide area in centralSwitzerland.Forest Snow and Landscape Research,82:45-60.

Celik, I., I. Ortas, and S. Kilic. 2004. Effects of compost, mycorrhiza, manure and fertilizer on some physical properties of a Chromoxerertsoil. SoilTill. Res. 78:59-67.

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.

Gonçalves, R. A, B., T. V. Gloaguen, M. V. Folegatti, P. L. Libardi, Y. Lucas, and C. R. Montes. 2010. Pore size distribution in soils irrigated with sodic water and wastewater. R. Bras. Ci. Solo, 34:701-707.

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.

Jnad, I., B., LESIKAR, A., KENIMER, and G., SABBAGH. 2001.Subsurface drip dispersal of residential effluent: II. Soil hydraulic

Yang, W., Z. Li,ChongfaCai, Z., Guo, J., Chen, and J., Wang. 2013. Mechanical properties and soil stability affected by fertilizer treatments for an Ultisol in subtropical China. Plant and Soil J., 363(1) 157-174.

yellow serradela (*Ornithopuscompressus*L.)Journal of Soil Science and Plant Nutrition 11:68-78.

Tisdall, J. M., and Oades, J. M. 1982.Organic matter and water-stable aggregates in soils. Journal of Soil Science, 33: 141–163.

Effect of Treated Wastewater by Binary Irrigation on Soil Physical Properties

Hamda A. Irhayyim
hamdarrr@yahoo.com
National Center for Water Resources Management / Ministry of Water Resources

Prof. A. H. Alshakhli
College of Agriculture , University of Baghdad

Francis U. Jannu
ncisjanno@yahoo.com
State Board of Agric . Res / Ministry of Agriculture

Abstract

A field experiment was conducted to determine water requirements for mays crop for 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 was designed according to RCBD with three replicates and treatments were distributed randomly on experimental plots. The field was divided into experimental units and the statistical program Genstat (2012) was used for statistical data analysis under probability level of 0.05 to compare treatments means. 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). Irrigation with treated wastewater and binary irrigation had significant effects on soil bulk density at probability level 0.05 for three depths, soil bulk density decreased with increasing of irrigation with treated wastewater rate, and it decreased with increasing of river water irrigation rate and higher increment was in T_5 (100% river water only). Irrigation with treated wastewater and dual irrigation had non-significant effects on soil bulk density below probability level 0.05 for three depths, whereas soil bulk density decreased with increase of irrigation rate with treated wastewater, and it decrease with increase of river water irrigation rate and most increase in fifth treatment (100% river water only). Total porosity increased with increasing of mixing rate with treated wastewater and binary irrigation in 1.90, 2.70, 6.44 and 9.07% for 0-15 cm soil depth, and 1.86, 2.73, 5.88 and 6.12 for 15-30 cm soil depth, and0.79, 1.10, 4.22, and 3.44% for 30-60 cm soil depth for 25, 50, 75, and 100% mixing rate

for irrigation with treated wastewater. Rate of soil aggregation more than 20 µ for soil sample that taken from 30-15 cm soil depth for T_1, T_2, T_3, T_4, and T_5 were 33.76, 28.24, 26.40, 27.44, and 24.16% respectively. Increased mixing rate with treated wastewater and river water and binary irrigation increased mean weighted diameter (MWD) for two depths 0-15 and 15-30 cm, were 3.23, 2.01, and 1.74 and 1.40 times for treatment T_2 and T_3 and T_4 and T_5 respectively, while increase for second depth (15-30 cm) were 1.62 and 1.33 and 1.25 and 1.07 times respectively, compared with T_1 treatment. Infiltration rate decreased with increasing mixing rate with treated wastewater were 10.03, 22.58, 29.26 and 43.48% for treatments T_3 and T_4 and T_2 and T_1 compared with T_5 treatment, respectively.

Keywords: Treated Wastewater, Binary Irrigation, Soil Physical Properties

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