كفاءة استعمال الماء للبطاطا (*Solanum tuberosum* L.) تحت تأثير الإجهاد المائي وإدارة الري في تربة صحراوية

بسام الدين الخطيب هشام إيهاب محمد حسين*

قسم علوم التربة والموارد المائية–كلية الزراعة–جامعة الأنبار

الخلاصة

أجريت تجربة حقلية في ناحية الحبانية–قضاء الخالدية–محافظة الأنبار في تربة صحراوية ذات نسجة مزيجة طينية رملية Sandy Clay loam خلال الموسم الخريفي 2016، لدراسة تأثير الإجهاد المائي وأسلوب الإضافة في كفاءة استعمال الماء للبطاطا. تم الإرواء عند نسب استنفاد 40، 50 و60% من الماء الجاهز، تم إضافة عمق الرية بثلاث أساليب وهي إضافة كامل عمق الرية وإضافة نصفية تضمنت إضافة نصف عمق الرية وبعد 6 ساعات أضيف النصف الأخر وإضافة ثلاثية تضمنت تقسيم عمق الرية إلى ثلاث دفعات تفصل بين كل دفعة والدفعة التي تليها مدة 6 ساعات. وزعت المعاملات بتجربة عاملية وفق تصميم القطاعات العشوائية الكاملة وبثلاث مكررات. زرعت تقاوي البطاطا صنف سافران بتاريخ 2016/9/13 استخدم حوض التبخر الأمريكي صنف A في توقيت الري. حُسّب الحاصل الكلي وكفاءة استعمال المياه.

بينت الدراسة تفوق متوسط الحاصل الكلي إذ بلغ 22.73 طن هكتار$^{-1}$عند نسبة استنفاد 40%، ومتوسط كفاءة استعمال الماء 12.94 كغم م$^{-3}$ عند نسبة استنفاد 50% من الماء الجاهز عند أي إضافة. كما تفوق أسلوب الإضافة الثلاثية في إعطاء أعلى قيم الحاصل الكلي وكفاءة استعمال الماء إذ بلغ 23.90 طن هكتار$^{-1}$ و14.17 كغم م$^{-3}$بالتتابع.

Efficient use of the water potato (Solanum tuberosum L.) under the effects of stress water and irrigation management in desert soil

Bassam Al-deen Al-Khateeb Ehab M. Hussein

Coll. Of Agric. - Univ. of Anbar

Abstract

A field experiment was conducted in during the fall of 2016, in terms of Habbaniyah–spend khalidiyah–Anbar province in a sandy clay loam, to study the effect of stress water and irrigation management in efficient use of the water potato, where perfusion has operations at 40, 50 and 60% depletion of available water. Water added in three ways, firstly addition depth once, for added half the depth and the addition of the second half after 6 hours of the first add-on, add a three-included a division of the depth of irrigation to three sections separating them duration of 6

* البحث مستل من رسالة ماجستير للباحث الثاني.

hours, the study treatments distributed in accordance with the randomized complete block design (RCBD) of three replicates. Potatoes were planted on 13-09-2016, Use American evaporation pond Class A at the irrigation time. Calculated total yield and the efficiency of water use.

Study has been showed that an increase in the average total yield reached 22.73 Ton h^{-1}, when depletion 40 %of available water and averaged efficiency of water use 12.94 kg m^3 when depletion 50 %of available water for any style and added. In addition، the style additive triple is distinction in giving highest value of total yield and used efficiency if it reached 23.90 Ton h^{-1}, 14.17 kg m^{-3}sequentially.

المقدمة

تُعد كفاءة استعمال المياه المعيار الرئيس لتقييم إنتاجية نظم الإنتاج الزراعي في المناطق التي تتسم بمحدودية مصادر المياه إذ تشكل المياه العائق الأكبر أمام الإنتاج، وتعبر عن عدد الوحدات الناتجة من الحاصل لكل وحدة ماء مفقودة التبخر نتح (1). كما تُعد نقص مصادر المياه الصالحة للزراعة ومحدوديتها من المشاكل الأساسية لتوفير متطلبات الأمن الغذائي لمواجهة الزيادة السكانية الحاصلة في التعداد السكاني (19). لذا يتطلب استحداث وسائل وتقانات حديثة في مجال الري لردم الفجوة بين ما هو متاح من المياه العذبة من ناحية والأمن الغذائي من ناحية أخرى لذا فان استخدام المياه المتاحة هو هدفاً حقيقياً يجب التركيز عليه لاستغلال أكبر مساحة من الأراضي الجافة وشبه الجافة في تنمية الزراعة المستديمة. لذلك يتطلب الأمر استغلال المياه استغلالاً كفؤاً وفعالاً قدر الإمكان. إنَ محدودية المياه العذبة وإتاحتها؛ دفع الباحثين للعمل على إيجاد وسائل وممارسات في مجال الري، منها تعريض النبات إلى الإجهاد الرطوبي خلال مراحل النمو المختلفة والذي لا يسبب بالضرورة انخفاضاً معنوياً في الحاصل الكلي مع مراعات ظروف التربة والنبات بشكل علمي دقيق وبذا يمكن توفير كمية من المياه واستغلالها لأغراض التوسع الزراعي (8).

تعرف كفاءة استعمال المياه بانها قدرة النبات على استغلال الماء لإنتاج المادة الاقتصادية التي قد تكون بذوراً أو مادة جافة. ويعبر عن كفاءة استهلاك الماء بكمية الإنتاج نسبة إلى وحدة واحدة من ماء الري الكلي المضاف كعمق أو حجم أو كتلة (18). توصل (2) إلى اعلى كفاءة استعمال مياه لمحصول البطاطا بلغت 17.63 كغم حاصل م$^{-3}$ماء عند مستوى ري 50% من التبخر من حوض التبخر بينما بلغت 13.23 و11.92 كغم حاصل م$^{-3}$ ماء عند مستوي ري 75 و100% من حوض التبخر بالتتابع في حالة عدم استخدام مادة عضوية أو التغطية في دراسة أجراها خلال الموسم الخريفي لمعرفة تأثير مستوى الري الناقص والمادة العضوية والتغطية في نمو وحاصل البطاطا. كما وجد (5) أعلى كفاءة استعمال مياه للبطاطا عند استخدامه أسلوب الإضافة النصفية لعمق الرية إذ بلغت 8.01 و8.13 و8.53 و8.23 كغم حاصل م$^{-3}$ماء لمعاملة حوض التبخر ونجيب خروفة والمشداد ومتحسس الرطوبة بالتتابع بالمقارنة مع قيم كفاءة استعمال الماء في

معاملات الإضافة الكاملة إذ بلغت 7.85، 7.91، 8.04 و7.93 كغم حاصل م$^{-3}$ ماء عند نفس طرائق الحساب المشار إليها آنفاً بالتتابع عازياً سبب ذلك إلى أن أسلوب الإضافة النصفية في أعطى افضل الصفات الفيزيائية وصفات نمو النبات وبالتالي زيادة الإنتاجية، تهدف هذه الدراسة إلى معرفة تأثير الإجهاد المائي وإدارة الري في حاصل البطاطا و كفاءة استعمال الماء.

المواد وطرائق العمل

أُجريت تجربة حقلية في تربة صحراوية ذات نسجة مزيجة طينية رملية Sandy Clay loam خلال الموسم الخريفي 2016، في ناحية الحبانية –قضاء الخالدية –محافظة الأنبار غرب العراق. وصفت التربة مورفولوجيا وصنفت إلى تحت المجموعة العظمى Typic haplo Gypsid حسب (21). أخذت عينات ممثلة لتربة الحقل من مناطق مختلفة وبصورة عشوائية وبعمق 0–0.30 م أجريت عليها بعض التحاليل الفيزيائية والكيميائية جدول 1 وفقاً للطرائق القياسية المذكورة في(13).

تضمنت التجربة دراسة الإجهاد المائي وأسلوب إضافة مياه الري إذ استخدمت ثلاث نسب استنفاد للماء الجاهز للنبات وهي استنفاد 40، 50 و60 % من الماء الجاهز، تم توقيت الري بالاعتماد على حوض التبخر الأمريكي صنف A، كما أضيفت مياه الري لكل نسبة من نسب استنفاد أعلاه بثلاث أساليب إضافة هي أسلوب الإضافة الكاملة يضاف كامل عمق الرية دفعة واحدة وأسلوب الإضافة النصفية يضاف نصف عمق الرية أما النصف الثاني يضاف بعد 6 ساعات من الدفعة الأولى وأسلوب الإضافة الثلاثية يضاف ثلث عمق الريـة، والثلث الثاني يضاف بعد 6 ساعات من الدفعة الأولى والثلث الأخير يضاف بعد 6 ساعات من الدفعة الثانية. قُدِّرت خصائص مياه الري حسب الطرائق المقترحة من قبل مختبر الملوحة الأمريكي، استعملت مياه مشروع ناظم الحبانية في ري محصول البطاطا والمبينة خصائصه الكيميائية في جدول 2.

جدول 1 بعض الخصائص الفيزيائية والكيمائية للتربة قبل الزراعة

الخاصية	الكمية	الوحدات	الخاصية	الكمية	الوحدات
الرمل	528	غم كغم$^{-1}$	pH	8.1	———
الغرين	232		EC	4.2	ديسي سيمنز م$^{-1}$
الطين	240		Ca^{2+} الأيونات الذائبة	10.25	ملي مول لتر$^{-1}$
النسجة	Clay Loam Sandy		Mg^{2+} الموجبة	6.5	
الكثافة الظاهرية	1.28	ميكا غرام م	Na^{+}	7.04	
الإيصالية المائية المشبعة	7.28	سم ساعة$^{-1}$	K^{+}	0.61	
الرطوبة الوزنية للتربة عند الشدود (كيلو باسكال	33 24.74	%	SO_4^{2} الأيونات الذائبة	12.5	
	1500 9.56		HCO^{3-} السالبة	2.0	
الجبس	58.9	غم كغم$^{-1}$	CO_3^{2-}	Nill	
الكلس	175		Cl^{-}	10.0	

جدول 2 الخصائص الكيميائية لمياه الري

الصنف	SAR	$NO_3^=$ ملغم $غم^{-1}$	الأيونات الذائبة (ملي مكافئ $لتر^{-1}$)								Ph	EC $dS\ m^{-1}$
			$CO_3^=$	HCO_3^-	SO_4^{-2}	Cl^-	K^+	Na^+	Mg^{+2}	Ca^{+2}		
C_3S_1	2.44	2.10	0.0	2.0	5.4	4.0	0.29	4.97	4.3	1.29	7.5	1.25

أُجرِيَت التجربة على أرض أبعادها 35×22 م، وتمت عمليات التسوية والتعديل، حرثت الأرض حراثتين متعامدتين بواسطة المحراث المطرحي القلاب Moldboard ونعمت التربة، قسم الحقل إلى ثلاثة قطاعات بأبعاد 10× 19.3 م مع ترك مسافة بمقدار 2.5 م (منطقة حارسة) بين قطاع وأخر، قسم كل قطاع إلى ثلاث قطع رئيسية بأبعاد 10×5.1 م مع ترك مسافة بمقدار 2 م بين قطعة وأُخرى، قسمت كل قطعة رئيسية إلى ثلاث مساطب طولها 10 م وعرض 0.7 م وتركت مسافة بين مسطبة وأُخرى بمقدار 1.5 م وزعت معاملات الدراسة بتجربة عاملية وفق تصميم القطّاعات الكاملة التعشية Randomized Complete Block Design (RCBD) وبثلاثة مكررات، وزعت نسب استنفاد الرطوبة عشوائياً على القطع الرئيسية، وزعت معاملات الإضافة عشوائياً على القطع الثانوية.

شملت منظومة الري بالتنقيط المستخدمة في الري على الوحدة الرئيسية Main Unit، وملحقاتها وتكونت شبكة التوزيع من الخط الرئيسي بطول 25 م بقطر داخلي نحو 0.075 م مصنوع من مادة البولي أثيلين والخطوط الجانبية بقطر داخلي 0.052 م بطول 22 م والخطوط الحقلية (الأنابيب الحاملة للمنقطات) عددها 27 خط حقلي، بقطر داخلي 0.016 م وبطول 10 م ويحمل الخط الحقلي 25 منقط من نوع GR أردنية الصنع بتصريف تصميمي 4 لتر $ساعة^{-1}$ والمسافة بين المنقطات 40 سم. تم تقييم منظومة الري بالتنقيط لاختيار أفضل ضغط تشغيلي لاعتماده خلال الموسم وحسب معامل تجانس التوزيع ونسبة التغاير في تصريف المنقطات وتناسق الانبعاث تم اعتماد التصريف الفعلي 3.76 لتر $ساعة^{-1}$ عند الضغط التشغيلي 60 كيلو باسكال لإعطائه أفضل معامل تجانس واقل نسبة تغاير ما بين المنقطات إذ بلغت 97.40 و11.50% بالتتابع.

تمت زراعة درنات البطاطا *Solanum tuberosum* L. صنف سافران Safrane متوسط التبكير الرتبة A بتاريخ 2016/9/13 على عمق 0.08 – 0.10 م بعد تغطيسها لمدة 15 دقيقة بمحلول ريفانول بتركيز 100 مل 100 لتر $^{-1}$ ماء بوصفة مادة معقمة للدرنات ضد الإصابات الفطرية (4)، وبمعدل 25 درنة للوحدة التجريبية، بمسافة 0.4 م بين درنة وأخرى وبفاصلة 2.2 م بين خط زراعة وآخر، ليصبح عدد الدرنات الكلي 675 درنة وبما يكافئ 11363 نبات $هكتار^{-1}$ أعطت رية الإنبات بتاريخ 9/12/ 2016 لإيصال رطوبة التربة إلى حدود السعة الحقلية استخدم حوض التبخر صنف A لتحديد توقيت الري. أُضيفت الأسمدة حسب التوصية السمادية المذكورة في (6) بمعدلات 240، 120 و400 كغم $هكتار^{-1}$ N وP وK بالتتابع. حيث أضيفت على مرحلتين، شملت المرحلة الأولى على كامل توصية عنصر الفسفور و50% من توصية النيتروجين قبل الزراعة خلطاً مع الطبقة السطحية للتربة. وكامل توصية البوتاسيوم وما تبقى من النيتروجين

أضيفت بعد شهر من الإنبات (16). أجريت عمليات الخدمة بإزاله الأدغال كيميائياً قبل الإنبات باستخدام مبيد الأدغال Roundup 50 مل لتر$^{-1}$ مرة واحدة، ومن ثم العزق اليدوي وبمعدل مرة واحدة كل أسبوعين (7).

تمت جدولة الري لجميع معاملات التجربة منذ بدء مرحلة النمو الخضري بتاريخ 2016/10/14 استناداً على مراحل نمو نبات البطاطا، واستلمت كل معاملة حجم الماء المحسوب على أساس نسبة استنفاد الماء الجاهز لكل معاملة تحت تصريف واحد وفق مراحل النمو المختلفة.

تم حساب الاستهلاك المائي الفعلي (ETa) الذي يكافئ عمق الماء المضاف (d) وتوقيت الري حسب المعادلات الأتية:

$$\Theta_{wi} = \Theta_{F.C} - (\Theta_{A.W} \times dp) \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots 1$$

إذ أن Θ_{Wi} الرطوبة الحجمية للتربة عند الإرواء %. و $\Theta_{A.W}$ الماء الجاهز للنبات %. و dp نسبة الاستنزاف الرطوبي %. و $\Theta_{F.c}$ الرطوبة الحجمية للتربة عند حدود السعة الحقلية %.

تم حساب عمق الماء الواجب إضافته للتربة (d) وكما يأتي: –

$$d = \frac{\Theta F.C - \Theta Wi}{100} \times D \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots 2$$

إذ أن d عمق الماء الواجب إضافته للتربة (سم)، الذي يكافئ الاستهلاك المائي الفعلي (ETa). و D العمق الفعال للمجموع الجذري (سم).

تم حساب التبخر– نتح المرجعي(ET_0) وفقالمعادلة المذكورة في (4) وكالآتي:

$$ET_0 = ETa / Kc \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots 3$$

إذ إن ET_0 التبخر–نتح المرجعي، مم يوم$^{-1}$ و ET_a التبخر نتح الفعلي، مم يوم$^{-1}$. K_c معامل المحصول، وقد تم اعتماد القيم 0.75، 1.15، 1 و0.8 والمذكورة في (20) لتمثل قيم معامل المحصول لمرحلة النمو الخضري ونشوء الدرنات وانتفاخ الدرنات والنضج بالتتابع.

تم توقيت الري من خلال إيجاد قيمة E_{pan} والتي تكافئ نسبة الاستنزاف الرطوبي المطلوب حسب المعادلة المذكورة في (4) وكالاتي: –

$$ET_o = E_{pan} / Kp \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots 4$$

إذ إن E_{pan} التبخر المقاس من الحوض، مم يوم$^{-1}$، و K_p وعامل خاص بحوض التبخر ويختلف تبعاً لنوع الحوض والغطاء النباتي المحيط بالحوض وطبيعة سطح التربة (4). اعتمدت القيمة 0.8 في هذه الدراسة استناداً لما ذكره (7).

حُسبت كمية الماء الواجب إضافتها إلى التربة كمتطلبات غسل الأملاح والبالغة 6.25% وفق المعادلة التي ذكرها (15) والخاصة بأنظمة الري الحديثة ومنها الري بالتنقيط، وكالاتي: –

$$LR = Ec_{iw} / 2Max\ Ec_o\ *100 \quad \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots 5$$

إذ تمثل LR كمية متطلبات الغسل، (%) و EC_{iw} الإيصالية الكهربائية لماء الري، ديسي سيمينز م$^{-1}$، وMAX_{EC_e} أقصى إيصالية كهربائية، ديسي سيمينز م$^{-1}$ لتربة المحصول المزروع التي يكون عندها حاصل المحصول يساوي صفراً، وهي قيمة تختلف باختلاف المحصول وتساوي 10 لمحصول البطاطا كما ذكر في (12).

تم تحويل هذهِ النسب إلى أعماق مياه وفق المعادلة التي ذكرها (15) وكالاتي:

$$d_L = LR \times d \quad \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots 6$$

إذ إن d_L عمق الماء الواجب إضافته كمتطلبات غسل، (سم) و d عمق الماء الواجب إضافته (سم).

تم حساب عمق الماء الواجب إضافته مع عمق الماء الواجب إضافته كمتطلبات غسل(d_L) حسب المعادلة الأتية

$$GDI = (d+dL)/EI \quad \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots 7$$

إذ أن GDI إجمالي عمق الإرواء (سم) وd عمق الماء الواجب إضافته للتربة (سم). وd_L عمق الماء الواجب إضافته كمتطلبات غسل(سم) وEi كفاءة نظام الري بالتنقيط واعتمدت في هذه الدراسة 85 %.

حُسب زمن الإرواء وفق المعادلة المذكورة في (4):

$$Q*t=a*d \quad \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots 8$$

إذ أن q التصريف المعطى، م^3 ساعة$^{-1}$. وt زمن الري، ساعة. وa مساحة دائرة الابتلال للمنقط، م^2. و d عمق الماء المضاف،م.

حُسبت حجوم المياه الواجب إضافتها في كل ريّة، جدول رقم (3)وفق ما ذكر في (9) وكالاتي:

$$V=q*n*t \quad \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots 9$$

إذ إن V حجم الماء الواجب إضافتهُ، لتر. وt زمن الري، ساعة. وq تصريف المنقطات، لتر ساعة$^{-1}$ وn عدد المنقطات في الخط الحقلي.

$$WUE_f\ (Kg\ m^{-3}) = \frac{Yield(Kg\ ha^{-1})}{Water\ Applied(m^3\ ha^{-1})} \quad \ldots\ldots\ldots\ldots 10$$

إذ أن WUE_f كفاءة استعمال المياه الحقلية (كغم م$^{-3}$)، و$Yield$ الحاصل (كغم هكتار$^{-1}$)، و $Water\ Applied$ كمية المياه المضافة (م^3 هكتار$^{-1}$).

قيست خصائص النمو منها تعمق الجذور وعدد السيقان الهوائية الرئيسة كما ذكره (11). ثم حسب الحاصل الكلي بعد الحصاد بتاريخ 2017/12/29 قدرت كفاءة استعمال المياه وفق المعادلة المذكورة في (14) وكما

في جدول 3، حللت النتائج إحصائيا باستخدام برنامج *Genstat*، على وفق طريقة تحليل التباين وحسب الفروقات المعنوية بين المعاملات عند مستوى معنوية 0.05 لأقل فرق معنوي (L.S.D).

جدول 3 أعماق وحجوم المياه المضافة حسب مراحل النمو بنسب استنزاف 40، 50 و60%

المرحلة	مدة المرحلة (يوم)	نسبة الإجهاد	عمق الجذور (سم)	عمق الماء المضاف (مم)	عمق متطلبات الغسل (مم)	عدد الريات	حجم الماء المضاف ($م^3$ $هـ^{-1}$)
مرحلة البزوغ	30	%50	12	11.60	0.72	13	820.43
النمو الخضري	17	%40	20	15.66	0.97	2	174.57
		%50		19.58	1.22	2	217.54
		%60		23.49	1.46	2	260.51
نشوء الدرنات	20	%40	25	19.74	1.23	2	220.22
		%50		24.67	1.54	2	273.94
		%60		29.61	1.85	2	330.34
انتفاخ الدرنات	27	%40	30	24.40	1.52	3	406.88
		%50		30.51	1.90	2	341.08
		%60		36.61	2.28	1	204.11
النضج	7	%40	35	29.33	1.83	1	163.82
		%50	-	-	-	-	-
		%60	-	-	-	-	-
	المجـــــموع	%40		324.13	20.15	21	1785.92
		%50		300.32	18.68	19	1652.99
		%60		293.61	18.26	18	1615.39

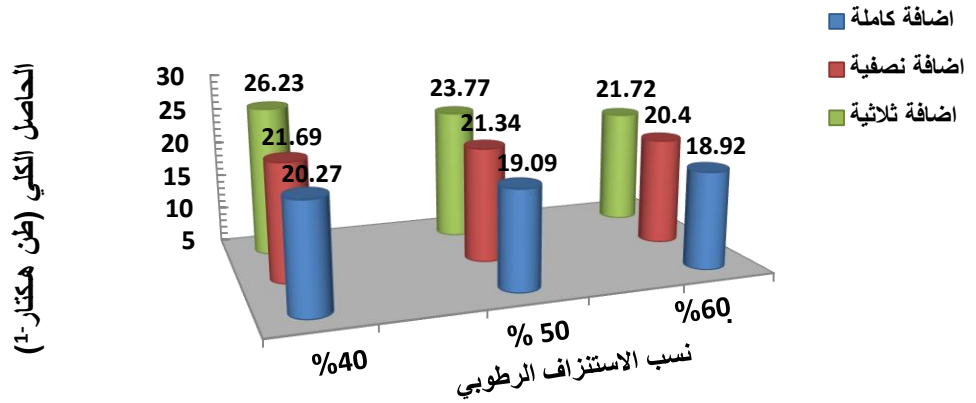
النتائج والمناقشة

الحاصل الكلي (طن $هـ^{-1}$)

يشير شكل 1 الى تاثير الاجهاد المائي في قيم الحاصل الكلي اذ انخفض الحاصل الكلي مع زيادة الاجهاد المائي، وبلغ اعلى متوسط الحاصل الكلي 22.73 طن هكتار$^{-1}$ عند استنزاف 40% من الماء الجاهز فيما بلغ 21.40 طن هكتار$^{-1}$ عند استنزاف 50% ، 20.34 طن هكتار$^{-1}$ عند استنفاد 60% من الماء الجاهز، ويمكن أن يعود السبب إلى انخفاض المحتوى الرطوبي في مقد التربة عند زيادة نسب الإجهاد المائي الذي يؤدي إلى تقليل كفاءة البناء الضوئي وبالإضافة أن النبات حساس لإجهاد الرطوبة وهذا يؤثر سلبا في الإنتاجية (10).

يشير شكل 1 إلى تأثير أسلوب الإضافة في قيم الحاصل الكلي إذ زادت الحاصل الكلي معنوياً مع تجزئة الإضافة، وبلغ اعلى متوسط للحاصل الكلي 23.90 طن هكتار$^{-1}$ عند الإضافة الثلاثية فيما بلغ 21.14

طن هكتار$^{-1}$ عند الإضافة النصفية، وانخفض إلى 19.42 طن هكتار$^{-1}$ عند الإضافة الكاملة، ويعزى السبب إلى كفاءة أسلوب الإضافة الثلاثية والنصفية في ترشيد المياه وإعطاء أفضل الصفات الفيزيائية، وصفات النمو وذوبان العناصر الغذائية طيلة المدة بين الريات وبالتالي زيادة الإنتاجية (5).



التداخل	اسلوب الاضافة	نسب الاجهاد الرطوبي	L.S.D
NS	1.351	1.368	**0.05**

الشكل 1 تأثير معاملات الدراسة في الحاصل الكلي (طن هـ$^{-1}$)

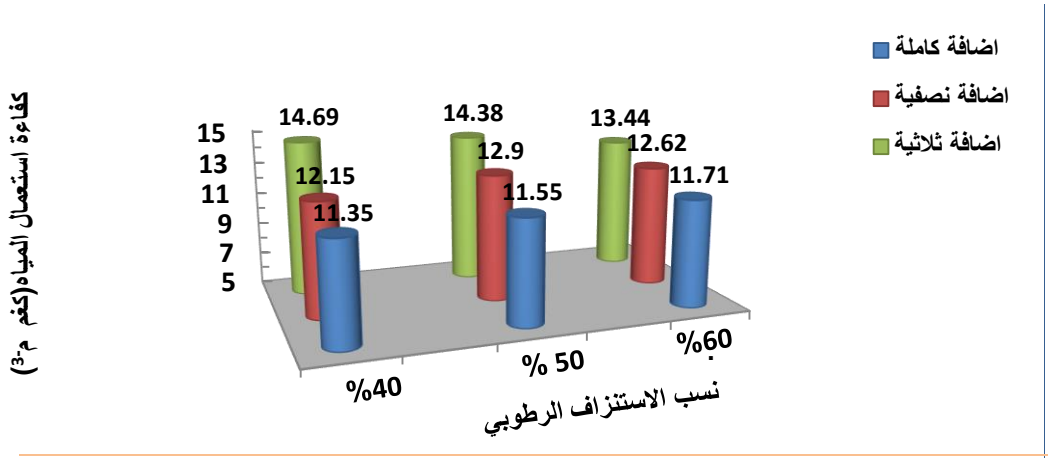
كفاءة استعمال المياه

يشير شكل 2 إلى تأثير معاملات الدراسة في قيم كفاءة استعمال المياه ومنه يتضح زيادة كفاءة استعمال المياه معنوياً بزيادة نسب استنفاد، إذ بلغت نحو11.35، 12.15 و14.69 كغم م$^{-3}$ عند استنفاد 40% من الماء الجاهز، فيما بلغت 11.55، 12.90 و14.38 كغم م$^{-3}$ عند استنفاد 50% من الماء الجاهز، في حين بلغت 11.71، 12.62 و13.44 كغم م$^{-3}$ لأسلوب الإضافة الكاملة والنصفية والثلاثية بالتتابع، ويعزى سبب ذلك أن كفاءة استعمال الماء تنخفض عند مستويات الري العالية وأن اعلى كفاءة للمعاملات التي أضيفت لها أقل كمية من مياه الري، وهذا يتفق مع ما ذكره (17)،

كما يوضح جدول 3 انخفاض معدل الاستهلاك المائي بزيادة نسب الاستنزاف الرطوبي، أما في حالة الإضافة الثلاثية، استلمت نفس حجم المياه المضاف عند أسلوبي الكاملة والنصفية إذ بلغ أقصاه 14.69 كغم م$^{-3}$ عند استنزاف 40%، في حين انخفض إلى 14.38 و13.44 كغم م$^{-3}$ عند نسبتي استنفاد 50 و60% من الماء الجاهز بالتتابع، فكان الدور الكبير للكفاءة العالية لأسلوب الإضافة الثلاثية في ترشيد المياه وتوفير رطوبة ملائمة للتربة لفترة أطول مما أعطى أعلى إنتاجية، وارتفاع قيمة كفاءة استعمال المياه، لذا عند مقارنة نسبة زيادة الإنتاجية في معاملة الإضافة الثلاثية عند استنزاف 40% مع قيمها في معاملتي استنزاف 50 و60%، التي بلغت 10.34، 20.76% بالتتابع، تفوقت نسبة زيادة الإنتاجية لأسلوب الإضافة الثلاثية بين نسبتي استنزاف 40% و60% إلى ضعف ما هو عليه بين نسبتي استنزاف 40% و50%. في حين نجد

نسبة زيادة الإنتاجية في حالة الإضافة الكاملة بين معاملة استنزاف 40% مع قيمها في معاملتي استنزاف 50 و60% بلغت 6.18% و7.13% بالتتابع.

يبين نفس الشكل أعلاه، زيادة كفاءة استعمال المياه معنوياً عند الري بأي نسبة استنزاف باعتماد أسلوب الإضافة الثلاثية مقارنةً بالنصفية والكاملة، إذ بلغت اعلى كفاءة استعمال المياه نحو 14.69، 14.38 و 13.44 كغم م$^{-3}$عند معاملات الإضافة الثلاثية واقل قيم للكفاءة بلغت 11.35، 11.55 و11.71 كغم م$^{-3}$ عند معاملات الإضافة الكاملة، في حين بلغت قيمها عند معاملات الإضافة النصفية 12.15، 12.90 و 12.62كغم م$^{-3}$عند الري بنسب استنزاف 40%، 50% و60% بالتتابع، أن اعتماد أسلوب الإضافة زاد من كفاءة استعمال الماء عند أي نسبة استنزاف إذ تفوقت الإضافة الثلاثية بنسبة 12.90% على الإضافة النصفية، كما تفوقت الإضافة النصفية بنسبة 8.84% على الإضافة الكاملة، ويعزى سبب ذلك إلى الكفاءة لأسلوب الإضافة الثلاثية والنصفية في ترشيد المياه وإعطاء افضل الظروف الملائمة من حيث الكثافة الظاهرية والاحتفاظ بالرطوبة لمدة أطول بين الريات وتوزيعها بشكل افضل في مقد التربة وإذابة العناصر الغذائية وبالتالي زيادة الإنتاجية.



L.S.D	نسب الاجهاد الرطوبي	اسلوب الاضافة	التداخل
0.05	0.1328	0.1220	0.1961

الشكل 2 تأثير معاملات الدراسة في كفاءة استعمال المياه (كغم م$^{-3}$)

المصادر

1- احمد، رياض عبد اللطيف، 1987. فسلجة الحاصلات الزراعية ونموها تحت الظروف الجافة (الشد الرطوبي). مديرية دار الكتب للطباعة والنشر، جامعة الموصل.

2-الجنابي، محمد علي عبود فارس، 2012. تأثير الري بالتنقيط والتسميد العضوي والتغطية في نمو وحاصل البطاطا (*Solanum tuberosum* L). أطروحة دكتوراه، كلية الزراعة-جامعة بغداد.

3-–الجوذري، حياوي يوه عطية، 2011. تأثير مصادر الأسمدة ومستوياتها وطرائق الري ونمو

وحاصل البطاطا (Solanum tuberosum L.). أطروحة دكتوراه، كلية الزراعة. جامعة بغداد.

4- الحديثي عصام خضير، احمد مدلول الكبيسي وياس خضير حمزة، 2010. تقانات الري الحديثة ومواضيع أُخرى في المسالة المائية. وزارة التعليم العالي والبحث العلمي، كلية الزراعة-جامعة الأنبار.

5- العاني باسم محمد يوسف، 2016. تقدير الاستهلاك المائي بطرائق حساب مختلفة في نمو وحاصل البطاطا تحت نظام الري بالتنقيط السطحي. رسالة ماجستير، كلية الزراعة-جامعة الأنبار.

6- ألفضلي، جواد طه محمود، 2006. تأثير إضافة إلـ N P K إلى التربة والرش في نمو وحاصل ومكونات البطاطا. رسالة ماجستير، كلية الزراعة-جامعة بغداد.

7- المحمدي، شكر محمود حسن، 2011. تأثير تصريف المنقطات وملوحة ماء الري في بعض الصفات الفيزيائية للتربة والتوزيع الملحي ونمو وحاصل البطاطا. أطروحة دكتوراه، كلية الزراعة -جامعة الأنبار.

8-النجم، حذيفة جاسم محمد، 2013. تأثير ملوحة مياه الري ومغنطتها والاستنزاف في بعض الخصائص الفيزيائية للتربة ونمو وحاصل البطاطا. أطروحة دكتوراه، كلية الزراعة. جامعة الأنبار.

9-حاجم، احمد يوسف وحقي إسماعيل ياسين، 1992. هندسة نظم الري الحقلي. دار الكتب للطباعة والنشر، جامعة الموصل.

10 - سرحان عبد الهادي محمد، 2009. تأثير مواعيد الري تحت نظام الري بالتنقيط في التوزيع الرطوبي والملحي في تربة متأثرة بالملوحة. رسالة ماجستير-قسم علوم التربة والمياه-كلية الزراعة-جامعة بغداد.

11-العيساوي، جبار شهاب عيادة، 2010. تأثير التجفيف الجزئي والري الناقص في كفاءة الري بالتنقيط ونمو وحاصل البطاطا (*Solanum tuberosum* L.). رسالة ماجستير، كلية الزراعة-جامعة الأنبار.

12-Ayers, R, and D. Westcot, 1976. Water quality for agriculture irrigation and drainage. *Paper No*. 29. FAO publication, Rome.

13-Black, C. A., D.D. Evans, L. E. Ensminger, J. L. White and F.E. Clark, 1965. Methods of soil analysis, part (1). *Agron*. No. 9. Am. Soc. Agron, Madison, WI (USA).

14-Doorenbos, J., and W. O. Pruitt, 1977. Crop Water requirements Irrigation and drainage, P: 24. Food and Agricultural Organization of the United Nations, Rome, Italy.

15-Dorota Z. Haman, 2000. Irrigation with high salinity water. Florida. Cooperative Extension service, Institute of food an agricultural sciences, University of Florida. Pak. J. Biol. Sci. 126-132.

16-Fatih, M. K., U. T. and S. Diler, 2006. The Effect of Deficit Irrigation on potato Evapotranspiration and Tuber yield under cool season and semi-arid climatic conditions. *Journal of Agronomy* 5(2): 284 – 288.

17-Fouda, T., A. ELmaetwalli and E. ALI, 2012. Response of potato to nitrogen and water deficit under sprinkler irrigation. Scientific papers Series Management, Economic Engineering in Agriculture and Rural Development. 12:77-82.

18- Phene, C. J., B. Bar–Yousef, R. B. Hutmacher; S. H. Patton, K. R. Davis and R. L. McCormic, 1986. Fertilization of high yielding subsurface trickle irrigated tomatoes .Presentation fertilizer conf. and Trade Exhibit, Fresno, CA. 33-43.

19- Qadir, M., T. M. Boers, Schubert, S. A., Ghafoor, and M. A. AL-Duri. 2006. Agricultural Water Management. (In press). Roderick, M. L. and G. D. Farquhar. (2002). "The cause of decreased pan evaporation over the past 50 years". Science 298(5597):1410-1411.

20- Janagrad, S., M. A. Tobeh, S. Hokmalipour, J. Somarin, Sh. A. Abbaasi, and K. Shahbazi, 2009. Potato Response to drip irrigation regimes and plant arrangements during growth periods. Asian *J. of Plant Sciences*. (8)6: 390-399.

21-USDA. "Keys to Soil Taxonomy" Eleventh Edition. 2010. Natural Resources Conservation Service. (NRCS).