انتاج الشعير باستعمال ري التنقيط تحت السطحي في تربة صحراوية جنوب العراق*

جبار سلال عبد الحمزة
قسم علوم التربة والموارد المائية
كلية الزراعة – جامعة القادسية

نمير طه مهدي
قسم مكافحة التصحر
كلية علوم الهندسة الزراعية – جامعة بغداد
nameer.t@coagri.uobaghdad.edu.iq

المستخلص

استعملت منظومة تنقيط تحت سطحي لإدارة ري الشعير بهدف التحري عن امكانية انتاج غلة لمحصول حقلي ينمو بكثافة عالية. اختبر تأثير عمقين لموضع انابيب التنقيط 20 و40 سم وضعت على ثلاث مسافات 50 و75 و100 سم في حاصل الحبوب وحاصل المادة الجافة. واجريت المقارنة مع نظام ري سيح سطحي بالأحواض. نفذت التجربة في تربة صحراوية في الجنوب الغربي لمحافظة الديوانية خلال الموسم الزراعي 2018–2019، وصممت التجربة حسب تصميم القطاعات الكاملة المعشاة RCBD على وفق التصميم المعشش Nested Factorial وبثلاث مكررات. حددت كمية ماء الري ومواعيد الريات اعتماداً على قياسات المحتوى الرطوبي للتربة بالطريقة الوزنية قبل الري وبعده وايصال الرطوبة عند الري الى حدود السعة الحقلية للتربة على اساس العمق الجذري الفعال. اظهرت النتائج ان افضل حاصل حبوب وحاصل مادة جافة للشعير كانت عند المسافة 50 سم وبعمق 20 سم اذ بلغت 5.28 و 12.58 طن هـ$^{-1}$ على الترتيب. في حين اعطت معاملة المسافة 100 سم وعمق 40 سم اقل حاصل حبوب 2.05 طن هـ$^{-1}$ واقل حاصل مادة جافة 6.40 طن هـ$^{-1}$. اظهرت النتائج ايضا ان كفاءة استعمال مياه الري المضافة قد انخفضت مع زيادة المسافة بين خطوط التنقيط وبلغت 1.278 و0.982 و0.802 كغم م$^{-3}$ للمسافات 50 و75 و100 سم على الترتيب. في حين اعطت معاملة ري السيح السطحي اقل كفاءة استعمال الماء الحقلي وبلغت 0.662 كغم م$^{-3}$.

Barley Production using Subsurface Drip Irrigation in Desert Soils of Southern Iraq

Jabbar S. Abdel Hamza
Soil Sci. and Water Resources Dept.
College of Agriculture
Al-Qadisiyah University

Nameer T. Mahdi
Desertification Combat Dept.
College of Agricultural Engineering Sciences University of Baghdad
nameer.t@coagri.uobaghdad.edu.iq

ABSTRACT

A subsurface drip system was used to manage barley irrigation in order to investigate the possibility of producing a high density field crop. Test the effect of two position depths of 20 and 40 cm drip tubes placed at three distances of 50, 75 and 100 cm to evaluate grain yield and dry matter yield. The comparison was made with a surface irrigation by basins. The experiment was carried out in desert soil in the southwest of Al-Diwaniyah Governorate during the agricultural season 2018-2019, and the experiment was designed according to the RCBD design according to the nested factorial design with three replications. The quantity of irrigation water and the dates of irrigation were determined based on the measurements of soil moisture content by weight method before and after irrigation and the delivery of moisture when irrigation to the limits of the soil field capacity, based on effective root depth. The results showed that the best grain yield and dry matter yield of barley were at a distance of 50 cm with depth of 20 cm, which were 5.28 and 12.58 tons ha^{-1}, respectively. Whereas, the

* بحث مستل من اطروحة دكتوراه للباحث الاول.

تاريخ استلام البحث 2021/7/25. تاريخ القبول للنشر 2021/8/15.

treatment of distance of 100 cm and depth of 40 cm gave the lowest grain yield (2.05 tons ha^{-1}) and the lowest dry matter yield (6.40 tons ha^{-1}). The results also showed that the efficiency of using added irrigation water decreased with the increase of the distance between the drip lines, and it reached 1.278, 0.982 and 0.802 kg m^{-3} for distances of 50, 75 and 100 cm, respectively. While the surface irrigation treatment gave the lowest field water use efficiency, and it reached 0.662 kg m^{-3}.

المقدمة

تتعرض الموارد المائية في العراق لمخاطر من حيث كميتها ونوعيتها إذ هناك انخفاض واضح في كمية الوارد المائي الى وادي الرافدين مما سبب انخفاضا في مناسيب الموارد المائية فضلا عن تردي نوعية المياه وازدياد محتواها الملحي وبالأخص في مناطق أسفل النهرين. تشير احصائيات رصد الوارد المائي أن استمرار انخفاض الواردات المائية قد تفقد نصف مساحة الأراضي القابلة للإرواء في العراق وخاصة إذا استمرت طرائق الري الحالية على وضعها التقليدي التي تتسم بكفاءة ارواء منخفضة بسبب الضائعات المائية. إن سوء استعمال الري في المناطق المتصحرة أو المتأثرة بمظاهر التصحر يعد التحدي الأصعب لخطط مكافحة التصحر حيث سلوك الفلاحين الخاطئ في اضافة مياه الري مبني على معتقد متوارث أنه كلما أعطي ماء اكثر كلما زاد أنتاج المحاصيل. وغالباً ما يعتمد قرار السقي على حالة جفاف سطح التربة إذ يعتقد أن التربة بحاجة الى السقي متجاهلين المحتوى الرطوبي للتربة تحت السطحية إذ يبدو أن سطح التربة جافا في حين طبقات التربة تحت السطحية تكون رطبة وقد تكون رطوبة كافية تؤمن حاجة النبات للماء (National Action Program to Combat Desertification in Iraq,2018). في ضوء ما تقدم لابد من ايجاد اساليب لتنمية موارد المياه المتاحة من خلال الاستعمال الأمثل للمياه وزيادة كفاءة الارواء وتحسين إنتاجية مياه الري باتباع طرائق ري ذات كفاءة ارواء عالية وتقليل كمية المياه المستعملة مع الحفاظ على غلة زراعية جيدة فضلا عن تقليل الضائعات المائية سواء بالسيح السطحي أو التغلغل العميق او بالتبخر (Sezen et al.,2019). يعد ري التنقيط تحت سطحي Subsurface drip irrigation (SDI) واحد من نظم الري الأكثر كفاءة في استعمال المياه إذ تكون المتطلبات المائية للنباتات قليلة مع اضافات مائية قليلة وبتكرار عالي واختزال واضح في استعمال الاسمدة (Sarkar et al.,2018). يلبي ري التنقيط تحت السطحي الطلب على الماء بسهولة وفي الوقت المحدد وبمعدلات تصريف واطئة وبتجانس توزيع عالٍ كما أن الضائعات المائية كالسيح والرشح العميق قليلة او غير موجودة (Singh et al., 2015). أن SDI اسلوب ري فعال في توفير المياه وتقليل الهدر والضائعات المائية، يتطلب نظام SDI ادارة جيدة وخبرات متراكمة لضبط أكثر من عامل مشترك ومؤثر في تجانس توزيع مياه الري كخطوط التنقيط والمسافة بينها وعمق موضع خطوط التنقيط والمسافة بين المنقطات والضغط التشغيلي ومعدل تصريف المنقط وتكرار الري وزمن الري (Lamm et al., 2012). ان نظام ري التنقيط تحت السطحي ملائم في المناطق الجافة وشبه جافة لقلة فقدان الماء بالتبخر والسيح السطحي والتخلل العميق وقد استخدم لمساحات واسعة في الولايات المتحدة الامريكية ولعده انواع من المحاصيل الاقتصادية مثل الحنطة والذرة الصفراء ومحاصيل العلف مثل الجت مقارنة مع انظمة ري اخرى مثل الري بالرش والري السيحي (Alam et al.,2002). تعتمد المسافة بين خطوط التنقيط وعمقها في نظام الري بالتنقيط تحت سطحي على حركة الماء في التربة, ومعمارية المجموع الجذري ونوع التربة ونوع المحصول ومرحلة النمو وبعض عوامل النبات الاخرى, وعموماً يتراوح العمق بين 30 - 5 سم (Lamm and Camp, 2007). ان العمق المناسب لدفن انابيب SDI يعتمد على معدل التصريف للمنقطات، المسافة بين المنقطات, نوع التربة, توزيع الجذور، ويجب دفن الانابيب للعمق المناسب بحيث لا تتعرض للتلف عند اجراء العمليات الزراعية, يفضل وضع انابيب التنقيط تحت سطحي في الترب الخشنة النسجة بعمق قليل مقارنة بالترب الناعمة النسجة (Evans et al.,2007). نفذت

تجارب لاستعمال نظم ري التنقيط تحت السطحي لإنتاج بعض المحاصيل الحقلية وفي ترب مختلفة. إذ أجريت تجارب لإنتاج الذرة الصفراء تحت نظام ري التنقيط تحت سطحي (Lamm, 2016a و Arbat et al., 2010). ولإنتاج الحنطة (Gao et al., 2014 و Mansour and El-Hady, 2014). وزهرة الشمس (Kumar et al., 2014). والقطن (Lamm,2016a). في حين لم نجد في المصادر استعمال نظام ري تنقيط تحت سطحي لإنتاج الشعير لحد كتابة هذا البحث. يعد الشعير من المحاصيل العلفية المهمة عالميا وهو يحتل المركز الرابع بعد الحنطة والرز والذرة الصفراء من حيث المساحة المزروعة والإنتاج. قدرت المساحة المزروعة بنحو 54 مليون هكتار وبإنتاجية بلغت 152 مليون طن من الحبوب وبلغ متوسط الإنتاجية 2.8 طن هـ$^{-1}$ (FAO, 2011). أنّ الشعير نبات مقاوم يتحمل الظروف البيئية الصعبة في المناطق القاحلة وشبه القاحلة من الجفاف والرقم الهيدروجيني المرتفع والملوحة ومقاومه للأدغال وأكثر مقاومه للجفاف قياساً مع الحنطة (Eshghi and Akhundove, 2009). يزرع الشعير على نطاق واسع في العالم ومن الدول الرئيسة لإنتاجه هي روسيا وأوكرانيا وفرنسا وألمانيا وإسبانيا واستراليا وكندا, وتوجد اصناف عدة من الشعير منها صنف الشعير ذو صفين وسته صفوف ومن الاستعمالات الرئيسة للشعير هو استعماله كعلف للحيوانات لاحتوائه على البروتين والكربوهيدرات بالإضافة الى ذلك يدخل الشعير في بعض الصناعات الغذائية (Steduto et al., 2012). الشعير نبات عشبي حولي نجيلي يتصف بمجموع جذري ليفي يتكون من مجموعة من الجذور الأولية رفيعة ذات اقطار متساوية وعددها يتراوح بين 3–8 جذور وهذه الجذور المؤقتة قد تموت بمجرد أنّ تصبح الجذور المستديمة قادرة على تغذية النبات (Cossani et al., 2009). تمتد مدة نمو الشعير من 120–160 يوما ويمكن تقسيم هذه المدة الى مرحلة الإنبات ومرحلة النمو الخضري ومرحلة التزهير ومرحلة تكوين الحاصل (Steduto et al., 2012). قدرت المساحة المزروعة بالشعير في العراق لعام 2018 بـ 601 الف دونم وبإنتاجية بلغت 191 الف طن واحتلت محافظة القادسية المركز الأول من حيث الإنتاجية بنسبه 33.9% من مجموع الإنتاج الكلي(مديرية الاحصاء الزراعي,2018).

ان الهدف من هذا البحث هو تقييم اثر عمق ومسافة موضع انابيب ري تنقيط تحت سطحي في نمو وانتاج الشعير في تربة صحراوية.

المواد وطرائق العمل

نفذت تجربة حقلية في ناحية الشنافية/ منطقة الخسف في الجنوب الغربي من محافظة الديوانية جنوب العراق تبعد 100 كم عن مركز مدينة الديوانية في تربة صحراوية. يقع الموقع على دائرة عرض °33 '38 "22.3 شمالا وخط طول °44 '24 "17.7 شرقا وعلى ارتفاع 28 مترا عن مستوى سطح البحر. صنفت تربة الحقل بأنها تربة رسوبية ذات نسجة مزيجة رملية (Sandy loam; moderate medium, Typic, Torri fluevents) وفق ما جاء في Soil Survey Staff (2012). أخذت عينات ممثلة لتربة الحقل وبصورة عشوائية وجمعت بشكل عينة مركبة وللأعماق 0.00 - 0.20 و– 0.40 0.20 م ثم جففت العينات هوائيا وطحنت ومررت من خلال منخل قطر فتحاته 2 مم وبعدها اخذت عينة ممثلة منها واجريت عليها التحاليل الفيزيائية والكيميائية واتبعت طرائق التحليل الواردة في Klute et al. (1986) و Page et al. (1982)، ويبين جدول 1 نتائج التحليل لبعض صفات التربة قبل الزراعة.

جدول 1. بعض الصفات الفيزيائية والكيميائية لتربة الحقل قبل الزراعة.

الصفة	القيمة
الرمل (غم كغم$^{-1}$)	743
الغرين (غم كغم$^{-1}$)	133
الطين (غم كغم$^{-1}$)	124
نسجة التربة	Sandy loam
الكثافة الظاهرية (ميكاغرام م$^{-3}$)	1.400
المحتوى الرطوبي الحجمي عند 10 كيلوباسكال (سم^3 سم$^{-3}$)	0.290
المحتوى الرطوبي الحجمي عند 1500 كيلوباسكال (سم^3 سم$^{-3}$)	0.062
الماء الجاهز (سم^3 سم$^{-3}$)	0.288
المادة العضوية (غم كغم$^{-1}$)	11.8
الايصالية الكهربائية (ديسي سيمنز م$^{-1}$)	3.75
الاس الهيدروجيني pH	7.2
معادن الكربونات (غم كغم$^{-1}$)	271

جهزت مياه الري من بئر محفور في موقع التجربة. اخذت عينات من مياه البئر لتحديد الصفات الكيميائية للمياه على وفق تصنيف FAO لمياه الري (Phocaides,2001) ويبين جدول 2 الصفات الكيمائية لمياه الري وصنف المياه ونسبة امتزاز الصوديوم .

جدول 2. التحليل الكيميائي وصنف مياه الري.

الصفة	القيمة
الايصالية الكهربائية (ديسي سيمنز م$^{-1}$)	5.30
درجة التفاعل (pH)	7.86
الأيونات الموجبة والسالبة (ملي مول لتر$^{-1}$)	
الكالسيوم	14.5
المغنسيوم	10.5
الصوديوم	7.6
البوتاسيوم	0.82
الكلور	17.49
الكبريتات	8.47
البيكاربونات	6.89
الكاربونات	0.33
النترات	0.53
البورون	0.19
نسبة أمتزاز الصوديوم (ملي مول لتر$^{-1}$)$^{1/2}$	2.17
صنف المياه	C_4S_1

استعملت في التجربة منظومة ري تنقيط تحت السطحي لري الشعير وتضمنت التجربة المعاملات الاتية:

اولاً: المسافة بين خطوط التنقيط وشملت ثلاث مسافات: 50 و75 و100 سم.

ثانياً: اعماق خطوط التنقيط وشملت عمقين 20 و40 سم.

ثالثاً: معاملة المقارنة وتمثل نظام ري سيحي تقليدي شائع الاستعمال في المنطقة من قبل المزارعين.

صممت التجربة حسب تصميم القطاعات الكاملة المعشاه RCBD على وفق التصميم المعشش Nested Factorial وبثلاث مكررات. بلغ عدد الوحدات التجريبية لري الشعير 21 وحدة تجريبية. حللت البيانات إحصائيا حسب طريقة تحليل التباين وقورنت المتوسطات الحسابية باستخدام اقل فرق معنوي (LSD) عند مستوى احتمال 5%. قسمت الأرض الى ثلاثة قطاعات وتركت فاصلة 1 متر بين قطاع وآخر وقسم كل قطاع الى سبع وحدات تجريبية ذات ابعاد 3×3 م وتركت فاصلة 0.50 م بين الوحدات التجريبية وزعت في ست وحدات تجريبية توليفة العمق والمسافة بين خطوط التنقيط والوحدة التجريبية السابعة وضعت داخلها معاملة ري السيح السطحي. استعملت انابيب مخصصة للري بالتنقيط تحت سطحي على شكل انابيب شريطية فئة XFS Drip line من شركة Rain Bird الامريكية والمزودة بتقنية المانع النحاسي Copper shield التي تحمي المنقطات من اختراق الجذور ومعززة بقدرة ذاتية على التنظيف بالماء وذات تصريف ثابت قدره 3.5 L/h والمسافة بين منقط واخر 30.5 سم .

زرعت بذور الشعير صنف بحوث 244 بتاريخ 2018/12/5 بكمية بذار 120 كغم هـ$^{-1}$ على شكل خطوط المسافة بينهما 20 سم تم اضافة سماد DAP المركب 18:46:0 وذلك بإضافة 160 كغم هـ$^{-1}$ قبل الزراعة كما أضيف سماد اليوريا (46%N) وبمعدل 40 كغم هـ$^{-1}$ على دفعتين الأولى عند الزراعة والثانية عند التزهير وتم مكافحه الادغال يدويا. حصدت النباتات في يوم 2019/5/13. حسب الحاصل البيولوجي وحاصل الحبوب من خلال حصاد متر مربع من كل وحدة تجريبية وتحويل الوزن الى طن هـ$^{-1}$.

جدولة الري:

حددت كمية ماء الري ومواعيد الريات اعتماداً على قياسات المحتوى الرطوبي للتربة بالطريقة الوزنية قبل الري وبعده وايصال الرطوبة عند الري الى حدود السعة الحقلية للتربة على اساس العمق الجذري الفعال.

احتسب صافي عمق الارواء Net Depth Irrigation (NDI) طبقا للمعادلة الواردة في حاجم وياسين (1992)

$$NDI = RZD \times (M_{fc} - M_{wp}) \times \rho b \times AD \times AW \quad (1)$$

إذ إن: NDI صافي عمق الماء المضاف (م)، وRZD عمق المجموع الجذري (م)، وM_{fc} المحتوى الرطوبي الكتلي عند السعة الحقلية، وM_{wp} المحتوى الرطوبي الكتلي عند نقطة الذبول، وρb الكثافة الظاهرية (ميكاغرام م$^{-3}$)، وAD نسبة الاستنفاد من عمق الماء الجاهز% (نسبة الاستنفاد المسموح بها اداريا للشعير 55%)، وAW نسبة المساحة المبتلة%.

قيس قطر منطقة الابتلال للمنقطات باستعمال شريط قياس وكررت العملية ثلاث مرات وتم حساب معدل أقل قطر وتم اعتماده في حساب نسبة المساحة المبتلة (A_w) وطبقا للمعادلة الواردة في حاجم وياسين (1992) وكالاتي:

$$A_w = \frac{S_w}{S_r} \times 100 \quad ... (2)$$

إذ إن: A_w نسبة المساحة المبتلة (%)، وSw أقصى قطر لدائرة الابتلال (م)، وS_r المسافة بين المنقطات (م).

احتسب زمن الري من المعادلة الاتية:

$$T = \frac{A_e \times NDI}{Q} \quad ... (3)$$

إذ إن: T زمن الري (دقيقة)، وA_e مساحة الابتلال للمنقط الواحد (م^2)، وQ التصريف المعطى (لتر دقيقة$^{-1}$) وهذا يساوي $q \times n$ إذ إن: q معدل

تصريف المنقط (لتر دقيقة$^{-1}$)، و n عدد المنقطات في الوحدة التجريبية.

احتسبت كفاءة استعمال الماء الحقلي بتطبيق المعادلة الاتية (Howell, 2003).

$$WUE_f = \frac{Yield}{Water\ Applied} \quad \ldots (4)$$

اذ ان : WUE_f كفاءة استعمال الماء الحقلي (كغم م$^{-3}$)، وYield حاصل الحبوب (كغم هـ$^{-1}$)، و Water applied كمية ماء الري المضاف (م^3 هـ$^{-1}$).

النتائج والمناقشة

عمق الماء المضاف

يبين جدول 3 عمق الماء المضاف الكلي للشعير لمعاملات الري بالتنقيط تحت سطحي ومعاملة الري السيحي خلال موسم النمو. اضيف ماء ري بكميات متساوية لجميع معاملات ري بالتنقيط تحت السطحي ومقارنتها مع معاملة الري السيحي. إنّ أعلى عمق ماء مضاف خلال موسم النمو لمعاملة الري السيحي إذ بلغ عمق الماء المضاف 609.2 مم موسم$^{-1}$ وانخفض عمق الماء المضاف في معاملة الري بالتنقيط تحت سطحي ليصل الى 462 مم موسم$^{-1}$. يبين الجدول أيضا عمق الماء المضاف لكل مرحلة من مراحل نمو الشعير (مرحلة الانبات ومرحلة النمو الخضري ومرحلة التزهير ومرحلة النضج وتكوين الحاصل) ومدة المرحلة وعدد الريات لمعاملات الري بالتنقيط تحت السطحي ومعاملة الري السيحي. بلغ عمق الماء المضاف في مرحلة الانبات لمعاملة الري بالتنقيط 26.2 مم موسم$^{-1}$ وبنسبه 5.67% من عمق الماء الكلي المضاف ثم ازداد عمق الماء المضاف في مرحلة النمو الخضري ومرحلة التزهير ليبلغ 72.9 و251.9 مم موسم$^{-1}$ وبنسبه 15.77 و54.52% من العمق المضاف الكلي على الترتيب وأنخفض في مرحلة النضج وتكوين الحاصل ليصل الى 111 مم موسم$^{-1}$ وبنسبه 24.02 % من عمق الماء المضاف.

جدول 3. عمق الماء المضاف خلال موسم نمو الشعير وخلال مراحل النمو ومدتها وعدد الريات لنظامي ري التنقيط تحت السطحي والري السيحي

ري التنقيط تحت السطحي			
مراحل النمو	مدة المرحلة (يوم)	عدد الريات	عمق الماء المضاف (مم.موسم$^{-1}$)
مرحلة الانبات	15	2	26.2
مرحلة النمو الخضري	39	4	72.9
مرحلة التزهير	65	9	251.9
مرحلة النضج وتكوين الحاصل	40	5	111
المجموع	159	20	462
ري السيح السطحي			
مرحلة الانبات	15	2	26.2
مرحلة النمو الخضري	39	4	90.1
مرحلة التزهير	65	9	324.6
مرحلة النضج وتكوين الحاصل	40	5	168.3
المجموع	159	20	609.2

ان أعلى عمق ماء مضاف كان في مرحلة التزهير ويعزى ذلك لحاجه النبات الى الماء والغذاء لبناء الانسجة والنمو وزيادة الكتلة الحيوية فضلا عن ارتفاع درجات الحرارة وطول مدة هذه المرحلة التي استمرت 65 يوما وزيادة عدد الريات. في معاملة الري السيحي بلغ عمق الماء المضاف في مرحلة الانبات

26.2 مم موسم$^{-1}$ وبنسبه 4.30% من العمق الكلي للماء المضاف ثم ازداد العمق ليصل 90.1 و324.6 مم موسم$^{-1}$ في مرحلة النمو الخضري والتزهير وبنسبة 14.78 و53.28% على الترتيب، في مرحلة النضج وتكوين الحاصل انخفض عمق الماء المضاف الى 168.3 مم موسم$^{-1}$ وبنسبه 27.62% من عمق الماء المضاف الكلي. يتضح من النتائج أنّ نظام الري تحت السطحي قلل من كمية ماء الري المضاف وبنسبة 24.16% عن معاملة الري السيحي مما يعني أنّ نظام الري تحت السطحي وفر كمية من ماء الري بما يعادل 147.2 مم موسم$^{-1}$ هذه الكمية مهمة في تقنين كميات المياه المستعملة في ظروف محدودية امدادات مياه الري في الصحراء. أنّ انخفاض عمق الماء المضاف في نظام الري بالتنقيط تعزى الى أنّ هذا النظام قلل من كمية الماء المفقودة بالتبخر من سطح التربة بسبب اختلاف في طريقة وموضع الاضافة للنبات إذ يضاف الماء عند جذور نبات الفعالة فضلاً عن أنّ المساحة المبتلة تكون محددة بمساحة الترطيب حول المنقطات وهذ ما أشار اليه Almaashadi and Ismail (2011) و Seidel et al. (2015).

حاصل المادة الجافة للشعير

يبين جدول 4 تأثير مسافات واعماق خطوط التنقيط تحت سطحي ومعامله الري السطحي في حاصل المادة الجافة للشعير. أوضحت النتائج انخفاض المادة الجافة مع زيادة السافة بين خطوط التنقيط فبلغ الحاصل 11.440 و8.440 و6.960 طن هـ$^{-1}$ للمسافات بين خطوط التنقيط 50 و75 و100 سم على الترتيب, يعزى الانخفاض الى عدم تجانس توزيع المحتوى الرطوبي بين خطوط التنقيط وبالتالي عدم تحقق التداخل بين مناطق الابتلال تحت وحول المنقطات ومنطقة انتشار الجذور للنباتات المزروعة بين خطوط التنقيط ضمن كمية ماء الري المضاف (Lamm et al., 2012a). أظهرت نتائج الجدول ايضا ان لأعماق خطوط التنقيط تأثيراً معنوياً في حاصل المادة الجافة فبلغ الحاصل 9.640 و8.250 طن هـ$^{-1}$ للعمقين 20 و40 سم على الترتيب, وللتداخل الثنائي لمسافات وأعماق خطوط التنقيط تأثيرا معنوياً في حاصل المادة الجافة للشعير فأعطت معاملة المسافة 50 سم وللعمق 20 سم أعلى حاصل 12.580 طن هـ$^{-1}$ قياسا بمعاملة ري السيح السطحي إذ كان الحاصل 10.730 طن هـ$^{-1}$ وهذا يعزى الى تجانس التوزيع الرطوبي بين خطوط التنقيط وبقاء المحتوى الرطوبي وتخزينه ضمن حد السعة الحقلية دون ظهور عجز مائي.

جدول 4. حاصل المادة الجافة للشعير (طن هـ$^{-1}$) تحت نظامي ري التنقيط تحت السطحي وري السيح السطحي

المسافة بين خطوط التنقيط (سم)	عمق خطوط التنقيط (سم)		متوسط المسافة
	20	40	
50	12.58	10.30	11.44
75	8.83	8.05	8.44
100	7.52	6.40	6.96
LSD	1.174		1.038
متوسط العمق	9.64	8.25	
LSD	0.651		
معاملة ري السيح السطحي	10.73		
LSD	1.289		

إنّ زيادة المحتوى الرطوبي بنسب تدنو من حد السعة الحقلية للتربة وزيادة جاهزية الماء قد زادت من امتصاص العناصر الغذائية التي زادت بدورها من معدل نمو المحصول وزيادة الوزن الجاف للنبات, في حين أعطت معاملة المسافة 100 سم وللعمق 40 سم اقل حاصل 6.400 طن هـ$^{-1}$ وهذا سببه انخفاض المحتوى الرطوبي بين خطوط التنقيط دون حد السعة الحقلية للتربة فكان النقص الرطوبي والعجز المائي عن تلبية حاجة النبات من المياه هو الغالب طيلة مدة الري.

حاصل حبوب الشعير

يبين جدول 5 تأثير معاملات ري التنقيط تحت السطحي ومعاملة ري السيح السطحي في حاصل حبوب الشعير. بلغ متوسط حاصل الحبوب 4.920 و3.780 و2.568 طن هـ$^{-1}$ للمسافات 50 و75 و100 سم بين خطوط التنقيط على الترتيب. وللتداخل تأثير معنوي لمسافات وأعماق خطوط التنقيط في حاصل الحبوب للشعير إذ أعطت معاملة مسافة 50 سم والعمق 20 سم أعلى حاصل بلغ 5.280 طن هـ$^{-1}$ واقل حاصل بلغ 2.057 طن هـ$^{-1}$ لمعاملة المسافة 100 سم والعمق 40 سم ويلاحظ من الجدول تفوق معاملة مسافة 50 والعمق 20 سم إذ بلغت نسبه الزيادة في حاصل الحبوب 25.5% قياسا بمعاملة الري السطحي التي أعطت حاصل حبوب 4.20 طن هـ$^{-1}$. هذه الزيادة تعزى الى دور نظام الري بالتنقيط تحت السطح في تقليل عمق الماء المضاف وبالتالي تقليل تراكم الاملاح ضمن المنطقة الجذرية مما ادى الى تحسين نمو النبات وزيادة وزن الحبوب .

أوضحت نتائج التحليل الاحصائي وجود فروق معنوية لعامل العمق في حاصل الحبوب إذ بلغ 4.09 و3.42 طن هـ$^{-1}$ للعمق 20 و40 سم على الترتيب .

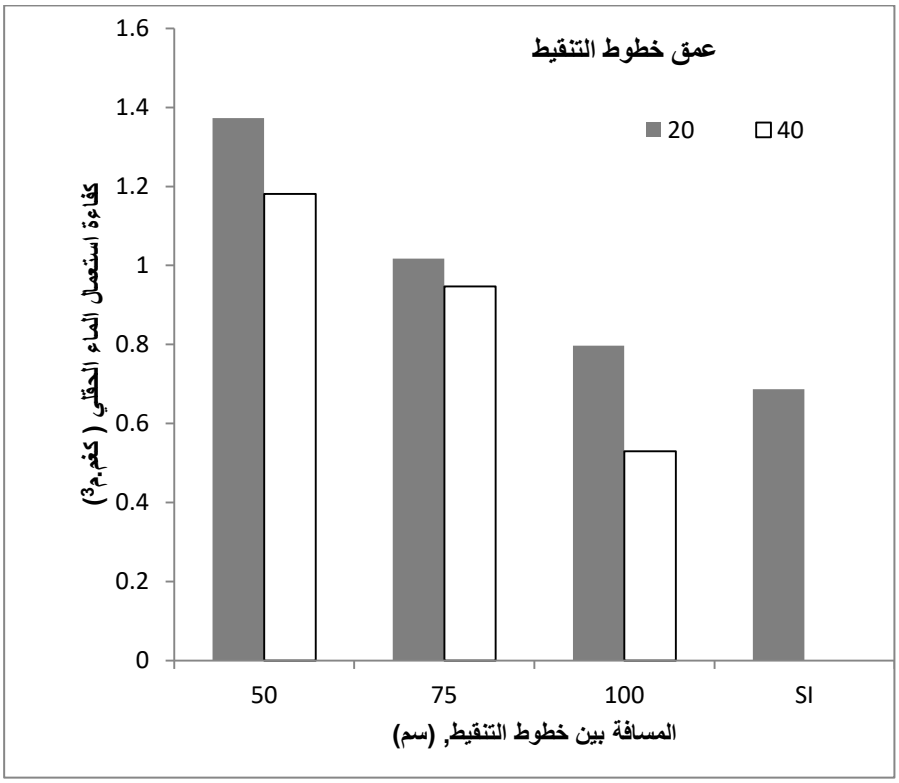
جدول 5. حاصل حبوب الشعير (طن هـ$^{-1}$) تحت نظامي ري التنقيط تحت السطحي و ري السيح السطحي

المسافة بين خطوط التنقيط (سم)	عمق خطوط التنقيط (سم)		متوسط المسافة
	20	40	
50	5.28	4.56	4.92
75	3.91	3.65	3.78
100	3.08	2.05	2.56
LSD	0.772		0.682
متوسط العمق	4.09	3.42	
LSD	0.430		
معاملة ري السيح السطحي	4.20		
LSD	0.647		

كفاءة استعمال الماء الحقلي

يبين شكل 1 تأثير مسافات وأعماق خطوط التنقيط تحت السطحي في كفاءة استعمال الماء الحقلي للشعير (معادلة 4). اظهرت النتائج انخفاض في كفاءة استعمال الماء الحقلي مع زيادة المسافة بين خطوط التنقيط إذ بلغت 1.278 و0.982 و0.802 كغم م$^{-3}$ للمسافات بين خطوط التنقيط 50 و75 و100 سم على الترتيب. بينت نتائج التحليل الاحصائي وجود فروق معنوية للتداخل بين مسافات وأعماق خطوط التنقيط إذ أعطت معاملة المسافة 50 سم وعمق 20 سم أعلى كفاءة استعمال للماء 1.373 كغم م$^{-3}$ واقل كفاءة استعمال كانت في معاملة المسافة 100 سم وللعمق 40 سم فبلغت 0.530 كغم م$^{-3}$. إنّ انخفاض كفاءة استعمال الماء الحقلي بزيادة المسافة بين خطوط التنقيط قد يعزى الى انخفاض الحاصل مع ثبات كميه المياه المضافة. كما اوضحت نتائج التحليل الاحصائي عدم وجود فروق معنوية بين

اعماق خطوط التنقيط في كفاءة استعمال الحقلي إذ بلغت 1.062 و0.887 كغم م$^{-3}$ للعمقين 20 و40 سم على الترتيب. ولمقارنة نظام ري التنقيط تحت السطحي مع نظام ري السيح السطحي بينت النتائج تفوق عامل المسافة 50 سم إذ بلغت نسبة الزيادة في كفاءة استعمال الماء الحقلي 86% قياسا بمعاملة ري السيح السطحي وكذلك عامل العمق 20 سم بنسبه زيادة 54% قياسا بمعاملة الري السطحي. هذه الزيادة في كفاءة استعمال الماء الحقلي تعزى الى طبيعة عمل نظام الري بالتنقيط تحت السطح إذ قلل من عمق الماء المضاف مقارنة مع الري السطحي مما يعني أنّ نظام الري بالتنقيط تحت سطحي أسلوب ادارة ري ناجح زاد من انتاجية مياه الري من خلال تقليل عمق الماء المضاف والحفاظ على حاصل جيد دون انخفاض مؤثر مما زاد من كفاءة الري وبشكل معنوي وهذا ما اشار اليه Martinez and Reca (2014).



شكل 1. كفاءة استعمال الماء الحقلي (كغم م$^{-3}$) لنظامي ري التنقيط تحت سطحي وري السيح السطحي للشعير

يتضح مما سبق ان ري التنقيط تحت السطحي كان مناسباً لري الشعير اذ ابدى النبات استجابة لجدولة الري المتبعة واعطى غلة تراوحت بين 3.08 و5.28 طن هـ$^{-1}$ عند تغير المسافة بين خطوط التنقيط من 100 الى 50 سم عندما كانت الانابيب بعمق 20 سم فحققت زيادة في الغلة بنسبة 71%. كذلك تكيف الشعير لظروف البيئة الصحراوية واستعمل مياه الري بكفاءة بلغت 1.278 كغم م$^{-3}$ متفوقاً على معاملات الري تحت السطحي الاخرى ومعاملة الري السيح السطحي مما يعني ان هذه المعاملة اعطت غلة اكثر بكمية مياه اقل قياساً بمعاملات الري الاخرى، وان الفارق في كمية الماء المستعملة تمثل كمية ماء زائدة موفرة بلغت ربع كمية المياه المضافة للري السيح السطحي وهي كمية ماء مهمة جدا لإمكانية استعمالها في موقع اخر او لإرواء محصول اخر او يفضل استعمالها في وقت لاحق. اوصي باستعمال ري التنقيط تحت السطحي لإرواء محاصيل ذات نمو كثيف بشرط ان تكون عمليات تحضير الارض بالحد الادنى وعدم استعمال الحرث العميق حفاظاً على الانابيب من التلف لتبقى تحت سطح التربة ولمدة طويلة قد تصل الى عقد من الزمن مع اجراء صيانة دورية لأنابيب التنقيط.

المصادر

- حـاجم، أحمـد يوسـف وحقـي اسـماعيل ياسـين. 1992. هندسـة نظـم الـري الحقلـي. دار الكتـب للطباعـة والنشـر. جامعـة الموصـل. الموصـل. العراق. ع.ص. 484.
- مديريـة الاحصـاء الزراعي .2018. انتـاج الحنطـة والشـعير. وزارة التخطـيط. الجهـاز المركـزي للإحصاء. العراق.
- Alam, M., T.P. Trooien, T. J. Dumler, and D.H. Rogers.2002.Using subsurface drip irrigation for alfalfa. J. Amer. Water Resources Assoc. 38 (6):1715-1721.
- Almaashadi, M. H., and S. M. Ismail, 2011. Effects of precision irrigation on productivity and water use efficiency of alfalfa under different irrigation methods in arid climates. Journal of Applied Sciences Research, 7(3), 299-308.
- Arbat, G. P., Lamm, F. R., and Kheira, A. A. 2010. Subsurface drip irrigation emitter spacing effects on soil water redistribution, corn yield, and water productivity. Applied Engineering in Agriculture, 26(3), 391-399.
- Cossani, C.M., Slafer, G.A. and Savin, R., 2009. Yield and biomass in wheat and barley under a range of conditions in a Mediterranean site. Field Crops Research, 112(2-3), pp.205-213.
- Eshghi, R., & Akhundova, E. 2009. Genetic analysis of grain yield and some agronomic traits in hulless barley. African Journal of Agricultural Research, 4(12), 1464-1474.
- Evans, R.G., Wu, I. P., & Smajstrala, A. G. 2007. Microirrigation Systems. In Design and Operation of Farm Irrigation Systems, 2nd Edition (pp. 632-683). American Society of Agricultural and Biological Engineers.
- FAO.2011.FAOSTAT online database, available at link http://faostat.fao.org/accessed on December 2011.
- Gao,Y., Yang, L., Shen, X., Li, X., Sun, J., Duan, A., and Wu, L. 2014. Winter wheat with subsurface drip irrigation (SDI):Crop coefficients, water-use estimates, and effects of SDI on grain yield and water use efficiency. Agric.Water Mana. 146,1-10.
- Howell,T.A.2003. Irrigation efficiency. Encyclopedia of water science. Marcel Dekker, New York, 467-472
- Klute, A. (eds.). 1986. Methods of Soil Analysis: part 1-physical and mineralogical methods (ASA and SSSA. SSSA Book Series No. 5. Madison, WI:Soil Sci.Soc Am, USA.
- Kumar, K.A., Neelima, S., and Munirathnam, P.2014. Influence of Subsurface Drip Irrigation System on Growth and Yield of Sunflower (Helianthus annuus L.) in Scarce Rainfall Zone of Andhra Pradesh in Subtropical India. Helia, 37(60),69-75.
- Lamm, F.R.2016. Cotton, tomato, corn, and onion production with subsurface drip irrigation:A review. Transactions of the ASABE, 59(1), 263-278.
- Lamm, F. R. and C. R. Camp. 2007. Subsurface drip irrigation. Chapter 13 in Microirrigation for Crop Production - Design, Operation and Management. F.R. Lamm, J.E. Ayars, and F.S. Nakayama (Eds.), Elsevier Publications. pp. 473-551.
- Lamm, F. R., Bordovsky, J. P., Schwankl, L. J., Grabow, G. L., Enciso-Medina, J., Peters, R. T., and Porter, D. O. 2012. Subsurface drip irrigation: Status of the technology in 2010. Transactions of the ASABE, 55(2), 483-491.
- Mansour, H. A., and El-Hady, M. A. 2014.Performance of irrigation systems under water salinity in wheat production. IOSR-JAVS)-Journal of Agriculture and Veterinary Science, 7(7), 19-24.

– Seidel,S.J., N.Schütze, M. Fahle, J. C.Mailhol, and P.Ruelle.2015. Optimal Irrigation Scheduling, Irrigation Control and Drip Line Layout to Increase Water Productivity and Profit in Subsurface Drip-Irrigated Agriculture. Irriga. and Drain. 64(4), 501-518.

– Sezen, S. M., Yucel, S., Tekin, S., and Yildiz, M. 2019. Determination of optimum irrigation and effect of deficit irrigation strategies on yield and disease rate of peanut irrigated with drip system in Eastern Mediterranean. Agricultural Water Management, 221, 211-219.

– Singh, K.G., Goyal, M.R. and Rudra, R.P. eds. 2015. Best management practices for drip irrigated crops. CRC Press.

– Soil survey staff. 2012. Soil survey manual. The Indian edition is Reprint with permission of SD, USDA (USA) and issued by USDA, ISBN: 978-81-7233-600-4.

– Steduto, P., Hsiao, T.C., Fereres, E., Raes, D., 2012. Crop Yield Response to Water. FAO Irrigation and Drainage Paper Nr. 66. Rome, Italy (Download pdf from website: http://www.fao.org/docrep/016/i2800e/i2800e00.htm.

– Martínez, J., and Reca, J. 2014. Water use efficiency of surface drip irrigation versus an alternative subsurface drip irrigation method. Journal of Irrigation and Drainage Engineering, 140(10), 04014030.

– National Action Program to Combat Desertification in Iraq. 2018. Ministry of Health and Environment. Iraq. Pp 163.

– Page, A.L., R.H. Miller, and D.R. Keeny. 1982. Methods of Soil Analysis part 2nd (Ed). Agron.9.Pub. Madison wasconsin, USA.

– Phocaides, A. (2001). Handbook on pressurized irrigation techniques. Food & Agriculture Org. consultant, Rome chapter 7, water quality for irrigation.

– Sarkar, N., Ghosh, U., and Biswas, R. K. 2018. Effect of drip irrigation on yield and water use efficiency of summer rice cultivation in pots. Journal of Pharmacognosy and Phytochemistry, 7(1), 37-40.