تأثير الجفاف الجزئي لمنطقة الجذور في الغلة الحبية وكفاءة استخدام السماد الأزوتي للذرة الصفراء [*Zea mays* L.] تحت نموذجين للري بالتنقيط

عبد الناصر الضرير [1]، مصدق جانات [2]، عمار وهبي [3]،
أواديس أرسلان [4]، عبد الغني الخالدي [5]

1. قسم الهندسة الريفية، كلية الزراعة-جامعة حلب، سورية
2. هيئة الطاقة الذرية السورية، دمشق، سورية
3. قسم علوم التربة واستصلاح الأراضي، كلية الزراعة- جامعة حلب، سورية
4. دكتوراه في فيزياء التربة، الهيئة العامة للبحوث العلمية الزراعية، دمشق، سورية
5. طالب دكتوراه، قسم الهندسة الريفية، كلية الزراعة- جامعة حلب، سورية

الملخص

يتطلب التفكير مع محدودية المصادر المائية بوضع خطط مستقبلية تضمن الحصول على أعلى كفاءة لاستخدام تلك المصادر، من الممكن أن يكون الجفاف الجزئي لمنطقة الجذور أحد هذه الحلول. ولبيان ذلك تم تنفيذ تجربة حقلية لموسمين زراعيين 2007 و 2008 في محطة بحوث تل حديا (شبه جافة) شمال سورية على محصول الذرة الصفراء، تحت ثلاث مستويات ري 100%، 85% و65% من السعة الحقلية كلٌ مستوى يضم طريقتي ري بالتنقيط الأولى خط ري لخطين نبات والثانية طريقة الجفاف الجزئي لمنطقة الجذور Partial Root zone Drying (PRD)، حيث يتم ري نصفي المجموع الجذري بالتناوب، هدف البحث إلى معرفة مدى استجابة الغلة الحبية وكفاءة استخدام السماد الازوتي Fertilizer use efficiency (FUE) لمعاملات الري وطريقتي الري المذكوره أعلاه، حيث استخدمت تقانة N^{15}. صممت التجربة وفق القطع المنشقة وبست مكررات. أظهرت نتائج التحليل الإحصائي لموسمي النمو معاً وجود فروق معنوية $p \geq 0.05$ بين معاملات الري في الغلة الحبية و وكفاءة استخدام السماد الازوتي، حيث تفوقت

المعاملة 100% على معاملتي الري 85% و65%، وتفوقت معاملة الري 85% على 65% تفوقت طريقة الري الأولى على الثانية في الإنتاج الحبي وفي (FUE) الأزوتي. بلغ متوسط التبخر-نتح (ET) لمتوسط موسمي النمو 544 مم بالطريقة الأولى لمعاملة الري 100% بينما شكل بالطريقة الثانية 0.65 من تبخر-نتح الطريقة الأولى، وشكلت الغلة الحبية بالطريقة الثانية 0.91 من الأولى لنفس المعاملة. وجد أنه عند تساوي التبخر- نتح بكلتا الطريقتين، يكون هناك زيادة بالإنتاج حوالي 40% عند استخدام طريقة الري الثانية. بلغت كفاءة استخدام الماء (WUE) وفقاً لموسمي النمو 26.3 كغ/هـا/مم للمعاملة 100% بالطريقة الثانية، بينما بلغت 11.7 كغ/هـا/مم بالطريقة الأولى. من خلال هذه النتائج تبين أهمية استخدام طريقة ري الجفاف الجزئي لمنطقة الجذور على محصول الذرة الصفراء كونها تحقق وفراً بالمياه بحوالي 50%، يمكن ري مساحات زراعية إضافية، مع العلم أن نقص الإنتاج بتلك الطريقة لم يتجاوز 8% من إنتاج الطريقة الأولى ولنفس المعاملة.

الكلمات المفتاحية: الجفاف الجزئي لمنطقة الجذور، الري بالتنقيط، التبخر-نتح، الذرة الصفراء، كفاءة استخدام المياه، كفاءة استخدام السماد الأزوتي

1- المقدمة:

يستهلك القطاع الزراعي حوالي 67% من الموارد المائية، في حين كان نصيب القطاع الصناعي 19% (Jacobsen, 2009). وفي الوقت الذي تشكل فيه الرقعة الأرضية العربية نحو 9.6% من الرقعة العالمية فإن نصيبها من موارد المياه المتجددة لا يكاد يعادل فقط 0.5% (تقرير المنظمة العربية للتنمية الزراعية، 2005). وعلى الرغم من أن هذه النسبة قد انخفضت قليلاً في السنوات الأخيرة إلى حوالي 83%، إلا أنها تعتبر نسبة كبيرة إذا ما قورنت مع معظم دول العالم. تمثل الأراضي المروية في سورية نحو 28.5% من مجمل المساحة المستثمرة وهي تشكل 100% من المحاصيل الصيفية (المجموعة الإحصائية الزراعية السنوية، 2009). لذلك كان لابد من رفع كفاءة استخدام تلك الموارد وذلك بعدة أساليب منها رفع كفاءة استخدام الماء، وإتاحة المغذيات في التربة، وغاز ثاني أكسيد الكربون CO_2 (Awal et al., 2006). ولتقدير تلك الكفاءة يتم الاعتماد على العديد من المعايير الشكلية والفيزيولوجية وبعض المؤشرات الكمية (Conodon, 2004). في السنوات الأخيرة تم لختبار آلية الري الجزئي المتناوب لمنطقة الجذور (Controlled Alternate Partial Root-zone Irrigation) (CAPRI) أو الجفاف الجزئي لمنطقة الجذور (Partial Root-zone Drying) (PRD) والتي مازالت تثبت جدواها في بعض الأشجار المثمرة (Liu, 2007). تعتمد هذه الطريقة على الري المتناوب على جانبي النظام الجذري للنبات، إن فكرة استخدام (PRD) هي وسيلة للتعامل مع استجابة النبات للعجز المائي والمراقب من قبل الجذر الذي يولد هرمون حمض الأبسيسك (ABA) لينظم عمل المسامات في الأوراق (Liu et al., 2003). وكنتيجة لاستجابة (PRD) فإن ثغور المسامات يمكن أن تنظم بحيث يتم إغلاقها جزئياً على مستوى معين من العجز المائي في التربة وبالتالي يقود ذلك إلى زيادة في كفاءة استخدام المياه (Liu et al. 2005). وجد أن توفير المياه بهذه الطريقة حوالي 50%، إضافة إلى وجود تأثيرات مفيدة على نوعية الإنتاج (الثمار) مع خفض بسيط بالإنتاجية (Dos et al., 2005).

يعد محصول الذرة الصفراء (*Zea mays L.*) من المحاصيل الهامة، إذ يصنف في المرتبة الثالثة عالمياً كونه يستخدم في السلسلة الغذائية للإنسان على شكل دقيق، فإنه أيضاً يستخدم كعلف مركز للحيوانات (كف الغزال وزملاؤه، 1997). كما يتميز بغناه بفيتامين E (Alexander, 1988). بلغت المساحة المزروعة بهذا المحصول في سورية حوالي 71 ألف هكتار لموسم 2008 بمتوسط إنتاجية 3972 كغ/ها (المجموعة الإحصائية الزراعية السنوية، 2008). وقد قُدر استهلاك الذرة من مياه الري لعام 2009 حوالي 685 مليون متر مكعب للزراعة التكثيفية (كنفاني، 2009). وجد أن الاستهلاك المائي الكلي لصنف الذرة الصفراء (غوطة-1) في تجربة حقلية في الحسكة بسوريا عام 2001 يقدر بحوالي (540، 480، 730، 740، 1180) مم بالموسم، و الغلة الحبية كانت (8.7، 6.8، 7، 7، 8.7) طن/ها وفقاً لطرق الري المطبقة على هذا المحصول (رذاذ، تنقيط، مستمر، دفقات، مساكب) على الترتيب، حيث تفوقت طريقة الري بالتنقيط على الطرق الأخرى بكفاءة استخدام المياه وكفاءة التجانس والتوزيع مقارنة بأساليب الري الأخرى (شيخو، 2003). وفي تجربة بوادي النيل بمصر، تم استخدام الري بالتنقيط السطحي والتحت سطحي إضافة لطريقة الري بالأثلام على محصول الذرة الصفراء تحت مستويات مختلفة من العجز المائي، بينت النتائج أن الاستهلاك المائي الفعلي عند 100% من السعة الحقلية كان 474 مم بطريقة الأثلام، و 352 مم بالتنقيط تحت سطحي عند 60%، حيث كان للعجز المائي تأثيراً معنوياً في طول النبات والمساحة الورقية وعدد العرانيس بسبب انخفاض في عمليات الاصطناع الضوئي، كفاءة استخدام المياه كانت الأقل للتنقيط السطحي، إذ بلغت 1.77 كغ/م^3 عند 80% (Abdrabbo, and Abou kheria., 2009). وجد Bozkurt وزملاؤه، 2006 في دراسة أجريت في Adana بتركيا على ارتفاع 20م عن سطح البحر في تربة طينية، أن أعلى إنتاج للذرة الصفراء ترافق مع تباعد بين خطوط الري بالتنقيط 1.4م عند 100% من السعة الحقلية، حيث بلغت الغلة الحبية 9.79 طن/ها وترافق ذلك مع كفاءة عالية في استخدام المياه. في تجربة حقلية أجريت في السهول

الساحلية الأميركية الجنوبية الشرقية، تبين وجود فرق معنوي أعلى بالغلة الحبوية عندما كانت المسافة بين خطوط الري بالتنقيط 2 متر بالمقارنة مع 1 متر بالتنقيط السطحي والتحت السطحي (Stone et al., 2008). لقد وجد Sadras 2009 في دراسة وتحليل نتائج أكثر من 20 بحثاً يتعلق بإنتاجية ماء الري (IWP)، أن الإنتاج في وحدة الري المطبقة للمحاصيل المدروسة تحت طريقة (PRD) كانت الأعلى والأكثر معنوية. وجد أن الري الكامل والنموذجي في أميركا لمحصول الذرة الصفراء يتراوح بين 500– 600 مم من ماء الري، وأن التقييم الصحيح لكمية ماء الري المضافة هي التبخر– نتح المحصول (ETc) على أساس يومي أو موسمي يمكن أن يكون ذو أهمية بالغة وقيمة لإدارة أفضل لري للذرة الصفراء ومن أجل خطط الري الإستراتيجية مستقبلاً (Payero et al, 2008).

2- هدف البحث:

يهدف هذا البحث إلى دراسة أثر طريقتي الري بالتنقيط خطي لخطين نبات، وطريقة الجفاف الجزئي لمنطقة الجذور PRD) تحت مستويات الري (100%، 85%، 65%) من السعة الحقلية في إنتاجية الذرة الصفراء وكفاءة استخدام السماد الأزوتي (باستعمال N^{15}) وكفاءة استخدام المياه.

3- مواد وطرق البحث

3-1 الموقع والمناخ:

نفذت التجربة لموسمين زراعيين 2007 و 2008 في محطة بحوث تل حديا والتابعة لمركز البحوث العلمية الزراعية بحلب–الهيئة العامة للبحوث العلمية الزراعية. تقع المحطة على بعد 35 كم جنوب حلب، على إحداثيات (شمالاً 35.65^{o}، شرقاً 36.10^{o})، بارتفاع عن سطح البحر حوالي 274 متر. يتميز الموقع بمناخ متوسطي وبمعدل هطول سنوي يتراوح عادةً بين 250 و350 مم. أما الهطول السنوي لموسمي الزراعة فقد كان 314 و 222 مم لعامي 2007 و2008 على التتالي. أما الهطول خلال فترة نمو المحصول في عام 2008 كان 27 مم، ولم يكن يذكر في عام 2007. يبين الجدول رقم (1) بعض المؤشرات المناخية

خلال موسمي النمو والتي تم الحصول من المحطة المناخية التابعة للمركز الدولي للبحوث الزراعية في المناطق الجافة International Center for Agriculture Research in the Dry Areas (ICARDA) والقريبة من موقع البحث،

جدول رقم (1) يبين المتوسط الشهري للمؤشرات المناخية المدروسة في تل حديا لموسمي 2007 و 2008

الشهر/العام	حوض Pan Class A مم/يوم	الحرارة العظمى درجة مئوية	الحرارة الدنيا درجة مئوية	متوسط الحرارة درجة مئوية	الرطوبة النسبية %	سرعة الرياح م/ثا
2007/7	15.5	41.9	23.4	32.7	35.1	5.1
2008/7	15.6	38.6	23.3	31.0	44.3	5.9
2007/8	13.0	37.7	22.8	30.4	49.5	5.5
2008/8	13.2	39.2	23.7	31.5	46.9	5.2
2007/9	9.3	35.8	18.1	26.8	44.3	3.4
2008/9	8.3	34.1	18.8	26.4	52.3	3.3
2007/10	7.3	30.9	15.2	23.0	42.8	2.9
2008/10	4.9	29.1	12.9	21.0	57.2	2.5

2-3 التربة والمياه:

تربة الموقع طينية ثقيلة عميقة حمراء مصنفة *Chromoxereic Rhodo Xeralf* (Buringh, 1980). تم أخذ عينات تربة كل 15سم إلى العمق 120سم وعينات غير مخربة لدراسة الكثافة الظاهرية، . يبين الجدول رقم (2) بعض الصفات الكيميائية لموقع التجربة. علماً أن الناقلية الكهربائية كانت للعجينة المشبعة. من الجدول السابق يتبين أن التربة متوسطة الغنى من المادة العضوية في الأعماق الثلاثة الأولى، أما الفوسفور المتاح فقد تم تحليله بطريقة (Olsen et al., 1982). حيث كان 5.7 جزء بالمليون في الطبقة السطحيه وانخفض الى 0.7 في العمق 75-90 سم بسبب التثبيت، أما بالنسبة للاختبارات الفيزيائية والهيدروفيزيائية للتربة فقد تراوحت الكثافة الظاهرية بين 1.1 غ/سم^3 في الطبقة السطحية نتيجة تخلخل التربة بسبب عمليات الخدمة الزراعية و 1.38 في العمق الأخير، وتراوحت السعة الحقلية التي بين 38.7% و 41.5% وزناً لعمق 120سم. تم أخذ عينات مائية من المصدر

لتوصيات وزارة الزراعة والإصلاح الزراعي 2005، حيث أضيف 290 و 320 كغ/ها من اليوريا 46% لعامي 2007 و 2008 على التتالي، وذلك مع مياه الري بسماده حاقنة هيدروليكية وعلى دفعتين متساويتين الأولى عند ظهور البادرات والثانية عند ظهور الورقة التاسعة، كما خصصت مساحة 1 $م^2$ لإضافة السماد الموسوم بالأزوت-15 أيضاً على شكل يوريا بنسبة إغناء (a.e 1.5%) بنفس الموعد والتكرارية التي أضيف فيها السماد العادي. أما السماد الفوسفاتي على دفعة واحدة نثراً مع الزراعة 80 و 110 كغ/ها على شكل سوبر فوسفات الثلاثي 46% لعامي 2007 و 2008 على التتالي.

3-4 تصميم التجربة والتحليل الإحصائي:

صممت التجربة وفق تصميم القطع المنشقة Split Plot Design (SPD)، تكونت التجربة من ثلاث معاملات ري [65%، 85%، 100%] من السعة الحقلية، وكل معاملة ري تضم نموذجين (الإنشقاق) ري بالتنقيط، الأول خط ري لخطين نبات والثاني طريقة الجفاف الجزئي لمنطقة الجذور (PRD)، وبمعدل 6 مكررات للمعاملة الواحدة. عدد القطع التجريبية 36 قطعة مساحة كل قطعة 42 $م^2$ تضم 7 خطوط نبات طول الخط الواحد 6 م، حللت البيانات باستعمال برنامج التحليل الإحصائي GENSTAT 7 لحساب معنوية الفروق بين المعاملات (ANOVA) وقيم أقل فرق معنوي (LSD) بين المتغيرات عند مستوى معنوية 5%.

3-5 القياسات:

3-5-1 رطوبة التربة

تم تنصيب أنابيب جهاز التشتت النيتروني (TROXLER Model 4300) لقراءة رطوبة التربة على عمق 120 سم بفواصل قدرها 15 سم. حيث نصب أنبوبين في كل مكرر، كل أنبوب يمثل نموذج أو طريقة ري بالتنقيط في إحدى معاملات الري المدروسة، بلغ عدد الريات في كل موسم من موسمي الدراسة 2007 و 2008 تسع ريات، حيث تم الري عند وصول رطوبة التربة إلى مايقارب 50% من السعة الحقلية لمعاملة الري 100% و0.7 و0.3 منها لمعاملتي 85% و65%، وعلى

الأعماق 30 سم للريتين الأولى والثانية، و45 سم للرية الثالثة، و60 سم للريتين الرابعة والخامسة، و75 سم للريات السادسة والسابعة والثامنة والتاسعة، علماً أن كفاءة الري للشبكة كانت (93.5، 92)% لموسمي نمو 2007 و 2008 على التتالي، أما مواعيد إضافة المياه فقد كانت 14 و7/24، 6 و22 و8/29، 6 و16 و9/26، 10/16 لموسم 2007 وكانت 13 و7/27، 10 و21 و8/28، 4 و11 و9/22، 10/9 لموسم 2008. أما كفاءة استخدام المياه (WUE): فقد حسبت وفق هذه المعادلة (Seckler et al., 1999).

$$WP_1 = \Delta Y / \Delta ET$$

ΔY و ΔET: يعبرا عن الزيادة الحاصلة في الإنتاج والتبخر – نتح على التتالي.

3-5-2 الغلة:

تم تقدير الغلة الحبية بحصاد العرانيس لثلاث خطوط من الذرة في القطعة التجريبية الواحدة والتي تضم سبعة خطوط، وزنت العرانيس بعد الحصاد مباشرة، كما أحصي عددها، واختير منها ثلاثة عرانيس ممثلة بعد تدريجها، فرطت وتم قياس رطوبتها مباشرة عن طريق ميزانين الأول حقلي (Dickey John) والثاني مخبري (Foss)، ثم حسبت مؤشرات الغلة من العلاقات:

نسبة التصافي حسبت من العلاقة: (وزن الحبوب الصافي/ وزن الحبوب مع القوالح) × 100.

غلة الحبوب (طن/ها) = (وزن الحبوب المحصودة × (100 – رطوبة العينة) × نسبة التصافي × 0.118) / المساحة المحصودة.

3-5-3 العينات الموسومة ب N^{15}

جمعت عينات النبات الكامل (نباتين من كل قطعة موسومة بالأزوت-15) من ثلاثة مكررات فقط تم وسمها عند مرحلة النضج الفيزيولوجي وهي المرحلة التي تسبق النضج النهائي بهدف حساب إنتاج المادة الجافة وتحديد الأزوت الكلي الممتص. وقد فصلت النباتات بعد جمعها مباشرة الى مكوناتها الرئيسية وهي الأوراق والساق

والعرانيس. تم وزن تلك المكونات ثم جففت على درجة حرارة 65 مئوية لمدة ساعة على الأقل ومن ثم وزنت لتحديد معاملات الرطوبة فيها وبالتالي تحديد الوزن الجاف على أساس كغ/ها. قدر الأزوت الكلي بطريقة الهضم الرطب (كلداهل)، كما قدرت نسبة الإغناء النظيري N^{15}/N^{14} بجهاز مطياف الكتلة mass spectrometer، وقد تم إجراء جميع العمليات الحسابية اللازمة لتحديد نسبة الأزوت في الأنسجة النباتية، والأزوت المستمد من السماد الأزوتي المضاف (Ndff)، والأزوت المستمد من التربة Ndfs والأزوت الكلي الممتص N-uptake، ومعدل الاستفادة من السماد الأزوتي المضاف N-recovery ، وذلك وفق طريقة (Zapata, 1990).

4- النتائج:

4-1 كمية الماء المضافة والتبخر-نتح (ET)

بلغ متوسط كمية مياه الري المضافة مع الهطل المطري بالطريقة الأولى خط ري لخطين نبات (623، 447، 212) مم، وبالطريقة الثانية الجفاف الجزئي لمنطقة الجذور (PRD) (356، 255، 121) مم وفقاً لمعاملات الري (100، 85، 65)% على الترتيب لموسم 2007، وفي موسم 2008 فقد بلغت بالطريقة الأولى (664، 482، 240) مم وبالطريقة الثانية (404، 300، 162) مم لنفس معاملات الري على الترتيب، علماً أن كمية الهطول المطري لم يذكر لموسم 2007 وكان 27 مم الموسم 2008. التبخر-نتح المرجعي (ET_o) وفقاً لحوض التبخر Class A Pan بلغ 823 مم في موسم 2007 و791 مم في موسم 2008. بينت النتائج أن نسبة التبخر- نتح (ET) إلى كمية مياه الري المضافة بالطريقة الأولى كانت حوالي 0.86، وبالطريقة الثانية 0.96 للمعاملة 100% لموسم 2007، بينما بلغت النسبة 0.83 بالطريقة الأولى و 0.90 وبالطريقة الثانية في موسم 2008 لنفس المعاملة، في المعاملة 85% بلغت نسبة (ET) إلى كمية ماء الري المضافة بالطريقة الأولى حوالي 0.86، وبالطريقة الثانية 1.15 لموسم نمو 2007، وكانت 0.82 و1.1 لموسم نمو 2008 ولنفس المعاملة، أما عند معاملة الري 65% فقد بلغ متوسط

نسبة (ET) إلي كمية مياه الري المضافة 1.41 بالطريقة الأولى، و1.75 وبالطريقة الثانية في موسم 2007، بينما أعطى نسبة 1.22 و1.43 على الترتيب في موسم 2008 لنفس المعاملة. نلاحظ أن معاملة الري 100% في طريقة (PRD) كانت أكثر معاملة استفادت من كمية الماء المضاف.

4-2 الغلة الحبية:

يبين الشكل رقم (1) الإنتاج الحبي للذرة الصفراء لموسمي الزراعة 2007 و2008 وبطريقتي الري الأولى (خط ري لخطين نبات) والثانية (الجفاف الجزئي لمنطقة الجذور) تحت معاملات الري 100% و85% و65%، حيث أظهرت نتائج التحليل الإحصائي عن وجود فروق معنوية عالية $p < 0.001$ في الغلة الحبية بين معاملات الري (8479، 7484، 5853) كغ/ها على التتالي لموسم نمو 2007، حيث تفوقت معاملة الري 100% على معاملتي الري 85% و65%، كما تفوقت معاملة الري 85% على 65%، وكان أقل فرق معنوي (L.S.D) 439 كغ/ها، كما بينت نتائج التحليل أيضاً عن وجود فرق معنوي $p < 0.001$ بين طريقتي الري، الأولى والثانية (7905، 6639) كغ/ها على التتالي، علماً أن أقل فرق معنوي (L.S.D) كان 264 كغ/ها، إذ تفوقت طريقة الري الأولى على الطريقة الثانية. في موسم 2008 أظهرت نتائج التحليل عن وجود فروق معنوية عالية $p < 0.001$ في الغلة الحبية بين معاملات الري (9310، 7291، 5606) كغ/ها على التتالي، حيث تفوقت معاملة الري 100% على معاملتي الري 85% و65%، كما تفوقت معاملة الري 85% على 65%، وكان أقل فرق معنوي (L.S.D) 846 كغ/ها، كما بينت نتائج التحليل أيضاً عن وجود فرق معنوي $p < 0.001$ بين طريقتي الري، الأولى والثانية (7809، 6996) كغ/ها على التتالي، علماً أن أقل فرق معنوي (L..S.D) كان 337 كغ/ها، إذ تفوقت طريقة الري الأولى على الطريقة الثانية. عند تحليل بيانات الموسمين معاً إحصائياً أظهرت النتائج وجود فروق معنوية في الغلة الحبية بين المعاملات $p < 0.001$ وكما في تحليل كل موسم على حده تفوقت معاملة الري 100% على المعاملتين 85% و65%، وتفوقت معاملة 85% على

بالرغم من أن زيادة التبخر– نتح بالطريقة الأولى كان أعلى بنسبة 189% من طريقة الري الثانية (PRD).

4-3 كفاءة استخدام المياه (WUE)

يوضح الجدول رقم (5) كفاءة استخدام المياه خلال موسمي النمو 2007 و 2008 ولطريقتي الري. بالنظر إلى متوسط موسمي النمو لوحظ أن معاملة الري 65%

جدول رقم (5) يبين كفاءة استخدام المياه (WUE) في إنتاج الغلة الحبية لمحصول الذرة الصفراء لموسمي 2007 و 2008 في تل حديا تحت معاملات ري مختلفة

الموسم	معاملة الري	كفاءة استخدام المياه للغلة الحبية (كغ/ مم)	
		خط ري لخطين نبات	الجفاف الجزئي لمنطقة الجذور
2007	%100	9.84	22.35
	%85	15.05	24.15
	%65	22.41	23.77
2008	%100	13.38	30.30
	%85	13.63	19.87
	%65	21.26	21.76
متوسط الموسمين	%100	11.67	26.34
	%85	14.27	21.81
	%65	21.84	22.72

هي المعاملة الأكثر كفاءةً في استخدام المياه في الغلة الحبية بطريقة الري الأولى، أما معاملتي الري 85% و 100% شكلتا نسبة 0.65 و 0.53 على التوالي من كفاءة استخدام المياه لمعاملة الري 65%، وشكلت معاملة الري 100% نسبة 0.82 من كفاءة استخدام المياه للمعاملة 85% بنفس طريقة الري. وجد أنه عند استخدام طريقة الجفاف الجزئي لمنطقة الجذور ومن الجدول رقم (5) وكمتوسط للموسمين بلغت معاملة الري 100% أعلى كفاءة استخدام مياه، بينما شكلت معاملة الري 85% و 65% نسبة 0.83، 0.86 من معاملة الري 100%. ومن الجدول نجد من متوسط الموسمين معاً أن أدنى قيمة في كفاءة استخدام المياه بالطريقة الثانية (21.81 كغ/ها/مم) للمعاملة 85% تعادل أعلى قيمة بالطريقة الأولى (21.84 كغ/ها/مم) للمعاملة 65%.

4-4 كفاءة استخدام السماد الأزوتي

يبين الجدول رقم (6) نسبة الأزوت (N) الكلي في الأنسجة و(N) الممتص و كفاءة استخدام السماد (N) بطريقة خط ري لخطين نبات (الأولى) وطريقة الجفاف الجزئي

جدول رقم (6) يبين نسبة الأزوت (N) الكلي في الأنسجة و(N) الممتص و كفاءة استخدام السماد (N) بطريقة خط لخط (1) وطريقة الجفاف الجزئي (2) تحت معاملات الري المدروسة

المؤشر	موسم النمو	%65		%85		%100	
		1	2	1	2	1	2
T.N %	2007	1.67	1.50	1.66	1.63	1.75	1.54
	2008	1.57	1.56	1.54	1.52	1.68	1.48
N uptake كغ/هـ	2007	127.47	106.23	139.56	170.98	154.15	153.70
	2008	167.43	153.43	230.81	210.15	247.17	209.23
% FUE-N	2007	6.85	5.65	12.22	9.60	17.38	12.47
	2008	10.50	8.33	16.78	12.75	24.76	14.11

لمنطقة الجذور (الثانية) تحت معاملات الري المدروسة، ومنه نجد أنه عند حساب متوسط كفاءة استخدام السماد (FUE) لموسمي الدراسة 2007 و 2008 ووفقاً لمعاملات الري (100%، 85%، 65%) فقد كانت (21.1، 14.5، 8.7)% بطريقة الري الأولى و (13.3، 11.2، 7)% بطريقة الري الثانية، وعليه نجد أن الطريقة الأولى كانت أفضل في كفاءة استخدام السماد الأزوتي من الطريقة الثانية، أما بين معاملات الري فقد زادت نسبة (FUE) في معاملة الري 100% على 85% بحوالي 45% بطريقة الري الأولى و19% بطريقة الري الثانية، بينما نجد أن هذه النسبة قد تضاعفت لمعاملة الري 85% على 65% حيث بلغت 67% و 60% على التتالي.

4-5 المناقشة والاستنتاجات:

من استعراض النتائج نلاحظ أن المؤشرات المناخية هي أحد العوامل الهامة جدا لتفسير ما يتعرض إليه النبات خلال فترات نموه من ظروف مناخية تنعكس غالباً على إنتاجيته. فإذا استعرضنا بعض المؤشرات المناخية لموسمي البحث 2007 و 2008 والمذكورة سابقاً نجد أن التباين بين الموسمين كان بالنسبة لدرجات الحرارة والتبخر وسرعة الرياح خفيفاً أما الرطوبة النسبية فقد كانت متباينة بين الموسمين. لقد كان المتوسط اليومي لدرجة الحرارة خلال أشهر النمو متقاربة ماعدا شهر

تشرين الأول لموسم 2007 زاد 2 درجة مئوية عنه في موسم 2008، كما زاد المتوسط الشهري لسرعة الرياح 0.4 م/ثا في شهر تشرين الأول في موسم 2007 عنه في موسم 2008، فانعكس ذلك على التبخر من حوض Pan الذي بلغ الفارق في المتوسط الشهري 2.4 مم زيادةً في موسم 2007 عنه في الموسم الأخر، أما الرطوبة النسبية فقد زاد المتوسط الشهري لتشرين الأول في موسم 2008 16% عنه في موسم 2007. لقد كانت كمية الماء المضافة في معاملة الري 65% ولمتوسط موسمي 2007 و 2008 حوالي 229 مم، مع العلم أن التبخر-نتح المحصول وبطريقة خط ري لخطين نبات كانت نسبته 126% من مياه الري المضافة، حيث امتص النبات ماء التربة الموجود سابقاً والتي هو بحاجة ماسة إليها وبشكل تدريجي خلال تطور مراحل نموه مع تعمق المجموع الجذري، بينما نجد ولنفس طريقة الري وللمعاملة 100% و 85% أن كمية الماء المضاف كانت 644 مم و464 مم ونسبة التبخر-نتح لكلا المعاملتين وكمتوسط لموسمي 2007 و 2008 هو 84%. وجد أن كمية الماء المضاف بطريقة الري بالتنقيط للذرة الصفراء كانت 677 مم للمعاملة 100% وبطريقة الجفاف الجزئي لمنطقة الجذور كانت 438 مم (Yazar, et al., 2009). أما بطريقة ري الجفاف الجزئي لمنطقة الجذور وكمتوسط لموسمي 2007 و 2008 معاً، لوحظ أنه بالرغم من أن الكمية المضافة من الماء لمعاملة 65% كانت 142مم إلا أن التبخر-نتح كان 156% من هذه الكمية، أي سلك النبات نفس السلوك السابق ليعوض حاجته من الماء التي كان فيها العجز أكبر. إن العلاقة بين التبخر-نتح المحصول وإنتاج الغلة الحبية يمكن تلخيصها بدراسة متوسط موسمي 2007 و 2008 ففي طريقة الري الأولى نجد أن التبخر-نتح (ET) كان (544، 390، 296) مم وإنتاج الغلة الحبية (9334، 7800، 6438) كغ/ها لمعاملات الري (100، 85، 65)% على التوالي، وهذا مقارب لما وجده Yazar أن أعلى إنتاج غلة حبية تم الحصول عليه من الري الكامل بلغ 10.4 طن/ها، بينما معاملة PRD – 100% أنتجت 7.74 طن/ها (2009

واحد طبقت فيه المعاملة 100% يمكن أن يروي (1.4، 1.8) هكتار إذا طبقت معاملة الري (85%، 65%) ، فتكون هناك زيادة بنسبة الإنتاج حوالي (16، 27)% على الترتيب. لو أردنا شرح تفوق الطريقة الثانية على الطريقة الأولى، نجد أن كمية الماء المضافة لمعاملة 100% هي 644مم أعطت متوسط إنتاج 9334 كغ/ها بطريقة الري الأولى كمتوسط للموسمين معاً، أما بطريقة الري الثانية كان الماء المضاف لهذه المعاملة 380مم أنتجت غلة حبية 8456 كغ/هـا، ومنه لو استبدلنا طريقة الري الأولى بالثانية لكان توفير المياه 41% وخسارة بالإنتاج فقط 8%، حيث يمكن تعويضها أضعاف بزيادة المساحة المروية. وهذا تأكيد لنتائج الباحث (Du, et al., 2008) حيث تم بهذه الطريقة توفير 31 – 33% من الماء إذا ماقورنت مع طريقة الري بالتنقيط التقليدية مع الحفاظ تقريبا على نفس الإنتاج لمحصول القطن.

بلغت كفاءة استخدام المياه (WUE) أعلى رقم لها وكما هو موضح في الجدول رقم (5) كمتوسط للموسمين 26.34 كغ/ها/مم للمعاملة 100% بطريقة الري الجزئي لمنطقة الجذور ، وبمقارنة بسيطة نجد أن كفاءة استخدام المياه بطريقة الجفاف الجزئي لمنطقة الجذور تحقق نسبة (225%، 152%) من الطريقة الأولى للمعاملة (100%، 85%) على الترتيب ، بينما نجد أن معاملة 65% كانت متقاربة بكلتا الطريقتين. وهذا تأكيداً لما توصل إليه Kang و Zhang 2004، من أن الري الجزئي لمنطقة الجذور بشكل متناوب (CAPRI) أو الجفاف الجزئي لمنطقة الجذور (PRD) هي تقنية ري جديدة يمكن عن طريقها رفع كفاءة استخدام المياه (WUE) لإنتاج المحاصيل. وجد أن كفاءة استخدام السماد الأزوتي كانت أعلى بطريقة الري الأولى منها بالطريقة الثانية ولكافة معاملات الري وذلك لزيادة امتصاص السماد الأزوتي مع زيادة الرطوبة، وهذا ما أكدته نتائج تجربة على الذرة الصفراء تم تنفيذها في الصين ضمن بيت زجاجي من أن معدل الاسترداد للسماد الأزوتي N بطريقة الري الجزئي لمنطقة الجذور (APRI) كانت أعلى من النصف الغير مروي في طريقة الري الجزئي لطرف واحد فقط (تثبيت مكان الري) من

المراجع

المجموعة الإحصائية الزراعية السنوية، 2008- وزارة الزراعة والإصلاح الزراعي، الجمهورية العربية السورية.

المجموعة الإحصائية الزراعية السنوية، 2009- وزارة الزراعة والإصلاح الزراعي، الجمهورية العربية السورية.

المنظمة العربية للتنمية الزراعية، 2005- دراسة **تطوير أساليب استرداد تكلفة إتاحة مياه الري على ضوء التطورات المحلية والدولية**. إصدارات المنظمة.

شيخو أسعد، 2003- **تأثير أساليب وتقانات الري في إنتاجية الذرة الصفراء**، رسالة دكتوراه، كلية الزراعة – جامعة حلب.

كف الغزال، رامي، و**الفارس** عباس ، و **الصالح** عبود، 1991- **إنتاج وتكنولوجيا محاصيل الحبوب** منشورات جامعة حلب، كلية الزراعة.

كنفاني مأمون، 2009- **الاحتياجات المائية الزراعية السنوية**، الهيئة العامة للبحوث العلمية الزراعية، وزارة الزراعة والإصلاح الزراعي، الجمهورية العربية السورية.

ABDRABBO A., ABOU KHERIA., 2009- **Comparison among different irrigation systems for deficit- irrigated corn in the Nile Valley**. *Agricultural Engineering International: the CIGR Ejournal*. Manuscript LW 08 010. Vol. **XI**.

ALEXANDER D., 1988- **Breeding special nutritional and industrial types. In corn and corn improvement**, 869.

AWAL M. A.; KOSHI H., and IKEDA T., 2006. **Radiation interception and use by maize/peanut intercrop canopy.** Agricultural and Forest Meteorology, 139: 74-83

AYERS R. S., and WESTCOT D.W, 1994- **Water quality for Agriculture.** FAO Irrigation and Drainage Paper, (29) Rev.1.

BOZKURT, Y., YAZAR A., Gencel B., SEZEN M.S. 2006- **Optimum lateral spacing for drip-irrigated corn in the Mediterranean region of Turkey**. *Agr. Wat. Man*. 85 (1/2). Amsterdam, 113 – 120.

BURINGH, P. 1980- **Photographs and classification of soils at ICARDA sities in Syria.** International Center for Agricultural Research in the Dry Areas (ICARDA), Aleppo, Syria.

CONODON, A.G. 2004- **Comparative evaluation of oxygen isotope composition and carbon isotope discrimination in selecting for greater agronomic water-use efficiency in wheat.** (Progress Report). First RCM of the CRP. On **"selecting for greater agronomic water-use efficiency in wheat and rice using carbon isotope discrimination"** . 27 September – 1 October. VIC, Room A-2774, Vienna.

DOS SANTOS TP., LOPES CM., Rodrigues ML., DE SOUZA CR., MAROCO JP., PEREIRA JS., SILVA JR., CHAVES MM. 2005- **Partial root zone drying: effects on fruit growth and quality of field grown grapevines (Vitis vinifera).** *Funct. Plant Biol,* (30): 663 – 671.

DU T., KANG, S. ZHANG. J, and LI., F., 2008 - **Water use and yield responses of cotton to alternate partial root – zone drip irrigation in the arid area of north-west China.** *Irrig. Sci,* (26): 147 – 159.

Hokam, E. M. And S. E. El-Hendawy., 2009. **Drip irrigation frequency: The effect and their interaction with nitrogen fertilization on maize growth and nitrogen use efficiency under arid conditions.** Journal of Agronomy and crop science, vol (197) p: 186 – 201.

Hu, T., S, Kang., F, Li. And J, Zhang., 2009. **Effects of partial root zone drying on the nitrogen absorption and utilization of maize,** Agri. Wat. Man. Vol (96) p: 208 – 214.

JACOBSEN E., 2009 – **New crops for salt-effected environments.** University of Copenhagen, Denmark.

JANAT, M., SOMI G, 2001- **Performance of cotton crop grown under surface irrigation and drip fertigation**. II. Field water-use efficiency and dry matter distribution. Comm. *Soil Sci. Plant Anal.* 32 (19&20), 3063-3076.

KANG, S., and ZHANG. J. 2004 -**Controlled alternate partial root-zone irrigation, its physiological consequences and impact on water use efficiency**, *Journal of Experimental Botany,* Water Saving Agriculture Special Issue, (55) 407: 2437-2446.

LIU, F., LIANG J., KANG S., ZHANG J. 2007. **Benefits of alternate partial root-zone irrigation on growth, water and nitrogen use efficiencies modified by fertilization and soil water status in maize.** Plant and Soil, 295(1/2): Springer Science + Business Media, 279-291.

LIU, F., CR. JENSEN., MN. ANDERSEN., 2003- **Hydraulic and chemical signals in the control of leaf expansion and stomata conductance in Soybean exposed to drought stress.** *Funct. Plant Biol.* 30: 65 – 73.

LIU, F., CR. JENSEN., SHAHNAZARI A., MN. ANDERSEN., JACOBSEN SE, 2005- **ABA regulated stomatel control and photosynthetic water use efficiency of potato (Solanum Tuberosum L.) during prossive soil drying.** *Plant Sci*, 168: 831 – 836.

PAYERO, J.O., TARKALSON D. D., IRMAK S., DAVISON D., & PETERSEN J.L. 2008- **Effect of irrigation amounts applied with subsurface drip irrigation on corn evapotranspiration, yield, water use efficiency, and dry matter production in a semiarid climate,** USDA-ARS/UNL Faculty, Nebraska-lincoln.

STONE K., BAUER P., BUSSCHER W., MILLEN J. 2008- **Narrow row corn production with subsurface drip irrigation**, *American Society of Agricultural and Biological Engineers*, 455-464.

SADRAS V. O., 2009- **Does partial rootzone drying improve irrigation water productivity in the field? Ameta – analysis.** *Irri. Sci.* Vol. (27): 183 – 190.

SECKLERr, D., MOLDEN D., and BARKER R, 1999 - **Water scarcity in the twenty first century.** Water brief 1, IWMI, Colombia, Sri lanka.

YAZAR A., GOKCEL F., SEZEN M.S. 2009- **Corn yield response to partial rootzone drying and deficit irrigation strategies applied with drip system**, *Plant Soil Environ*,(11): 494-503.

Zapata, F. 1990. **Isotopes techniques in soil fertility and plant nutrition studies.** In: Hardarson, G. (Ed.) The "Use of nuclear techniques in studies of soil – plant relationships. " Series No 2" IAEA, Vienna, pp.

Effect of Partial Root-zone Drying on Maize Yield and Fertilizer use efficiency – N under two drip irrigation methods

Abdel Naser Aldarir[1], Mussaddak Janat[2]
Ammar Wahbi[3], Awadis Arslan[4], Abdelghani Alkhaldi[5]

1- Dept. Rural Engineering, Faculty of Agricultural, Aleppo University
2- Syrian Atomic Energy Commission, Damascus
3- Dept. Soil &Land Reclamation, Faculty of Agricultural, Aleppo University
4- General Commission for Scientific Agriculture Research, Damascus- Syria
5- Dept. Rural Engineering, Faculty of Agricultural, Aleppo University

Abstract

development of DI. The PRD approach is to use irrigation to alternately wet and dry (at least) two spatially prescribed parts of the plant root system. Field experiment was carried out at Tel Hadia Experiment Station in north syria to evaluate response of maize crop and fertilizer use efficiency (FUE) (N^{15} Isotope) under three levels of irrigation 100%, 85%, 65%, of potential evapotranspiration were compared. In addition to assessment two drip irrigation methods, first one both one irrigation line to irrigated two plant rows, and the second partial root-zone drying (PRD). The experiment Design was Split Plot Design with six replicates, during 2007 and 2008 growth seasons. Significant effects of the irrigation levels on yield and (FUE)-N were found among two experiments years, 100% irrigation treatment had significant increase in grain yield and (FUE)-N on 85% and 65%. The first irrigation method had significant increase in grain yield and (FUE)-N on the second irrigation method. Results revealed that mean of crop evapotranpiration (ET) for first method was 544 mm according to 100% irrigation level, whereas the second method was about 0.65 of (ET) the first one to same irrigation level, with relative grain yield 0.91 of first method to 100%, other meaning when (ET) was equal in the both irrigation methods, grain yield increased 40% at used (PRD). The highest value of water use efficiency was 26.3 kg /mm grain yield was obtained with 100% irrigation treatment. When the irrigate method was (PRD), But the lowest value of (WUE) was 11.7 kg /mm grain yield, it was obtained to the same irrigation treatment, When the irrigate method was first method. The highest value of nitrogen fertilizer use efficiency was 21.1% was obtained with 100% irrigation treatment under the first method. It is recommend that to employ (PRD) method to irrigate corn, which might save irrigation water by almost 50% , that use to irrigate more agricultural area, in addition to the loss of grain yield was 8% compared the first method at same treatment.

Key words: Partial root-zone drying (PRD), drip irrigation, maize, water use efficiency (WUE), evapotranspiration (ET)