

## تأثير جدولة الري على نبات الفلفل في البيوت البلاستيكية

محمد عبدالرزاق فتاح\* طه محسن اسماعيل\*\* سazan نادر علي\*\*  
\*قسم علوم التربة والمياه / فاكنتي العلوم الزراعية / جامعة السليمانية  
\*\*مديرية البحوث الزراعية / السليمانية

### الخلاصة

اجريت التجربة في محافظة السليمانية لدراسة تأثير جدولة الري على نبات الفلفل في البيوت البلاستيكية، زرعت الشتلات في 2011/4/29 وبعد شهر واحد طبقت معاملة فترات الري 2 و3 و4 ايام وبثلاثة مكررات على صنف برشلونة F1 Louay وتمت اضافة المياه بطريقة الري بالتنقيط. ولحساب التبخر-نتح الفعلي  $ET_a$  استخدمت معادلة التوازن المائي water balance equation اما لحساب التبخر-نتح المرجعي  $ET_o$  فتمت استخدام هذه الطرائق Class A pan evaporation و Hargreasev و penman-monteith و  $ET_o$  و  $ET_a$  من خلال  $ET_o$  و  $ET_a$  تم ايجاد معامل المحصول  $K_c$  وذلك باستخدام المعادلة العامة للتبخر-نتح المحصولي  $ET_c$ . اوضحت النتائج ان كمية  $ET_a$  للمعاملات 2 و 3 و 4 ايام كانت (1117 و 776 و 618) ملليمتر على التوالي، اما عمق الماء المضاف فكميته اقل من  $ET_a$  بمقدار نقص في المحتوى الرطوبي للتربة ( 28 و 45 و 65) ملليمتر، وادت ازدياد في  $ET_a$  الى ازدياد كل من الحاصل وقطر الثمرة محصول الفلفل وعدم ظهور تأثير معنوي على طول الثمرة والمادة الجافة وعمق الجذور العمودي والافقي. ان عامل استجابة المحصول للري ( $K_y$ ) وباستخدام معادلة Stewart كانت (0.54) بين معاملة 2 و 3 ايام و (0.95) بين معاملة 2 و 4 ايام وهذا يدل على ان استجابة المحصول لنقص الري كانت اكثر بين معاملي 2 و 4 ايام مقارنة بين معاملي 2 و 3 ايام لذا يستحسن تباعد فترة من 2 يوم الى 3 يوم مقارنة بتباعد فترة من 2 يوم الى 4 يوم. وهذا يشير الى ان امكانية استخدام قيمة 5.50 ملليمتر/يوم بدلاً من 8.19 ملليمتر/يوم كتبخر- نتح لمحصول فلفل مع الانخفاض النسبي في الانتاجية اقل اهمية من النقص النسبي لتبخر-نتح. اما قيم كفاءة استخدام الماء WUE للحاصل كانت 5.24 و 6.31 و 5.43 كغم/م<sup>3</sup> للمعاملات 2 و 3 و 4 ايام على التوالي. وكانت معدل قيمة  $ET_o$  لجميع النماذج الرياضية المستخدمة 6.88 و 7.12 و 7.10 و 5.34 و 3.75 ملليمتر/يوم للاشهر حزيران وتموز وأب وايلول وتشرين الاول على التوالي، ويمكن استخدام قيمة 7.0 ملليمتر/يوم كالتبخر- نتح مرجعي وبمعدل الانحراف القياسي 0.109 للاشهر حزيران وتموز واب. اما بالنسبة لقيمة معامل المحصول  $K_c$  فتتراوح ما بين 1.20 و 1.36 لطريقتي Class A pan و Penman-Monteith على التوالي، ويمكن استخدام قيمة 1.27 كمعدل معامل محصول الفلفل في البيوت البلاستيكية.

الكلمات المفتاحية: الفلفل و البيوت البلاستيكية و كفاءة استخدام الماء و التبخر-نتح و عامل استجابة المحصول للري.

### المقدمة

ان التطور الزراعي بشكل عام يرتكز في الاساس على استغلال الموارد الطبيعية وبالاخص التربة والماء علما ان التطور العلمي والاجتماعي وازدياد الطلب على المياه اصبحت مسألة اليوم، وتزداد الحاجة الى العناية في استهلاك الماء في مثل هذه المناطق وخاصة عندما تكون كميات المياه المتوفرة فيها غير كافية لاستغلال جميع الاراضي القابلة للزراعة لذلك اصبح كيفية استخدام المياه المتوفرة من الاهداف الاستراتيجية في اقليم كردستان بهدف زيادة الانتاجية ورفع كفاءة استخدام المياه لغرض تلبية حاجات السكان المتزايدة على الخضراوات، ومنها محصول الفلفل بنوعيه الطو والحر والذان يتبعان الى العائلة الباذنجانية ويتبع جميع اصنافه لجنس *Capsicum Annuum L.* ماعدا الصنف الحر تباكو الذي يتبع *Capsicum Fruetescenc*. والموطن الاساسي (الأصلي) للفلفل هو أمريكا الجنوبية وانتقل بعد ذلك إلى

كل قارات العالم (مطلوب وآخرون، 1981). حيث انه غني بفيتامين (C) الذي يحتاجه الجسم خاصة في موسم الشتاء لمقاومة أمراض البرد والانفلونزا وكما أنه غني نسبياً بفيتامين (A) ويحتوي كذلك على كميات متوسطة من الحديد، ويستخرج من الأصناف الحار مادة الكبساثين Capsacine التي تستخدم على هيئة لزقة لمعالجة الأم العظام الناتجة عن الروماتزم. ويستخرج كذلك من الفلفل مادة الفلورين التي تحمي

تاريخ تسلم البحث 2013/9/2 وقبوله 2014/2/24  
الأسنان من التسوس (حسن، 1984).

ويعتبر الفلفل من محاصيل الخضر التسويقية والتصديرية الهامة وان المساحة الاجمالية المزروعة به في العالم بلغت نحو مليوني هكتار (FAO، 2003). يزرع هذا المحصول في الحقول المكشوفة خلال عروتين الربيعية والخريفية وبدأت في السنوات الاخيرة زراعة الفلفل في البيوت الزجاجية والبلاستكية لزراع اصناف خاصة من الفلفل ويتميز بانتاجية عالية مقارنة باصناف اخرى، اضافة لانتاجه في غير مواسم انتاجية الطبيعية. وأشار Van، (1994) الى امكانية التحكم او السيطرة على العوامل الانتاجية في البيوت البلاستيكية اكثر مما هو في الحقول المكشوفة وذلك عن طريق خصوبة التربة وادارة المياه. حيث ان الرطوبة النسبية مع درجة الحرارة هما العاملان المؤثران في إنتاج الفلفل ولذلك لابد من توافر الرطوبة في الجو المحيط وقتها في الجو المحيط بها تسبب تساقط الأزهار والثمار الصغيرة مما يؤثر سلبياً على كمية الحاصل وكذلك حجم الثمار. ولذا يجب العناية بالري فيكون خفيفاً على فترات متقاربة لأن نقص وزيادة الماء يؤديان الى تقليل انتاجية المحصول (مطلوب وآخرون، 1981). إن طريقة الري بالتنقيط هي أفضل طريقة للري، حيث أنها تعطي كميات المياه المناسبة لكل محصول اضافةً الى ان الري بالتنقيط يتميز بكفاءة عالية لاستخدام المياه (Xie وآخرون، 1999 و Antony و Singandhupe، 2004). وان كفاءة استخدام الماء يمكن ان يعبر عنها بانها نسبة وحدة انتاج الى وحدة ماء المستهلكة لذلك فمن ضروري دراسة جميع الوسائل التي تؤدي الى زيادة هذه النسبة سواء كان عن طريق زيادة الانتاج لوحدة ماء المستهلكة او عن طريق تقليل فقد الماء او استخدام ري ناقص. حيث يهدف الري الناقص الى استغلال المياه المتوفرة في زراعة اكبر مساحة ممكنة والحصول على اعلى انتاجية من وحدة الماء (Deng وآخرون، 2006). وعرف Kirda، (2002) الري الناقص بانه تعريض النبات لمستوى معين من اجهاد مائي منظم لبعض اطوار النمو او كامل الموسم دون تأثير معنوي على الانتاج. كما ذكر Snyder وآخرون، (2002) ان تقليل كمية المياه المضافة تؤدي الى رفع كفاءة استخدام المياه عن طريق تقليل فواقد المياه المضافة كالتسرب العميق والتبخر وكذلك تقليل نمو الادغال. لذا فان الري الناقص هو وسيلة هامة لجدولة عملية الارواء وتحديد استجابة فترات نمو المحصول لعجز الماء ويعتبر قيمة عامل استجابة المحصول لنقص الري  $K_y$  مؤشراً على مدى امكانية تطبيق هذه العملية (جدولة الري الناقص) على محصول معين. حيث ذكر Moutonnet، (2001) ان قيمة  $K_y$  للنباتات حسب منظمة الأغذية والزراعة يتراوح ما بين (0.2-1.15). اما حسب الوكالة الدولية للطاقة الذرية فتتراوح قيمتها ما بين (0.08-1.75). ولمحصول الفلفل قيمة  $K_y$  فهي (1.1) او اكثر (FAO، 2003).

ومن خلال الدراسات التي قام بها مجموعة من الباحثين على برنامج الري الناقص لبعض المحاصيل ومنها الذرة Craciun و Craciun، (1999) والقطن Yavus، (1993) و Anac وآخرون، (1999) والبنجر السكري Bazza و Tayaa، (1999) والبطاطس Kovacs وآخرون، (1999) والقمح Waheed وآخرون، (1999) وزهرة الشمس Karaata وآخرون، (1991) اظهرت النتائج ان النباتات تختلف في استجابتها للري الناقص حسب نوعها ومرحلة النمو ونوعية التربة المزروعة فيها وطريقة الري. لذلك على المزارع اخذ اعتبارات مسبقة عن

هذه الاختلافات في استجابة هذه المحاصيل بنسب متفاوتة إذ تم توفير مياه الري بنسبة قد تصل الى 25% اي بكفاءة استخدام المياه 1.2 مرة مقارنة مع الحالة الاعتيادية (دون عجز المياه). ان تقدير التبخر- نتح الفعلي للمحصول وتزويده بالاحتياج الفعلي ومنها يمكن تقليل الضائعات المائية وذلك حسب قابلية التربة للاحتفاظ بالماء وحاجة النبات له في مراحل نموه المختلفة. اي ان التحديد الدقيق للاحتياج المائي الفعلي للمحصول ضروري جداً لغرض تحديد الخطط المستقبلية للمشاريع الاروائية مع تعديل بسيط نتيجة تطور التكنولوجيا في مجال الري والهندسة الوراثية وذلك للوصول الى اعلى انتاجية.

ان منظمة الاغذية والزراعة الدولية (FAO) عرفت التبخر- نتح المرجعي  $ET_0$  بأنه كمية الماء المفقودة خلال عملية النتح من النبات وعملية تبخر الماء من سطح التربة عندما يكون مزروعة بغطاء نباتي اخضر وبأرتفاع قدره 8-15سم مزدهر النمو ولايعاني من نقص الماء واعتمادا على معلومات الأرصاد الجوية يمكن حساب  $ET_0$  بطرق مختلفة ومن خلال  $ET_0$  يمكن التنبؤ بقيمة التبخر- نتح الفعلي  $ET_a$  في الظرف القياسية وغير القياسية (Allen وآخرون، 1998)

أشار Doorenbos و Kassam (1980) الى انه اذا كانت قيمة عامل استجابة المحصول  $K_y$  اقل من 1 يدل على ان الانخفاض في الانتاجية اقل اهمية من نقص التبخر- نتح، اما اذا كانت قيمة  $K_y$  اكبر من 1 فيدل على ان الانخفاض في الانتاجية اكثر اهمية من نقص التبخر- نتح، اما اذا كانت قيمة  $K_y$  هي 1 فيدل على ان اهمية الانخفاض في الانتاجية تساوي اهمية نقص التبخر- نتح.

يهدف هذا البحث الى وضع جدولة الري وذلك من خلال ايجاد الاحتياجات المائية وعامل استجابة المحصول للري ( $K_y$ ) في البيوت البلاستيكية حيث ان هذه القيم تتغير من محصول الى آخر ومن فترة الى اخرى ومن منطقة الى اخرى ونظراً لعدم وجود بحوث في منطقة السليمانية بهذا الخصوص تأتي اهمية اجراء هذا البحث ولايجاد قيم هذه المتغيرات و متغيرات اخرى متعلقة بها بتطبيق معادلات خاصة.

### مواد وطرائق البحث

أنجزت هذه التجربة خلال الموسم الصيفي في البيت بلاستيكي ذات ابعاد  $51 \text{ م} \times 8.6 \text{ م} \times 3$  (طول  $\times$  عرض  $\times$  ارتفاع على التوالي) التابع لمحطة الأبحاث الزراعية في بركجو الواقعة جنوب مدينة السليمانية والتي تبعد عنها 2 كيلو متر وتقع على خط عرض ( $35^\circ 34'$  و عند مستوى 740م من سطح البحر.

صممت التجربة لدراسة تأثير فترات الري (2 و 3 و 4 ايام) وبثلاثة مكررات على صنف نبات الفلفل وهو F1 Louay ولغرض تطبيق هذه الدراسة استخدمت التصميم الإحصائي تام التعشبية (CRD). وتمت زراعة 25 شتلة لكل مكرر بتاريخ 2011/4/29 وذلك بعد تنظيف البيت البلاستيكي من الادغال وبقايا النباتات وحرث الارض بالمحراث القلاب حرثاً عميقاً وتنعيم وتسوية التربة بواسطة محراث دوراني. تم تقسيم الارض الى المساطب لتكوين الوحدات التجريبية بابعاد ( $10 \text{ م} \times 0.4 \text{ م}$ ) وبلغ عدد الوحدات التجريبية 9 وحدة، علماً ان المسافة بين النباتات على خط واحد 40 سم وكذلك بين المكررات عند نفس معاملة الري و150 سم بين معاملات الري المختلفة. استخدم نظام الري بالتنقيط لاضافة الماء لكافة معاملات التجربة وذلك لايصال رطوبة التربة لحدود السعة الحقلية قبل تطبيق معاملة الري.

اخذت عينات من التربة من الطبقة 0-30سم لاجراء التحاليل الكيميائية والفيزيائية لها كما مبين في جدول (1) وكذلك تم اجراء التحاليل الكيميائية لماء الري اعتماداً على APHA، (1998) كما مبين في جدول (2). وتم إضافة سماد البوتاسيوم على هيئة  $K_2SO_4$  50% ( $K_2O$ ) بمعدل 8 غرام/م<sup>2</sup>. تم أيضاً إضافة سماد النيتروجين على هيئة يوريا (46% N)

بمعدل 12 غرام/م<sup>2</sup> وعلى دفعتين متساويتين. أما سماد الفوسفور الثلاثي (P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> 46%) فقد تم إضافته بمعدل 10 غرام/م<sup>2</sup>.

أخذت نماذج التربة من جميع الوحدات التجريبية قبل بدء زراعة الشتلات وبعد انتهاء التجربة (عند آخر جني) لغرض تقدير المحتوى الرطوبي وإيجاد فرق المحتوى الرطوبي ( $\Delta W$ ) واستخدامها في معادلة (1) التوازن المائي (Heerman، 1985) لإيجاد التبخر-نتح الفعلي.

$$ET_a = P + I - D - R_f \pm \Delta W \dots\dots\dots (1)$$

إذ أن  $ET_a$  كمية التبخر-نتح الفعلي و  $I$  كمية مياه الري و  $\Delta W$  فرق المحتوى الرطوبي و  $P$  هو كمية الأمطار و  $D$  كمية مياه المفقودة بالرشح العميق و  $R_f$  كمية مياه المفقودة بالسيح السطحي. تهمل كل من  $D$  و  $R_f$  نتيجة استخدام الري بالتنقيط والتي تكون المحتوى الرطوبي في التربة قريبة من السعة الحقلية أو أقل وإيضاً تهمل  $P$  لأن الزراعة كانت في البيت بلاستيكي. وكذلك تم أخذ قراءات التبخر اليومي  $E_p$  من أحواض التبخر Class A pan evaporation لاستخدامها في حساب التبخر-نتح المرجعي  $ET_o$ .

تعد طريقة أحواض التبخر [معادلة (2)] شائعة جداً لأنها بسيطة وسهلة التطبيق (Elliades، 1988). استخدمت قيمة 0.7 كعامل حوض تبخر ( $K_p$ , Pan coefficients) إذ تم اختيارها اعتماداً على نوع وموقع الحوض وسرعة الرياح والرطوبة النسبية المحيطة بها (Allen وآخرون، 1998).

$$\text{Pan method : } ET_o = K_p E_p \quad (\text{مليمتر/يوم}) \dots\dots\dots (2)$$

وإيضاً تم أخذ القراءات اليومية لدرجات الحرارة العظمى والصغرى والمثلى والرطوبة النسبية والرياح لاستخدامها في حساب التبخر-نتح المرجعي  $ET_o$  (مليمتر/يوم) باستخدام كل من المعادلات التالية:

$$\text{Hargreaves : } ET_o = 0.0023 (T_a + 17.8) (T_{\max} - T_{\min})^{0.5} R_a \quad (\text{مليمتر/يوم}) \dots\dots\dots (3)$$

إذ أن :

$$T_{\max} = \text{درجة الحرارة العظمى اليومية (}^\circ\text{م)}$$

$$T_{\min} = \text{درجة الحرارة الصغرى اليومية (}^\circ\text{م)}$$

$$T_a = \text{المعدل اليومي لدرجة الحرارة (}^\circ\text{م)}$$

$$R_a = \text{الاشعاع الشمسي خارج الغلاف الجوي (مليمتر/يوم)}$$

$$\text{Blaney-Criddle : } ET_o = p (0.46T + 8.13) \quad (\text{مليمتر/يوم}) \dots\dots\dots (4)$$

إذ أن :

$$T = \text{معدل درجة الحرارة الشهر (}^\circ\text{م)}$$

$p$  = النسبة المئوية لعدد الساعات المضيئة خلال شهر الى عدد الساعات المضيئة خلال السنة.  
وإيضاً تم استخدام برنامج CROPWAT 8.0 لحساب  $ET_o$  بطريقة Penman-Monteith.

وتم فرض  $ET_a$  الناتجة من معادلة (1) مساوية لكل من  $ET_c$  و  $ET_m$  لأنها تحت ظروف قياسية (دون عجز الماء) ومن ثم إيجاد  $K_c$  من خلال مقارنة  $ET_o$  و  $ET_a$  وبعدها تم إيجاد عامل الاجهاد المائي في التربة  $K_s$  اعتماداً على المعادلتين (5) و (6) {علماً انه اذا كان  $K_s = 1$  يعني ان الظروف قياسية اما في الظروف غير القياسية فان  $K_s = K_c K_s / K_c$  or  $K_s = \{ET_a / ET_m\}$ .

$$ET_c = K_c ET_o \quad (\text{مليمتري/يوم}) \dots\dots\dots(5)$$

$$ET_c = K_c K_s ET_o \quad (\text{مليمتري/يوم}) \dots\dots\dots(6)$$

حسبت كفاءة استخدام الماء (WUE) من المعادلة (7)

$$WUE = Y_a/ET_a \dots\dots\dots (7) \quad (\text{كغم/م}^3)$$

$$Y_a = \text{الانتاجية الفعلية (كغم/هكتار)}$$

$$ET_a = \text{التبخر-نتح الفعلي (مليمتري)}$$

ولايجاد عامل استجابة المحصول  $K_y$  استخدمت معادلة Stewart والتي هي علاقة ما بين الانخفاض النسبي للانتاج وانخفاض التبخر-نتح النسبي للمحصول كما مبين في معادلة (8) (Stewart وآخرون، 1977).

$$1 - \frac{Y_a}{Y_m} = k_y \left(1 - \frac{ET_a}{ET_m}\right) \dots\dots\dots(8)$$

$$Y_a = \text{الانتاجية الفعلية (كغم/هكتار)}$$

$$Y_m = \text{الانتاجية العظمى (كغم/هكتار)}$$

$$ET_a = \text{التبخر-نتح الفعلي (مليمتري)}$$

$$ET_m = \text{التبخر-نتح العظمى (مليمتري)}$$

$$K_y = \text{عامل استجابة المحصول للماء}$$

ولغرض معرفة تأثير فترات الري في نبات الفلفل تم دراسة بعض صفات النمو كالنسبة المئوية للمادة الجافة للمجموع الخضري وعمق الجذور افقياً وعمودياً كما تم دراسة الحاصل وطول وقطر الثمرة.

**جدول (1): بعض الصفات الفيزيائية والكيميائية لتربة المدروسة.**

المصادر	القيمة	الصفات	
(1986)، Klute	51.9	الرمل	المفصولات (غم/كغم)
	483.2	الغرين	
	464.9	الطين	
	SiC	النسجة	
(1995)، Van Reeuwijk	7.3	PH	
	0.26	EC (ديسيمنز/م)	
(1982)، Sommers و Nelson	16	المادة العضوية (غم/كغم)	
(1996)، Rowell	225	كربونات الكالسيوم الكلي (غم/كغم)	
(1982)، Page وآخرون	4.1	النيتروجين الكلي (ملغ/كغم)	
	4.362	فوسفور جاهز (جزء من المليون)	

	2.7	كاليوم	الايونات الذائبة مليكافيء / لتر
	1.3	مغنيسوم	
	0.178	صوديوم	
	0	كاربونات	
	2	بيكاربونات	
	1.2	كلورايد	

### جدول (2): بعض الصفات الكيميائية لمياه الري

7.15	PH	
0.59	EC (ديسيسمنز/م)	
4	كاليوم	الايونات الذائبة (مليكافيء/لتر)
0.4	مغنيسوم	
0.452	صوديوم	
0.025	بوتاسيوم	
5.7	بيكاربونات	
0	كاربونات	
4	كاليوم	

### النتائج والمناقشة

توضح النتائج في جدول (3) كيفية تطبيق جدولة الري على نبات الفلفل في البيت البلاستيكي حيث كانت كمية التبخر- نتح الفعلي 1117 و 776 و 618 ملليمتر للمعاملات 2 و 3 و 4 ايام على التوالي، اما عمق الماء المضاف فكميته اقل من التبخر- نتح الفعلي بمقدار نقص في المحتوى الرطوبي للتربة 28 و 45 و 65 ملليمتر وهذه الزيادة المتوالية في نقص المحتوى الرطوبي التربة يرجع الى نقص عدد الريات والتي كانت 67 و 45 و 34 رية خلال 133 يوم، وهذا يتفق مع ما ذكره Iwena، (2002) من ان الاحتياجات المائية لنبات الفلفل يتراوح ما بين 1000-1500 ملليمتر طوال فترة النمو. اما حسب Doorenbos و Kassam، (1979) فان الاحتياجات المائية لنبات الفلفل تتراوح بين 600-900 ملليمتر وقد تصل الى 1250 ملليمتر وذلك اعتماداً على طول مراحل النمو وعدد الجنيات. ان المتغيرات المدونة في الجدول (3) لايتضمن مرحلة الانبات وفترة نقل الشتلات، ومن المعروف ان النقص في الانتاجية عند تطبيق عملية نقص الري في المرحلة الابتدائية من النمو يعود الى النقص في كمية الماء والعناصر الغذائية اللازمة وبالتالي تؤثر على نمو ونشاط الجذور عمودياً وافقياً وهذا التأثير يظهر عند تطبيق هذه العملية في المراحل الاخرى مقارنة بعدم تطبيق عملية نقص الري في المرحلة الابتدائية من النمو. وان نقص الماء المضاف النسبي كانت (0.33 و 0.49) وهي اكبر من نقص التبخر- نتح النسبي والتي كانت (0.31 و 0.45) للمعاملات 3 و 4 ايام على التوالي مقارنة مع معاملة 2 ايام وذلك يرجع الى استهلاك رطوبة التربة خلال هذه الفترة.

### جدول (3): كيفية تطبيق جدولة الري

فترات الري (يوم)			متغيرات جدولة الري
4	3	2	
133	133	133	فترة الجدولة الري (يوم)
34	45	67	عدد الريات
553	731	1089	عمق الماء المضاف (ملليمتر)
618	776	1117	التبخر- نتح الفعلي (ملليمتر)
0.49	0.33	0.00	نقص الماء المضاف النسبي
(%49)	(%33)	(%0)	(النسبة المئوية لتوفير المياه نتيجة نقص الري)
0.45	0.31	0.00	نقص التبخر- نتح النسبي

اما النتائج في جدول (4) فتبين تأثير فترات الري في بعض صفات الحاصل ويلاحظ ان هنالك انخفاض معنوي في الحاصل وقطر الثمرة لمعاملة 4 ايام مقارنة مع المعاملة 2 يوم والاخيرة انتجت اكبر كمية حاصل وزيادة في قطر الثمرة حيث كانت 23.40 كغ/وحدة التجريبية و 54.95 مليمتراً على التوالي، وهذا يتفق مع ما وجدته Della Costa و Gianquinto، (2002) من ان الحاصل يقل معنوياً عند الاستمرارية في الاجهاد المائي. ودونوا Fisher وآخرون، (1985) و Antony و Singandhupe، (2004) ان اقل قيمة انتاجية كانت عند ادنى مستوى من الري والعكس بالعكس. اما النسبة المئوية في انخفاض الحاصل كانت 0.0 و 16.37 و 42.65% لمعاملات 2 و 3 و 4 ايام على التوالي وهذا يتفق مع Ismail، (2010) وكذلك بين Anac وآخرون، (1999) ان كل من الزمن وفاصلة الارواء ودرجة الاجهاد المائي يحددون كمية وصفات الحاصل، لذلك يجب الاهتمام بهذه العوامل. ويلاحظ من من نفس الجدول وجود نقص معنوي في الحاصل وقطر الثمرة لمعاملة 3 ايام مقارنة مع المعاملة 2 يوم، وعند مقارنة المعاملة 4 ايام مع المعاملة 3 ايام فيلاحظ نقص معنوي في الحاصل لمعاملة 4 ايام، اما جميع الصفات الاخرى المدروسة (طول الثمرة والمادة الجافة وعمق الجذور العمودي والافقي) فلم يظهر اي تأثير معنوي بين المعاملات 2 و 3 و 4 ايام كما مبين في جداول (4 و 5).

#### جدول (4): تأثير فترات الري في بعض صفات الحاصل

صفات حاصل			جدولة الري (يوم)
الحاصل (كغ/وحدة التجريبية)	طول الثمرة (سم)	قطر الثمرة (مليمتراً)	
23.40	7.96	54.95	2
19.57	8.25	52.06	3
13.42	8.08	51.98	4
3.06	n.s	2.2	LSD <sub>0.05</sub>

#### جدول (5): تأثير فترات الري في بعض صفات النمو

صفات النمو			جدولة الري (يوم)
للمادة الجافة (غم/نبات)	عمق الجذور العمودي (سم)	طول الجذور الافقي (سم)	
175.43	54.00	42.00	2
171.07	59.00	42.67	3
153.53	60.33	40.00	4
n.s	n.s	n.s	LSD <sub>0.05</sub>

n.s عدم وجود فروق معنوية بين المعاملات المختلفة

يلاحظ من النتائج جدول (6) ان قيمة  $K_y$  بين المعاملتين 2 و 3 ايام هي 0.54 اما بين المعاملتين 2 و 4 ايام فهي 0.95 اي استجابة المحصول لنقص الري اكثر بين المعاملتين 2 و 4 ايام مقارنة للاستجابة بين المعاملتين 2 و 3 ايام لذا يستحسن تطبيق الري الناقص من 2 الى 3 ايام، ويمكن ايضاً استخدام الري الناقص من 2 الى 4 ايام ولكن في هذه الحالة لها استجابة الحاصل اكثر لنقص الري ونسبتها قد يصل الى 42.65%. وهذا يشير الى امكانية استخدام قيمة 5.50 مليمتراً/يوم بدلاً من 8.19 مليمتراً/يوم كتبخر- نتج لمحصول الفلفل كما مبين في جدول (6).

ان تعرض النبات الى الجهد المائي يؤدي الى خفض الماء في الانسجة النباتية مؤدياً الى تثبيط عملية البناء الضوئي وتقليل الكلوروفيل في النبات (Alberte وآخرون، 1997)، فنقل الطاقة الاشعاعية الممتصة فضلاً عن انخفاض المساحة السطحية للاوراق، فيقل فقدان الماء عن طريق النتح ومن ثم انخفاض الاستهلاك المائي فتزداد كفاءة استخدام الماء (Forguson، 1977). ويمكن ملاحظة ذلك في الجدول (6) والتي كانت قيمة كفاءة استخدام الماء WUE

لحاصل الفلفل 5.24 و 6.31 و 5.43 كغم/م<sup>3</sup> للمعاملات 2 و 3 و 4 ايام على التوالي، يشير الى ان احسن معاملة الري كانت 3 ايام. ويلاحظ من جدول (6) وجود تفاوت كبير في قيمة  $ET_0$  حيث تتراوح ما بين 3.21 و 7.91 ملليمتر/يوم لشهر تشرين الأول وشهر اب على التوالي. وكانت معدل قيمة  $ET_0$  لجميع النماذج الرياضية المستخدمة 6.88 و 7.12 و 7.10 و 5.34 و 3.75 ملليمتر/يوم للشهر حزيران وتموز وأب وايلول وتشرين الاول على التوالي. لذا يمكن استخدام قيمة 7.0 ملليمتر/يوم كتبخّر- نتح مرجعي وبمعدل الانحراف القياسي 0.109 للشهر حزيران وتموز واب في منطقة السليمانية. اما بالنسبة لقيمة معامل المحصول  $K_c$  فكانت ما بين 1.20 و 1.36 لطريقة Class A pan وطريقة Penman-Monteith على التوالي. ويمكن استخدام قيمة 1.27 كمعدل معامل محصول الفلفل في البيوت الزجاجية، وهذا يتفق مع نتيجة الوسطي والاخيرة للمحصول للفلفل. تراوحت قيم  $K_s$  بين 1.0-0.51 ولكن استنتج Owusu-Sekyere وآخرون، (2010) والتي كانت قيمة  $K_c$  ما بين 0.91 و 1.41 لمرحلة الوسطى والاخيرة للمحصول للفلفل. تراوحت قيم  $K_s$  بين 1.0-0.51 ولكن استنتج Chartzoulakis و Drosos، (1997) اذا كانت قيمة  $K_s$  0.85 فيكون الانخفاض في الانتاجية اقل اهمية من نقص الري اي يمكن التنبؤ بقيمة الاستهلاك المائي من قيمة التبخر- نتح العظمى ( $ET_m$ ) بمقدار 85%. وكذلك يمكن التنبؤ بقيمة الاستهلاك المائي من قيمة  $ET_0$  بما يعادل 120% من قيمة تبخر- نتح المرجعي (Della Costa و Gianquinto، 2002).

جدول (6): التبخر- نتح المرجعي والفعلي ومعامل المحصول والاجهاد المائي في التربة وعامل استجابة المحصول وكفاءة استخدام الماء .

Formula	Months					
	Jun.	Jul.	Aug.	Sept.	Oct.	
Hargreaves	$ET_0$ (mm/day)	6.73	7.29	6.68	5.18	3.21

	$K_c$	1.29				
Blaney-Criddle	$ET_o$ (mm/day)	7.03	7.59	6.94	5.83	4.38
	$K_c$	1.21				
Penman-Monteith	$ET_o$ (mm/day)	6.67	6.18	6.85	4.88	3.29
	$K_c$	1.36				
Class A pan	$ET_o$ (mm/day)	7.07	7.42	7.91	5.46	4.13
	$K_c$	1.20				
Water balance	$ET_a$ (mm/day)	2 days	8.19			
		3 days	5.50			
		4 days	4.15			
General equation $ET_m = K_c ET_o$ $ET_a = K_s ET_m$	$K_s$	2 days	1.00			
		3 days	0.67			
		4 days	0.51			
Stewart	$K_y$	2 & 3 days	0.54			
		2 & 4 days	0.95			
Kirda	WUE (Kg/ $m^3$ )	2 days	5.24			
		3 days	6.31			
		4 days	5.43			

### الاستنتاجات والتوصيات

- 1- كان معدل قيمة  $ET_o$  لجميع الطرق الرياضية المستخدمة 6.88 و 7.12 و 7.10 ملليمتر/يوم للاشهر حزيران وتموز واب على التوالي اي بمعدل انحراف قياسي 0.109 عن 7.0 ملليمتر/يوم لذا يمكن استخدام قيمة 7.0 ملليمتر/يوم كالتبخر-نتح مرجعي للاشهر حزيران وتموز واب في منطقة السليمانية.
- 2- قيمة معامل المحصول  $K_c$  لجميع النماذج الرياضية المستخدمة تراوحت بين 1.20 و 1.36 وبمعدل 1.265 ولذا يمكن استخدام قيمة 1.27 كمعامل محصول الفلفل في منطقة السليمانية.
- 3- كانت قيمة  $K_y$  0.54 بين المعاملتين 2 و 3 ايام و 0.95 بين المعاملتين 2 و 4 ايام، اي ان استجابة المحصول لنقص الري كانت اكثر بين معاملتي الري 2 و 4 ايام مقارنة للاستجابة بين معاملتي الري 2 و 3 ايام لذا يستحسن استخدام الري الناقص من 2 الى 3 ايام.
- 4- امكانية استخدام قيمة 5.50 ملليمتر/يوم بدلاً من 8.19 ملليمتر/يوم كتبخر-نتح فعلي لمحصول الفلفل في البيوت البلاستيكية مع نقص في الحاصل بنسبة 16.37% وبكفاءة استخدام الماء WUE اكبر وكانت 6.31 كغم/ $m^3$  لمعاملة 3 ايام مقارنة بمعاملة يومان والتي كانت 5.24 كغم/ $m^3$  وهذا يشير الى ان احسن معاملة الري هي 3 ايام.
- 5- نقص معنوي في الحاصل وقطر الثمرة عند المقارنة بين المعاملة 4 ايام مع المعاملة يومان، اما طول الثمرة والمادة الجافة وعمق الجذور العمودي والافقي فلم يظهر اي تأثير معنوي بين المعاملات 2 و 3 و 4 ايام

### المصادر

- 1- حسن، احمد عبد المنعم (1984). القرعيات (سلسلة العلم والممارسة في المحاصيل الزراعية) الدار العربية للنشر والتوزيع.
- 2- مطلوب، عدنان ناصر وعزالدين سلطان محمد وكريم صالح عبدول (1981). انتاج الخضراوات الجزء الثاني، جامعة الموصل، وزارة التعليم العالي والبحث العلمي العراق.
- 3- Alberte R. S.; J. P. Thornber and E.C. Fiscus (1997). Water stress, effects on the content and organization of chlorophyll in the mesophyll and bundle sheath chloroplast. *Plant Physiology*. 59: 351.
- 4- Allen, R.G.; L.S. Pereira; D. Raes and M. Smith (1998). Crop evapotranspiration: Guidelines for computing crop requirements. *Irrig. and Drain. Paper No. 56*, FAO, Rome, Italy.
- 5- Anac, M.S.; Ul. M. Ali; I.H. Tuzel; D. Anac; B. Okur and H. Hakerler (1999). Optimum irrigation scheduling for cotton under deficit irrigation conditions. In: Kirda, C.; P. Moutonnet; C. Hera and D.R. Nielsen (eds). *Crop yield response to deficit irrigation*, Dordrecht, The Netherlands, Kluwer Academic Publishers. Pp. 196-212.
- 6- Antony, E. and R.B. Singandhupe (2004). Impact of drip and surface on growth, yield and WUE of capsicum (*Capsicum annum* L.). *Agric. Water Manage.*, 65: 121-132.
- 7- APHA, American Public Health Association, American Water Work Association (AWWA) and Water Environment Federation (WEF) (1998). *Standard methods for examination of water and waste water*. 20<sup>th</sup> edition. APHA 1015, 15<sup>th</sup> Street. NW Washington. DC. (2005).
- 8- Bazza, M. and M. Tayaa (1999). Contribution to improve sugar beet deficit irrigation. In: Kirda, C.; P. Moutonnet; C. Hera and D.R. Nielsen (eds). *Crop yield response to deficit irrigation*, Dordrecht, The Netherlands, Kluwer Academic Publishers. Pp. 196-212.
- 9- Chartzoulakis, K. and N. Drosos (1997). Water requirements of greenhouse grown pepper under drip irrigation. *Acta Hort. (ISHS)* 449, 175–180.
- 10- Craciun, L. and M. Craciun (1999). Water and nitrogen use efficiency under limited water supply for maize to increase land productivity. In: Kirda, C.; P. Moutonnet; C. Hera and D.R. Nielsen (eds). *Crop yield response to deficit irrigation*, Dordrecht, The Netherlands, Kluwer Academic Publishers. Pp. 196-212.
- 11- Della Costa, L. and G. Gianquinto (2002). Water stress and water-table depth influence yield, water use efficiency, and nitrogen recovery in bell pepper: lysimeter studies, *Aust. J. Agric. Res.*, 53: 201-210.

- 12- Deng, X.P.; L. Shan; H. Zhang and N.C. Turner (2006). Improving agricultural water use efficiency in arid and semiarid areas of China. *Agric. Water Manage.* 80, 23–40.
- 13- Doorenbos, J. and A. H. Kassam (1979). Yield response to water. *FAO irrigation and drainage paper No. 33*, Food and Agriculture Organization of the United Nations, Rome, Italy.
- 14- Doorenbos, J. and A.H. Kassam (1980). Yield response to water. *Irrig. and Drain. Bulletins 33*. Food and Agriculture Organization of the United Nation, Rome. pp. 5-45.
- 15- Elliades, G. (1988). Irrigation of greenhouse-grown cucumbers. *J. Hort. Sci.*, 63: 235–239.
- 16- Fisher, K.H.; R.A. Cline and O.A. Bradt (1985). The effects of trickle irrigation and training systems on the performance of concord grapes. *Drip/Trickle Irrigation in Action*. 1: 220-230.
- 17- Food and Agriculture Organization of the United Nations. (2003). *FAO, Rome. Italy. P.*
- 18- Ferguson, H. (1977). Possible characteristics of drought tolerance barley fourth regional winter cereal workshop barley. *Amman.J.* April 24-28.
- 19- Hargreaves, G.H. and Z.A. Samani (1985). Reference crop evapotranspiration from temperature. *Applied Energy*. In *Agric.*, 1(2): pp.96-99.
- 20- Heerman, D.F. (1985). ET in irrigation management, In: *Proceedings of the National Conference on Advances in Evapotranspiration*. *ASAE Publication*: 323-334.
- 21- Karaata, H. (1991). *Kirklareli koşullarında ayçiçeği bitkisinin su-üretim fonksiyonları*. Köy Hizmetleri Arastırma Enst. Kirklareli, Turkey (Turkish) , Report No 24 (PhD Thesis).
- 22- Kirda, C. (2002). Deficit irrigation scheduling based on plant growth stages showing water stress tolerance. *Deficit irrigation practices*, *FAO*; 3-10.
- 23- Klute, A. (1986). *Methods of Soil Analysis. Part 1*. 2<sup>nd</sup> ed. *Agron. Monogr. 9*. ASA and SSSA. Madison. WI.
- 24- Kovacs, T.; G. Kovacs and J. Szito (1999). Crop yield response to deficit irrigation imposed at different plant growth stages. In: *Kirda, C.; P. Moutonnet; C. Hera and D.R. Nielsen (eds). Crop yield response to deficit irrigation*, Dordrecht, The Netherlands, *Kluwer Academic Publishers*. Pp. 196-212.
- 25- Moutonnet, P. (2001). *Yield response factors of field crops to deficit irrigation*. *FAO, Rome*.
- 26- Nelson, D.W. and L.E. Sommers (1982). Total carbon, organic carbon and organic matter. p. 539-580. In: *page, A.L.; R.H. Miller and D.R. Keeney (eds). Methods of soil analysis. part 2. Chemical*

and microbiological properties. Agron. Monogr.9 ASA Madison, WI.

- 27- Owusu-Sekyere, J.D; P. Asante and P. Osei-Bonsu (2010). Water requirement, deficit irrigation and crop coefficient of hot pepper (*Capsicum frutescens*) using irrigation interval of four days. ARPN J. Agric. and Biol. Sci. 5 (5), 72-78.
- 28- Page, A.L.; R.H. Miller and D.R. Keeney (1982). Methods of soil analysis. part 2. Chemical and microbiological properties. 2<sup>nd</sup> edition Agronomy No.9. ASA, Madison, Wisconsin USA.
- 29- Rowell, D.L. (1996). Soil Science: Methods and applications. Longman Group UK Limited. pp. 50-51.
- 30- Ismail, S.M. (2010). Influence of Deficit Irrigation on Water Use Efficiency and Bird Pepper Production (*Capsicum annum L.*). JKAU: Met. Env. & Arid Land Agric. Sci., 21: 29-43.
- 31- Iwena O.A. (2002). Essential Agricultural Science for Senior Secondary Schools. Tonad Publishers Ltd., Ikeja. pp. 55-63.
- 32- Snyder, R.L; R.G. Stephen and J.S. Larry (2002). Drought tips for vegetable and field crop production. University of California Division of Agriculture and Natural Resources.
- 33- Stewart, J.L.; R.E. Danielson; R.J. Hanks; E.B. Jackson; R.M. Hagan; W.O. Pruitt; W.T. Franklin and J.P. Riley (1977). Optimizing crop production through control of water and salinity levels in the soil. Utah Water Lab, PRWG151-1, Logan, USA. pp. 191.
- 34- Van, OS. EA. (1994). Closed growing system for more efficient and environmental friendly production. Acta Hort., 396: 25-32.
- 35- Van Reeuwijk, L.R. (1995). Procedures for soil analysis. p. 3-8 5<sup>th</sup> edition. International soil reference and information center, technical paper 9.
- 36- Waheed, R.A.; H.H. Naqvi; G.R. Tahir and S.H.M. Naqvi (1999). Some studies on pre-planned controlled soil moisture irrigation scheduling of field crops. In: Kirda, C.; P. Moutonnet; C. Hera and D.R. Nielsen (eds). Crop yield response to deficit irrigation, Dordrecht, The Netherlands, Kluwer Academic Publishers. Pp. 196-212.
- 37- Xie, J.; E.S. Cardenas; T.W. Sammis; M.M. Wall; L.D. Lindsey; L.W. Murray (1999). Effects of Irrigation Method on Chile Pepper Yield and Phyto- pthora root Rot Incidence. Agricultural Water Management, 42:127-142.
- 38- Yavuz, M.Y. (1993). Farkli Sulama Yontemlerinin Pamukta Verim ve su Kullanimina Etkileri (Ph.D. Thesis). Adana, Turkey, Cukurova University, Faculty of Agriculture.

## The effect of irrigation scheduling on pepper plant in greenhouses

Mohammed A. Fattah\*, Taha M. Esmail\*\*, Sazan N. Ali\*\*

\*Department of soil and water science/Faculty of Agricultural sciences/University of Sulaimani, Iraq [mohamadykhak@yahoo.com](mailto:mohamadykhak@yahoo.com)

\*\*Directorate of Agriculture Research/Sulaimani

### Abstract

This experiment was conducted in the province of Sulaimaniyah to study the effect of irrigation scheduling on a pepper product in plastic houses. The pepper was planted on 29/04/2011 and a month later, irrigation treatments applied in intervals of (2 , 3 and 4)days with three replicates on **F1 Luany**, Barcelona species. Water was added through drip irrigation system. For calculation of actual evapotranspiration ( $ET_a$ ) water balance equation was used, while for reference evapotranspiration ( $ET_o$ ) these equations were used; *Class A pan evaporation*, *Hargreasev*, *penman-monteith*, *Blaney-Criddle* and through ( $ET_a$ ) and ( $ET_o$ ), the crop coefficient ( $K_c$ ) was found using the general equation of the crop evapotranspiration ( $ET_c$ ) equation. The results show that the amount of  $ET_a$  for the treatments (9 , 3 and 4) days were (1117 , 776 and 618)mm respectively, while the depth of the added water was less than  $ET_a$  by a deplete of soil moisture content (28 , 45 and 65)mm, an increase in ( $ET_a$ ) cause an increase in the yield and diameter of pepper crop, while there was no any significant effect on length of the product, dry matter and the depth of the vertical and horizontal roots. The yield response factor ( $K_y$ ) was determined by using the Stewart equation and it was (0.54) between 2 and 3 days and (0.95) between 2 and 4 days and this shows that the yield response to deficit irrigation more between treatments 2 and 4 days, comparison to treatments 2 and 3 days, so it is advisable interval period of 2 days to 3 days compared with the interval of 2 days to 4 days. This refers to the possibility of using the value of 5.50 mm/day instead of 8.19 mm/day as reduction of yield was less important than evapotranspiration reduction. The values of water use efficiency (WUE) were 5.24 and 6.31 and 5.43 kg/m<sup>3</sup> for treatments 2, 3 and 4 days, respectively. The average value of ( $ET_o$ ) for all mathematical models used 6.88, 7.12, 7.10, 5.34 and 3.75 mm/day for the month of June, July, August, September and October respectively, and can use the value of 7.0 mm/day as reference evapo- transpiration with a rate of 0.109 standard deviation for the months of June, July and August. As for the value of the crop coefficient ( $K_c$ ) it is between 1.20 and 1.36 for Class A pan method and the Penman-Monteith method, respectively, and can use the value of 1.27 as average crop coefficient for pepper crop in greenhouses.

---

**Keywords:** pepper, greenhouse, water use efficiency, evapotranspiration, crop response