IRAQI Academic Scientific Journals
Al-Rafidain Engineering Journal (AREJ)
Vol. 24, No 2, December 2019, pp. 130-137
ISSN (Print) 1813-0526;
ISSN (Online) 2220-1270

تأثير جدولة الري باستخدام برنامج CROPWAT على كفاءة استخدام المياه والحاصل ومكوناته للذرة الصفراء (Zea mays L.) في المناطق شبه الجافة

احمد أزهر ذنون
ahmedalnamey@ntu.edu.iq

المعهد التقني الموصل-الجامعة التقنية الشمالية

تاريخ الاستلام: 9-11-2019 تاريخ القبول: 24-2-2020

الملخص

جدولة الري هي اختيار الوقت وكمية المياه المناسبة للوصول إلى أقصى إنتاج . في هذا البحث تم حساب جدولة الري باستخدام برنامج CROPWAT التابع لمنظمة الأغذية والزراعة FAO الذي يعتمد في تشغيله توفر بياناتعن المناخ والمحصول والتربة . تم تطبيق البرنامج على بيانات مناخية تمثل معدل التبخر الاناني لمدينة الموصل وللسنوات (1971–2007) لحساب التبخر–نتح المرجعي وإدخالها كقيم جاهزة ، وعلى محصول الذرة وتربه ذات نسجه خفيفة . تم استخدام البرنامج لحساب جدولة الري تتضمن ثلاثة مستويات مختلفةلتوقيت الري هي حين يصل استنزاف رطوبة التربة إلى100% و70% و50% من الماء المتاح (الاستنزاف الحرج والاستنزاف الأقل من الحرج) مع عودة رطوبة التربة إلى السعة الحقلية عند إضافة الري. وتم في هذا البحث تطبيق نتائج جدولة الري من البرنامج في تجربة حقلية في المعهد التقني الموصل خلال صيف 2010،وتم قياس الحاصل ومكوناته عند الحصاد لتخمين أفضلجدولة ري لمحصول الذرة في المناطق شبه الجافة.

أظهرتالنتائجبان عمق الري المضاف لمعاملات 100% و70% و50% منالماءالمتاحبلغ 860 و881 و900 ملم على التوالي بعدد ريات 15 ، 21 ، 29 . وان أفضل جدولة ري للحصول على أعلىكفاءةاستخدامالمياه0.55كغم/م3وأعلىإنتاجللمحصول356غم/م2كانتللمعاملةالري70% منالماءالمتاح . لذلك يعتبر برنامج CROPWAT أداة فعالة للتخطيط وإدارة مياه الري لمحصول الذرة في المناطق شبه الجافة .

الكلمات الدالة

جدولةالري، CROPWAT ،الاستنزاف الرطوبي،محصولالذرة، التبخر–نتح للمحصول ،كفاءة استخدام المياه .

https://rengj.mosuljournals.com
Email: alrafidain_engjournal1@umosul.edu.iq

==========

1.المقدمة

تعرف الجدولة الاروائية على أنها الطريقة التي يتم من خلالها تحديد وقت وعمق الإرواء مسبقا اعتمادا على معلومات العوامل الجوية ، وتهدف هذه الطريقة إلى سد النقص الحاصل لرطوبة التربة نتيجة الاستهلاك المائي أو بمعنى أخر حصول النبات على متطلبات المائية في الوقت المناسب[1] .

وتظهر أهمية جدولة الري عندما يكون تجهيز الماء قليل و مكلف ، أو تكون ظروف التربة الموجودة تقيد من حركة الماء ونمو الجذر[2] . لهذا أصبحت جدولة الري أداة أساسية لتحسين كفاءة استخدام المياه وزيادة الإنتاج ، وسوف تقود إلى زيادة العوائد وتعظيم وفرة مصادر المياه [3]. بالإضافة إلى تقليل فواقد التخلل العميق وتغدق التربة ومن ثم متطلباتالبزل[4] . وتعد كفاءة استخدام المياه المعيار الرئيس لتقييم إنتاجية نظم الإنتاج الزراعي في المناطق التي تتسم بمحدودية مصادر المياه [5].

أن كمية مياه الري المضافة والوقت المطلوب للري يتحدد بظروف المناخ السائدة ، والمحصول المزروع ، ومرحلة نموه وسعة حفظ ماء التربة ، ونمو الجذر الممتد في التربة الذي يتحدد هو أيضا بنوع المحصول ومرحلة نموه والتربة [6] .يعتبر مناخ مدينة الموصل ضمن المناخ الشبه الجاف المداري تبعا لتقسيم كوبن [7]. وتنتشر في المناطق الجافة وشبه الجافة من العالم الترب الكلسية وهذه التربة تكون غير نفاذة وجاهزية الماء تكون قليلة [8].

توصل الباحثون في[9] بان أفضل موعد لبدء الري

المنارة للاستشارات
www.manaraa.com

لمحصول الذرة هو عندما تصل الرطوبة في العمق 30–45 سم إلى 75% من السعة الحقلية للحصول على الإنتاج الأقصى في المعاملات المختلفة لمنطقة حوض الفرات الأسفل في سوريا. واستخدم الباحثون في[10] خمسة معاملات ري للذرة في باكستان بالاعتماد على قيم التبخر الانائي (0.5 و0.75 و1.0و1.25 من التبخر الانائي) وأخرى التي يمارسها الفلاحين ، وان أعلى أنتاج كان 2933 كغم/هكتار للمعاملة 0.75 منالتبخر الانائي.

اتجهت دراسات إلى استخدام برامج جاهزة للتخطيط وإدارة مياه الري كبرنامج CROPWAT التابع لمنظمة الأغذية والزراعة FAO[11] حيث يقوم البرنامج بحساب الاحتياجات المائية للمحاصيل وجدولة الري لحالات مختلفة والتبخر–نتح ETo بمعادلة بنمان–مونتيث أويمكن إدخال قيم جاهزة لETo ،ولقد طور بعدة إصدارات .

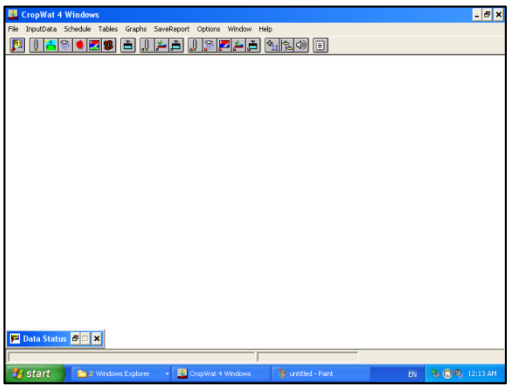
قام الباحثون في [12] باستخدام برنامج CROPWAT في حساب الاحتياجات المائية وجدوله الري لمحصول الذرة بالاعتماد على بيانات المناخ والمحصول والتربة واختيار أفضل جدوله للري تحت ظروف شحه المياه في الهند . كما وجد الباحثون في [13] الاحتياجات المائية لعدد من المحاصيل الرئيسية كالحنطة والشعير والذرة البيضاء والطماطة في جنوب العراق باستخدام برنامج CROPWAT .

واتجه الباحثون في [14] لتقييم إرواء أشجار الزيتون باستخدام برنامج CROPWAT لبعض البساتين في منطقة بعشيقة في شمال العراق ، حيث قاموا بحساب الاحتياجات المائية وجدوله الري لتلك الأشجار من البرنامج ومقارنتها مع قيم الإرواء التي تعطى فعليا لتلك البساتين بحيث كانت بعيدة عن الاحتياج الفعلي المحسوب من البرنامج مما عزز قله الإنتاج . كما قام الباحثون في [15] بدراسة ملائمة برنامج CROPWAT لجدولة الري وتحديد الاستهلاك المائي لعدة محاصيل والأشجار المثمرة في غوطه دمشق بسوريا باستخدام بيانات تجارب حقلية منفذة مسبقاً ، وكما وجدوا تطابق في عدد الريات بنسبة كبيره بين القيم المقدرة من البرنامج والقيم الحقيقية بالنسبة للمشمش والزيتون والذرة . كما استنتج الباحث في [16] بان نموذج CROPWAT من أفضل النماذج لتخطيط وإدارة الري لمحصول الذرة تحت ظروف الزراعة المروية والديمية .

الهدف من هذا البحث هو دراسة تأثير جدولة الري من برنامج CROPWATبثلاث معاملات إرواء هي حين يصل استنزاف رطوبة التربة إلى100% و70%و50% من الماء المتاح على كفاءة استخدام المياه والحاصل ومكوناته للذرة الصفراء في المناطق شبه الجافة .

2. برنامج CROPWAT

تم استخدام الاصدار CropWat4 Windows 4.3 [17]الذي يعمل تحت نظام النوافذ.ويوضح الشكل (1) الواجهة الرئيسية لبرنامج CROPWAT . حيث يحتوي البرنامج على قوائم وأشرطة أدوات للتعامل مع إدخال وحفظ البيانات واستخراج النتائج .



الشكل (1) يوضح الواجهة الرئيسية لبرنامج CROPWAT

3. التبخر–نتح

يعرف التبخر–نتح للنبات بانه مجموع الفواقد التي تحدث من سطح التربة والنبات ، ويحسب برنامج CROPWAT الاستهلاك المائي (التبخر–نتح للمحصول) من المعادلة الآتية : [11]

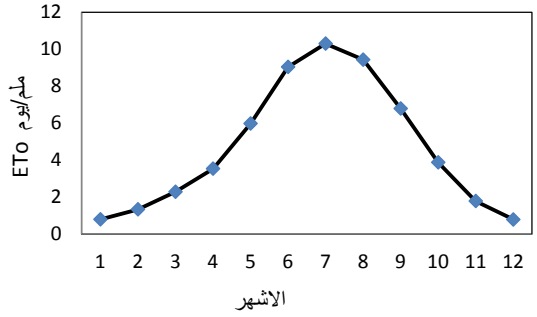
$$ETc = ETo * Kc \qquad \text{----------(1)}$$

حيث أن :

ETc : التبخر–نتح للمحصول ملم/يوم ،

Kc : معامل المحصول (بدون وحدات)

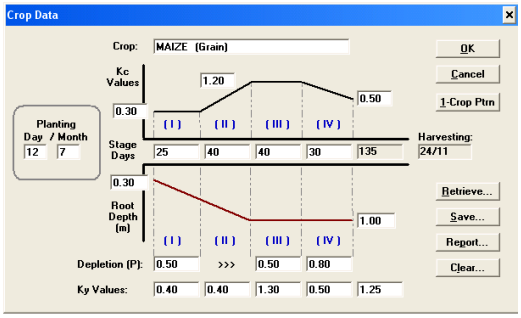
ETo : التبخر–نتح المرجعي ملم / يوم، و تم إدخال قيم التبخر–نتح المرجعي جاهزة ومحسوبة (حاصل ضرب التبخر الانائي في معامل الاناء) من قائمة Input Data ثم ETo في البرنامج ، وتم الاعتماد على التبخر الانائي لمعدل البيانات لمدينه الموصل من 1971إلى2007 الموخوذه من الأنواء الجوية في محطة الرشيدية في الموصل [18] ، بينما تم حساب معامل الإناء بالاعتماد على الباحثين في [19].ويوضح الشكل (2) التبخر–نتح المرجعي المحسوب من التبخر الانائي.



المنارة للاستشارات
www.manaraa.com

الشكل(2) يوضح التبخر–نتح المرجعي المحسوب من التبخر الاناني ،

وتم اختيار قائمة Input Data ثم Crops في البرنامج واختيار محصول الذرة الصفراء Maize في البرنامج وثم إضافة تاريخ الزراعة وكما في الشكل (3).



الشكل (3) يوضح خصائص محصول الذرة Maize المستخدمة في برنامج CROPWAT

4. جدولة الري

يحسب برنامج CROPWAT جدولة الري على أساس يومي عندما يصل الاستنزاف الرطوبي إلى الماء المتاح في المنطقة الجذريةوتسمى بالاستنزاف الحرج ، بينما يكون الماء المتاح RAM هو الماء المتيسر الكلي TAM مضروبا بنسبة الاستنزاف ، ويمكن كتابة معادلة استنزاف ماء التربة بالبرنامج بالشكل الأتي [11]:

$$SMD_i=SMD_{i-1}+ETa-P_{tot}-I_{rr}Appl+Ro+Dp \quad \text{-----(2)}$$

حيث ان :

SMD_i:استنزاف ماء التربة عند اليوم i ملم ،

SMD_{i-1}: استنزاف ماء التربة لليوم السابق i-1 ملم ،

ETa :التبخر–نتح الفعلي ملم ،

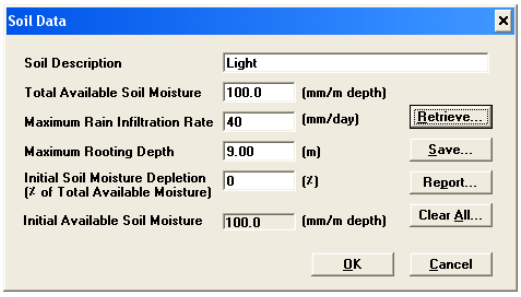
P_{tot}: عمق الإمطار الفعالة ملم ،

$I_{rr}Appl$: عمق الري ملم ،

Ro :عمق السيح السطحي ملم ،

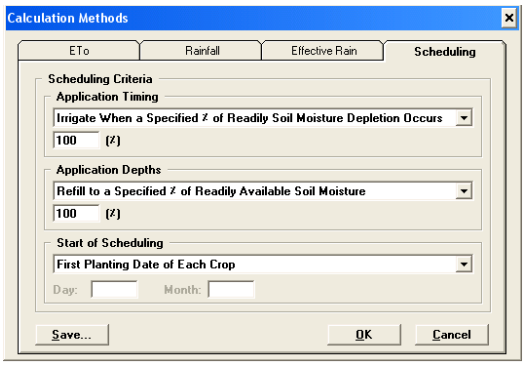
Dp :التخلل العميق أسفل مقطع التربة ملم .

وتم اختيار قائمة Input Data ثم Soil في البرنامج وثم اختيار نوع التربة Light خفيفة من مجموع اختيارات Light وMedium وHeavy ،لكون تربة الحقل تتراوح من نسجه مزيجية طينية رملية إلى مزيجية غرينية ويوجد الكلس بنسب مختلفة من 31% إلى 40% في الحقل ، وكانت الكثافة الظاهرية 1.3الى 1.5غم/سم^3 للتربة .وتم تشبيع التربة بالماء قبل الزراعة للوصول استنزاف رطوبي ابتدائي 0%، وكما في الشكل (4).



الشكل (4) يوضح خصائص التربةLight المستخدمة في برنامج CROPWAT

أما جدولة الري فيتم اختيارها من قائمة Schedule ثم اختيار Criteriaفتظهر نافذة يوجد فيها اختياران مهمان تحت تبويب Schedulingفي البرنامج : الأول هو توقيت الري Application Timing ، والثاني هو أعماق الرياتالمضافة Application Depths . فتم اختيار ثلاثمعاملاتإرواء(T1،T2، T3) هي حين يصل استنزاف رطوبة التربة إلى100% و70% و50% منالماءالمتاحفيالمنطقةالجذريةمنخانةتوقيتالري Application Timing ، مع كل اختيار لتوقيت الري يتم معه عمق الري المضاف هو عوده رطوبة التربة إلى السعه الحقلية أي 100% من الماء المتوفر منخانة Application Depths.وتبدأ الجدولة من بداية الزراعة ،وكما في الشكل (5).



الشكل (5) يوضح واجهة جدوله الري في برنامج CROPWAT

ويتم حساب كمية المياه المضافة للحقل بعد إهمال الاحتياجات الغسيلية (لان التربة ومياه الري لا تحتوى على الأملاح) من المعادلة الآتية[20]:

$$V=(NetDep/Eff)*A \quad \text{----------} (3)$$

حيث أن :

NetDep: صافي عمق الري (ملم) المحسوب من برنامج CROPWAT ،

E_{ff} : كفاءة الري الحوضي وهي تقريباً 0.75 ،

V : حجم الماء المضاف للري (لتر)،

المنارة للاستشارات
www.manaraa.com

A : مساحة الحوض(1 م^2) .

ويتم حساب كفاءة استخدام المياهمن المعادلة الآتية [21]:

$$WUE = \frac{Y}{ETc} \quad \text{---------- (4)}$$

حيث أن :

WUE : كفاءة استخدام المياه كغم/م3 ،

Y : الإنتاجغم/م2 ،

ETc :التبخر–نتح للمحصول ملم .

5. طريقة العمل

تم تشغيل برنامج CROPWATبالاعتمادعلى البيانات المناخ والتربة والمحصول والمشروحة سابقاً ثم استخراج نتائج جدولة الري من قائمة Tables في البرنامج وكما في الجدول (1) وتطبيقها في تجربة حقلية لغرض تخمين أفضل جدولة ري عن طريق دراسة صفات المحصول والإنتاجوباستخدام جدولة الري لثلاث معاملات ري هي :

T1 : المعاملة الأولى توقيت الري حين يصل استنزاف رطوبة التربة إلى100% من الماء المتاح (100% of RAM) وتسمى بالاستنزاف الحرج ، ومع عودة رطوبة التربة إلى السعة الحقلية عند إضافة الري.

T2: المعاملة الثانية توقيت الريحين يصل استنزاف رطوبة التربة إلى70 % من الماء المتاح (70% of RAM) وتسمى بالاستنزاف الأقل من الحرج ، ومع عودة رطوبة التربة إلى السعة الحقلية عند إضافة الري .

T3: المعاملة الثالثة توقيت الريحين يصل استنزاف رطوبة التربة إلى50% من الماء المتاح (50% of RAM)وتسمى بالاستنزاف الأقل من الحرج ، ومع عودة رطوبة التربة إلى السعة الحقلية عند إضافة الري.

تم زراعة محصول الذرة الصفراء صنف بحوث 106(Zea mays L.)في تاريخ 2010/7/12على مسافات 30 سم بين جوره وأخرى وصف وأخر بمعدل تسعة نباتات في الحوض وباستخدام ثلاث مكررات حيث وزعت بشكل عشوائي على أحواض مساحة الحوض الواحد (1×1) م2. وتم زراعة نباتات حارسة حول المساحة المزروعة ، تم تسميد التربة بسماد اليوريا وبسماد سوبر فوسفات مركب على شكل دفعتين حسب المواصفات الزراعية وتم إضافة الريات حسب برنامج CROPWAT مع إضافة ريتين قبل نهاية الموسم لتأخر موسم الإمطار. وتم حصاد الأحواض التي تمثل المعاملات والمكررات يدوياً عند النضج التام بعد مرور 135 يوم بعد الزراعة ودارسة مايأتي :

1. ارتفاع النبات : تم حساب معدل طول النباتات في الحوض (سم) .
2. عدد الأوراق : تم حساب معدل عدد الأوراق لكل نبات في الحوض.
3. طول الورقة : تم حساب معدل أطوال الأوراق للنباتات في الحوض (سم) .
4. وزن النبات : تم حساب معدل أوزان النباتات في الحوض (غم).
5. عدد العرانيص : تم حساب معدل أعداد العرانيصلكل نبات في الحوض.
6. وزن 100 حبة : تم انتخاب 100 حبة عشوائياً من الحبوب في الحوض ثم وزنه (غم) .
7. الإنتاج : والمقصود به وزن الحبوب في الحوض (1م^2) والتي تم استخراجها من العرانيص وزنها بوحدة غم/م^2 .

الجدول (1) يوضح نتائج جدولة الري من برنامج CROPWAT

50% of RAM		70% of RAM		100% of RAM	
Net Dep ملم	التاريخ	Net Dep ملم	التاريخ	Net Dep ملم	التاريخ
8.3	7/14	14.1	7/16	19.8	7/18
11.3	7/18	14.1	7/21	25.3	7/27
11.3	7/22	16.8	7/27	30.9	8/7
14	7/27	19.4	8/3	36.4	8/16
13.9	8/1	22	8/10	37.9	8/23
17	8/7	25.9	8/16	45.2	8/30
18.4	8/12	26.3	8/21	51.4	9/6
18	8/16	30.2	8/26	56.4	9/13
20.7	8/20	33.7	8/31	56.7	9/20
23	8/24	36.7	9/5	52.3	9/27
25.6	8/28	39.3	9/10	54	10/5
27.7	9/1	41.3	9/15	53.4	10/14
22.1	9/4	40.1	9/20	50.1	10/24
23	9/7	37.8	9/25		
23.9	9/10	35.4	9/30		
24.6	9/13	39.4	10/6		
32.9	9/17	35.9	10/12		
31.5	9/21	37.4	10/19		
30	9/25	40.4	10/28		
28.5	9/29				
27	10/3				
25.5	10/7				
29.7	10/12				
27.2	10/17				
29.8	10/23				
28.4	10/30				
36.6	11/14				

المنارة للاستشارات
www.manaraa.com

المجموع	570		586		630

6. النتائج والمناقشة

1.6 نتائج برنامج CROPWAT

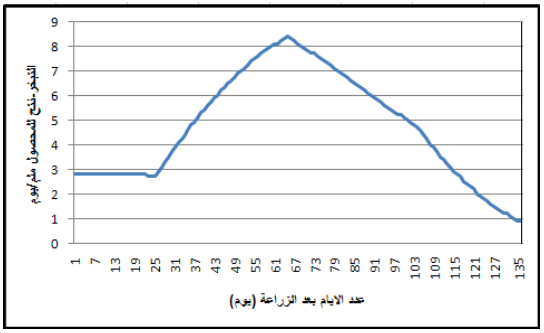
يوضح الجدول(2) ملخص نتائج برنامج CROPWAT ، حيث نلاحظ بان عمق الري الكلي كان 860 و881 و900 ملم بعدد ريات 15 و21 و29 لمعاملات الري على التوالي ، وان التبخر–نتح للمحصول كان 640 ملم والنقص بالإنتاج 0%لجميع معاملات الري . بينما كانت معدل فاصله الإرواء (معدل فاصله الإرواء هي قسمة طول الموسم على عدد الريات وهي عدد صحيح) 9 و6 و5 يوم على التوالي . حيث تزداد عدد الريات وتقل فاصله الإرواء كلما قلت النسبة في جدولة الري من 70%إلى50% من الماء المتاح .

الجدول (2) يوضح ملخص نتائج برنامج CROPWAT

50% of RAM	70% of RAM	100% of RAM	
630	586	570	صافي عمق الري ملم Net Dep
840	781	760	إجمالي عمق الري ملم GrDep
0	0	0	النقص بالإنتاج%
640	640	640	التبخر–نتح للمحصول ETc ملم
60	100	100	ريتين إضافيتين ملم
900	881	860	عمق الري الكلي ملم
29	21	15	عدد الريات الكلي

2.6 الاستهلاك المائي للمحصول

يوضح الشكل (6) التبخر–نتح للمحصول الذرة الصفراء المحسوب من برنامج CROPWATخلال موسم النمو ، حيث نلاحظ إن التبخر–نتح للمحصول يبدأ بعمق قليل ويبقى ثابتاً لكون النبات يستهلاك كمية من المياه قليلة عند الإنبات في شهر تموز وبداية أب، ثم يزداد التبخر–نتح للمحصول أثناء النمو الخضري للمحصول خلال أب حتى يصل أقصى عمق له خلال مرحلة تكوين التزهير خلال شهر أيلول ، ثم يبدأ بالانخفاض في شهري تشرين الأول والثاني عند تكوين العرانيص وامتلاء الحبوب وثم النضج التام ، ويعود السبب إلى أن النبات أكمل نموه وبناء الخلايا وثم أن العوامل المناخية انخفضت بصورة تدريجية ، وقد بلغ الاستهلاك المائي الكلي المحسوب من برنامج CROPWAT هو640 ملم بالاعتماد التبخر–نتح المحسوب من وعاء التبخر. وقد وجد الباحثان في [22] بان اعلي استهلاك مائي بلغ 610 ملم والمحسوب بالاعتماد على معادلة بنمان–مونتيث للري الكامل لمحصول الذرة الصفراء صنف بحوث 106 في وسط العراق .



الشكل (6) يوضح التبخر–نتح للمحصول الذرة الصفراء المحسوب من برنامج CROPWATخلال موسم النمو

3.6 صفات المحصول

يوضح الجدول (3) متوسطات الصفات المدروسة والتي تشمل ارتفاع النبات ، وعدد الأوراق ، وطول الورقة ، ووزن النبات ، وعدد العرانيص ، ووزن 100 حبة ، وتم تحليل البيانات إحصائيا عند اقل فرق معنوي LSD 5%. حيث تفوقت المعاملة T3معنوياً عن المعاملة T1 بطول الورقة لكون تقليل فاصلة الإرواء ساهم بزيادة الصفات الخضرية خلال مرحلة النمو وخاصة المبكرة منها. وهذا ما يتفق مع الباحثين في[23] بان تقليل فاصلة الإرواء من 10 إلى 5 أيام زادت من الصفات الخضرية لمحصول الذرة كارتفاع النبات والمساحة الورقية .بينما تفوقت المعاملة T2 معنوياً لصفة عدد العرانيص عن المعاملة T1 لكون زيادة الكميه الكلية للري وعدد الريات وتقليل فاصله الإرواءفي تلك المعاملة ساهم في زيادة إنتاج الحبوب لكون التربة تحتوي على الكلس الذي يقوم بتقليل قدرة التربة بالاحتفاظ بالماء . وهذا ما يتفق أيضا مع الباحثين في[24]بان تقليل فاصله الإرواء يساهم في زيادة عدد العرانيص وزن الحبة وبالتالي كمية الحاصل .

الجدول (3) يوضح متوسطات الصفات المدروسة.

المعاملة	ارتفاع النبات سم	عدد الأوراق	طول الورقة سم	وزن النبات غم	عدد العرانيص	وزن 100 حبة غم
T_1	133	11.3	69	270.6	1.22	16.1
T_2	150	12	67.4	279	1.59	22.7
T_3	134	11.1	73.2	266	1.27	19.8
L.S.D	NS	NS	3.7	NS	0.3	NS

L.S.D :أقل فرق معنوي عند 5%

NS :لا توجد فروقات معنوية

المنارة للاستشارات
www.manaraa.com

4.6 حاصل الحبوب وكفاءة استخدام المياه

يوضح الجدول (4) عدد الريات وعمق الري الكلي والتبخر–نتح للمحصول وحاصل الحبوب وكفاءة استخدام المياه . حيث نلاحظ بان عدد الريات كان 15، 21، 29 وعمق الري الكلي كان 860، 881 ، 900 ملم ومعدل الحاصل 259 ، 356 ، 342غم/م2وكفاءة استخدام المياه0.4، 0.55، 0.53 كغم/م3على التوالي لمعاملات الري، بينما كان التبخر–نتح للمحصول 640 ملم لجميع معاملات الري . نلاحظ بان كميه الحاصل تزداد مع زيادة عمق الري المضاف وبتقليل فاصلة الإرواء وبالتالي ترفع من قيمة كفاءة استخدام المياهبزيادة الحاصل إلى حد معين ثم ينخفض كلاهما بحيث تكون الزيادة في كمية المياه غير مجديا اقتصادياً. وهذه النتيجة جاءت موافقة إلى الباحثان في[25] بان الإنتاجيزداد مع كمية المياه المضافة للمحصول الذرة إلى حد معين .بينما وجد الباحث في[26] بان الإنتاج النسبي يرتبط مع الري النسبي بعلاقة من الدرجة الثانية.

أما أعلى حاصل وكفاءة استخدام المياه فكانت للمعاملة الثانية حيث بلغت356غم/م2و0.55كغم/م3على التوالي .

الجدول (4) يوضح عدد الريات وعمق الري الكلي والتبخر–نتح للمحصول وحاصل الحبوب وكفاءة استخدام المياه

المعاملة	عدد الريات	عمق الري الكلي ملم	التبخر–نتح للمحصول ملم	حاصل الحبوب غم/م2	كفاءة استخدام المياه كغم/م3
T_1	15	860	640	259	0.4
T_2	21	881	640	356	0.55
T_3	29	900	640	342	0.53

7. الاستنتاجات والتوصيات

أن التطور السريع في مجال الحاسوب يقدم خدماته في مجال الري وخاصة في برنامج CROPWAT التابع لمنظمة الأغذية والزراعة FAO حيث تم استخدام إصدار CropWat 4Windows version 4.3 ومن هذا البحث نستنتج ما يأتي :

1. يوكد البحث بأن أفضل معاملة ري هي عندما يجدول توقيت الري حين يصل الاستنزاف الرطوبي إلى 70% أو 50% من الماء المتاح وبالتالي تزداد عدد الريات وتقل فاصله الإرواءوبالتالي ترتفع كفاءة استخدام المياه والإنتاج وخاصة في الترب المناطق شبه الجافة التي تحتوي على الكلس.
2. بلغ الاستهلاك المائي خلال الموسم النمو 640 ملم لجميع معاملات الري المحسوب من البرنامج التي بلغ عمق الري المضاف لمعاملات الري حين يصل الاستنزاف الرطوبي إلى100%و70% و50%منالماءالمتاحب860 و881 و900 ملم على التوالي.
3. نوصي باستخدام برنامج CROPWATللتخطيط وإدارة الري لمحصول الذرة في المناطق شبه الجافة .

8. المصادر

1.الحداد،عامرحسن ". تأثيرالجدولةالاروائيةعلىنموونباتالحنطة".*المجلةالعراقيةللهندسةالمدنية* .السنةالأولى .العدد2،2001.

2. M.E. Jensen, D.C.N. Robb, and C.E. Franzoy, "Scheduling irrigations using climate-crop-soil data" ,*Journal of Irrigation and Drainage ofDivision*. (ASCE) Vol.96 Issue: IR1 , pp25-38.1970 .

3.M. Smith , L.S. Pereia ,J.Berengena ,B .Itier , J.Goussard, R. Ragab, L.Tollefson, and P. van Hoffwegen (eds). Irrigation Scheduling: From Theory to Practice. FAO Water Reports , Vol. 8 ,pp.69-74. Rome , International Commission on Irrigation and Drainage. 1996.

4. S. Kumari, " Irrigation Scheduling using CROPWAT "International Conference on Communication and Computational Technologies by RIET ,Jaipur and IJCRT.ORG ,pp.394-403, 2017.

5. ذيب عويس . الري التكميلي ، المركز الدولي للبحوث الزراعية في المناطق الجافة (إيكاردا)، حلب. سوريا ، 16 صفحة .2003.

6. R.D. , Burman ,P.R. Nixon , J.L. Wright , and W.O. Pruitt ,.Water requirements .In: Jensen ,M.E. eds. Design and operation of farm irrigation systems, chap 6.ASAE, pp.189-232. 1980.

7. بدر جاسمعلاوي ، ورحمن حسن عزوز. "الاحتياجات المائية الذرة الصفراء المرواة بطريقتي الرش والمروز للعروتين الخريفية والربيعية لمنطقة حمام العليل". *مجلة زراعة الرافدين* .المجلد15 .العدد1.ص35–60.1980.

8. يوسف محمدعبد الهادي . أسس علوم الأراضي والمياه –التجارب العملية . كتاب صادر عن دار وائل ، عمان ، الأردن . 2005.

9. خلف خليفة ، ونجم الدين شرابي، وعامر الأصفر ، وفاروق الشوا ، واحمد سليمان . دراسةالاحتياجاتالمائيةلمحصولالذرةالصفراءفيحوضالفراتالأسفل .هيئة الطاقة الذرية ، والمركزالعربيلدراساتالمناطقالجافةوالأراضيالقاحلة (أكساد).دمشق، سوريا.1984 .

10. J. A. Tariq, M. J, Khan , and K. Usman, "Irrigation Scheduling of Maize Crop by Pan Evaporation Method",*Pakistan Journal of Water Resources*, Vol.7 Issue:2 , pp 29-35. 2003.

11. M. Smith , CROPWAT - A computer program for irrigation planning and management. FAO Irrigation and Drainage Paper, 46, Rome . Italy. 1992.

12. S. A. Bhat , B.A. Pandit , J.N. Khan, R. Kumar and R. Jan , "Water Requirements and Irrigation Scheduling of Maize Crop using CROPWAT Model",*Int.J.Curr.Microbiol.App.Sci* ,Vol.6 Issue: 11, pp. 1662-1670, 2017.

المنارة للاستشارات
www.manaraa.com

13. S.H. Ewaid, S.A . Abed and N. AL-Ansari . "Crop Water Requirements and Irrigation Schedules for some major crops in Sothern Iraq ",*Water*,Vol.11 Issue: 4 ,2019.

14. إيمان حازم شيت ، وانتصار محمد غزال ،وعباس فضيل داوود . " تقييم إرواء الزيتون في منطقة بعشيقة " . مجلة زراعة الرافدين ،المجلد 36 ، العدد 4 . 2008.

15.أيمن حجازي ، ورابعة الحايك ، ومحمد حقون . "مدى ملائمة برنامج CropWat8 لجدولة الري وتحديد الاستهلاك المائي لبعض المحاصيل والاشجار المثمرة المزروعة في غوطة دمشق" .*المجلة السورية للبحوث الزراعية* ، المجلد 3 ، العدد 2. ص 206–217 ، 2016 .

16. M.Nazeer ,"Simulation of Maize Crop under Irrigated and RainfedConditions with CROPWAT model ",*ARPN Journal of Agricultural and Biological Science*,Vol.4Issue:2 ,pp.68-73. 2009.

17. FAO , IIDS , and NWRC . CropWat 4 Windows version 4.3 (Manual) (C) 1996-1999, Rome, Italy.

18. وزارة النقل ، الهيئة العامة للأنواء الجوية والرصد ألزلزالي ، بيانات غير منشورة .

19. A.R. Pereira, N.A Villa Nova, A.S. Pereira, and V. Barbieri . "A Model for the Class A Pan Coefficient ". *Agricultural and Forest Meteorology*, Amsterdam, Vol.76, pp.75-82, 1995.

20. J.Doorenbos , and W. O. Pruitt, Crop Water Requirements. FAO Irrigation and Drainage Paper 24 , Rome, Italy. 1977.

21. M. Karimi ,and A. Gomrokchi. "Yield and Water Use Efficiency of Corn Planted in One or Two Rows and Applying Furrow or Drip Tape Irrigation Systems in Ghazvin Province, Iran " , *Irrig. and Drain. 60 ,pp.35–41* ,2011.

22.عبد الامير ثجيل صالح ،وعدنان شبار فالح . " ادارة ري محصول الذرة الصفراء (Zea mays L.) لزيادة كفاءة استخدام المياه في وسط العراق".*مجلة ديالى للعلوم الزراعية* ، المجلد 4، العدد 1، ص62–75.2012.

23. هادي محمد كريم العبودي ، وريسان كريم شاطي أ–." دور جدولة الري وعمقه في نمو وحاصل الذرة الصفراء 1.بعض الصفات الحقلية " . *مجلة العلوم الزراعية العراقية* .،المجلد 41 ، العدد 6. ص29–39.2010.

24.هادي محمد كريمالعبودي ، وريسان كريم شاطي ب–. دور جدولة الري وعمقه في نمو وحاصل الذرة الصفراء 2–كفاءة الاستهلاك المائي وحاصل البذوروومكوناته ". *مجلة العلوم الزراعية العراقية* .،المجلد 41 ، العدد 6. ص40–47.2010.

25. نوال محمد ججو ، وباسم محمد نصيف الزيدي " تأثير تناسق الإرواء بالرش في الإنتاج تحت الري الناقص " . *مجلة هندسة الرافدين* ، المجلد 18 ، العدد 12، ص23–35 . 2010.

26 . E. C. Stegman," Efficient Irrigation Timing Methods for Corn Production ",*TRANSACTIONS of ASAE*,Vol.29Issue: 1, pp.203-210, 1986.

المنارة للاستشارات
www.manaraa.com

Effect of Irrigation Scheduling Using CROPWAT on Water Use Efficiency and Grain Yield and Components for Maize (Zea mays L.) in Semi Arid Regions

Ahmed Azhor Thanoon
ahmedalnamey@ntu.edu.iq

Technical Institute of Mosul- Northern Technical University

ABSTRACT

Irrigation scheduling is determining the appropriate time and quantity of irrigation to reach maximum production. In this research the irrigation scheduling was determined using a computer program CROPWAT , developed by FAO . The program used the climate , crop , and soil data for calculation the irrigation scheduling .The climate data represents average years (1971-2007) of pan evaporation to Mosul city for calculating the reference evapotranspiration , maize crop and light soil data , were used to input data . The program was used cases include three different irrigation timing levels are 100%, 70% and 50% of the readily soil moisture depletion(critical depletion and belowcritical depletion) with refill soil moisture content to field capacity . The results of irrigation scheduling from the program were applied to the field experiment in the Mosul Technical Institute during the summer of 2010. The grain yield and components were measured at harvest to improve the best irrigation scheduling for maize crop in semi arid regions .

The results showed that the depth of irrigation added to three different irrigation levels 100% and 70% and 50% of the readily soil moisture depletion reached 860 and 881 and 900 mmrespectively, the number of irrigations 15, 21, 29 . The results also showed that the best irrigation scheduling for higher water use efficiency was0.55 kg/m3 and highest production356g/m2 for the treatment of 70% of the readily soil moisture depletion. Therefore the CROPWAT is aneffective tool for planning and management of irrigation maize in semi arid regions .

Keywords:
Irrigation scheduling ; CROPWAT ; Soil moisture depletion; Maize ; Crop evapotranspiration ;Water use efficiency .

www.manaraa.com