مدى ملائمة برنامج CropWat8 لجدولة الري وتحديد الاستهلاك المائي لبعض المحاصيل والأشجار المثمرة المزروعة في غوطة دمشق

أيمن حجازي*[1] ورابعة الحايك[2] ومحمد حقون[1]

(1). إدارة بحوث الموارد الطبيعية، الهيئة العامة للبحوث العلمية الزراعية، دمشق، سورية.
(2). مركز البحوث العلمية الزراعية بسلمية، الهيئة العامة للبحوث العلمية الزراعية، حماه، سورية.
(*للمراسلة: م. أيمن حجازي. البريد الإلكتروني: siraiman@yahoo.com).

تاريخ الاستلام: 2015/06/30 تاريخ القبول: 2015/09/07

الملخص:

أجريت هذه الدراسة النظرية عام 2014 بهدف دراسة مدى ملائمة برنامج CropWat 8 for Windows في حساب الاحتياجات المائية وجدولة الري بالنسبة لبعض الأشجار المثمرة والمحاصيل، وذلك باستخدام بيانات تجارب حقلية منفذة مسبقاً في محطة بحوث الري بالنشابية في منطقة غوطة دمشق، سورية، لأشجار المشمش والزيتون ومحصولي البندورة والذرة الصفراء، حيث تم مقارنة نتائج قيم الاستهلاك المائي الصافي وعدد السقايات المقدمة المحسوبة بالطريقة الحقلية مع مثيلاتها المحسوبة عن طريق البرنامج. بيّنت النتائج زيادة في القيمة المقدرة عن القيمة الحقيقية للاستهلاك المائي بنسبة تتراوح من (1%) للمشمش حتى (23%) في البندورة، وكانت الفروق غير معنوية بين القيم المقدرة والقيم الحقيقية باختبار paired samples t test حسب برنامج SPSS لكل من المشمش والزيتون والذرة، ماعدا البندورة حيث كانت الفروق معنوية عند مستوى دلالة 5%، كما لوحظ وجود تطابق في عدد السقايات بنسبة كبيرة بين القيم المقدرة والقيم الحقيقية بالنسبة للمشمش والزيتون والذرة، أمافي البندورة كان التفاوت في عدد السقايات بمقدار 4 سقايات بسبب اختلاف قيم معامل المحصول بين قيم البرنامج والقيم البحثية. كانت محاكاة البرنامج لمنحنى التغير في رطوبة التربة تشابه إلى حد كبير حالة تغير الرطوبة الحقلية، بلغت قيم الجذر التربيعي لمتوسط مربع الخطأ (RMSE): 6.4، 14.5، 45.41، 26.53 مم/هكتار بالنسبة إلى الاستهلاك المائي لكل من المشمش، الزيتون، البندورة، والذرة على التوالي، يقابلها قيم لدليل التوافق (d): 0.98، 0.83، 0.81، و0.94 على التوالي، أيضا مما يدل على توافق جيد بين القيم المقدرة والقيم الحقيقية.

الكلمات المفتاحية: برنامج CropWat 8، الاستهلاك المائي، جدولة الري.

المقدمة:

يعد تقدير الاحتياجات المائية للمحاصيل وأشجار الفاكهة الخطوة الأساسية الأولى اللازم توفرها لوضع الخطط الإنمائية المستقبلية والتخطيطالاستراتيجي للمشاريع الزراعية، بل إن تقدير الاحتياجات المائية يعد أحد العناصر الرئيسة عند وضع الموازنة المائية لأي منطقة زراعية، وهو أحد المواضيع الهامة جداً في مجال الري، لأنه العنصر الحاسم لكل الحسابات المائية في أي بلد. وقد حظي هذا الموضوع باهتمام العاملين بمجال الري والزراعة في كل مكان بغية الوصول إلى نتائج يمكن الاعتماد عليها في خطط التنمية ومشروعات التوسع الزراعي ومن الثابت عملياً وعلمياً أن تقدير وتحديد الاحتياجات المائية للمحاصيل يعد المرحلة الأولى والمهمة لتخطيط الإدارة المثلى للمياه المتوفرة (قاسم، 2009).

إن عدم التزام المزارع بالاحتياجات المائية وانخفاض تكلفة الماء مقارنة بأي مدخل إنتاج آخر في معظم البلدان العربية، بالرغم من أنه المدخل الأهم الذي يتوقف عليه المحصول كماً ونوعاً، دفع المزارعين إلى ضخ كميات من المياه أكبر من حاجة المحصول (IWRM, 2004) وقد بلغ مقدار الماء المستخدم لري هكتار واحد في الوطن العربي 12000 متر مكعب سنوياً في حين أن

كمية المياه المطلوبة لا تتجاوز 7500 متر مكعب سنوياً، وبالتالي حدوث فقد كبير في مياه الري وتدهور صفات التربة وتراكم الأملاح فيها (بدر،2010).

إن التطور الكبير لأجهزة الحاسوب، وظهور برامج المحاكاة في مجالات إدارة مياه الري ساعد مهندسي ومدراء الري والباحثين في تقدير الاحتياجات المائية في مشاريع الري، وإمكانية التنبؤ وحساب الاحتياجات المائية بدقة وعمل برامج متكاملة لجدولة الري بما يحقق أعلى إنتاجية وبأقل التكاليف، ويعتبر برنامج CropWat واحداً من أهم البرامج العالمية التي استخدمت على نطاق واسع في إدارة مياه الري (Smith, 1992)، حيث قامت منظمة الأغذية والزراعة FAO بتصميم النموذج الحاسوبي CropWat بلغة Basic سنة 1992 تحت نظام التشغيل DOS وتم نشره في منشورات المنظمة رقم 46، ثم طور هذا النموذج بعدة إصدارات، وأحدث نسخة من هذا النموذج والموجودة على موقع المنظمة هي النسخة CropWat 8 التي تم تصميمها باستخدام Visual Basic تحت بيئة النوافذ Windows وتم ربط هذا النموذج مع قاعدة البيانات المناخية ClimWat 2.

يقوم البرنامج بتسهيل حساب وتقدير قيمة التبخر نتح المرجعي بالاعتماد على الدوال الأساسية المناخية في البرنامج وأيضاً يسمح بتطوير خطة جدولة الري تحت ظروف إدارية مختلفة، وحساب برنامج تزويد مياه الري لنماذج مختلفة من المحاصيل وحساب الاحتياجات المائية باستعمال خوارزمية الميزان المائي اليومي (Smith, 1992) بعد حساب قيمة التبخر نتح المرجعي ETo بطريقة Penman- Monteith وهو يتيح وضع توصيات لتحسين أساليب الري، وتخطيط مواعيد الري وتقييم الإنتاج في ظل الظروف المطرية أو الري الناقص (Adriana *et al*., 1999).

صمّم الكثير من الباحثين في العديد من الدول برامج حاسوبية مشابهة لبرنامج CropWat بالاعتماد على النهج الموضح في منشور المنظمة 56، حيث تتفق هذه النماذج بشكل عام بأنها يمكن أن تستخدم لتحسين توزيع مياه الري بين المحاصيل المختلفة أو توزيع المياه خلال موسم المحاصيل (Bryant *et al*., 1992).

إن أفضل طريقة لتقدير الاحتياجات المائية للمحاصيل هي طريقة Penman-Monteith وقد أوصت مجموعة الخبراء والاستشاريين والباحثين في منظمة الفاو وبالتعاون مع اللجنة العالمية للري والصرف ومنظمة المعلومات المناخية في أيار 1990 باستخدام معادلة Penman-Monteith كطريقة قياسية لحساب الاحتياجات المائية من البيانات المناخية وإهمال المعادلات الأخرى (Allen *et al*., 1998).

وجد (Nazeer, 2009) في دراسة محاكاة نموذج CropWat في ظل ظروف الزراعة المروية والبعلية لمحصول الذرة لأجل توفير المعلومات اللازمة بشأن اتخاذ ودعم القرار في إدارة الري أن النموذج يقدر بشكل فاعل الخفض في الإنتاجية الناجم عن الاجهاد المائي والتأثيرات المناخية مما يجعل هذا النموذج من أفضل النماذج الرياضية في إدارة وتخطيط عملية الري، كماعبر (Adriana *et al*., 2000) أيضاً عن وصف البرنامج بأنه أداة فاعلة لإدارة الري حيث أنه يحاكي بفاعلية تأثير الإجهاد المائي على الإنتاج، وفي الدراسات المحلية وجد (حسين وآخرون، 2013) أن النموذج يحاكي المنحى العام لتغيرات المحتوى المائي للتربة في معاملات الري المختلفة المطبقة على محصول القطن بصورة جيدة، وكانت نتائج حسابات الاستهلاك المائي جيدة لمحصول الذرة في محافظتي حلب والحسكة (Darir, 2006).

يهدف البحث إلى دراسة مدى ملائمة برنامج CropWat 8 لحساب الاحتياجات المائية وجدولة الري بالنسبة لبعض الأشجار المثمرة (مشمش–زيتون) والمحاصيل (ذرة صفراء –بندورة) في منطقة غوطة دمشق ومقارنتها مع نتائج التجارب البحثية (المنفذة سابقاً) لحساب الاحتياج المائي، حيث تضمّنت الدراسة ما يلي:

1. حساب جدولة الري والاحتياجات المائية لبعض الأشجار المثمرة والمحاصيل حسب برنامج Cropwat8 لبيانات مناخية طويلة الأجل في محطة بحوث النشابية.
2. مقارنة قيم الاحتياجات المائية ومخططات جدولة الري مع نتائج التقارير البحثية للمحاصيل والأشجار المثمرة في إدارة بحوث الموارد الطبيعية.
3. التقييم الاحصائي لنتائج المقارنة بالنسبة لقيم الاستهلاك المائي الصافي، وعدد السقايات المقدمة ومعامل المحصول.

مواد البحث وطرائقه:

المعطيات المفروضة للبرنامج:

التبخر نتح المرجعي ETo: تم استخدام بيانات مناخية طويلة لمنطقة الزراعة لمحطة بحوث الري بالنشابية من عام 1996 حتى عام 2012 للحصول على قيمة التبخر النتح المرجعي، يبين الجدول (8) في الملحق متوسط العناصر المناخية الداخلة في حساب قيمة التبخر نتح المرجعي للأعوام من 1996 حتى عام 2012.

خصائص تربة موقع الدراسة: إن قوام التربة في محطة بحوث النشابية هو طيني سلتي ونسبة الطين عالية نسبياً حيث تصل في معظم أعماق قطاع التربة إلى (46%) من التركيب الميكانيكي لحبيبات التربة، يبين الجدول (1) بعض خصائص التربة الهيدروفيزيائية في موقع الزراعة.

الجدول 1. بعض الخصائص الهيدروفيزيائية لتربة محطة بحوث النشابية والمستخدمة في برنامج CropWat

المؤشر	القيمة
السعة الحقلية (θ_{fc})	%30.5
معامل الذبول (θ_{wp})	%16.5
الماء الكلي المتاح (*TAW*) mm	mm145 حسب معادلة FAO 56
معامل الاستنزاف الرطوبي(p)	0.44 (على أساس موعد إضافة مياه الري عند 80% من السعة الحقلية كما نفذت التجارب البحثية)

تم ضبط موعد الزراعة في البرنامج ليلائم موعد الزراعة الحقيقي والمنفذ في التجارب وترك موعد الحصاد ليحسب من قبل البرنامج على أساس طول الفترات الفنولوجية المفروضة من قبل منشور المنظمة FAO 56، كما تم اختيار عمق الجذور الفعالة للبيانات المفروضة حسب عمق الجذور الفعالة المحسوب مسبقاً للتجارب البحثية حيث أن هذه القيمة تدخل في حساب كمية مياه السقاية والاستهلاك المائي الصافي.

معامل المحصول وطول الفترات الفنولوجية: يحتاج البرنامج قيم معامل المحصول لثلاث مراحل نمو أساسية هي المرحلة الابتدائية ومرحلة منتصف الموسم ومرحلة الحصاد، أما قيم معامل المحصول في مرحلة تطوره ومرحلة نهاية المحصول فهي محسوبة ضمناً مع تلك المراحل حسب المنشور FAO 56 (Allen, 1998) مع ملاحظة أنه تم اعتبار قيم Kc خلال مرحلة التطور (المرحلة الثانية)، ومرحلة النضج والحصاد (المرحلة الرابعة) قيم ثابتة كالمتبع بالنسبة لقيم Kc خلال مرحلتي الإنبات (المرحلة الأولى) والإثمار (المرحلة الثالثة) حسب منشور المنظمة وقد كانت قيم معامل المحصول وطول الفترات الفنولوجية كالتالي:

الجدول 2. قيم معامل المحصول حسب الطور، وطول الفترات الفنولوجية حسب برنامج CropWat8 والمقدمة في منشور المنظمة FAO 56

النوع النباتي	Kc			طول الفترات الفنولوجية			
	Kc ini	Kc med	Kc end	L ini	L dev	L mid	L late
المشمش	0.4	0.9	0.6	20	70	90	30
الزيتون	0.65	0.7	0.7	30	90	60	90
البندورة	0.6	1.15	0.8	30	40	45	30
الذرة	0.7	1.1	0.55	30	40	50	30

التجارب الحقلية:

أجريت التجارب الحقلية في محطة بحوث النشابية التابعة لمركز بحوث ريف دمشق في الهيئة العامة للبحوث العلمية الزراعية، والتي تقع على بعد (20) كم شرقي مدينة دمشق على خط طول (36.28) شرقي غرينتش وخط عرض (33.3) شمال خط الاستواء، ويبلغ ارتفاعها عن سطح البحر (620) م.

نفذت تجربة الاحتياج المائي لأشجار المشمش لمدة ثمان سنوات من 2002 وحتى 2008، كما نفذت دراسة الاحتياج المائي لأشجار الزيتون لخمسة سنوات من 2006 وحتى2010. في حين نفذت تجربة الاحتياج المائي لنبات البندورة لعامي 2007 و2008، أما تجربة الاحتياج المائي للذرة فقد نفذت في عامي 2003 و2004 حسب متوسط سنوات الدراسة للأبحاث، واعتمد متوسط الاستهلاك المائي ومعامل المحصول وعدد السقايات للمقارنة مع قيم البرنامج بعد إجراء بعض التعديلات لتصحيح معامل الخفض إلى نسبة تغطية 100%، حيث أن حسابات برنامج CropWat تتم عند نسبة تغطية 100%. مع الملاحظة بأن قيم معامل المحصول الموجودة في الجدول 2 هي قيم افتراضية من قبل FAO للأطوار الفنولوجية، قد تختلف عند حساب البرنامج على أساس شهري أو عند تعديل الطور الفنولوجي كما في الذرة للزراعة التكثيفية .

3-1- التحليل الاحصائي:

اعتمدت المؤشرات الإحصائية لقيم t لمقارنة النتائج بين متوسطات عينتين مرتبطتين paired samples t-test حسب برنامج SPSS للقيم المتحصل عليها من البرنامج والقيم الحقيقية وهي: الانحراف المعياري للفرق بين المتوسطين (Std Dev)، والخطأ المعياري للفرق بين المتوسطين (Std Error Mean)، وتم اختبار معنوية t المحسوبة بالمقارنة مع t الجدولية عند مستوى دلالة 5%.

3-2- تقييم النموذج:

اعتُمدت قيم الجذر التربيعي لمتوسط مربع الخطأ (RMSE) ودليل التوافق Index of Agreement (d) وذلك حسب (Willmott,1982) لمقارنة نتائج البرنامج مع النتائج المقاسة حقلياً بالنسبة إلى مؤشر الاستهلاك المائي، والوقوف على جودة أداء البرنامج.

الجذر التربيعي لمتوسط مربع الخطأ (RMSE) هو مقياس يستخدم لحساب الفروق بين القيم التي قدرت من قبل النموذج والقيم الفعلية ويمثل (RMSE) الانحراف المعياري للعينة الاختلافات بين القيم المتوقعة والقيم الفعلية (Hyndman *et al*., 2006)

وتحسب كما يلي:

الجذر التربيعي لمتوسط مربع الخطأ

$$RMSE = \sqrt{\frac{1}{n}\sum_{i-1}^{n}(Si - Oi)^2}$$

دليل التوافق (d)

$$d = 1 - \frac{\sum_{i-1}^{n}(Si - Oi)^2}{\sum_{i-1}^{n}\left(\left|Si - \overline{O}\right| + \left|Oi - \overline{O}\right|\right)^2}$$

حيث:

S_i: القيم المحسوبة من البرنامج ، O_i :القيم الحقيقية، n:عدد القياسات، $\bar{O}$: متوسط القيم الحقيقية.

النتائج والمناقشة:

1-الاستهلاك المائي الصافي:

تبين الجداول (3) و(4) و(5) و(6) قيم الاستهلاك المائي الصافي الشهرية والكلية المحسوبة بالبرنامج وفق المعطيات المفروضة والقيم الحقيقية حسب التجارب البحثية المنفذة، حيث نجد زيادة في القيمة المقدرة عن القيمة الحقيقية بالنسبة للاستهلاك المائي الصافي بنسبة تتراوح من (1%) بالنسبة للمشمش حتى (23%) بالنسبة للبندورة، وكانت متوسطات الفروق بين القيم المقدرة والقيم الحقيقية تشير إلى عدم وجود فروق معنوية بالنسبة لكل من المشمش والزيتون والذرة، أما بالنسبة للبندورة فكانت تلك الفروق بين المتوسطات معنوية عند مستوى دلالة 5% ناجمة بشكل رئيس عن المبالغة في قيم معامل المحصول للبندورة المقدمة في البرنامج وفي منشور منظمة الفاو 56 للفترة الأولية وفترة التطور السريع لنمو المحصول خلال أشهر أيار/مايو وحزيران/يونيو وتموز/يوليو. ويلاحظ من الجداول أيضاً وجود تطابق في عدد السقايات بنسبة كبيرة، ماعدا البندورة حيث كان التفاوت في عدد السقايات بمقدار 4 سقايات، لكن يلاحظ اختلاف في عدد السقايات خلال الأطوار الفنولوجية في الزيتون مع بقاء العدد الكلي للسقايات متساوياً، وذلك نتيجة اختلاف قيم معامل المحصول ضمن الأطوار بين قيم البرنامج وقيم التجربة البحثية، وهذا ما يشير إليه الشكل (2) الذي يبين منحنى معامل المحصول بالنسبة للزيتون.

وكذلك الأمر بالنسبة للبندورة فإن الاختلافات في حساب موعد وطول فترة طور منتصف الموسم (الشكل 3)، أدى إلى زيادة في حساب الاستهلاك المائي المقدر عن الاستهلاك الحقيقي بنسبة 23%، في حين أن العديد من الباحثين بينوا أن الاستهلاك المائي للبندورة المكشوفة لا تتجاوز 500 مم/هكتار، ومنهم (Gatta *et al.*, 2006) الذي بين أن الاستهلاك المائي الكلي للري الكامل كان 480 مم/هكتار بمعدل 14 سقاية، وكذلك (Dirja *et al.*,2003) الذي وجد أن قيمة الاستهلاك المائي هي 423 مم/هكتار.

الجدول 3. الاستهلاك المائي الصافي Etc مم/هكتار وعدد السقايات الشهرية لأشجار المشمش من برنامج CropWat8 مقارنة مع القيم الحقيقية للتجربة البحثية.

الشهر	CropWat		التجربة			
	Kc	ETc	عدد السقايات	Kc	ETc	عدد السقايات
آذار/مارس	0.45	29.9	1	0.46	31	1
نيسان/أبريل	0.57	66.6	1	0.60	69	1
أيار/مايو	0.77	119	2	0.74	114	3
حزيران/يونيو	0.93	159.8	4	0.90	148	3
تموز/يوليو	0.93	188.8	3	0.99	197	4
أب/أغسطس	0.93	155.1	3	0.94	151	2
أيلول/سبتمبر	0.83	103.8	2	0.80	95	1
تشرين 1/أكتوبر	0.67	10.9	1	0.55	12	1
المجموع		833.9	17		817	16
	t = 0.9					
	Std err Mean 2.3			Std Dev 6.5		

الجدول 4. الاستهلاك المائي الصافي Etc مم/هكتار وعدد السقايات الشهرية لأشجار الزيتون من برنامج CropWat8 مقارنة مع القيم الحقيقية للتجربة البحثية.

الشهر	CropWat		التجربة		
	Kc	ETc	عدد السقايات	Kc	ETc	عدد السقايات
نيسان/أبريل	0.65	75.6	2	0.47	52	1
أيار/مايو	0.66	97.4	1	0.54	77	2
حزيران/يونيو	0.68	118.1	3	0.72	118	2
تموز/يوليو	0.7	138.2	2	0.81	161	3
أب/أغسطس	0.71	115.1	2	0.73	121	3

أيلول/سبتمبر	0.71	88.3	2	0.68	87	1
تشرين 1/أكتوبر	0.7	59.8	1	0.57	45	1
تشرين2/نوفمبر	0.69	37	0	0.44	24	0
كانون 1/ديسيمبر	0.67	25.7	0	0.35	14	0
المجموع		755.2	13		699	13
		t =1.2				
		Std err Mean 4.8			Std Dev 14.5	

الجدول 5. الاستهلاك المائي الصافي Etc مم/هكتار وعدد السقايات الشهرية لنبات البندورة من برنامج CropWat8 مقارنة مع القيم الحقيقية للتجربة البحثية

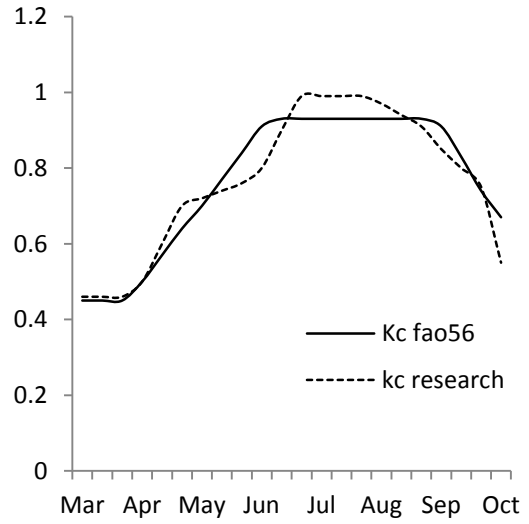
الشهر	CropWat		التجربة			
	Kc	ETc	عدد السقايات	Kc	ETc	عدد السقايات
أيار/مايو	0.6	67	3	0.33	49	2
حزيران/يونيو	0.8	140.6	5	0.39	71	3
تموز/يوليو	1.15	235.5	6	0.87	164	5
أب/أغسطس	1.12	188.2	5	1.19	192	5
أيلول/سبتمبر	0.84	44	1	0.81	40	1
المجموع		675	20		516	16
		t =3.5				
		Std err Mean 3.2			Std Dev 12.10	

الجدول 6. الاستهلاك المائي الصافي Etc مم/هكتار وعدد السقايات الشهرية لمحصول الذرة التكثيفي من برنامج CropWat8 مقارنة مع القيم الحقيقية للتجربة البحثية

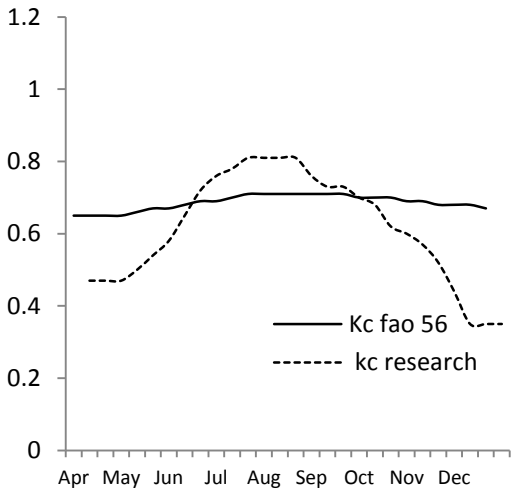
الشهر	CropWat		التجربة			
	Kc	ETc	عدد السقايات	Kc	ETc	عدد السقايات
تموز/يوليو	0.55	98.3	3	0.5	69	3
أب/أغسطس	0.72	145.3	3	0.81	127	3
أيلول/سبتمبر	1.1	137.3	3	1.02	171	3
تشرين 1/أكتوبر	0.8	74.6	1	0.78	52.5	0
المجموع		455.5	10		417.5	9
		t =3.16				
		Std err Mean 1.29			Std Dev 4.47	

2-معامل المحصول:

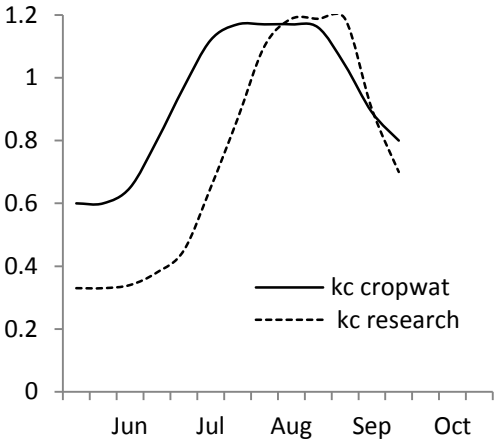
يوجد في البرنامج بيانات للمحاصيل الشائعة مأخوذة من عدة منشورات لمنظمة FAO، ويذهب Hargreaves في (نزال، 2007) بفكرة أن معامل المحصول يعتمد إلى حد كبير على نوع المحصول ومرحلة النمو وليس على ظروف الطقس، أي أن معامل المحصول يبقى ثابتاً لنفس المحصول بغض النظر عن الموقع أو الطقس وقد تمت مقارنة قيم معامل المحصول بين البرنامج ونتائج التجارب البحثية لنفس المعادلة المستخدمة في تقدير قيمة التبخر نتح المرجعيPenman-Monteith ETo.



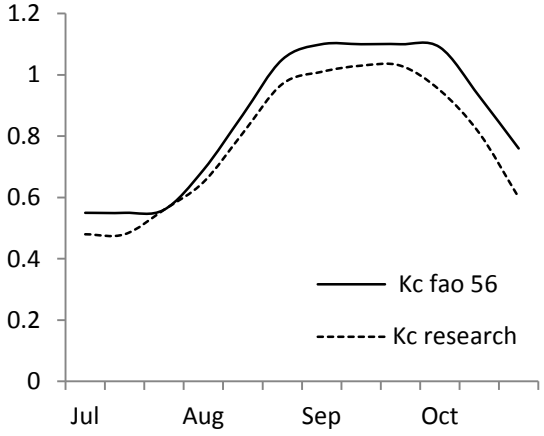
الشكل1. قيم معامل المحصول حسب برنامج CropWat8 مقارنة بقيم معامل المحصول الحقيقية المحسوبة شهرياً لأشجار المشمش



الشكل2. قيم معامل المحصول حسببرنامج CropWat8 مقارنة بقيم معامل المحصول الحقيقية المحسوبة شهرياً لأشجار الزيتون



الشكل3. قيم معامل المحصول حسب برنامج CropWat8 مقارنة بقيم معامل المحصول الحقيقية المحسوبة شهرياً حسب لمحصول البندورة



الشكل4. قيم معامل المحصول حسب برنامج CropWat8 مقارنة بقيم معامل المحصول الحقيقية المحسوبة شهرياً لمحصول الذرة

إن التفاوت بين قيم معامل المحصول Kc المقدمة من قبل منظمة الـ FAOوالقيم المتحصل عليها نتيجة التجارب البحثية يعود إلى أن طريقة منظمة FAO لتحديد قيم معامل المحصول Kcوخاصة لمرحلتي منتصف ونهاية الموسمتم استنتاجها كدالة لمستوى الرطوبة النسبية وسرعة الرياح النهارية (Cuinca،2004)، وهي قيم نمطية تحت ظروف مناخية قياسية بحاجة إلى تصحيح حسب الرطوبة النسبية ودرجات الحرارة (Allen *et al.*,1998)،لذلك أوصت المنظمة بالحصول على معلومات محلية تعدأكثر موثوقيةلمعامل المحصول من محطات البحوث الزراعية المحلية.

3-اختبار دليل التوافق:

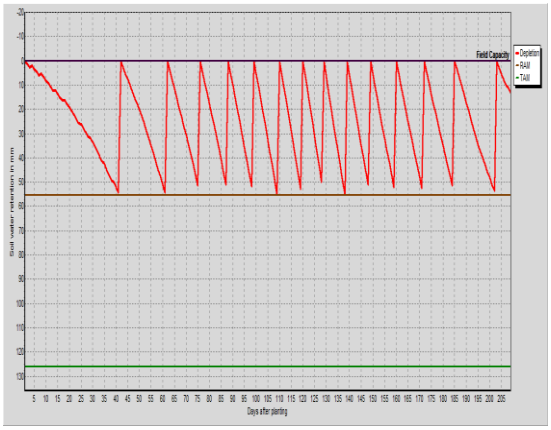
بلغت قيمة الجذر التربيعي لمتوسط مربع الخطأ (RMSE) : 6.4، 14.5، 45.41، 26.53 مم/هكتار بالنسبة إلى الاستهلاك المائي لكل من المشمش، الزيتون، البندورة، والذرة على التوالي، يقابلها قيم لدليل التوافق (d): 0.98، 0.83، 0.81، 0.94 على التوالي أيضا مما يدل على توافق جيد بين القيم المقدرة والقيم الحقيقية، (الجدول 7).

الجدول 7.قيم الجذر التربيعي لمتوسط مربع الخطأ (*RMSE*) ودليل التوافق (*d*) للاستهلاك المائي لكل من المشمش والزيتون والبندورة والذرة

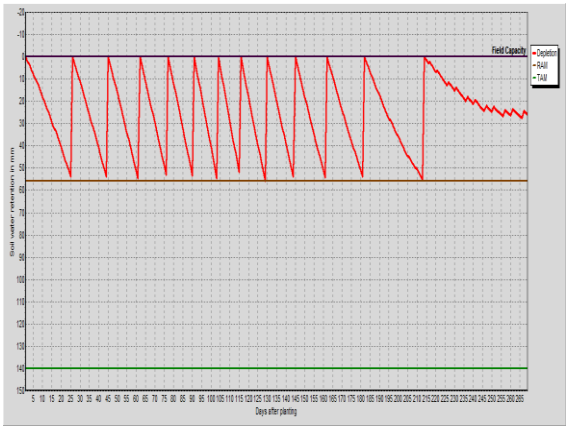
النوع النباتي	*RMSE*	*d*
المشمش	6.4	0.98
الزيتون	14.5	0.83
البندورة	45.41	0.81
الذرة	26.53	0.94

4-منحنى الموازنة المائية:

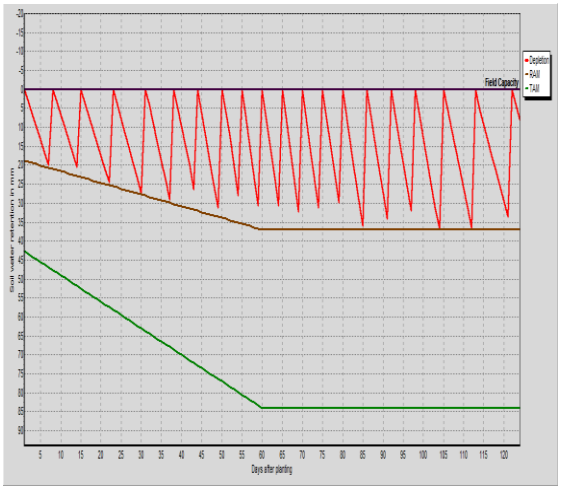
استخدمت طريقة تتبع رطوبة التربة بواسطة جهاز النترون بروب حقلياً وتم تحديد حالة الرطوبة في التربة Soil Moisture Content التي أخذت قبل الري لتحديد موعد الري، وبناء على حالة (SMC) تم التقييم إذا كانت هناك ضرورة للري أو أن التربة تحتوي على رطوبة كافية بحيث يمكن تأجيل الري، أما قياسات الرطوبة بعد الري فاستخدمت لتقييم فيما إذا كانت كمية الرية مناسبة، إن تلك القياسات الحقلية التي قمنا بها ساعدت على التحقق من مستويات رطوبة التربة وجدولة الري الحقلية ومقارنة منحنيات التغير في منحنى الموازنة المائية مع المنحنيات الناتجة عن المحاكاة التي قام بها البرنامج، ومن ملاحظة الأشكال (5)،(6)،(7)،(8) نجد أن محاكاة البرنامج لمنحنى التغير في رطوبة التربة كانت مقبولة وتمثل حالة تغير الرطوبة في الحقل إلى حد كبير، أما أنها كانت تسلك نسقاً ثابتاً فذلك يعود إلى طريقة تقدير التبخر نتح المرجعي ومعامل المحصول على أساس شهري.



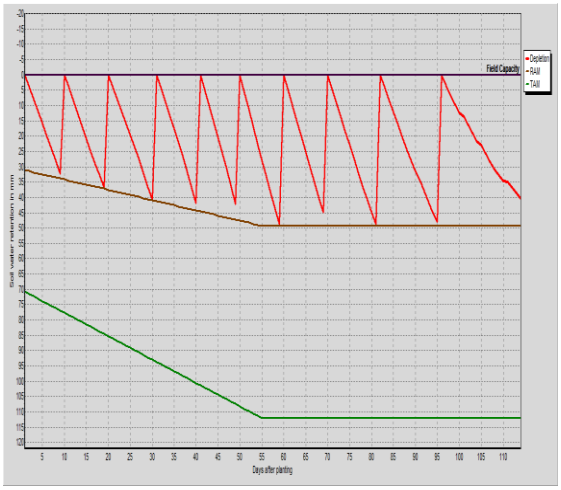
الشكل 5. منحنى الموازنة المائية لأشجار المشمش حسب برنامج Cropwat8



الشكل6. منحنى الموازنة المائية لأشجار الزيتون حسب برنامج Cropwat8



الشكل7. منحنى الموازنة المائية لمحصول البندورة حسب برنامج Cropwat8



الشكل 8. منحنى الموازنة المائية لمحصول الذرةحسب برنامج Cropwat8

الخلاصة:

- يعد برنامج تحديد الاحتياجات المائية وجدولة الري CropWat 8 برنامجاً ذو دور فعال في تطوير منهجية مقبولة في تقدير الاحتياجات المائية للمحاصيل الزراعية، وذلك في حال اعتماد القيم المحلية لمعامل المحصول Kc وطول الفترة الفنولوجية حسب القيم المأخوذة من محطات البحوث الزراعية، وسيؤدي ذلك إلى ضمان الحساب الصحيح للاحتياجات المائية للمحاصيل.
- الحاجة لتطوير برامج حاسوبية محلية تتضمن القيم المحلية لكل من معامل المحصول ومدة الأطوار الفنولوجية أو اعتماد قيم شهرية لقيم معامل المحصول وإدخال معامل الخفض (نسبة التغطية) عند حساب الاحتياجات المائية.

الملاحق:

الجدول 8. متوسط المعطيات المناخية الشهرية في محطة بحوث النشابية للسنوات من 1996 وحتى 2012

الارتفاع عن سطح البحر: 620 م		خط العرض: 33.3		خط الطول: 36.28	
الشهر	درجة الحرارة		الرطوبة النسبية	سرعة الرياح	السطوع الشمسي	الهطول
	عظمى	صغرى	(%)	(م/ثا)	ساعة	مم
كانون الثاني/يناير	13.43	1.44	65.72	1.02	5.06	24.56
شباط/فبراير	15.40	2.98	60.13	1.08	6.28	27.48
آذار/مارس	20.66	5.33	50.00	1.07	8.02	12.06
نيسان/أبريل	25.13	8.43	47.10	0.97	9.11	6.69
أيار/مايو	30.52	11.61	41.99	0.84	10.99	5.19
حزيران/يونيو	35.69	14.22	39.84	0.73	12.60	0.00
تموز/يوليو	38.14	16.51	41.48	1.34	12.17	0.00
أب/أغسطس	37.73	16.54	44.04	0.60	11.71	1.54
أيلول/سبتمبر	33.72	13.54	46.39	0.56	10.09	0.07
تشرين 1/أكتوبر	28.58	10.45	51.04	0.52	8.24	7.11

تشرين2/نوفمبر	20.40	5.31	57.96	0.58	6.92	14.38
كانون 1/ديسيمبر	13.95	2.38	64.84	0.73	5.70	21.69
المعدل (أومج) السنوي	26.11	9.06	50.88	0.84	8.91	120.77

المراجع:

حسين، فؤاد، وعبد الله يعقوب ومصدق جانات (2013). دراسة محاكاة تأثير الري الناقص في محصول القطن وتقييم بعض البدائل لإدارة الري باستعمال برنامج CropWat. مجلة جامعة دمشق للعلوم الزراعية. 29(1):343-360.

هاشم بدر، هدى، وتوركان أحمد خليل (2010). تصميم برنامج لحساب الاحتياجات المائية في مشاريع الري، مجلة تكريت للعلوم الهندسي.17(1) :1-20.

قاسم، محمدعبد الوهاب (2009). محاضرات في الطرق القياسية لتقدير الاحتياجات المائية، كلية الزراعة والطب البيطري، جامعة القصيم.

نزال، ياسر (2007). كتاب مترجم بعنوان "أساسيات الري" للمؤلف Hargreaves, G.H، نص تكنولوجيا تطبيقية من أجل تعليم الري على المستوى المتوسط، مركز الري الدولي، جامعة ولاية يوتا، ترجمة ياسر نزال 2007، مختبر أبحاث مياه يوتاه.

Adriana, M.; and V. Cuculeanu (1999). Uses of a decision support system for agricultural management under different climate conditions, Abstracts Volume of the European Conference on Applications of Meteorology (ECAM99), Norrkping, Sweden. 13-17 September. p135.

Adriana, M.; and V. Cuculeanu (2000). Use of a decision support system for drought impact assessment and Agricultural mitigation options in Romania. Proceedings of the Central and Eastern European Workshop on Drought Mitigation, 12-15 April, Budapest-Felsogod, Hungary. P259-266.

Allen, R.G.; L.S. Pereira; D. Raes; and M. Smith (1998). Crop evapotranspiration, guidelines for computing crop water requirements.FAO Irrigation And Drainage Paper No. 56. Roma, Italy.

Bryant, K.J.; V.W. Benson; J.R. Kiniry; J.R. Williams; and R.D. Lacewell (1992). Simulating corn yield response to irrigation timings: Validation of the EPIC model. J. Prod. Agric., 5: 237-242.

Cuenca, R.H. (2004). Irrigation system design - an engineering approach. Arabic Version, A. Alazba (editor), Press of King Saud University, Riyadh, Saudi Arabia. 622 p.

Darir, A.N. (2006). The use of CROPWAT model in scheduling irrigation and determining water use of maize crop in Aleppo and Hasakah areas. R. J. of Aleppo University. Agricultural Sciences Series. (58).

Dirja, M.; V. Budiu; I. Pacurar; and M. Jurian (2003). Research regarding the water consumption of tomatoes, greenpepper and cucumbers cultivated in solariums. Journal of Central European Agriculture. l 4(3):266-272

Hyndman, R.; J. Koehler Anne; and B. Koehler (2006). Another look at measures of forecast accuracy. International Journal of Forecasting. 22 (4): 679–688

IWRM (2004). IWMI estimating water requirements guidelines in Arab region. IWMI International Water Management Institute. Working Paper 184.

Gatta, G.; M.M. Giuliani; M. Monteleone; E. Nardella; and A. De Caro (2006). Deficit irrigation scheduling in Processing Tomato. Riv. Agron., 14(4): 277-289

Nazeer, M. (2009). Simulation of maize crop under irrigated and rainfed conditions with CropWat model. ARPN Journal of Agric. and Biol. Sci., 4:68-73.

Smith, M. (1992). CROPWAT-A computer program for irrigation planning and management. FAO Irrigation and Drainage paper 46.Land and Water Development Division, Food and Agriculture Organization of the United Nations, Rome, Italy.

Willmott, C. J. (1982). Some comments on the evaluation of model performance. Bull A. Meteorol. Soc., 63: 1309-1313.

The Suitability of CropWat 8 Program in Scheduling Irrigation and Water Consumption Estimation for Some Crops and Fruit Trees in Damascus Countryside

Ayman Hejazi*[(1)] Rabiaa Alhayek[(2)] and Mohammad Hakkoun[(1)]

(1). Natural Recourses Research Administration, General Commission for Scientific Agricultural Research (GCSAR), Damascus, Syria.
(2). Agricultural Research Center of Salamya, (GCSAR), Hama, Syria.
(*Corresponding author: Eng: Ayman Hejazi. E-Mail: siraiman@yahoo.com).

Received: 30/06/ 2015 *Accepted: 07/09/ 2015*

Abstract:
This theoretical study was carried out in 2014 to study CropWat 8 model suitability to estimate water requirements and irrigation scheduling for some fruit trees and crops, using field trials data, which had been executed at Nashabia Irrigation Research Station, Damascus Countryside, Syria. The data that have been gotten of the net water consumption and number of irrigations for apricot, olive trees, tomato, and maize of field trials were compared with those results that have been gotten using the program . The results showed an increase in the estimated value as compared with real one for water consumption with a percentage of (1%) for apricot, and (23%) for tomatoes. The means differences between the estimated and real values, using T-test (paired samples) by SPSS showed insignificant differences for apricot, olive, and maize, except tomato where the differences were significant at 5% level of probability, also it was noticed in terms of the number of irrigations that there was a high matching between the estimated and real values for apricot, olive, and corn, but for tomatoes there was a difference in about 4 irrigations, this difference is due to the difference in crop coefficient values between the estimated program value and the calculated (real value). The simulation model curve of changes in soil moisture was similar to the changes in moisture in the field conditions to a large extent. Root mean square error (RMSE) values for water consumption of apricot, olive, tomato, and corn were as follows: 6.4, 14.5, 45.41, and 26.53 respectively, while the values of Index of Agreement (d) were as follows: 0.98, 0.83, 0.81, 0.94 respectively, which indicates a good matching between estimated and real values.

Key words: CropWat8, Water consumption, Irrigation scheduling.