تقدير البخر-نتح ومعامل المحصول للباذنجان بإستخدام الليسمتر في منطقة مكة المكرمة

جلال بن محمد البدري باصهي

قسم علوم وادارة موارد المياه، جامعة الملك عبد العزيز

كلية الأرصاد والبيئة و زراعة المناطق الجافة- جامعة الملك عبد العزيز

جدة- المملكة العربية السعودية

الملخص. أجريت هذه التجربة في محطة الأبحاث الزراعية بهدى الشام التابعة لجامعة الملك عبد العزيز في منطقة مكة المكرمة لموسمين متتاليين (٢٠٠٥ و ٢٠٠٦) لقياس البخر-نتح لمحصول الباذنجان باستخدم ليسمتر تصريفي مساحة سطحه تساوي ٢X٢م وعمقه يساوي ١,٢م. وقد تم إضافة مياه الري وكذلك قياس حجم مياه الصرف يومياً ثم طبقت معادلة الميزان المائي لتقدير البخر-نتح للمحصول. وبينت النتائج أن البخر-نتح الكلي للموسم الأول والثاني كان ٨٨٥,٠ مم و ٨٩١,٩ مم على التوالي. وقد بلغ متوسط أعلى قيمة لمعدل البخر-نتح الأسبوعي للباذنجان ٩,٩ مم/يوم في المرحلة الثالثة "mid-season stage" من مراحل نمو المحصول بينما أقل قيمة كانت ٢,٠ مم/يوم في المرحلة الأولى "initial stage". وقد بلغ متوسط البخر-نتح الموسمي ٦,٨ مم/يوم. واستخدم المتوسط الأسبوعي للقيم المقاسة للبخر-نتح خلال الموسمين مع القيم المقدرة بواسطة معادلة بنمان-مونتيث للبخر-نتح المرجعي لمنطقة الدراسة لتقدير معامل المحصول للباذنجان خلال مراحل نموه المختلفة ($K_{C\ ini}$، $K_{C\ mid}$ و $K_{C\ end}$). وقد بينت النتائج أن قيم معامل المحصول $K_{C\ ini}$، $K_{C\ mid}$ و $K_{C\ end}$ كانت ٠,٤١، ١,٢١ و ٠,٩٥،على التوالي. وأستخدمت هذه القيم لمعامل المحصول لتقدير البخر-نتح لمحصول الباذنجان وأعطت قيم متوافقة جداً مع القيم المقاسة بمعامل ارتباط (r) يساوي ٠,٩٩٦.

مقدمة

تستهلك الأنشطة الزراعية مايقارب ٧٠% من المياه العذبة في العالم (Lazarova and Bahri, 2005) وفي المملكة العربية السعودية تستهلك مايزيد عن ٨٠% من الإستهلاك الكلي للمياه (العبد القادر، ١٩٩٧، الزباري، ٢٠٠٠ و Al-Mogrin, 2003). ونظراً لتزايد عدد سكان العالم ومحدودية مصادر المياه في معظم دول العالم فإن الحاجة ماسة لرفع كفاءة استخدام المياه في الزراعة. ومن أهم العناصر لتحقيق ذلك التصميم والإدارة الجيدة لنظم الري، وتعتبر معرفة الإستهلاك المائي للمحاصيل المنزرعة (ET_C) حجر الأساس لتحقيق ذلك. لذا فقد اهتمت العديد من المؤسسات العلمية على مستوى العالم بإجراء دراسات عديدة تتعلق بكيفية قياس وتقدير الإستهلاك المائي للمحاصيل المختلفة، ونتيجة لتلك الدراسات طُوِّرَت العديد من الطرق لقياس وتقدير الإستهلاك المائي. ويقاس الإستهلاك المائي للمحاصيل إما بالطرق المباشرة بإستخدام الليسمترات أو بالطرق غير المباشرة وذلك بقياس التغير في المحتوى الرطوبي للتربة في منطقة الجذور والذي يمكن قياسه بعدة طرق مثل جهاز قياس الشد الرطوبي (Tensiometer) وجهاز التشتت النيتروني (Neutron Probe)، وفي حالة عدم إمكانية القياس المباشر يمكن تقدير الإستهلاك المائي بإستخدام المعادلات التجريبية التي تعتمد على الظروف المناخية مثل معادلة بنمان ومعادلة بنمان–مونتيث وتلك المعادلات تُقَدِر الإستهلاك المائي للمحصول المرجعي (ET_R) ومن ثم يتم تقدير الإستهلاك المائي لمحصول معين بإستخدام المعادلة التالية:

$$ET_C = K_C \times ET_R \qquad (١)$$

حيث ET_C و ET_R هما قيمتي الإستهلاك المائي للمحصول المراد معرفة الإستهلاك المائي له وللمحصول المرجعي على التوالي و K_C معامل المحصول. وللحصول على تقديرات دقيقة للبخر–نتح باستخدام المعادلة السابقة يفضل وجود قياسات للبخر–نتح مرجعي وكذلك لمعامل المحصول للمنطقة المراد تقدير الإستهلاك المائي فيها. وإن لم

توجد قيم مقاسة للبخر-نتح المرجعي يتم إستخدام المعادلات التجريبية. وقد ذكر عدد من الباحثين أن معادلة بنمان-مونيث في صيغتها المطورة بواسطة منظمة الأغذية والزراعة المنشورة في الورقة العلمية رقم ٥٦ هي أكثر المعادلات دقة في تقدير البخر-نتح المرجعي للمناطق الرطبة والجافة على حدٍ سواء (Abdelhadi, Hussein, 1999; Kashyp and Panda, 2001; *et. al.*, 2000,). وبالنسبة لمعامل المحصول ففي حالة عدم وجود قيم مقدرة لمنطقة الدراسة فإنه يمكن استخدام القيم المنشورة مسبقاً للحصول على قيم تقريبية للإستهلاك المائي Doorenbos and Pruitt (1977) و Allen *et al.* (1998).

وقد أهتم عدد من الباحثين في المملكة العربية السعودية بتقدير الإحتياجات المائية للمحاصيل المختلفة ومنها محاصيل الخضر. حيث قام العمران وشلبي (١٩٩٢) بتقدير الإحتياجات المائية لمحاصيل الطماطم، البطاطس، البطيخ والخس للمنطقتين الوسطى والشرقية. كما درس الغباري (٢٠٠٠) الإحتياجات المائية لمحاصيل الطماطم، البطاطس، البطيخ والخيار في منطقة نجران. كما تم دراسة الإستهلاك المائي لمحصولي الطماطم والكوسة في المنطقة الوسطى بواسطة Al- *et al.* (2004) Omran. كما قام الزيد وآخرون (١٩٨٨) بتقرير الإحتاجات المائية لمحاصيل الطماطم، البطاطس، البصل الجاف، البطيخ، الباميا والخيار للمناطق الزراعية الرئيسية في المملكة.

وبالرغم من أن محصول الباذنجان أحد محاصيل الخضر الرئيسة في المملكة العربية السعودية، إلاّ أن الدراسات التي تمت لتقدير الإستهلاك المائي لهذا المحصول محدودة ومنها دراسة باصهي (٢٠٠٧) عن تقدير الإستهلاك المائي لمحصول الباذنجان في مناطق زراعته الرئيسية في المملكة. وتعتبر نتائج تلك الدراسة تقريبية نظراً لإعتمادها على المعادلات التجريبية، حيث تمت لسد النقص الموجود في معلومات الإحتياجات المائية لمحاصيل الخضر في مناطق المملكة المختلفة. وحيث أن منطقة مكة المكرمة تنتج مايقارب ٣١% من إنتاجية المملكة من الباذنجان مما يجعلها تحتل المرتبة الثانية في إنتاجية محصول الباذنجان مقارنة ببقية المناطق (وزارة الزراعة، ٢٠٠٦)، ولعدم وجود قياسات فعلية للإستهلاك المائي ومعامل المحصول لمحصول البانجان في تلك المنطقة، فإن الهدف من هذه الدراسة هو قياس الإستهلاك

المائي (ET_C) وتقدير معامل المحصول (K_C) لمحصول الباذنجان في منطقة مكة المكرمة بإستخدام الليسمتر.

مواد وطرق البحث

تمت هذه الدراسة لموسمين زراعيين متتاليين ٢٠٠٥ و ٢٠٠٦م في محطة الأبحاث الزراعية بهدي الشام التابعة لكلية الأرصاد والبيئة وزراعة المناطق الجافة – جامعة الملك عبد العزيز والتي تقع على بعد ١٢٠ كم شمال شرق مدينة جده على خط طول "٤٤ °٣٩ و خط عرض "٤٧ °٢١ و على ارتفاع ٢٣٥م عن سطح البحر، بهدف قياس البخر–نتح لمحصول الباذنجان (ET_C) بإستخدام الليسمتر وتقدير معامل المحصول (K_C) للنبات بإستخدام القيم المقاسة للبخر–نتح والقيم المقدرة بواسطة معادلة بنمان–مونتيث للبخر–نتح المرجعي (ET_R) لمنطقة الدراسة. يوضح الجدول (١) الظروف المناخية لمنطقة الدراسة خلال فترة النمو التي امتدت من بداية شهر مارس "الزراعة" إلى النصف الأول من شهر يوليو "الحصاد" خلال موسمي ٢٠٠٥ و ٢٠٠٦م.

جدول (١). المتوسطات الشهرية المناخية في منطقة هدى الشام خلال فترة نمو المحصول من مارس الى يوليو لموسمي ٢٠٠٥ و ٢٠٠٦م.

الموسم	الشهر	درجة الحرار (م°)	الرطوبة الجوية (%)	سرعة الرياح (م/ث)	عمق المطر (مم)
الموسم الأول (٢٠٠٥)	مارس	28.8	47.1	1.8	37
	ابريل	28.4	38.6	1.5	0
	مايو	33.0	36.8	1.8	0
	يونيو	32.5	45.5	1.9	0
	يوليو	33.5	53.4	1.9	0
الموسم الثاني (٢٠٠٦)	مارس	24.7	43.8	1.8	0
	ابريل	26.82	42.0	1.79	0
	مايو	31.4	33.6	1.71	0
	يونيو	33.6	36.7	2.0	0
	يوليو	34.1	51.3	2.1	0

أُستخدم في هذه التجربة ليسمتر تصريفي (Drainage Lysimeter) مصنوع من الحديد مساحة سطحه ٤م^2 (٢م X ٢م) وعمقه ١,٢م وضع في وسط حقل مساحته

٤٠م X٤٠م. أُنزلَ الليسمتر في الحفرة الخاصة به و تم التأكد من وجود ميل في حدود ٥% في اتجاه المصرف وكذلك إرتفاع جوانب الليسمتر ٠,١ م عن سطح الحقل لضمان عدم خروج المياه خارج حدود الليسمتر وكذلك عدم دخولها من المنطقة المحيطة بالليسمتر. ثم تم عمل طبقة من الحصى في أسفل الليسمتر بعمق ٠,١٥م للسماح بسهولة تصريف المياه. ثم تم إعادة التربة الى الليسمتر على طبقات بنفس الترتيب الذي أُتبع عند الحفر. حيث تم حفر موقع الليسمتر على طبقات كل طبقة عمقها ٠,٣م وجمعت تربة كل طبقة على حدة. وبعد الإنتهاء من ملئ الليسمتر بالتربة تم إضافة ريات عميقة للمساعدة في تثبيت التربة في الليسمترات والتأكد من عملية الصرف وتوضح بيانات الجدول (٢) الخصائص الكيميائية والفيزيائية للتربة الموضوعة في الليسمتر. وفي بداية شهر مارس في كل من الموسمين تم نقل الشتلات إلى الحقل حيث تمت الزراعة على خطوط المسافة بينها ٠,٧م والمسافة بين النباتات في نفس الخط ٠,٤م.

جدول ٢: الخواص الفيزيائية و الكيميائية للتربة في الليسمتر.

عمق عينة التربة (سم)	نسبة الحبيبات في العينة (%)		قوام التربة	pH	معامل التوصيل الكهربائي (EC) (ds/m)	المادة العضوية (%)	N	P	K
	رمل ناعم	سيلت و طين					(ملجم/كجم)		
30	93.9	6.1	رملية	7.81	1.21	0.09	18	20	24

وقد تم التقدير المبدئي لأقصى استهلاك مائي لمحصول الباذنجان بـ ٧,٣٥ مم/يوم وذلك بإستخدام متوسط قيم البخر–نتح المرجعي (٧,٠مم/يوم) لمنطقة الدراسة خلال فترة نمو المحصول التي تمتد من مارس الى يوليو (Basahi, 2002) ومعامل محصول يساوي ١,٠٥ (Allen et al. 1998). ورويت النباتات خارج الليسمتر بالري السطحي "الري بالخطوط"، أمّا النباتات داخل الليسمتر فقد رويت بنظام ري مكون من خزان بسعة ٢م^{٣} مثبت على قاعدة إرتفاعها ٠,٥م يصل بين الخزان و الليسمتر خط رئيس مصنوع من البولي إثيلين بقطر ٢٥,٤ بوصة ثُبِّتَ في بدايته مضخة بقدرة ٠,٥ حصان ومحبس وجهاز قياس مياه (flow meter)، يتفرع من الخط الرئسي عدد ٣

خطوط فرعية المسافة بينها ٠,٧م تَروي النباتات المنزرعة في الليسمتر، وكل خط فرعي مركب عليه ٥ ببلرات تصرف كل منها ٠,٥جالون/دقيقة. وقد تم الري يومياً للمساحة المنزرعة بحيث أعطيت النباتات المنزرعة داخل الليسمتر معدلات تزيد عن ٥٠ لتر وذلك خلال كل موسم النمو لضمان حصول التسرب العميق. وقد تم قياس حجم المياه المنصرفة. وقُدِّر البخر-نتح للنباتات بإستخدام طريقة الميزان المائي للتربة في منطقة الجذور و التي يمكن تمثيلها بالمعادلة التالية:

$$ET_C = I + P - D \pm \Delta S \qquad (٢)$$

حيث: ET_C = البخر-نتح، I = ماء الري، P = المطر، D = التسرب العميق، R = الجريان السطحي و ΔS = التغير في المحتوى الرطوبي للتربة. بإفتراض عدم وجود سريان سطحي لإرتفاع حدود الليسمتر ٠,١م عن سطح الأرض وكذلك إهمال التغير في المحتوى الرطوبي نظراً لأن الري كان يتم يومياً والمحتوى الرطوبي للتربة عند السعة الحقلية تقريباً.

بناءً على ماذكره Allen *et al.* (1998) قُسِّمَت فترة نمو الحصول التي امتدت ١٩ اسبوعاً إلى أربع فترات كما هو موضح في الجدول رقم (٣). وحُسِبَ متوسط الإستهلاك المائي الأسبوعي ثم أُستخدمت القيم المقاسة للمتوسط الأسبوعي للبخر-نتح لمحصول الباذنجان مع قيم البخر-نتح المرجعي المقدرة لمنطقة الدراسة بإستخدام معادلة بنمان-مونتيث (Basahi, 2002) لتقدير معامل المحصول لنبات الباذنجان ومن ثم أُستخدم متوسط قيم معامل المحصول الأسبوعية لإيجاد قيم معامل المحصول لفترات نموالمحصول ($K_{C\ ini}$، $K_{C\ mid}$ و $K_{C\ end}$)، ولم يتم ايجاد قيمة معامل المحصول لمرحلة تطور المحصول نظراً لتغير قيمة معامل المحصول خلالها نتيجة للتغير الحاصل في حجم النبات كما ذكر ذلك Allen *et al.* (1998). واستخدمت قيم معامل المحصول المحسوبة لتقدير قيم البخر-نتح لمحصول الباذنجان في منطقة الدراسة. و أُجريَ التحليل الإحصائي لبيانات كل مرحلة وكذلك على مستوى الموسم وتمت المقارنة بين متوسطات الموسمين بإستعمال إختبار t. وكذلك حُسبت قيمة معامل الإرتباط

(correlation coefficient) بين القيم المقاسة في هذه التجربة والقيم المقدرة وذلك طبقاً لـ Steel and Torrie (1988).

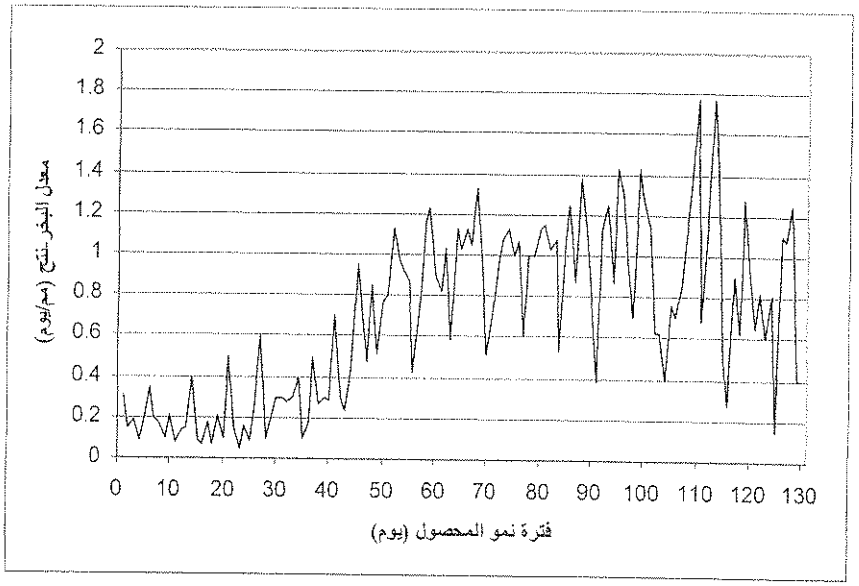
جدول ٣: مراحل نمو المحصول وعدد الأسابيع المقابلة لها خلال فترة التجربة.

مراحل نمو المحصول*	المرحلة الأولية (initial stage)	مرحلة التطور (development stage)	مرحلة نصف الموسم (mid season stage)	مرحلة نهاية الموسم (late stage)
عدد ايام كل مرحلة*	30	40	40	20
معامل المحصول*	$K_{C\ ini}$		$K_{C\ mid}$	$K_{C\ end}$
عدد الأسابيع خلال التجربة	4	6	6	3

* (Allen et al. 1998)

النتائج والمناقشة

حُسب معدل البخر-نتح اليومي لمحصول الباذنجان ورُسمت النتائج في الشكل (١). وكما هومبين في الشكل كان هناك تذبذب في قيمة البخر-نتح اليومي للمحصول نتيجة لإختلاف موعد الري وكذلك موعد قراءة حجم مياه الصرف خلال اليوم.



شكل (١). البخر-نتح اليومي لمحصول الباذنجان خلال موسم النمو.

وحُسبَ المتوسط الإسبوعي لمعدل للبخر-نتح المقاس (مم/يوم) خلال موسمي النمو ٢٠٠٥ و ٢٠٠٦م، وكذلك متوسط كل مرحلة من مراحل النمو والإستهلاك الموسمي للمحصول (جدول ٤). وكما هو مبين في الشكل ١ و الجدول ٤ فإن الاستهلاك المائي لمحصول الباذنجان له نفس الإتجاه المتعارف علية للمحاصيل الأخرى، حيث يزيد بزيادة عمر النبات حسب مراحل نمو المحصول ألى أن يصل أعلى قيمة في مرحلة نصف الموسم ثم يتناقص في مرحلة النمو الأخير "مرحلة نهاية الموسم. ويبين الجدول (٥) نتائج التحليل الإحصائي لمتوسطات الموسمين. حيث تبين النتائج تفوق متوسط البخر-نتح لمحصول الباذنجان للموسم الأول معنوياً عند مستوى معنوية ٠,٠١ على الموسم الثاني في مرحلة النمو الأولى، بينما تفوق الموسم الثاني معنوياً عند مستوى معنوية ٠,٠٥ على الموسم الأول في متوسط البخر-نتح لمرحلة النمو الثالثة ولم يكن هناك إختلافات معنوية بين الموسمين في البخر-نتح لمرحلتي نمو المحصول الثانية والأخيرة. وربما يكون السبب في تفوق مرحلة النمو الأولى في الموسم الأول مقارنة بالموسم الثاني الى ارتفاع متوسط درجات الحرارة بمعدل ٤ درجات في تلك الفترة "مارس" كما هو مبين في الجدول (١). اما بالنسبة لتفوق الإستهلاك المائي للمحصول خلال مرحلة النمو الثالثة في الموسم الثاني مقارنة بالموسم الأول، فقد يكون السبب هو انخفاض متوسط الرطوبة النسبية بما يقارب ٩% للموسم الثاني مقارنة بالموسم الأول خلال شهر يونيو مع الزيادة الطفيفة في العوامل الأخرى "درجة الحرارة وسرعة الرياح" في نفس الشهر.

ولم تظهر إختلافات معنوية في الإستهلاك المائي الكلي (مم/موسم) لمحصول الباذنجان بين موسمي التجربة حيث بلغ ٨٨٥,٠ و ٨٩١,٨ مم للموسم الأول والموسم الثاني على التوالي وبمتوسط يساوي ٨٨٨,٨ مم للموسم. وهذه القيم لاتختلف كثيراً عن القيمة التي توصل اليها باصهي (٢٠٠٧) حيث ذكر بأن الإستهلاك المائي الكلي لمحصول الباذنجان زراعة شهر مارس تساوي ٨٤٧ مم/موسم كما أن متوسط القيم المقاسة يقع ضمن الحد الأعلى للإستهلاك المائي لمحصول الباذنجان في ولاية تكساس بالولايات المتحدة الأمريكية والذي يساوي ٨٨٩ مم/موسم كما ذكره Dainello, (2007).

جدول (٤). بيانات الأسبوعية خلال فترة نمو المحصول من بداية شهر مارس الى منتصف شهر يوليو.

مراحل نمو المحصول	فترة نمو (أسبوع)	الإستهلاك المائي (مم/يوم)				البخر-نتح المرجعي (مم/يوم)	معامل المحصول المقدر	معامل المحصول المقدر حسب مرحلة النمو	الإستهلاك المائي المقدر(مم/يوم)
		الموسم الأول	الموسم الثاني	متوسط الموسمين	متوسط المراحل				
المرحلة الأولية	1	2.6	1.8	2.2	2.2	5.5	0.40	0.41	2.26
	2	2.2	1.8	2.0		5.5	0.36		2.26
	3	3.0	1.7	2.3		5.5	0.42		2.26
	4	3.3	1.8	2.5		5.5	0.46		2.26
مرحلة التطور	5	4.1	2.9	3.5	6.5	6.6	0.53	-	3.53
	6	4.8	2.9	3.8		6.6	0.58		3.82
	7	7.1	5.5	6.3		6.6	0.95		6.29
	8	7.5	8.5	8.0		6.6	1.21		8.01
	9	7.9	8.7	8.3		7.7	1.08		8.29
	10	8.0	10.4	9.2		7.7	1.19		9.19
مرحلة نصف الموسم	11	8.4	9.0	8.7	9.5	7.7	1.13	1.21	9.32
	12	9.6	10.0	9.8		7.7	1.27		9.32
	13	9.4	10.3	9.9		7.7	1.28		9.32
	14	9.1	10.5	9.8		8.1	1.21		9.32
	15	9.2	9.7	9.4		8.1	1.16		9.32
	16	9.3	9.8	9.6		8.1	1.18		9.32
مرحلة نهاية الموسم	17	8.5	9.6	9.1	8.2	8.1	1.12	0.95	9.05
	18	8.1	8.1	8.1		7.8	1.04		8.10
	19	7.4	7.4	7.4		7.8	0.95		7.41
كلي		885.0	891.8	888.8		923.0	-		879.9
متوسط		6.8	6.8	6.8		7.1	0.92		6.8

جدول (٥). المقارنة الإحصائية بين متوسطات الإستهلاك المائي لمحصول الباذنجان حسب مراحل النمو المختلفة لموسمي ٢٠٠٥ و ٢٠٠٦م.

مرحلة النمو	الموسم		قيمة (t)	مستوى المعنوية
	2005	2006		
المرحلة الأولية	2.775	1.775	4.155	**
مرحلة التطور	6.567	6.483	0.057	NS
مرحلة نصف الموسم	9.167	9.883	2.623	*
مرحلة نهاية الموسم	8.00	8.367	0.507	NS
متوسط جميع المراحل	6.816	6.863	0.047	NS
الإستهلاك المائي الكلي في الموسم	885.0	891.8	0.047	NS

NS : لاتوجد فروق معنوية طبقا لإختبار t عند مستوى معنوية ٠,٠٥.

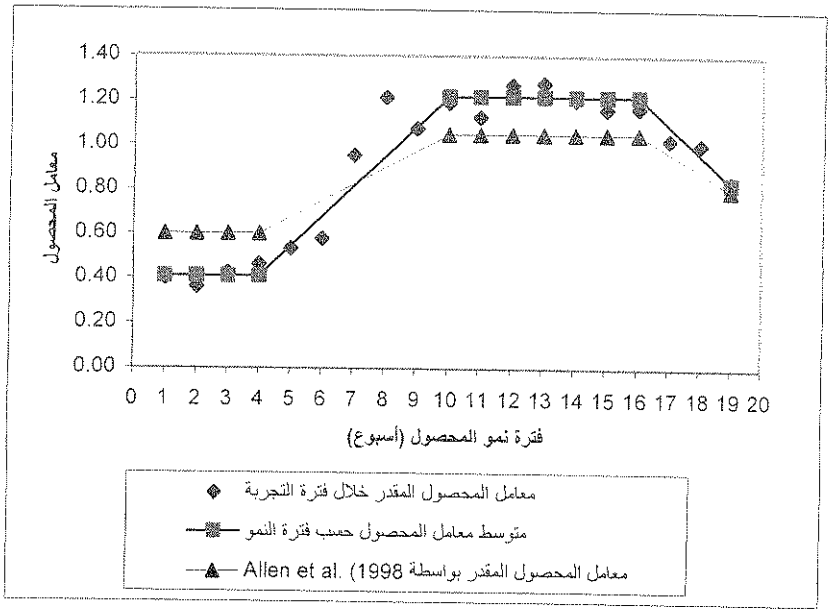
*: فروق معنوية طبقاً لإختبار t عند مستوى معنوية ٠,٠٥.

** : فروق معنوية طبقاً لإختبار t عند مستوى معنوية ٠,٠١.

وحُسِبت قيم متوسط البخر–نتح للموسمين الزراعيين و استخدمت القيم لتقدير معامل المحصول للباذنجان. ويوضح الجدول (٤) أن أقصى قيمة لمتوسط معدل البخر–نتح (مم/يوم) للموسمين كانت في الأسبوع الثالث عشر ٩,٩ مم/يوم خلال فترة النمو الثالثة بينما كانت أقل قيمة ٢,٠ مم/يوم في الأسبوع الثاني خلال فترة نمو المحصول الأولى. كما يبين الجدول أن قيم معامل المحصول تتراوح بين أقل قيمة ٠,٣٦ في الأسبوع الثاني و ١,٢٨ في السبوع الثالث عشر.

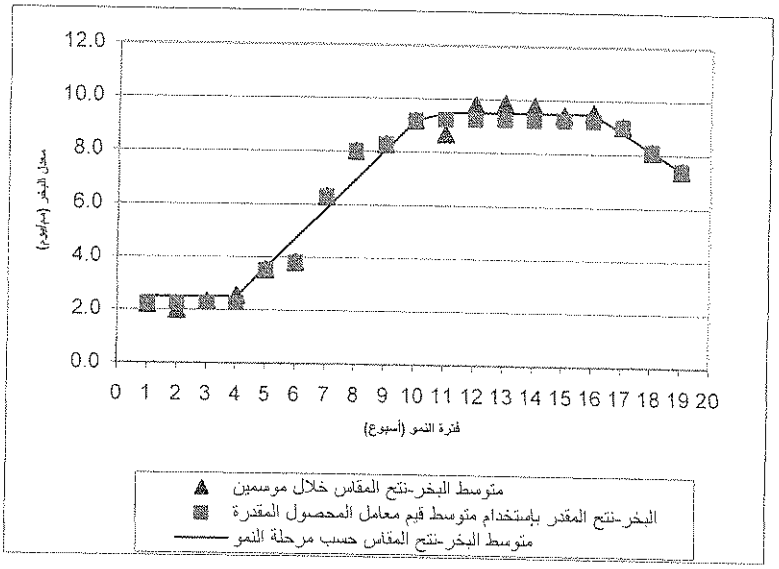
وقد تم ايجاد قيم معامل المحصول ($K_{C\ ini}$)، ($K_{C\ mid}$) و ($K_{C\ end}$) وذلك بحساب متوسط قيم معامل المحصول لكل فترة نمو كما هو موضح بالجدول (٤) للفترتين الأولى والثالثة، بينما استخدمت قيمة معامل للإسبوع الأخير المحصول لتقدير ($K_{C\ end}$). وكما تبين النتائج في الجدول ٤ فان قيمة معامل المحصول ($K_{C\ ini}$) لمحصول الباذنجان كانت ٠,٤١ بينما كانت قيمة ($K_{C\ mid}$) تساوي ١,٢١ و معامل المحصول ($K_{C\ end}$) يساوي ٠,٩٥ وبمتوسط يساوي ٠,٩٢

ويوضح الشكل (٢) قيم معامل المحصول الأسبوعي لمحصول الباذنجان، وكذلك قيم $K_{C\ ini}$، $K_{C\ mid}$ و $K_{C\ end}$ المقدرة في هذة التجربة. وكذلك القيم المقدرة بواسطة Allen *et al.* (1998) لـ $K_{C\ ini}$، $K_{C\ mid}$ و $K_{C\ end}$. وقد حُسبَ معامل الإرتباط (correlation coefficient) طبقاً لـ Steel and Torrie (1988) بين القيم المقدرة في هذه التجربة والقيم المقدرة بواسطة Allen *et al.* (1998)، ووجد أن معامل الإرتباط بينهما موجب ويساوي ٠,٩٩، وبمقارنة معنويته وجد أنه معنوي جداً "**" عند مستوى معنوية (α=٠,٠١) وهذا يدل على وجود علاقة إرتباط قوية جداً بين القيم المقدرة لمعامل المحصول في هذه التجربة والقيم المذكورة بواسطة Allen *et al.* (1998) .

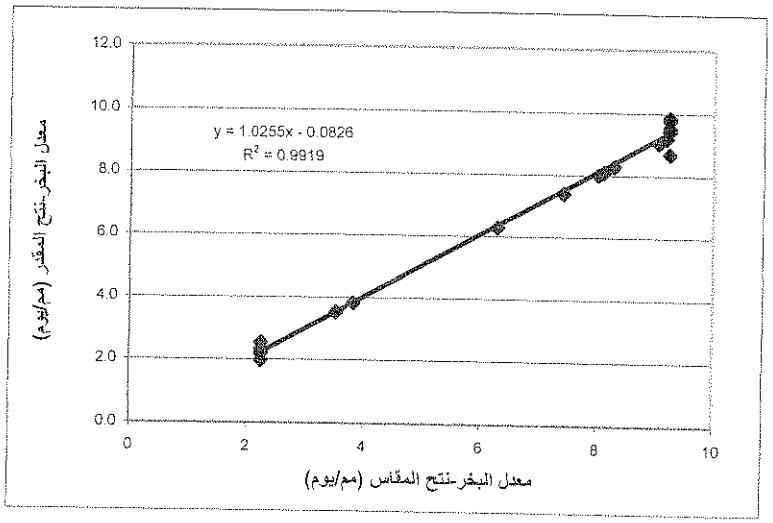


شكل (٢). مقارنة لمعامل المحصول المقدر في الدارسة مع القيم المقدرة بوسطة Allen et al. (1998).

وقد أُستخدامت قيم متوسط معامل المحصول $K_{C\ ini}$، $K_{C\ mid}$ و $K_{C\ end}$ المقدرة في هذه التجربة لتقدير البخر–نتح لمحصول الباذنجان في منطقة الدراسة. ورسمت النتائج المقدرة وكذلك القيم المقاسة في الشكل (٣) بهدف المقارنة. و يتضح من الشكل تقارب القيم المقدرة مع القيم المقاسة لمحصول الباذنجان لمنطقة الدراسة. وقد أُجري التحليل الإحصائي بإستخدام معامل الإرتباط (Correlation Coefficient) بين القيم المقدرة والقيم المقاسة ووجد بأن معامل الإرتباط بينهما موجب ويساوي ٠,٩٩٦ و بمقارنة معنويته و جد انه معنوي جداً "**" عند مستوى معنوية (α = ٠,٠١) وهذا يدل على وجود علاقة إرتباط قوية بين القيم المقدرة و القيم المقاسة لمعدل البخر–نتح لمحصول الباذنجان كما هو موضح بالشكل (٤). لذا يمكن القول بأنه من الناحية التطبيقية يمكن استخدام متوسط قيم معامل المحصول $K_{C\ ini}$، $K_{C\ mid}$ و $K_{C\ end}$ تساوي ٠,٤١، ١,٢٢ و ٠,٨٣ على التوالي لتقدير معدل البخر–نتح لمحصول الباذنجان في منطقة مكة المكرمة دون أن يكون هناك خطأ كبير في الحسابات.



شكل (٣). متوسط البخر–نتح المقاس لمحصول الباذنجان والمقدر بإستخدام قيم معامل المحصول المقدرة لمراحل نمو المحصول المختلفة.



شكل (٤) العلاقة بين معدل البخر–نتح المقاس لمحصول الباذنجان والمقدر بإستخدام قيم معامل المحصول المقدرة في هذه الدراسة.

المراجع

الزباري، وليد خليل (٢٠٠٠). خيارات السياسات المائية في دول مجلس التعاون لدول الخليج العربية. **الندوة الأولى لترشيد استخدام المياه وتنمية مصادرها. الرياض. المملكة العربية السعودية. ٢: ٣١٦-٣٣٣.**

الزيد ، عبدالله، أميلو كونتا، محمد أبوخيط، موسى نعمة، عصام بشور وفليح السامرائي. (١٩٨٨) الإحتياجات المائية للمحاصيل الرئيسية في المملكة العربية السعودية. وزارة الزراعة والمياه. الرياض- المملكة العربية السعودية. ص. ٤٣-٤٤.

العبد القادر،أحمد بن محمد (١٩٩٧). جدوى استخدام طرق الري الحديثة للزراعة المروية بالمملكة العربية السعودية. الندوة الزراعية الأولى للعلوم الزراعية. جامعة الملك سعود. الرياض- المملكة العربية السعودية. ٣: ١٩٧-٢٣١.

العمران، عبدرب الرسول، عادل شلبي (١٩٩٢). حساب الإحتياجات المائية لبعض المحاصيل في شرق ووسط المملكة العربية السعودية. مجلة جامعة الملك سعود "العلوم الزراعية". ٤: ٩٧-١١٤.

الغباري، حسين محمد (٢٠٠٠). الإحتياجات المائية الكلية لبعض المحاصيل في منطقة نجران. الندوة الأولى لترشيد استخدام المياه وتنمية مصادرها. الرياض. المملكة العربية السعودية. ١ :٨١-٩٢.

باصهي، جلال محمد (٢٠٠٧). تأثير موعد الزراعة على الإستهلاك المائي لأهم محاصيل الخضر في المملكة العربية السعودية. مجلة اتحاد الجامعات العربية للدراسات والبحوث الزراعية. مقبولة للنشر في العدد ١٥.

وزارة الزراعة والمياه (٢٠٠٦). الكتاب الإحصائي الزراعي السنوي. إدارة الدراسات الإقتصادية و الإحصاء. الرياض – المملكة العربية السعودية.

Abdelhadi, A.W.; T. Hata; H.Tanakamaru; A. Tada and M.A. Tariq (2000). Estimation of crop water requirements in arid region using Penman-Monteith equation with derived crop coefficients: a case study on Acala cotton in Sudan Gezira irrigated scheme. Agricultural Water Management. 45: 203-214.

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. FAO - Food and Agriculture Organization of the United Nations Rome, Italy. p. 104-114.

Al-Mogrin S. (2003). Saudi Arabi country paper. Proceedings "Expert Consultation for Launching the Regional Network on Wastewater RE-use in the Near East. Food and Agriculture Organization (FAO) and World Health Organization (WHO). Cairo, Egypt.

Al-Omran, A.M.; F.S. Mohammad; H.M. Al-Gobari, and A.A. Alazba. (2004). Determination of Evapotranspiration of Tomato and Squash Using Lysimeters in Central Saudi Arabia. International Agricultural Engineering Journal. 13: 27-36.

Basahi, J.M.B. 2002. Estimation of evapotranspiration for Saudi Arabia using Penman Monteith equation and the GIS. Journal of Environmental Science. 5: 1031-1051.

Dainello, F.J. (2007). Estimated water requirements of vegetable crops. Texas Cooperative Extension, Horticulture Crop Guides Series. http://aggie-horticulture.tamu.edu/extension/vegetable/cropguides/waterrequirements.html.

Doorenbos, J., and W.O. Pruitt. (1977). Guidelines for prediction of crop water requirements. FAO Irrigation and Drainage Paper No. 24, FAO, Rome, Italy. p. 96-101.

Hussein, A.S. (1999). Grass ET Estimations Using Penman-Type equations in Central Sudan. Journal of Irrigation and Drainage. 125: 91-99.

Kashyp, P.S. and R.K. Panda (2001). Evaluation of Evapotranspiration Estimation Methods and Development of Crop Coefficients for Potato Crop in a Sub-humid Region. Agricultural Water Management. 50: 9-25.

Lazarova, V. and A. Bahri. (2005). Water reuse for irrigation. CRC Press, Corporate Blvd., Boca Raton, Florida. USA. Pp. 408.

Steel, R.G.D. and J.H. Torrie (1988). Principle and Procedures of Statistic. 3rd ed. Mc Graw Hill, N.Y., USA.

Estimation of evapotranspiration and crop coefficient of Eggplant with lysimeter in Makkah Region

Jalal M. Basahi

Department of Hydrology and Water Resources Management - Faculty of Meteorology, Environment and Arid Land Agriculture, King Abdulaziz University.

Jeddah, K.S.A.

Abstract

A field experiment was conducted for two seasons of 2005 and 2006 in The Agricultural Experiment Research Station at Hadda Alsham, King Abdulaziz University at Makkah region to measure evapotranspiration (ET_C) of eggplant crop "*Solanum melongena L.*" using Drainage Lysimeter with surface area of 2 x 2 m and depth of 1.2 m. The irrigation was applied daily. The amount of drainage was measured before each irrigation event.

The results showed that there was almost no difference in the seasonal evapotranspiration of eggplant crop between the two seasons. The seasonal evapotranspiration values were 885.0 mm/season and 891.9 mm/season for the first and the second season, respectively. The highest weekly average measured value of (ET_C) of eggplant crop was 9.9 mm/day in the mid-season stage of plant growth, while the lowest value was 2.0 mm/day in the initial stage. Also, the results showed that the seasonal mean of ET_c for eggplant crop in Makkah region was 6.8 mm/day.

The measured values of ET_c, in conjunction with the results of Penmen-Monteith equation for reference Evapotranspiration (ET_R), were used to determine the crop coefficient ($K_{C\ ini}$ ،$K_{C\ mid}$ and $K_{C\ end}$) for eggplant crop. The average values were 0.41, 1.21 and 0.95 for $K_{C\ ini}$ ،$K_{C\ mid}$ and $K_{C\ end}$ in Makkah Area, respectively. These estimated values for K_C were used to approximate (ET_c) for eggplant crop. High positive correlation coefficient (0.966) was detected between the approximated and measured values of eggplant crop evapotranspiration.