تقدير الاحتياجات المائية لبعض المحاصيل باستخدام طريقتي بنمان المعدلة و بنمان مونتيث – فاو 98 لمنطقة سهل بنغازي

علي العقاب اخنيفر [1] و حافظ محمد يوسف بوبريق [2]*

[1]قسم التربة والمياه ، كلية الزراعة، جامعة عمر المختار، البيضاء– ليبيا.

[2] قسم الهندسة الزراعية، كلية الزراعة، جامعة عمر المختار، البيضاء– ليبيا

تاريخ الاستلام: 24 ابريل 2016 / تاريخ القبول : 26 اكتوبر 2017

Doi:https://doi.org/10.54172/mjsc.v32i2.187

المستخلص : أجريت هذه الدراسة للمقارنة بين نتائج استخدام كل من معادلة بنمان المعدلة باعتبارها من أكثر الطرق الحسابية شيوعا في تقدير قيمة البخر نتح المرجعي، كما أنها مبنية على العلاقات الإيروديناميكية والحرارية بين العوامل المناخية المختلفة والبخر نتح المرجعي الناتج، ومعادلة بنمان مونتيث لكونها تطوير لمعادلة بنمان المعدلة وتتميز بالأداء الدقيق والثابت نسبياً في كل من المناخ الجاف والمناخ الرطب كما تعتبر أحدث المعادلات الحسابية والموصى بها من قبل منظمة الأغذية والزراعة العالمية، ومن خلال مقارنة نتائج البخر نتح المرجعي بين معادلة بنمان المعدلة ومعادلة بنمان مونتيث، تبين أن معادلة بنمان المعدلة تعطي تقديرات أعلى للبخر نتح المرجعي من معادلة بنمان المعدلة وأن الفروق بين نتائج المعادلتين فروقٌ معنوية حيث أظهرت نتائج التحليل الإحصائي لاختبار t أن القيمة الجدولية أكبر من القيمة المحسوبة عند مستوى معنوي مقداره 0.05. أما عند مقارنة نتائج البخر نتح المرجعي للمحصول ومقارنة نتائج احتياجات الري لكل محصول بشكل منفرد تبين أن محاصيل الخضر التي تزرع في الموسم الصيفي وتروى بنظام الري بالتنقيط وكذلك المحاصيل الحقلية الشتوية مثل القمح والشعير والشوفان والتي تروى بنظام الري بالرش تكون الفروق بين نتائج المعادلتين ليست معنوية. أما المحاصيل الصيفية مثل الذرة الرفيعة والذرة الشامية والبرسيم الحجازي وأشجار الفاكهة مثل الخوخ والمشمش فقد كانت الفروق بين نتائج المعادلتين معنوية، مع ملاحظة أن هذه المقارنات قد أجريت بالاعتماد على القيم التقريبية لمعاملات المحصول المستخدمة مع معادلة بنمان المعدلة، والاعتماد على المعاملات المعدلة المستخدمة مع معادلة بنمان مونتيث، وقد أُجريت هذه المقارنات بشكل منفرد لكل محصول على حدة. كما أُجريت المقارنة بين نتائج احتياجات الري مقدرة بالمعادلتين للتركيبة المحصولية للمشاريع المروية ولمساحة مروية مقدارها 19676 هكتارا، وقد بينت النتائج وجود تقارب في قيم البخر نتح وقيم الاحتياجات المائية للري بين نتائج المعادلتين وأن الفروق بين نتائج المعادلتين لم تكن معنوية، مع التأكيد على استخدام منهج معامل المحصول المفرد مع معادلة بنمان مونتيث، ومن خلال النظر إلى نتائج هذه المقارنة فقد يكون من الممكن القول إن اعتماد أي من معادلة بنمان المعدلة ومعاملات المحاصيل التقريبية المنشورة سابقا أو اعتماد معادلة بنمان مونتيث مع منهج معامل المحصول المفرد وتعديل هذه المعاملات للظروف المحلية لا يشكل فارقا معنويا في حساب الاحتياجات المائية للمحاصيل وذلك في الجوانب المتعلقة بعملية التخطيط لدراسة التوازن المائي وتصميم المشاريع حيث أعطى كلاهما نتائج متقاربة لتقدير الاحتياجات المائية لمشروع سهل بنغازي.

الكلمات المفتاحية: مشروع سهل بنغازي ، الاحتياجات المائية للمحصول ، معادلة بنمان مونتيث ، معادلة بنمان المعدلة.

المقدمة

يشكل تقدير الاستهلاك المائي للمحاصيل دوراً أساسياً في التخطيط الزراعي، وجدولة الريّ لتأكيد الحصول على أقصى وأفضل نوعية إنتاج من المحاصيل مع المحافظة على البيئة(Nova وآخرون، 2006)، ويعبر عن الماء المستهلك بواسطة المحصول بعدد من التعابير منها الماء المستعمل بواسطة المحصول (Crop water use) الاستعمال السلبي للمياه (Consumptive use) والبخر–نتح (Evapotrans–piration)(Muya وآخرون، 2016). تعتمد الاحتياجات المائية للمحاصيل بشكل أساسي على نوع المحصول، مرحلة نمو

* حافظ محمد يوسف بوبريق: hafez_mohammed14@yahoo.com : كلية الزراعة، جامعة عمر المختار، البيضاء- ليبيا.

المحصول والظروف البيئية، ولذا فإن المحاصيل المختلفة يكون لها احتياجات مائية مختلفة تحت نفس الظروف البيئية (Kamble and Irmak 2011)، ولإزالة الحاجة لتعريف بارامترات البخر نتح لكلّ محصول ومرحلة نمو بشكل منفرد فقد تم استخدام مفهوم السطح المرجعي Reference surface، وأن معدلات البخر نتح للمحاصيل المختلفة ترتبط بمعدل البخر نتح المرجعي (Reference Evapotranspiration ETo) بواسطة معاملات المحصول (Crop coefficients). إن السطح المرجعي كان في الماضي سطح ماء حراً Open water surface، إلا أن الاختلافات في خصائص الديناميكا الهوائية، وخصائص النباتات وخصائص الإشعاع كان تحديا قويا في عملية الربط بين البخر نتح Evapotranspiration والبخر من سطح ماء حر (مفتوح)، الأمر الذي استدعى استخدام بعض المحاصيل كسطح مرجعي وأن استخدام هذه المحاصيل له فائدة دمج العمليات الحيوية والفيزيائية المشتركة في البخر نتح من السطوح المزروعة، يُعد العشب Grass، والبرسيم Alalfa من المحاصيل التي درست خصائصها الايروديناميكية والسطحية بشكل جيد ومقبولة في أغلب مناطق العالم كسطح مرجعي في عملية تقدير البخر نتح (Allen وآخرون، 1998).

البخر نتح المرجعي والاحتياجات المائية للمحصول

طُوِّرت العديد من الأساليب لتقدير معدل البخر نتح للمحصول استناداً إلى العوامل المناخية، والطرق الأسهل هي المعادلات التي عموماً تستعمل متوسط درجةَ حرارة الجو فقط، والطرق الأكثر تعقيدا هي الطرق المصوغة كمعادلات طاقة وهي تتطلب قياساً للإشعاع الشمسي، ودرجة الحرارة الجوية، وسرعة أو حركة الرياح، والرطوبة النسبية أو ضغط البخار وقد أثبت أسلوب البخر نتح المرجعي دقته في العديد من المواقع (Ross and Hardy 1997). إن البخر نتح المرجعي يعرف بأنه البخر– نتح لمحصول افتراضي يغطي التربة بشكل كامل، بطول 8 – 15 سم، ينمو بنشاط، خالٍ من الأمراض، ولا يعاني من نقص الرطوبة (Doorenbos 1977)، وقد عرف ومن أهم المعادلات المستخدمة لتقدير البخر نتح المرجعي:

معادلة بنمان المعدلة

تتكون هذه المعادلة من شقين هما :البخر – نتح الناتج عن طاقة الإشعاع الشمسي .البخر – نتح الناتج عن حركة الهواء والرطوبة النسبية. والصورة العامة لهذه المعادلة هي:

$$ET_o c[W.R_n + (1-W).f(u).(e_s - e_a)] \quad (1)$$

حيث:

ET_o: البخر– نتح المرجعي (مم/ يوم).

c : معامل تصحيح، لمراعاة اختلاف الطقس عن الظروف العامة التي استنتجت المعادلة على أساسها، والتي تفترض قيماً متوسطة إلى مرتفعة لكل من الإشعاع الشمسي، والرطوبة النسبية القصوى RH_{max}، ونسبة سرعة الرياح بين النهار والليل U_{day}/U_{night} بين 1.5 إلى 2 . وتعتمد قيمة c على كل من RH_{max}، الإشعاع الشمسي قصير الموجة R_s، ومتوسط سرعة الرياح خلال النهار والنسبة U_{day}/U_{night}.

W: معامل وزني، يمثل تأثير الحرارة والارتفاع على العلاقة بين R_s،ET_o وتعتمد قيمته على كل من درجة الحرارة المتوسطة للهواء في اليوم بأكمله والارتفاع (altitude).

R_n: صافي طاقة الإشعاع الشمسي Net solar radiation، المتبقية في النبات والتربة، مقدرا بعمق بخر مكافئ (مم\يوم) .

f(u): دالة متعلقة بسرعة الرياح، وتحسب من المعادلة:

$$f(u) = 0.27\left(1 + \frac{U_2}{100}\right) \quad (2)$$

U_2: متوسط سرعة الرياح لليوم بأكمله، على ارتفاع 2 م فوق سطح الأرض (كم/يوم).

e_a: متوسط ضغط البخار الفعلي للهواء، خلال اليوم بأكمله (ملي بار).

e_s : ضغط البخار المشبع للهواء عند متوسط درجة الحرارة T_{mean} خلال اليوم بأكمله (ملي بار) .

ET_o: البخر– نتح القياسي (مم/ يوم).

معادلة بنمان – مونتيث

طورت هذه الطريقة لحساب البخر– نتح القياسي لمحصول مرجعي افتراضي بارتفاع (0.12 م) وله مقاومة سطحية (70 م\ث)، ومعامل انعكاس (0.23)، وهذا يشابه تماماً التبخر من محصول نجيلي يغطي التربة بشكل كامل، منتظم

© 2017 للمؤلف (المؤلفون)، يخضع هذا المقال لسياسة الوصول المفتوح ويتم توزيعه بموجب شروط ترخيص إسناد المشاع الإبداعي CC BY-NC 4.0
ISSN: online 2617-2186 print 2617-2178

الارتفاع، ينمو بنشاط ولا يعاني من نقص الرطوبة (Allen وآخرون، 1998).

الصيغة العامة لمعادلة بنمان – مونتيث هي:

$$ET_o = \frac{0.408\,\Delta(R_n - G) + \gamma\frac{900}{T+273}u_2(e_s - e_a)}{\Delta + \gamma(1 + 0.34\,u_2)} \qquad (3)$$

ET_o: البخر– نتح المرجعي (مم/ يوم) .

Δ: ميل منحنى ضغط البخار المشبع عند درجة الحرارة المعينة (كيلوباسكال/ م°).

γ:ثابت جهاز قياس الرطوبة النسبية (Psychrometer) (كيلوباسكال/ م°).

R_n: صافي طاقة الإشعاع الشمسي عند سطح المحصول (ميجا جول/م^2.يوم).

G: كثافة تدفق الحرارة في التربة (ميجا جول/ م2 .يوم).

u_2: متوسط سرعة الرياح لليوم بأكمله، على ارتفاع 2م فوق سطح الأرض (م/ث).

e_s : ضغط البخار المشبع (كيلوباسكال).

e_a : ضغط البخار الفعلي (كيلوباسكال).

$(e_s - e_a)$: نقص ضغط البخار المشبع (كيلو باسكال).

البخر نتح للمحصول تحت الظروف القياسية: يعرف البخر نتح للمحصول تحت الظروف القياسية بأنه البخر نتح Evapotranspiration لمحصول خالٍ من الأمراض والمسمد بشكل ممتاز ينمو بنشاط في حقل كبير، ولا يعاني من نقص الرطوبة تحت ظروف مناخية محددة و يشارإليه بالرمز (ET_C) (Doorenbos 1977).

إن البخر نتح للمحصول يختلف بشكل كبير عن البخر نتح المرجعي (ET_O) حيث يختلف الغطاء الأرضي، وخصائص الغطاء المحصولي والمقاومة الديناميكية للهواء المحيط بالمحصول تختلف عن خصائص العشب، إن تأثيرات الخصائص التي تميز محاصيل الحقل عن العشب مدمجة في معامل سمي بمعامل المحصول (Crop coefficient K_C) (Allen وآخرون، 1998).

يحسب البخر نتح للمحصول باستعمال البخر نتح المرجعي كما في المعادلة التالية:

$$ET_c = K_c ET_O \qquad (4)$$

ET_C: البخر نتح للمحصول crop evapotranspiration (مم/ يوم).

K_C : معامل المحصول Crop coefficient (بلا أبعاد).

ET_O: البخر نتح المرجعي Reference Evapotranspiration (مم/ يوم). .

يعرف معامل المحصول (K_C Crop coefficient) بأنه النسبة بين البخر نتح للمحصول إلى المحصول إلى البخر نتح المرجعي، ويمكن أن يحسب بطرق مختلفة (مثل : طريقة معامل محصول المفرد (Single crop coefficient)، وطريقة معامل محصول المزدوج Dual crop efficient (Savva and Frenken 2002)، في منهج معامل المحصول المفرد (Single crop coefficient (K_C) يحسب البخر نتح للمحصول بواسطة ضرب ET_O في K_C ، وفي منهج معامل المحصول المزدوج (Dual crop coefficient) يقسم معامل المحصول إلى عاملين، تصف بشكل منفصل الاختلافات في البخر و النتح بين المحصول و السطح المرجعي وبمعنى آخر ($K_C = K_{Cb} + K_e$)، معامل المحصول الأساسي The basal crop coefficient (K_{Cb}) لوصف تأثير النتح على عملية البخر نتح، معامل بخر التربة The soil water evaporation coefficient (K_e) لوصف تأثير بخر التربة على عملية البخر نتح، ويعتمد اختيار منهج حساب معامل المحصول على الهدف من الحساب والدقة المطلوبة، والبيانات المناخية المتاحة والخطوة الزمنية التي يتم تنفيذ إجراء الحساب على أساسها (Allen وآخرون، 1998). وقد وضع (Allen وآخرون، 1998) معايير عامة يتم على أساسها اختيار طريقة حساب معامل المحصول، فأغراض تخطيط أو تصميم وإدارة مشاريع الري أو الجدولة الأساسية للري يستخدم معامل المحصول المفرد، أما للأغراض المتعلقة بالبحوث والدراسات التفصيلية لميزان مياه التربة والجدولة الفورية للري فإن استخدام معامل المحصول المزدوج يكون أكثر دقة.

المعامل K_c يقدر ET_c تحت الظروف القياسية وهذا يمثل الحد الأعلى للبخر نتح التي عندها لا توجد أي قيود على

© 2017 للمؤلف (المؤلفون)، يخضع هذا المقال لسياسة الوصول المفتوح ويتم توزيعه بموجب شروط ترخيص إسناد المشاع الإبداعي CC BY-NC 4.0
ISSN: online 2617-2186 print 2617-2178

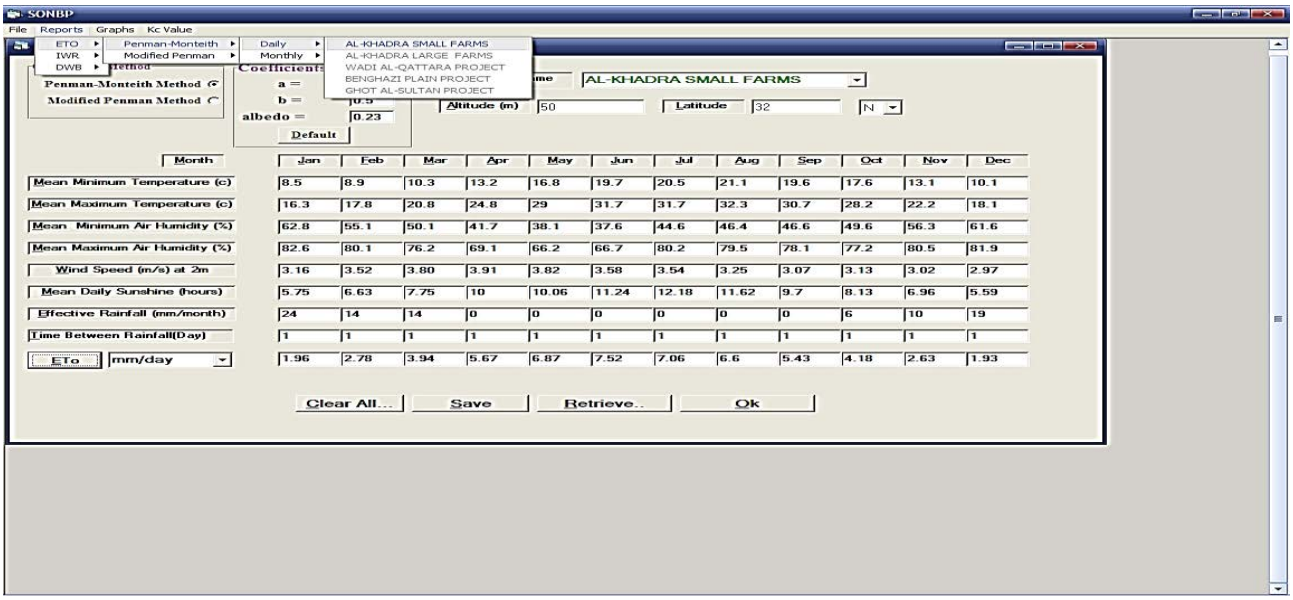
نمو المحصول أو البخر نتح بسبب نقص الماء أو كثافة المحصول أو مرض أو أعشاب ضارة، أو حشرات أو ضغوط الأملاح، والبخر نتح ET_c المقدر باستخدام معامل المحصول يُعِّدل للظروف غير القياسية عند الضرورة، خاصة في وجود أي ظرف بيئي أو أي خاصية معروفة بتأثيرها أو تقييدها للبخر نتح. أما الاحتياجات المائية للمحصول فهي عمق الماء المطلوب لتعويض نقص الماء الناتج عن البخر – نتح (ET_C) لمحصول خالٍ من الأمراض، ينمو في حقل كبير تحت ظروف تربة غير محدودة من الرطوبة وخصوبة التربة، ويصل إلى أعلى طاقة إنتاج تحت ظروف بيئية معينة(Doorenbos 1977).

إن معامل المحصول Kc يمثّل مجموع تأثيرات أربع خصائص أساسية والتي تميز المحصول عن العشب المرجعي، وهذه الخصائص لخصها (Allen وآخرون، 1998) في الأتى :

ارتفاع المحصول، ومعامل الانعكاس لسطح التربة والمحصول، ومقاومة الغطاء المحصولي والتبخر من التربة خصوصاً التربة المكشوفة. إن المحاصيل المختلفة يكون لها معاملات محصول مختلفة، كذلك الخصائص المتغيرة للمحصول أثناء موسم النمو تؤثر على قيم معاملات المحصول، وكذلك الظروف التي تؤثر على بخر التربة لها، أيضا تأثير على معامل المحصول، ولذا فإن كلاً من نوع المحصول، المناخ، التبخر من التربة، مرحلة نمو محصول (المرحلة الأولية، مرحلة تطور المحصول، مرحلة منتصف الموسم، المرحلة النهائية) تعتبر هي العوامل الرئيسة المؤثرة على معامل المحصول (Alkaeed وآخرون، 2007).

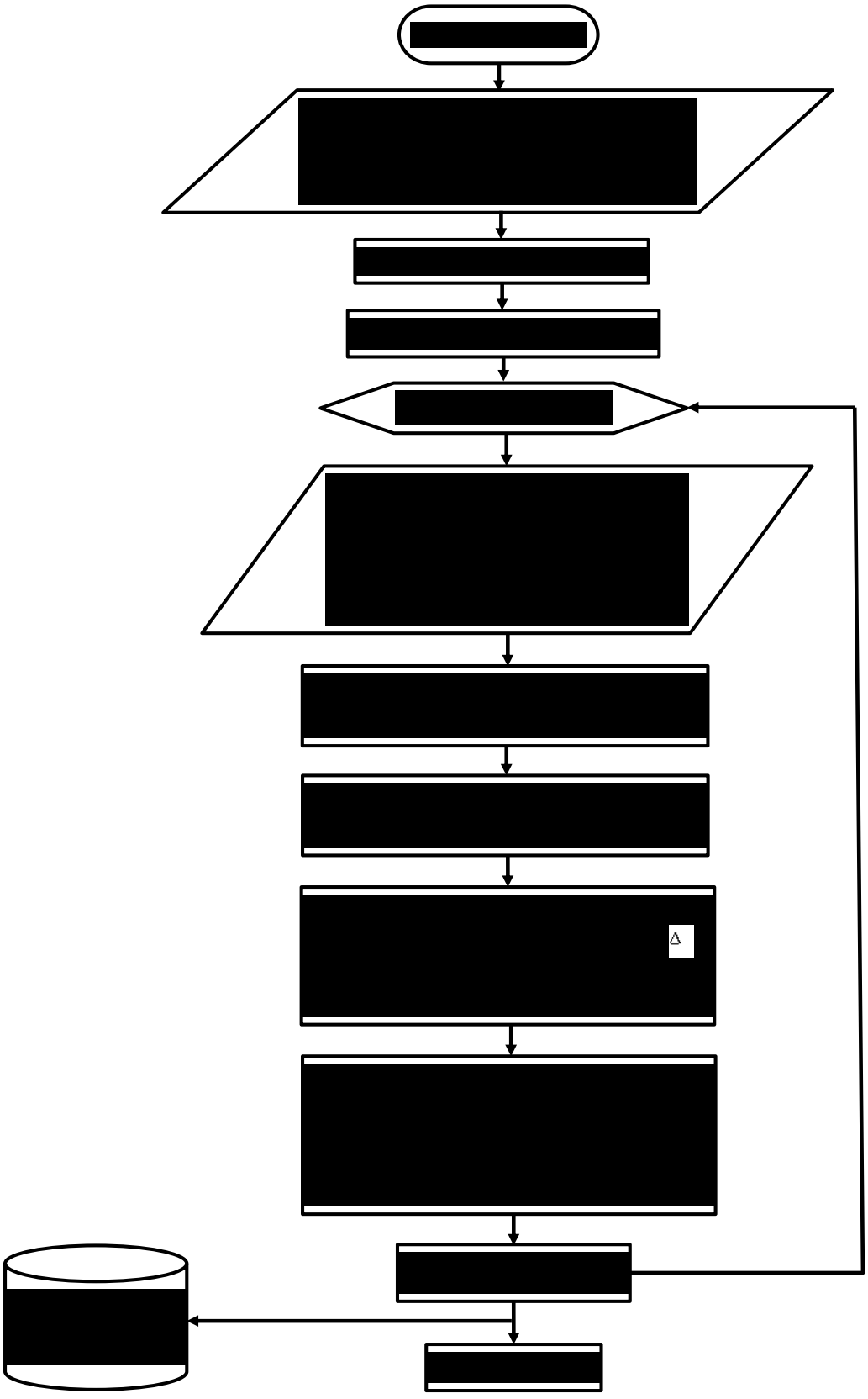
المواد وطرق البحث

لغرض المقارنة بين نتائج معادلة بنمان مونتيث ونتائج معادلة بنمان المعدلة فقد أُعَّد نموذج حاسوبي باستخدام لغة البرمجة فيجوال بيسك 6 (Visual Basic 6)، وباستخدام برمجة قواعد البيانات وهذا النموذج يقوم بحساب البخر نتح القياسي باستخدام معادلة بنمان – مونتييث Penman– Monteith Equation وأيضا باستخدام معادلة بنمان المعدلة Modified Penman Equation، كما تضمن النموذج الحسابي حساب معاملات المحصول باستخدام منهج معامل المحصول المفرد طبقا للمعادلات الواردة في ورقة الري والصرف رقم 56 (Allen وآخرون، 1998)، وقد أجريت معايرة لهذا النموذج ومقارنة نتائجه بالنتائج المحسوبة يدويا أو المحسوبة بواسطة أحد اصدارات برنامج CropWat الصادر عن منظمة الأغذية والزراعة، يوضح شكل (1) واجهة النموذج المعد لإجراء الحسابات ، كما يوضح شكل (2) المخطط الانسيابي لسير العمليات الحسابية للبخر نتح لمعادلة بنمان مونتيث، ويبين شكل (3) المخطط الانسيابي لسير العمليات الحسابية لحساب معامل المحصول المفرد.



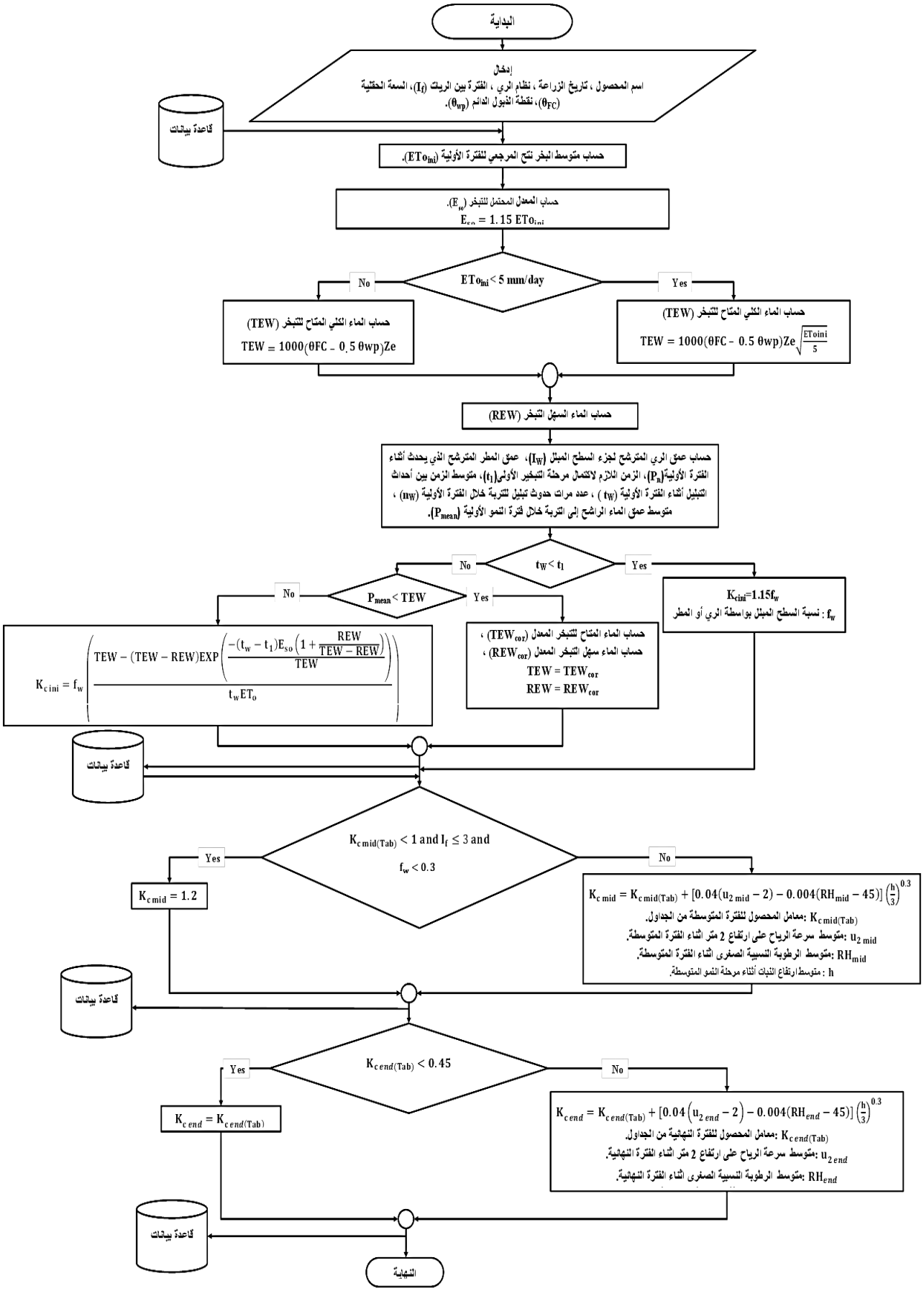
شكل(1).النموذج الحسابي المعد لإجراء الحسابات

© 2017 للمؤلف (المؤلفون)، يخضع هذا المقال لسياسة الوصول المفتوح ويتم توزيعه بموجب شروط ترخيص إسناد المشاع الإبداعي CC BY-NC 4.0
ISSN: online 2617-2186 print 2617-2178



شكل (2). المخطط الانسيابي لسير العمليات الحسابية لحساب البخر نتح المرجعي لمعادلة بنمان مونتيث .

© 2017 للمؤلف (المؤلفون)، يخضع هذا المقال لسياسة الوصول المفتوح ويتم توزيعه بموجب شروط ترخيص إسناد المشاع الإبداعي CC BY-NC 4.0
ISSN: online 2617-2186 print 2617-2178



شكل (3). المخطط الانسيابي لسير العمليات الحسابية لحساب معامل المحصول لمعادلة بنمان مونتيث .

© 2017 للمؤلف (المؤلفون)، يخضع هذا المقال لسياسة الوصول المفتوح ويتم توزيعه بموجب شروط ترخيص إسناد المشاع الإبداعي CC BY-NC 4.0
ISSN: online 2617-2186 print 2617-2178

إن هذه المقارنة تتعلق بالجوانب التخطيطية الخاصة بتوقع الاحتياجات المائية أثناء الفترة المستقبلية لغرض دراسة التوازنات المائية أو لأغراض الجدولة المبدئية للري القليل التكرار، ولم تجر هذه المقارنة باستخدام معامل المحصول المزدوج والذي قد يعطي نتائج تختلف عن هذه الحالة. حساب معاملات المحصول لعدد من المحاصيل الداخلة في التركيبة المحصولية للمشاريع التابعة لمنظومة سهل بنغازي، حساب البخر نتح المرجعي بالطريقتين وفقا للبيانات التي الحصول عليها من محطة الارصاد الجوية الواقعة بمنطقة بنينة والتي تتمثل في كل من : متوسط درجات الحرارة الدنيا والقصوى، متوسط الرطوبة النسبية القصوى والدنيا ومتوسط سرعة الرياح على ارتفاع 2 متر فوق سطح الأرض، ونسبة متوسط سرعة الرياح في النهار إلى متوسط سرعة الرياح في الليل كما يوضح ذلك جدول (1)، هذه البيانات هي متوسط بيانات للفترة الواقعة بين (1974– 1985) (اخنيفر وآخرون 1988) المسجلة بمحطة الأرصاد الجوية بمنطقة بنينة الواقعة على خط عرض 32 شمالا، وارتفاع 109 مترا فوق مستوى سطح البحر، أي إن هذه البيانات تمثل متوسط أحد عشر عاما، مع ملاحظة أن استخدام هذه المتوسطات لحساب البخر نتح المرجعي أو حساب البخر نتح لكل عام على حدة ثم أخذ متوسط البخر نتح المرجعي لهذه الفترة لا يشكل فرقاً في الناتج النهائي للبخر نتح المرجعي. كما حُسبت معاملات المحاصيل المستخدمة مع معادلة بنمان مونتيث باتباع منهجية معامل المحصول المفرد وذلك طبقا للبيانات الواردة في جدول (2)، أما البخر نتح للمحصول المعتمد على معادلة بنمان المعدلة فقد تم استخدام معاملات المحاصيل دون إجراء تعديل على هذه المعاملات كما هو الحال للمعاملات المستخدمة مع معادلة بنمان مونتيث، حيث تختلف قيم معاملات المحصول عند استعمال معادلة بنمان مونتيث عن معاملات المحصول المستخدمة مع معادلة بنمان المعدلة، وقد ذكر(Allen وآخرون، 1998) أن قيم معاملات المحصول المستنتجة من دراسات الاستعمال المائي للمحصول التي تعتمد معادلة بنمان المعدلة لحساب البخر نتح المرجعي لا يمكن استخدامها مع معادلة بنمان مونتيث، وتتطلب تعديلاً باستعمال قيم البخر نتح المرجعي المستندة على معادلة بنمان مونتيث.

كما أجريت مقارنة بين نتائج الاحتياجات المائية للري بين المعادلتين وذلك طبقا للتركيبة المحصولية الأساسية المقترحة للمشاريع التابعة لمنظومة سهل بنغازي والتي تتلخص في الآتي: (قمح = 44 %، شعير = 18 %، شوفان (قطعتين) = 22 %، البرسيم الحجازي = 11 %، الذرة الشامية = 15 %، الذرة الرفيعة = 11 %، الأشجار(المشمش، الخوخ والعنب) =2 %، الخضر (طماطم، باذنجان، كوسة، بصل، فاصوليا، قرعة) = 2 %) (أخنيفر وآخرون 1988).

جدول (1). العناصر المناخية للفترة الواقعة بين (1974– 1985) (مطار بنينة – بنغازي) .

الشهر	درجة الحرارة الدنيا (م°)	درجة الحرارة القصوى(م°)	الرطوبة النسبية الدنيا (%)	الرطوبة النسبية القصوى (%)	سرعة الرياح (م / ث)	سرعة الرياح في النهار/ سرعة الرياح في الليل	الأمطار الفعالة (مم/يوم)	عدد ساعات السطوع (ساعة)	الامطار الفعالة (مم)
يناير	8.5	16.3	62.8	82.6	3.3	1.5	41	5.75	41
فبراير	8.9	17.8	55.1	80.1	3.47	1.5	13	6.63	13
مارس	10.3	20.8	50.1	76.2	3.51	1.5	24	7.75	24
أبريل	13.2	24.8	41.7	69.1	4.02	1.5	0	8.38	0
مايو	16.8	29	38.1	66.2	3.89	1.5	0	10.06	0
يونيو	19.7	31.7	37.6	66.7	3.76	1.5	0	11.24	0
يوليو	20.5	31.7	44.6	80.2	3.81	1.5	0	12.18	0
أغسطس	21.1	32.3	46.4	79.5	3.58	1.5	0	11.62	0
سبتمبر	19.6	30.7	46.6	78.1	3.2	1.5	0	9.7	0
أكتوبر	17.6	28.2	49.6	77.2	3.31	1.5	12	8.13	12
نوفمبر	13.1	22.2	56.3	80.5	3.17	1.5	21	6.96	21
ديسمبر	10.1	18.1	61.6	81.9	3.28	1.5	39	5.59	39

© 2017 للمؤلف (المؤلفون)، يخضع هذا المقال لسياسة الوصول المفتوح ويتم توزيعه بموجب شروط ترخيص إسناد المشاع الإبداعي CC BY-NC 4.0
ISSN: online 2617-2186 print 2617-2178

جدول (2). بعض المحاصيل الداخلة في التركيبة المحصولية لمشاريع تابعة لمنظومة سهل بنغازي

أسم المحصول	نظام الري	الفترة بين الريات (يوم)	تاريخ الزراعة	تاريخ الحصاد
القمح	الري المحوري	1	16نوفمبر	24 أبريل
الذرة الشامية	الري المحوري	1	16 مايو	27سبتمبر
البرسيم الحجازي	الري الخطي	1	---	---
الطماطم	الري بالتنقيط	1	15 أبريل	6 سبتمبر

النتائج والمناقشة

يوضح جدول (3) نتائج البخر نتح القياسي لكل من معادلة بنمان المعدلة ومعادلة بنمان مونتيث للفترات الشهرية، حيث يزداد البخر نتح تدريجيا من شهر يناير حتى يبلغ أقصى قيمة له في شهر يونيو حيث يبلغ متوسط البخر نتح لهذا الشهر (9.15 مم/يوم) لمعادلة بنمان المعدلة، ويبلغ (7.52 مم/يوم) لمعادلة بنمان مونتيث ثم ينخفض معدل البخر نتح القياسي للأشهر اللاحقة وسبب هذا السلوك لقيم البخر نتح المرجعي يرجع إلى عدة عوامل لعل من أهمها مقدار الأشعاع الصافي المتبقي في التربة والنبات، والذي يُعد المصدر الأساسي للطاقة المتاحة للبخر نتح وارتفاع درجات الحرارة وزيادة فرق ضغط البخار بين ضغط البخار الفعلي وضغط البخار المشبع والذي يمثل قدرة الهواء على استيعاب كمية أكبر من البخار وانخفاض الرطوبة النسبية نسبيا.

جدول (3). نتائج البخر نتح المرجعي لمعادلة بنمان المعدلة مقارنة بنتائج البخر نتح المرجعي لمعادلة بنمان مونتيث

الشهر	معادلة بنمان المعدلة (مم/يوم)	معادلة بنمان مونتيث(مم/يوم)
يناير	2.28	2
فبراير	3.18	2.7
مارس	4.57	3.72
أبريل	6.53	5.33
مايو	8.21	6.71
يونيو	9.15	7.52
يوليو	8.99	7.14
أغسطس	8.32	6.78
سبتمبر	6.56	5.62
أكتوبر	4.85	4.49
نوفمبر	3.09	2.92
ديسمبر	2.3	2.14

من خلال مقارنة نتائج البخر نتح القياسي بين نتائج معادلة بنمان المعدلة ونتائج معادلة بنمان مونتيث، نجد أن معادلة بنمان المعدلة تعطي تقديرات أعلى للبخر نتح المرجعي مقارنة بمعادلة بنمان مونتيث، مقارنة البخر نتح أو احتياجات الري للمحاصيل بشكل منفرد أعطت نتائج تختلف باختلاف المحاصيل و موسم النمو، أما مقارنة احتياجات الري للتركيبة المحصولية الأساسية المشار إليها سابقا فقد كانت الفروق ليست معنوية، و يبين جدول(4) نتائج التحليل الإحصائي لبعض المحاصيل الداخلة في التركيبة المحصولية.

جدول (4). نتائج التحليل الإحصائي للمقارنة بين نتائج البخر نتح للمحصول لمعادلة بنمان المعدلة مقارنة بنتائج البخر نتح للمحصول لمعادلة بنمان مونتيث

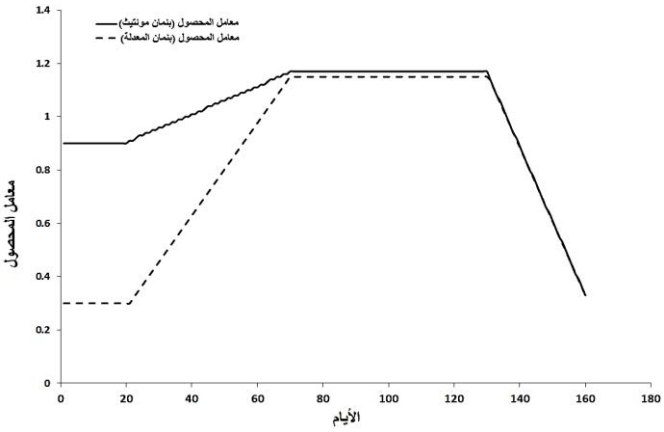
المحصول	قيمة t المحسوبة	قيمة t الجدولية	الدلالة
البصل	1.01	2.77	الفروق ليست معنوية
الطماطم	2.62	2.57	الفروق معنوية
الكوسة	0.53	3.18	الفروق ليست معنوية
بطيخ	0.36	2.77	الفروق ليست معنوية
باذنجان	1.69	2.57	الفروق ليست معنوية
قرعة	0.27	2.77	الفروق ليست معنوية
فاصوليا خضراء	2.07	3.18	الفروق ليست معنوية
القمح	0.88	2.57	الفروق ليست معنوية
الشعير	0.87	2.57	الفروق ليست معنوية
الذرة الشامية	2.77	2.45	الفروق معنوية
البرسيم الحجازي	9.3	2.2	الفروق معنوية
المشمش	2.77	2.45	الفروق معنوية

من خلال مقارنة البخر نتح للمحصول بين نتائج المعادلتين يمكن ايضاح النتائج في النقاط الأتية :

1. محاصيل ليس بينها اختلافات معنوية في قيم البخر نتح أو احتياجات الري وتتمثل في المحاصيل الشتوية التي تزرع في فترات ممطرة نسبيا أو التي تروى بنظام ري بالرش الذي يبلل سطح التربة بالكامل، مما يعني ارتفاع معامل المحصول خلال الفترة الأولية من عمر المحصول، لأن البخر نتح في هذه الفترة يعتمد بشكل أساسي على مكون البخر من التربة حيث لا تتجاوز التربة المغطاة بواسطة النباتات 10 %ولذلك فإن معامل المحصول في هذه الفترة يعتمد على كل من الفترة بين حدوث ابتلال للتربة ونسبة سطح التربة الذي يتعرض للابتلال

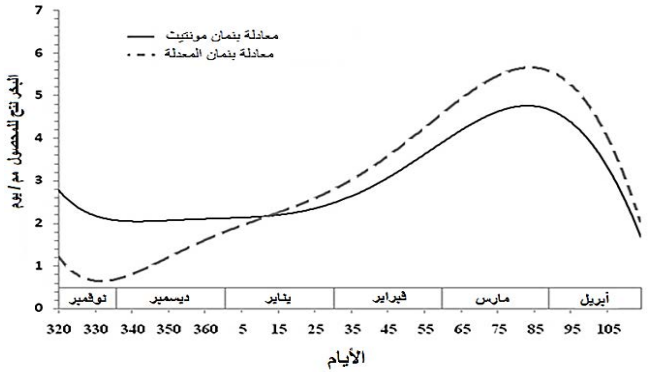
© 2017 للمؤلف (المؤلفون)، يخضع هذا المقال لسياسة الوصول المفتوح ويتم توزيعه بموجب شروط ترخيص إسناد المشاع الإبداعي CC BY-NC 4.0
ISSN: online 2617-2186 print 2617-2178

بواسطة المطر أو نظام الري، وبما أن الفترة بين الريات هي يوم واحد فإن ذلك يؤدي إلى ارتفاع معامل المحصول أثناء هذه الفترة للمحاصيل التي تروى بواسطة أنظمة ري تبلل كامل سطح التربة، أما في الفترات اللاحقة فإن البخر نتح للمحصول لا يعتمد كثيرا على نسبة الابتلال، وعليه لا يكون لمعامل المحصول تأثير كبير كما في المرحلة الأولية، وتبدأ عملية النتح بالسيطرة التدريجية على البخر نتح للمحصول بسبب زيادة الغطاء المحصولي ولذلك نجد أن البخر نتح المقدر بواسطة بنمان المعدلة يكون أعلى من البخر نتح المقدر بواسطة بنمان مونتيث. يوضح شكل (4) مقارنة لمعامل المحصول المستخدم مع معادلة بنمان المعدلة، ومعامل المحصول المستخدم مع معادلة بنمان مونتيث، كما يوضح شكل (5) مقارنة للبخر نتح للمحصول بين نتائج المعادلتين.



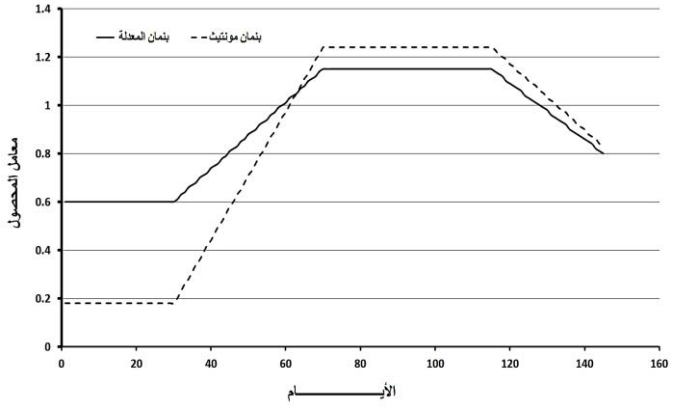
شكل (4). نتائج معاملات المحصول المستخدمة مع معادلة بنمان مونتيث مقارنة بمعاملات المحصول المستخدمة مع معادلة بنمان المعدلة لمحصول القمح

بينت النتائج أن معادلة بنمان مونتيث تعطي تقديرات أعلى للبخر نتح لهذه المحاصيل المتمثلة في القمح والشعير والشوفان إلا أن الفروق بين القيم المقدرة بواسطة معادلة بنمان المعدلة والقيم المقدرة بواسطة معادلة بنمان مونتيث لم تكن فروقا معنوية حيث كانت قيمة t المحسوبة للقمح 0.88، في حين أن القيمة الجدولية 2.57 عند مستوى معنوية مقداره 0.05، وهذا ايضا يسري على كل من الشعير والشوفان فلم تكن الفروق معنوية أيضاً.



شكل (5). نتائج البخر نتح للمحصول لمعادلة بنمان مونتيث مقارنة بمعادلة بنمان المعدلة لمحصول القمح.

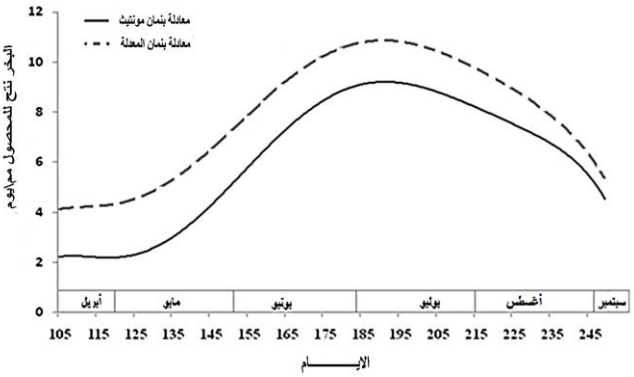
2. محاصيل الخضر التي تروى بواسطة نظام الري بالتنقيط والتي تزرع في فترة تتميز بعدم هطول الأمطار، نجد أن معامل المحصول يتأثر بنسبة البلل التي يحدثها نظام الري والتي تتراوح بين 0.3 – 0.4 من سطح التربة (Allen وآخرون، 1998) مما يؤدي إلى انخفاض معامل المحصول في هذه الفترة كما يتضح ذلك في شكل (6) لمحصول الطماطم، ولذلك نجد أن الاحتياجات المائية المقدرة بواسطة معادلة بنمان مونتيث تكون أقل في هذه الفترة مقارنة بتلك المقدرة بواسطة بنمان المعدلة، أما الفترات اللاحقة من عمر المحصول فإن البخر نتح للمحصول المقدر بواسطة بنمان المعدلة يكون اعلى ولعل ذلك يعزى إلى أن البخر نتح المرجعي لمعادلة بنمان المعدلة يكون أعلى من البخر نتح المرجعي المقدر بواسطة بنمان مونتيث، كما أن تعديل معامل المحصول في هذه الفترة لا يؤثر بشكل كبير على قيمة البخر نتح للمحصول.



شكل (6). نتائج معاملات المحصول المستخدمة مع معادلة بنمان مونتيث مقارنة بمعاملات المحصول المستخدمة مع معادلة بنمان المعدلة لمحصول الطماطم.

© 2017 للمؤلف (المؤلفون)، يخضع هذا المقال لسياسة الوصول المفتوح ويتم توزيعه بموجب شروط ترخيص إسناد المشاع الإبداعي CC BY-NC 4.0
ISSN: online 2617-2186 print 2617-2178

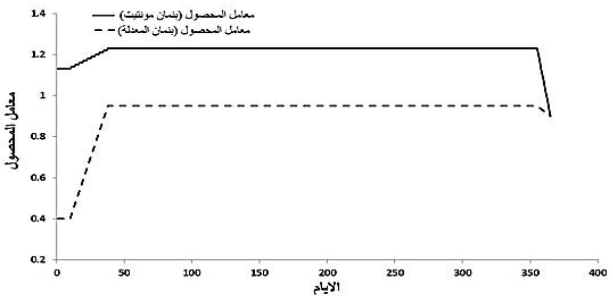
يكون البخر نتح المقدر بواسطة بنمان المعدلة أعلى مقارنة بمعادلة بنمان مونتيث، وذلك للأسباب السالفة الذكر كما يتضح ذلك في شكل (7)، إلا أن الاختلافات بين القيم المقدرة بواسطة معادلة بنمان المعدلة والقيم المقدرة بواسطة بنمان مونتيث لا تُعد معنوية، حيث اظهرت النتائج ان قيمة t المحسوبة لهذه المحاصيل تكون أقل من القيمة الجدولية عند مستوى معنوية 0.05، فهي لمحصول الكوسة على سبيل المثال 0.53 في حين أن القيمة الجدولية 3.18 عند مستوى 0.05، وعلى أي حال فإن جميع محاصيل الخضر التي تزرع في فترة الصيف وتروى بنظام الري بالتنقيط والتي خضعت للاختبار لم تكن الفروق بين نتائج المعادلتين فيها معنوية، يستثنى من ذلك محصول الطماطم حيث كانت الفروق بين نتائج الطريقتين معنوية فقد كانت قيمة t المحسوبة 2.6 والقيمة الجدولية 2.57 عند مستوى ثقة 0.05، مع ملاحظة أن اختبار هذا المحصول عند مستوى ثقة 0.01 اظهر فروقا غير معنوية حيث كانت قيمة t المحسوبة 2.6، والقيمة الجدولية 4.03.



شكل (7). نتائج البخر نتح للمحصول لمعادلة بنمان مونتيث مقارنة بمعادلة بنمان المعدلة لمحصول الطماطم.

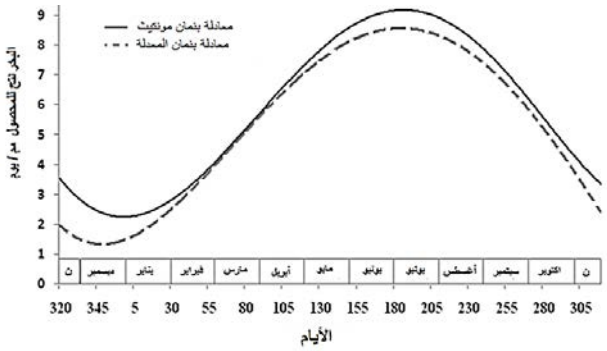
أما محصول الطماطم الذي يزرع في فصل الخريف فان معامل المحصول سيكون مرتفعاً خلال الفترة الأولية من عمر المحصول بسبب هطول الأمطار التي تبلل سطح التربة بالكامل، وهذا ما بينته النتائج حيث بلغ معامل المحصول خلال الفترة الأولية 0.4، إلا أن البخر نتح للمحصول بشكل عام يكون أقل من المحصول المزروع في فترة الصيف بسبب انخفاض معدلات البخر– نتح المرجعي في فترة الخريف، كما أن الاختلاف بين نتائج الطريقتين في هذه الحالة يكون غير معنوي، حيث كانت قيمة t المحسوبة 2.17 والقيمة الجدولية هي 2.78 عند مستوى ثقة مقداره 0.05.

3. المحاصيل الحقلية التي تبقى في الأرض فترة طويلة نسبيا مثل البرسيم الحجازي، تكون منحنيات البخر نتح كما في حالة المحاصيل الشتوية مثل القمح والشعير، إلا أن محصول البرسيم الحجازي يمكن أن يحصد عدة مرات أثناء العام فيكون له تكرار لمراحل النمو، معامل المحصول للفترة المتوسطة يمثل متوسط قيم معاملات المحصول لباقي دورات النمو طبقاً لـ(Doorenbos 1977)، وهذا من شأنه أن يجعل الفترة المتوسطة طويلة نسبيا، ولكون أن الفترة بين الريات هي يوم واحد ونظام الري يبلل سطح الارض بالكامل فإن معامل المحصول في الفترة المتوسطة يأخذ قيمة أولية مقدارها 1.2 ،ثم تُعدَّل هذه القيمة تبعا لمتوسط الرطوبة النسبية الدنيا ومتوسط سرعة الرياح وارتفاع المحصول، مما يؤدي في النهاية إلى ارتفاع البخر نتح للمحصول، بحيث يتجاوز القيمة المقدرة بواسطة معادلة بنمان المعدلة وقيم معاملات المحصول الجدولية، كما يبين ذلك شكل (8) حيث يظهر أن معامل المحصول المفرد يكون أعلى من القيم الجدولية في جميع مراحل النمو وهذا الارتفاع يكفي لجعل البخر نتح للمحصول المعتمد على معادلة بنمان مونتيث أكبر من البخر نتح للمحصول المستند على معادلة بنمان المعدلة كما يظهر ذلك في شكل(9)، وقد بينت النتائج وجود فروق معنوية بين القيم المقدرة بواسطة معادلة بنمان مونتيث ومعادلة بنمان المعدلة لهذا المحصول حيث كانت القيمة المحسوبة لـ t تساوي 9.3 في حين ان القيمة الجدولية 2.2 عند مستوى ثقة مقداره 0.05.



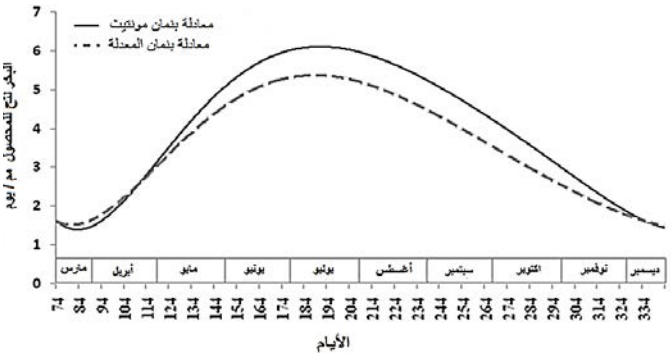
شكل (8). نتائج معاملات المحصول المستخدمة مع معادلة بنمان مونتيث مقارنة بمعاملات المحصول المستخدمة مع معادلة بنمان المعدلة لمحصول البرسيم الحجازي.

© 2017 للمؤلف (المؤلفون)، يخضع هذا المقال لسياسة الوصول المفتوح ويتم توزيعه بموجب شروط ترخيص إسناد المشاع الإبداعي CC BY-NC 4.0
ISSN: online 2617-2186 print 2617-2178



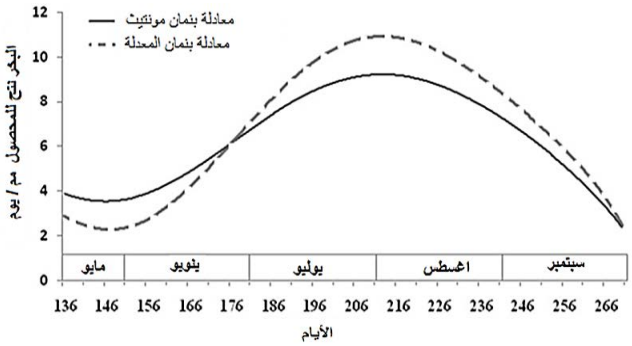
شكل (9). نتائج البخر نتح للمحصول لمعادلة بنمان مونتيث مقارنة بمعادلة بنمان المعدلة لمحصول البرسيم الحجازي.

محاصيل الأشجار مثل المشمش والخوخ تسلك سلوكاً مشابهاً للبرسيم الحجازي، إلا أن استخدام نظام الري بالتنقيط يجعل قيم البخر نتح للمحصول أثناء الفترة الأولية من عمر المحصول أقل مع معادلة بنمان مونتيث، وذلك بسبب انخفاض معامل المحصول في هذه الفترة نتيجة لاستخدام نظام الري بالتنقيط وهو يبلل جزءاً من سطح التربة والتي تتراوح بين 0.3 – 0.4 من سطح التربة (Allen وآخرون، 1998)، أما المرحلة المتوسطة من عمر المحصول فهي طويلة نسبيا ويكون تأثير تعديل معامل المحصول للفترة المتوسطة لفترة طويلة مما يعني ارتفاع البخر نتح للمحصول لهذه الفترة، ونتيجة لذلك يكون البخر نتح للمحصول المستند إلى معادلة بنمان مونتيث أعلى منه في حالة الاعتماد على معادلة بنمان المعدلة. يبين شكل (10) مقارنة للبخر نتح للمحصول بين الحالتين، وقد بينت نتائج التحليل الاحصائي ان الفروق بين القيم المستندة إلى معادلة بنمان مونتيث ومعادلة بنمان المعدلة لهذه المحاصيل هي فروق معنوية حيث كانت القيمة المحسوبة لـ t تساوي 4.09 في حين أن القيمة الجدولية 2.26 جاءت عند مستوى ثقة مقداره 0.05.



شكل (10). نتائج البخر نتح للمحصول لمعادلة بنمان مونتيث مقارنة بمعادلة بنمان المعدلة لأشجار المشمش.

4. المحاصيل الحقلية الصيفية مثل الذرة الشامية نجد أنه أثناء الفترة الأولية من عمر المحصول تكون الاحتياجات المائية للمحصول في طريقة بنمان مونتيث أعلى منه في طريقة بنمان المعدلة كما يوضح ذلك شكل (11)، وذلك بسبب ارتفاع معامل المحصول في هذه الفترة، وبعد الفترة الأولية ماء البخر نتح المقدر بواسطة بنمان المعدلة بنسبة اعلى من البخر نتح المقدر بواسطة بنمان مونتيث، ولعل السبب يرجع إلى تأثير العوامل المناخية المتمثلة في الرطوبة وسرعة الرياح على قيمة معامل المحصول في الفترة المتوسطة والفترة النهائية من عمر المحصول، مع ملاحظة ان الفروق بين نتائج المعادلتين في هذه الحالة كانت فروقاً معنوية حيث إن قيمة t المحسوبة هي 2.77 والقيمة الجدولية 2.45 عند مستوى ثقة مقداره 0.05.



شكل (11). نتائج البخر نتح للمحصول لمعادلة بنمان مونتيث مقارنة بمعادلة بنمان المعدلة لمحصول الذرة الشامية.

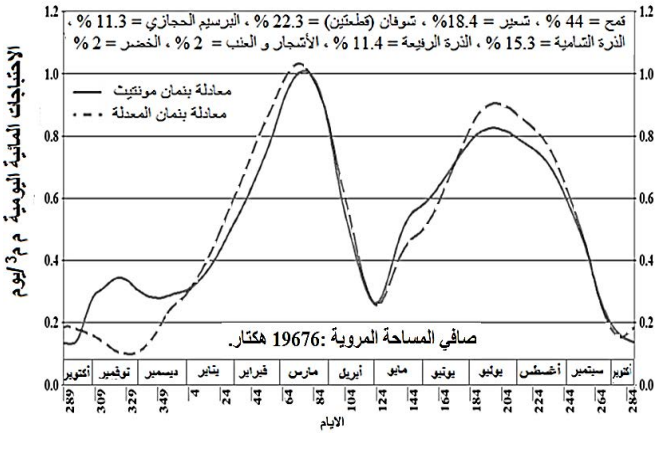
بالنظر إلى أن المعادلتين قد أعطتا قيماً مختلفة للبخر نتح للمحاصيل كما يوضح ذلك جدول (5)، مقارنة بين نتائج البخر نتح للمحصول لبعض المحاصيل الداخلة في التركيبة المحصولية المشار إليها سابقا والمتمثلة في (القمح = 44 % ، الشعير = 18 %، الشوفان = 22 %، البرسيم الحجازي = 11 %، الذرة الشامية = 15 %، الذرة الرفيعة = 11 %، الأشجار(المشمش، الخوخ والعنب) = 2 %، الخضر (طماطم، باذنجان، كوسة، بصل، فاصوليا، قرعة) = 2)، وأن استجابة تلك المحاصيل للاختلاف بين المعادلتين كانت مختلفة، فبعض المحاصيل كانت الاختلافات بينها ظاهرة وأخرى لم تكن ظاهرة، فإن السؤال المطروح هو كيف سينعكس هذا التباين على التركيبة المحصولية؟ وللإجابة عن هذا السؤال فقد قام الباحثان بإجراء مقارنة بين نتائج المعادلتين بين

© 2017 للمؤلف (المؤلفون)، يخضع هذا المقال لسياسة الوصول المفتوح ويتم توزيعه بموجب شروط ترخيص إسناد المشاع الإبداعي CC BY-NC 4.0
ISSN: online 2617-2186 print 2617-2178

الاحتياجات المائية للري للتركيبة المحصولية المشار اليها و للمساحة المروية حسب نسبة كل محصول من هذه المحاصيل كما يبين ذلك شكل(12)، والذي يقارن بين مجموع الاحتياجات المائية الشهرية للري للمشروع المحسوبة اعتماداً على المعادلتين، ومن خلال تتبع هذه المنحنيات يمكن ملاحظة التقارب بين مجموع الاحتياجات الشهرية للري بين المعادلتين، باستثناء بعض المناطق التي تظهر شيئاً من التباعد وبشكل خاص خلال شهر نوفمبر والذي يعود إلى بداية الموسم الزراعي للمحاصيل الشتوية وهي القمح والشعير والشوفان والتي تكون في المرحلة الاولية من النمو وتتميز بارتفاع البخر نتح المقدر بواسطة معادلة بنمان مونتيث مقارنة بالبخر نتح المقدر بواسطة معادلة بنمان المعدلة، مع خلو الارض تقريبا من بقية المحاصيل، وهذا يجعل السيطرة على سلوك المنحنيات تابعةً لسلوك هذه المحاصيل خلال الفترة الاولية من عمر المحصول.

جدول (5). مقارنة البخر نتح للمحصول بين نتائج طريقتي بنمان المعدلة و بنمان مونتيث

المحصول	البخر نتح للمحصول لمعادلة بنمان المعدلة($م^3$/هكتار)	البخر نتح للمحصول لمعادلة بنمان مونتيث($م^3$/هكتار)
القمح	878,4	793,4
البرسيم الحجازي	469,19	253,21
الطماطم	478,11	939,8
مشمش	622,9	10,803
ذرة شامية	267,9	645,8



شكل (12). الاحتياجات المائية للري للمشروع لمعادلة بنمان مونتيث مقارنة بمعادلة بنمان المعدلة.

عند إجراء مقارنة بين نتائج المعادلتين من ناحية مجموع الاحتياجات المائية للري على مدار العام اتضح أن إجمالي الاحتياجات المائية السنوية يبلغ 191,399,940 $م^3$ اعتماداً على معادلة بنمان المعدلة، ويبلغ192,580,917 $م^3$ اعتمادا على معادلة بنمان مونتيث أي إن الفارق بين إجمالي الاحتياجات المائية السنوية حوالي(1,180,977 $م^3$) للتركيبة المحصولية الأساسية (قمح = 44 %، شعير = 18.4%، شوفان (قطعتين) = 22.3 %، البرسيم الحجازي = 11.3 %، الذرة الشامية = 15.3 %، الذرة الرفيعة = 11.4 %، الأشجار والعنب =2 %، الخضر = 2 %)، ولمساحة مروية مقدارها 19676 هكتاراً، وبمقارنة هذا الفارق بالاحتياجات المائية السنوية حيث لا يتجاوز 0.6 % (1,180,977 /192,580,917) مقارنة بالاحتياجات المائية السنوية للمعادلتين، ولا يتجاوز نسبة 0.4 % من الإمداد السنوي المتاح للمشروع (274,552,000/ 1,180,977)، وهذا ما تبين بإجراء التحليل الإحصائي حيث كانت قيمة t المحسوبة حوالي 0.14 أما القيمة الجدولية فكانت 2.2 وهذا يعني أن هذه الفروق ليس لها أهمية ويمكن اختيار أي من المعادلتين لحساب البخر نتح للمحاصيل أو احتياجات الري وذلك فيما يتعلق بالجوانب التخطيطية.

الخلاصة

من خلال تتبع النتائج التي حصل عليها الباحثان من هذه الدراسة يمكن القول إن استخدام معادلة بنمان مونتيث مع معامل المحصول المفرد أو استخدام معادلة بنمان المعدلة مع القيم الجدولية التقريبية المنشورة سابقاً لحساب الاحتياجات المائية للري او البخر نتح للمحصول لا يشكل فارقاً كبيرا لبعض المحاصيل، ويشكل فارقا معنويا لمحاصيل أخرى، وذلك يرجع إلى عدة اسباب منها نوع نظام الري المستخدم، والفترة التي ينمو فيها المحصول، إلا أن وجود فروق بين المحاصيل لا يعني بالضرورة وجود اختلافات معنوية بين المعادلتين للتراكيب المحصولية حيث تحسب الاحتياجات المائية للري أو

© 2017 للمؤلف (المؤلفون)، يخضع هذا المقال لسياسة الوصول المفتوح ويتم توزيعه بموجب شروط ترخيص إسناد المشاع الإبداعي CC BY-NC 4.0
ISSN: online 2617-2186 print 2617-2178

البخـر نـتح بشـكل مجـاميع شـهرية كمـا تبـين ذلـك للتركيبـة المحصولية المشار إليها سابقاً، وفي هذه الحالة يمكن استخدام أي من المعادلتين لحساب الاحتياجات المائية للري، وذلك فيما يتعلق بالجوانب التخطيطية.

المراجـع

اخنيفر، علـي العقـاب وميـلاد الورشـفاني وخليـل سـليمان وهنـدي السنوسي وعبد القادر الرابطي وعلي الخراز وناجي عاشور احمـد. (1988). الاحتياجـات المائيـة للمحاصـيل لمنطقـة بنغازي، التقرير الثاني لفريق الري و الصرف، دراسة مقدمة لجهاز تنفيذ وادارة مشروع النهر الصناعي.

اخنيفر، علـي العقـاب وميـلاد الورشـفاني وخليـل سـليمان وهنـدي السنوسي وعبد القادر الرابطي وعلي الخراز وناجي عاشور احمد.(1988). الموازنـة المائيـة والتخزين لمنطقـة جنوب غرب بنغازي، التقرير الخامس لفريق الري والصرف، دراسة مقدمة لجهاز تنفيذ وادارة مشروع النهر الصناعي.

Alkaeed, O. A., Jinno, K., and Tsutsumi, A. (2007). Estimation of evapotranspiration in Itoshima area Japan by the FAO56-PM method. Memoirs of the Faculty of Engineering, kyushu University 67(2):53-65.

Allen, R. G., Pereira, L. S., Raes, D., and Smith, M. (1998). Crop evapotranspiration-Guidelines for computing crop water requirements-FAO Irrigation and drainage paper 56. FAO, Rome 300(9):D05109.

Doorenbos, J. (1977). Guidelines for predicting crop water requirements. FAO, Roma (Italia).

Kamble, B., and Irmak, A. (2011). Remotely Sensed Evapotranspiration Data Assimilation for Crop Growth Modeling. Evapotranspiration. InTech.

Muya, E. M., Owenga, P., and Goro, H. (2016). Determination of crop water requirements in relation to available and domestic water supply demands in Nguruman Irrigation Scheme, Kajiado County, Kenya. Egerton Journal of Science & Technology 15(

Nova, V., Nilson, A., Miranda, J. H. d., Pereira, A. B., and Silva, K. O. d. (2006). Estimation of the potential evapotranspiration by a simplified penman method. Engenharia Agrícola 26(3):713-721.

Ross, E., and Hardy, L. (1997). National Engineering Hand Book, Part 652 Irrigation Guide. National Resource Conservation Service, National Cartography and Geospatial Center, Fort Worth, Texas, US.

Savva, A. P., and Frenken, K. (2002). Crop water requirements and irrigation scheduling. FAO Sub-Regional Office for East and Southern Africa Harare.

Sharma, B. R., and Smakhtin V. U. (2006). Potential of water harvesting as a strategic tool for drought mitigation. International Water Management Institute (IWMI).

© 2017 للمؤلف (المؤلفون)، يخضع هذا المقال لسياسة الوصول المفتوح ويتم توزيعه بموجب شروط ترخيص إسناد المشاع الإبداعي CC BY-NC 4.0
ISSN: online 2617-2186 print 2617-2178

Al-Mukhtar Journal of Sciences 32 (2)159-172, 2017

Estimating Crop water Requirements of certain crops using modified Penman Method and Penman Montiath - FAO 98 in Benghazi plane region

Ali A. Ikhneifir[1], Hafez M.Y. Bobreeg[2]*

[1]Soil and Water Department, Faculty of Agriculture, Omar Al-Mukhtar University, Libya

[2]Agricultural Engineering Department Faculty of Agriculture, Omar Al-Mukhtar University, Libya

Received: 24 April 2016 / Accepted: 26 October 2017

Doi: https://doi.org/10.54172/mjsc.v32i2.187

Abstract: Estimate of the crop water requirements depends mainly on, reference evapotranspiration (ETo) estimation, crop coefficient Kc, and type of irrigation system. Reference evapotranspiration represents the fundamental core of the estimation process of water requirements. Therefore one must pay attention to the selected method used in the calculation.This study is to compare the use of modified Penman method, which is theoretically sound and has gained acceptance as a standard method for estimating reference evapotranspiration, and FAO Penman-Monteith method which considered relatively accurate and consistent performance in both arid and humid climates. FAO Penman-Monteith method is recommended as the standard method for ETo prediction. Comparison of the estimated reference evapotranspiration by the two methods, modified Penman method gave higher estimates for ETo rage from 5.5 to 20.5%. But when comparing the results of crop water requirements in Benghazi plane region, the results got closer using the single crop coefficient technique for Penman- Monteith . Use of single crop coefficient technique based on long term metrological data, is suitable for planning and project design purposes. Use of dual crop coefficient, based on instantaneous data, is suitable for instantaneous irrigation scheduling frequent irrigations (not included in the scope of this study). Both methods gave very close results in the overall project water budgeting, crop water requirements and seasonal water storage requirements. This conclude that one may select either method, modified Penman or Penman-Monteith (single crop coefficient),to use for estimating crop water requirements for planning purpose. Both methods gave very close results for crop water requirements and project water demand estimates for Benghazi plane region project.

Key words: Benghzi plan project, Crop water requirements, Modified Penman equation, Penman Monteith equation.

***Corresponding Author:** Bobreeg,Hafez M.Y:hafez_mohammed14@yahoo.com Faculty of Agriculture, Omar El-Mukhtar University, El-Beida, Libya