مجلة تكريت للعلوم الهندسية/المجلد 16/العدد 4/كانون الأول 2009، (13-19)

تخمين التبخر– نتح الكامن اليومي من بيانات التبخر الانائي صنف (A) لمنطقة الموصل

د.افتخار عبد الجواد العاني، مدرس د. مزاحم محمود عبد،مدرس ألاء عبد الله يعقوب، مدرس مساعد
المعهد التقني موصل المعهد التقني موصل المعهد التقني موصل

الخلاصة

تعتبر طريقة الفاو بنمان – مونتيث من أهم الطرق المثلى التي اعتمدت في الكثير من الدراسات والبحوث في مختلف دول العالم ومن ضمنها العراق لتقدير التبخر– نتح الكامن اليومي. تهدف هذه الدراسة الى تخمين التبخر– نتح الكامن اليومي باستخدام بيانات التبخر الانائي من حوض التبخر صنف (A) لمنطقة الموصل.

تم استنباط علاقة حدية من الدرجة الثانية وبمعامل ارتباط متعدد (0.92) وقد تم اختبارها بمقارنتها مع أفضل طريقة تم تقييمها لقياس التبخر– نتح الكامن اليومي باستخدام التبخر الانائي لحوض التبخر صنف (A) باعتماد معايير إحصائية مختلفة. لقد أعطت النتائج مصداقية عالية وبذلك يوصى باعتمادها لمنطقة الموصل بدلا من استخدام معادلات معقدة تحتاج إلى معلومات لعناصر مناخية كثيرة من الممكن أن تكون مفقودة وغير متيسرة.

الكلمات الدالة: التبخر – نتح الكامن، التبخر الانائي، منطقة الموصل

Estimation of Daily Potential Evapotranspiration Using Pan Evaporation Class A for Mosul Region

Abstract

FAO Penman – Montetih is the most important ideal method for the estimation of daily potential evapotranspiration in many studies all over the world including Iraq. The objective of this study is to estimate daily potential evapotranspiration using the data of pan evaporation Class A for Mosul Region. A second degree relation is obtained with correlation coefficient of (0.92). This relation is tested and compared with other methods related to our recent study using different statistical criteria. The results showed high credibility. Therefore, it is recommend to use this method within Mousl Region, instead of using complicated equations which need many climatic information that might be unavailable.

Keywords: Potential Evapotranspiration, Pan Evaporation, Mosul Region

المقدمة

يعرف التبخر– نتح الكامن (ETo) على انه الحد الأعلى للتبخر تحت ظروف جوية معينة، وعندما يكون الماء متوفراً بدون شحه على سطح التربة فان التبخر– نتح الكامن يمكن أن يساوي التبخر– نتح الحقيقي. عملياً، فانه بالاعتماد على قيم التبخر– نتح الكامن ومعامل المحصول يمكن معرفة حاجة المحصول إلى الماء وتقدير الاستهلاك المائي له لفترات زمنية محدودة[1].

هنالك طرق عديدة مباشرة وغير مباشرة تختلف في اعتمادها على البيانات المناخية لتقدير التبخر– نتح الكامن، حيث تعتبر طريقة الفاو بنمان – مونتيث من اعم تلك الطرق والتي طبقت نتائجها في العديد من الدراسات والبحوث في معظم دول العالم ومنها العراق في منطقة الموصل[2,1]، كما إن طريقة التبخر الانائي (Ep) باستخدام معامل الاناء (Kp) اعتمدت لتقدير التبخر– نتح الكامن وأعطت نتائجاً جيدة. إلا أن معامل إناء التبخر (Kp) من

حوض التبخر صنف (A) يعتبر من المعاملات المعقدة ذات العلاقة المباشرة وغير المباشرة بمجموعة من العوامل البيئية والفيزياوية. لذلك فقد اقترحت مجموعة من الطرق والمعادلات لحساب وتقدير هذا المعامل التي اعتمد معظمها على القيم الجدولية لبحث منظمة الأغذية والزراعة العالمية المنقح الصادر سنة 1977 والمرقم –24– من بحوث الري والزراعة[3]، والذي اعتمد على البيانات المناخية لسرعة الرياح والرطوبة النسبية وطول المسافة الخضراء الموضوع فيها الإناء.

اقترح كيونكا (Cuenca 1989)[4] معادلة حدية للتنبؤ بمعامل الاناء(Kp) معتمداً على نفس المتغيرات المناخية المأخوذة من القيم الجدولية. كما عرض سنايدر (Snyder 1992)[5] معادلة أخرى للتنبؤ بمعامل الإناء (Kp) لحوض التبخر صنف (A) باستخدام نفس المتغيرات بارتباط خطي متعدد.

أما بريرا (Pereira 1995)[6] فقد أوجد نموذجاً للتنبؤ بمعامل الاناء (Kp) بالاعتماد على العلاقة بين التبخر– نتح الكامن المقدر بوساطة معادلة بنمان – مونتيث والتبخر الانائي مع الأخذ بالاعتبار أقصى قيمة للمعامل (Kp) تساوي 0.85 مستنداً على أعلى قيمة جدولية لبحث منظمة الأغذية والزراعة العالمية لسنة 1977.

إن التبخر – نتح الكامن والتبخر الانائي لحوض التبخر صنف (A) من أهم العوامل التي تحدد الاستهلاك المائي للمحاصيل الزراعية المختلفة والذي بدوره يعتبر العامل الأساس في حساب المقننات المائية للمشاريع الاروائية بهدف الوصول إلى الاستغلال الأمثل للموارد المائية. ولهذا كان من أهداف هذه الدراسة:

1- إيجاد علاقة بين التبخر الانائي من حوض التبخر صنف (A) والتبخر– نتح الكامن المقدر بطريقة الفاو بنمان – مونتيث لمنطقة الموصل.

2- تقييم الطرق المختلفة لحساب معامل اناء التبخر (Kp) من حوض التبخر صنف (A) لمنطقة الموصل لغرض اختبار العلاقة المستنبطة.

المواد وطرق البحث

اعتمدت البيانات المناخية اليومية للسنتين 2004 و 2005 لمحطة الأنواء الجوية في الرشيدية الواقعة في إحدى ضواحي مدينة الموصل على خط طول $43^{o}\ 09^{'}$ شرقاً وخط عرض $36^{o}\ 19^{'}$ شمالاً مستوى 222.6 م فوق مستوى سطح البحر ،والمتضمنة البيانات المناخية والمتغيرات اليومية من درجة الحرارة والرطوبة النسبية وسرعة الرياح على ارتفاع مترين والتبخر الانائي من حوض التبخر صنف (A) وذلك لكون هذه المحطة تقع ضمن حدود منطقة زراعية ذات مساحات أروائية مهمة. يشير الجدول (1) إلى المعدلات اليومية للبيانات المناخية لأشهر سنتي 2004 و 2005 المستخدمة في استنباط الدراسة. اعتمدت طريقة الفاو بنمان – مونتيث[7] لحساب التبخر– نتح الكامن اليومي (ETo) من العلاقة التالية:

$$ETo = \frac{0.408\Delta(R_n - G) + \gamma\left(\frac{900}{T+273}\right)U(e_s - e_d)}{\Delta + \gamma(1 + 0.34U)} \quad \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots(1)$$

حيث:

ETo : التبخر – نتح الكامن اليومي (ملم/يوم)

Δ : ميل منحني ضغط بخار التشبع (كيلو باسكال/^{o}م)

R_n : صافي الإشعاع الشمسي (ميكا جول/م^2. يوم)

G : كثافة فيض حرارة التربة(ميكا جول/م^2. يوم)

γ : ثابت القياس الرطوبي (كيلو باسكال/^{o} م)

T : درجة الحرارة (^{o}م)

U: سرعة الريح عند ارتفاع 2 م من سطح الأرض (متر/ثانية)

$(e_s - e_d)$: النقص في ضغط بخار التشبع (ملم زئبق)

تم حساب قيم معامل إناء (Kp) لحوض التبخر صنف (A) باستخدام العلاقة التالية:

$$K_P = ETo / Ep \quad \ldots\ldots(2)$$

حيث:

K_p =معامل إناء حوض التبخر صنف (A)

E_p = التبخر الانائي اليومي المقاس من حوض التبخر صنف (A) المأخوذ من محطة الأنواء الجوية (ملم).

ولأجل المقارنة والتقييم تم حساب معامل التبخر الانائي لحوض التبخر صنف (A) حسب الطرائق التالية:

1- الطريقة الجدولية لمنظمة الأغذية العالمية (Kp_1)[3].

2-طريقة Cuenca عام 1989 (Kp_2)[4].

$$Kp_2 = 0.475 - 2.4*10^{-4}*U + 5.16*10^{-3}*H + 1.18*10^{-3}*F - 1.6*10^{-5}*H^2 - 1.01*10^{-6}*F^2 - 8*10^{-9}*H^2*U - 1*10^{-8}*H^2*F \quad \ldots\ldots(3)$$

حيث:

H = الرطوبة النسبية (%)

F = مسافة الغطاء النباتي عن حوض التبخر (1000متر في هذه الدراسة)

3- طريقة Snyder عام 1992 (Kp_3)[5].

$$K_{p3} = 0.482 + 0.024*\ln(F) - 0.000376*U + 0.0045*H \quad \ldots..(4)$$

4- طريقة Pereira عام 1995 (Kp_4)[6].

$$K_{p4} = 0.85*\frac{(\Delta+\gamma)}{[\Delta+\gamma(1+0.34U)]} \quad \ldots\ldots\ldots(5)$$

5- طريقة Allen عام 1998 (Kp_5)[7].

$$K_{p5} = 0.108 - 0.0286*U + 0.0422\ln(F) + 0.1434\ln(H) - 0.000631[\ln(F)]^2\ln(H) \quad \ldots\ldots..(6)$$

كما تم حساب التبخر- نتح الكامن اليومي باعتماد بيانات حوض التبخر صنف (A) ولكل معاملات إناء التبخر صنف (A) التي تم سردها سابقا ($ETo_{(kp1)}$, $ETo_{(kp2)}$, $ETo_{(kp3)}$, $ETo_{(kp4)}$, $ETo_{(kp5)}$) .

ولغرض تقييم أداء طرائق تقدير معامل إناء حوض التبخر صنف (A) لقياس التبخر- نتح الكامن اليومي باستخدام طريقة التبخر الانائي لحوض صنف (A) (ETo=Ep* Kp) تم اعتماد عدة معايير أدائية مختلفة من ضمنها معامل الارتباط (R) ومعامل التحديد (R^2) ومعامل المصداقية (D) ومعدل الخطأ المطلق (MAE) وأقصى خطأ مطلق (MAXE) وجذر مربع الخطأ (RMSE) ومعامل الثقة (C) والتي تم أخذها من المصادر [10,9,8] وهي كالاتي:

$$MAE = \frac{1}{n}\sum_{i=1}^{n} abs(O_i - E_i) \quad \textbf{15}$$

$$RMSE = \sqrt{\sum \frac{(O_i - E_i)^2}{n}}$$

$$MAXE = MAX\left(abs(O_i - E_I)\right)_{i=1}^{n}$$

$$D = 1 - \frac{\sum_{i=1}^{n}(O_i - E_i)^2}{\sum_{i-1}^{n}\left(abs(E_i - \overline{O}) + abs(O_i - \overline{O})\right)^2}$$

$$C = D*R \quad \textbf{16}$$

حيث:

O_i =القيم المحسوبة من المعادلة (1)

E_i = القيم المقدرة من المعادلات (القيم الجدولية لمنظمة الأغذية الزراعية (3، 4، 5، 6)

$\overline{O}$ = معدل القيم المحسوبة من المعادلة (1)

n = عدد القيم

D = معامل المصداقية

C = معامل الثقة

النتائج والمناقشة

باستخدام نظام MATLAB وباعتماد البيانات اليومية للمتغيرات التي تم الحصول عليها من محطة الأنواء لسنة 2004 وجدت المعادلة (7) وهي من الدرجة الثانية وتربط بين القيم اليومية للتبخر (Ep) من حوض تبخر صنف (A) والقيم اليومية للتبخر- نتح الكامن المقدرة بطريقة الفاو بنمان - مونتيث وبمعامل تحديد مقداره 0.92 وكما يلي:

$$ET_o = 0.034 - 0.015 * Ep^2 + 0.73 * Ep \quad \cdots(7)$$

يوضح الشكل (1) العلاقة المخمنة بين التبخر- نتح الكامن اليومي وبيانات التبخر الانائي لحوض التبخر صنف (A). ولأجل اختبار هذه المعادلة تم مقارنتها مع أفضل طريقة أداء لتقدير معامل إناء حوض التبخر صنف (A) لقياس التبخر- نتح الكامن اليومي باستخدام طريقة التبخر الانائي حوض صنف (A) باعتماد نفس البيانات التي استخدمت في إيجاد العلاقة وذلك كما يلي:

1. إجراء تحليل إحصائي لمعامل إناء حوض التبخر صنف (A) المحسوب من المعادلة (2) ومعامل إناء حوض التبخر صنف (A) المقدر بواسطة الطرائق المنوه عنها سابقاً. يوضح الجدول (2)
3. تم مقارنة التبخر- نتح الكامن اليومي المحسوب من بيانات التبخر الانائي باعتماد معامل إناء حوض التبخر صنف (A) المقدر بأفضل طريقة التحليل الإحصائي بين قيم معامل إناء حوض التبخر صنف (A) المحسوب من المعادلة (2) والطرق الأخرى متضمناً معامل التحديد (R^2)، ومعدل القيم (Mean) مع الانحراف المعياري (Standerd deviation) لكل طريقة ويشير الجدول إلى عدم وجود ارتباط جيد بين قيم (Kp) المحسوبة والمقدرة ($R^2 < 0.2$) وهذا ماتم التوصل إليه من قبل عدة باحثين[8]. كما أظهر الجدول أن اقل معدل انحراف معياري وجد عند استخدام طريقة Pereira عام 1995 (Kp_4) .
2. تم تقدير التبخر - نتح الكامن اليومي باستخدام بيانات التبخر الانائي لحوض التبخر صنف (A) واعتماد طرق مختلفة لحساب معامل الإناء (Kp) المنوه عنها سابقا ومقارنته مع التبخر- نتح الكامن اليومي المحسوب بطريقة الفاو بنمان - مونتيث. يوضح الجدول (3) التحليل الإحصائي للمقارنة بين الطريقة المحسوبة للتبخر- نتح الكامن باستخدام الفاو بنمان- مونتيث والطريقة المقدرة باستخدام التبخر الانائي لحوض التبخر صنف (A) باعتماد طرائق مختلفة لمعامل تبخر اناء حوض التبخر لصنف (A) حيث يظهر أن طريقة Pereira 1995 قد جاءت بالمرتبة الأولى حيث أعطت أعلى مصداقية بحدود (0.93) وبأقل قيمة للخطأ (0.068) وكذلك أقل قيمة لجذر معدل مربع الخطأ (0.00357) وتلتها الطريقة الجدولية لمنظمة الأغذية والزراعة العالمية لسنة 1977. مما يدل على أنهما طريقتان مناسبتان لتقدير التبخر- نتح الكامن بطريقة التبخر الانائي لحوض التبخر صنف (A) لمنطقة الموصل.

Pereira 1995 مع العلاقة المخمنة والمستنبطة من الدراسة باستخدام بيانات سنة 2005 التي لم يتم استخدامها في استنباط العلاقة. يوضح الجدول

(4) قيم معامل التحديد (Determination Coefficient) ومعامل الثقة (Confidence Coefficient) لكل من الطريقتين وتشير النتائج إلى أن معامل مصداقية الطريقتين أعطت ثقة جيدة وان العلاقة المخمنة أعطت مصداقية أكثر ومن هذا يمكن القول انه أصبح ميسوراً إيجاد قيم التبخر – نتح الكامن اليومي دون الحاجة إلى استخدام معادلات معقدة والتي تحتاج إلى معلومات لعناصر مناخية كثيرة من الممكن أن تكون مفقودة وغير متيسرة، فإذا ما استخدمت هذه العلاقة فانه يصبح بالإمكان تقدير حاجة المحاصيل حسب فترات زمنية معينة.

الاستنتاجات والتوصيات

1-أظهرت النتائج أن هناك علاقة جيدة من الدرجة الثانية (معادلة 7) بين القيم اليومية للتبخر من حوض صنف (A) والقيم اليومية للتبخر – نتح الكامن المقدرة بطريقة الفاو بنمان – مونتيث وبمعامل تحديد مقداره (0.92).

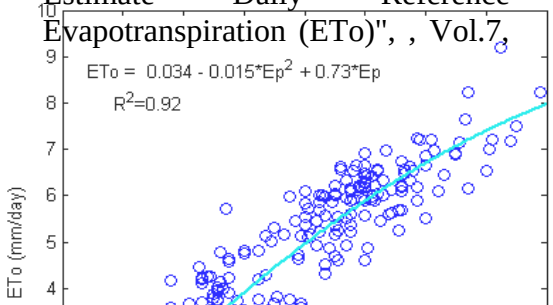
2- أظهرت النتائج عدم وجود توافق أدائي أو ارتباط خطي جيد بين الطرق المختلفة لتقدير معامل إناء حوض التبخر صنف (A) وطريقة احتساب المعامل من العلاقة (ETo/Ep) .

3- يمكن اعتبار طريقة تقدير التبخر – نتح الكامن اليومي من بيانات التبخر الانائي باستخدام معامل إناء التبخر بطريقة Periera مناسبة وذات ثقة جيدة لمنطقة الموصل .

4- إن طريقة Snyder لتقدير معامل إناء حوض التبخر أعطت أقل مصداقية مع أعلى معدل خطأ مطلق.

المصادر

1. العاني، افتخار عبد الجواد عبد الحميد، "أنموذج شبكة عصبية اصطناعية لتقدير التبخر _ نتح المرجعي لمنطقة الموصل"، أطروحة دكتوراه، كلية الهندسة، جامعة الموصل، العراق، 2007.
2. الجبوري، شفيقة سلطان عبد الله حسين "تقييم معادلة الفاو بنمان – مونتيث لحساب الاستهلاك المائي المرجعي ببيانات مناخية كاملة وناقصة في العراق" ، رسالة ماجستير، كلية الهندسة، جامعة الموصل، العراق، 2002.
3. Doorenbos, J., and Pruitt, W. O., "Guidelines for Predicting Crop Water Requirements", FAO Irrigation and Drainage Paper No. 24, Food and Agriculture Organization, Rome, Italy. 1977.
4. Cuenca, R. H., "Irrigation System Design: An Engineering Approach", Prentice-Hall, Englewood Cliffs, N.J., 1989.
5. Snyder, R. L., "Equation For Evaporation Pan to Evapotranspiration Conversion." Journal of Irrigation & Drainage Engineering, 118(6), 977-980, 1992.
6. Pereira, A. R., Nilson A., Villa N., Anderson, S. P., and Valter, B.,"A Model for the Class A Pan Coefficient" Agricultural and Forest Meteorology, Amsterdam, V.76 P.75-82, 1995.
7. Allen, R. G., Pereira, L. S., Raes, D., and Smith, M., "Crop Evapotranspiration: Guidelines for Computing Crop Water Requirement.", Irrigation and Drainage paper, No. 56, Food and
8. Agriculture Organization of the United Nations (FAO), Rome, 1998.
9. Sentethas, P. C., and Marcos, V. F. "Class A Pan Coefficients (Kp) to Estimate Daily Reference Evapotranspiration (ETo)", , Vol.7,



No.1, Revista Brasilia Agricola e Ambiental PP.111-115, 2003.
10. Conceicao, M. A. F., "Reference Evapotranspiration Base on Class A Pan Evaporation", Scientia Agricola, Piracicaba, Vol.59, No.3, PP.417-420, 2002.
11. Grismer, M. E., Orang, M., Snyder, R., and Matyac, R., "Pan Evaporation to Reference Evapotranspiration Conversion Methods", Journal of Irrigation and Drainage Engineering, Vol.128, No.3, PP. 180-183, 2002.

شكل (1) العلاقة بين القيم اليومية للتبخر الانائي لحوض التبخر صنف (A)والتبخر – نتح الكامن المحسوبة بطريقة الفاو بنمان – مونتيث

جدول (1) المعدلات اليومية للبيانات المناخية لأشهر سنتي (2004 و 2005) المستخدمة في استنباط الدراسة

الاشهر	درجة الحرارة م°		الرطوبة النسبية %		سرعة الرياح متر/ثانية		السطوع الشمسي ساعة		التبخر الانائي ملم	
	2005 - 2004		2005 - 2004		2005 - 2004		2005 - 2004		2005 - 2004	
كانون الثاني	9.43	7.85	79.7	72.3	0.74	0.68	3.7	5	1.22	1.17
شباط	9.4	8.66	74.8	68.3	1.06	0.74	4.6	4.6	1.74	1.75
اذار	15.1	13.6	62	64.8	0.92	0.76	7.4	6.9	3.27	2.71
نيسان	18.1	19.7	56.7	58	0.99	1.15	8.1	7.9	4.18	4.5
ايار	24.3	24.5	47.2	46.6	1.15	1.151	9.8	9.6	7.14	6.8
حزيران	30.6	30.2	30.2	32.3	1.02	0.59	12.3	11.6	10.2	9.98
تموز	34.3	34.9	26.9	29	1.1	1.61	11.6	11.7	11.3	10.7
اب	33.1	34.4	30.4	29.6	0.94	1.4	11.4	11.1	10.33	9.95
ايلول	29.3	28.9	30.5	33.8	0.63	0.64	10.5	10.4	7.93	7.68
تشرين الاول	24.3	22.3	40.6	39.8	0.59	0.86	7.74	8.4	4.96	4.8
تشرين الثاني	14.4	14.3	77.2	57	0.76	1.05	4.4	7.16	1.87	2.01
كانون الاثاني	7.3	11.9	71.7	68.3	0.28	0.27	5.3	5.59	1.03	1.42

جدول (2) التحليل الاحصائي لقيم معامل إناء حوض التبخر صنف (A) للطرق المختلفة

Kp_5	Kp_4	Kp_3	Kp_2	Kp_1	المعايير
0.119	0.052	0.135	0.163	0.192	R^2
0.814	0.78	0.882	0.832	0.810	mean
0.052	0.042	0.093	0.049	0.048	Standard deviation

جدول (3) التحليل الإحصائي للمقارنة بين التبخر – نتح الكامن اليومي المقدر بطريقة الفاو بنمان-مونتيث(ETo) وطريقة بيانات التبخر المقدر باستخدام طرائق مختلفة لتقدير قيم معامل اناء حوض التبخر صنف (A)

$ETo_{(Kp5)}$	$ETo_{(Kp4)}$	$ETo_{(Kp3)}$	$ETo_{(Kp2)}$	$ETo_{(Kp1)}$	المعايير
0.89	0.93	0.79	0.88	0.91	D
0.00027	0.00018	0.00045	0.00027	0.00022	MAE
0.10	0.068	0.16	0.1	0.083	MAXE
0.0053	0.00357	0.0087	0.00529	0.00436	RMSE

جدول (4) قيم معامل التحديد(R^2) ومعامل الثقة(C)

التبخر – نتح الكامن اليومي $ETo_{(Kp4)}$	التبخر – نتح الكامن اليومي المخمن من طريقة الدراسة	نوع المعامل
0.77	0.92	R^2
0.87	0.94	C