تقدير التبخر–نتح المرجعي الشهري باستخدام حوض التبخر صنف أ لمدينة الموصل ، العراق [+]

ESTIMATION MONTHLY REFERENCE EVAPOTRANSPIRATION USING PAN EVAPORATION CLASS A IN MOSUL , IRAQ

انمار عبد العزيز الطالب [*] احمد أزهر ذنون [**]

المستخلص:

الهدف من هذه الدراسة هو حساب التبخر–نتح المرجعي الشهري باستخدام حوض التبخر صنف أ في منطقة الموصل ، التي تقع في شمال العراق . لحساب التبخر–نتح المرجعي الشهري ETo يتم تحويل المعدل اليومي للتبخر الشهري من الحوض E_{Pan} للفترة من 1971 ولغاية 2000 بضربه بقيمة معامل الحوض K_p المحسوب بطريقة معادلة Pereira et al (1995) . تم استخدام المعادلة المقترحة لمدينة الموصل من قبل العاني وآخرون (2009) لتقدير التبخر–نتح بالاعتماد على حوض التبخر . رسمت قيم التبخر–نتح من المعادلتين للمقارنة مع قيم التبخر . أظهرت النتائج بان اقل قيمه لمعدل التبخر–نتح كانت بطريقة العاني وآخرون . واظهرت النتائج ايضا بان اقل قيمه للتبخر–نتح كانت في شهر كانون الأول 0.78 ملم /يوم ، وأعلى قيمة كانت 10.44 ملم/يوم لها في شهر تموز بطريقة Pereira et al . وأما بطريقة العاني وآخرون فكانت اقل قيمه 0.76 ملم/يوم في شهر كانون الأول ، وأعلى قيمة كانت 7.09ملم/يوم لها في شهر تموز . بينما معامل الحوض كان يترواح من 0.736 إلى 0.801 بطريقة Pereira et al ويترواح من 0.533 الى 0.752 بطريقة العاني وآخرون .

Abstract:

The objective of this study was to estimate the monthly reference evapotranspiration using pan evaporation class A in Mosul , which located in the north of Iraq .The monthly reference evapotranspiration (ETo) was estimated by monthly average evaporation class A (E_{Pan}) for the period (1971-2000) multiplied by a pan coefficient (K_p) which was determined by Pereira et al (1995) equation . ETo was also calculated by the proposed equation of Al-Aani et al (2009) based on evaporation from class A pan. The calculated ETo by the two equations was plotted to compared with monthly evaporation from class A (E_{Pan}). The results showed that calculated ETo by Al-Aani et al was minimal. It also showed that ETo was minimal in December (0.78 mm/day) and maximal in July (10.44 mm/day) by Pereira et al , however ETo was minimal in December (0.76 mm/day) and maximal in July (7.09 mm/day) by Al-Aani et al . The pan coefficient was varied from 0.736 to 0.801 by Pereira et al and varied from 0.533 to 0.752 by Al-Aani et al .

[+] تاريخ استلام البحث ٢٠١٠/١٠/١١ ، تاريخ قبول النشر ٢٠١١/٥/٣٠ .

[*] استاذ مساعد/ كلية الهندسة /جامعة الموصل

[**] مدرس مساعد/ المعهد التقني /الموصل

المقدمة :

تستخدم أحواض التبخر صنف أ بشكل واسع لتقدير التبخر–نتح المرجعي ETo لنبات مرجعي العشب الأخضر [1] . وأن معرفتنا للتبخر–نتح خلال موسم نمو المحصول بمنطقة ما تعد احد العوامل الأساسية التي تعتمد في تحديد كميات المياه اللازمة للاستغلال الزراعي [2].

يُعرف التبخر–نتح المرجعي بمعادلة بنمان–مونتيث بأنه معدل التبخر–نتح من سطح نبات افتراضي بارتفاع (12 سم) ومقاومة سطحية (70 ثا م–1) ومعامل انعكاس (0.23) ، ويمثل تقريبا التبخر–نتح من سطح ممتد بارتفاع منتظم من العشب الأخضر ، ينمو بنشاط ولا يعاني من نقص من الرطوبة إثناء النمو[3] .

أن طرق حساب التبخر–نتح اعتمادا على معلومات الأرصاد الجوية تحتاج إلى مختلف العوامل الجوية والفيزيائية . ولقد اختيرت طريقة بنمان مونتيث كطريقة قياسية يمكن بواسطتها تحديد التبخر–نتح المرجعي ، ويمكن قياس التبخر–نتح المرجعي من حوض التبخر حيث يوفر قيم خاصة يمكن استخدامها بنجاح لتخمين التبخر–نتح بواسطة مراقبة فواقد المياه من حوض التبخر واستخدام معاملات وضعية لتحويل التبخر من حوض التبخر إلى التبخر–نتح المرجعي، ألا أنه يجب تطبيق احتياطيات وإدارة خاصة [4]. ويعد حوض التبخر صنف أ المستعمل من قبل مكتب الأنواء الجوية في الولايات المتحدة الأمريكية هو الاكثر شيوعاً ويتكون الحوض من الحديد المغلون قطره 120 سم وعمقه 25 سم يوضع على مشبك خشبي للسماح للهواء بالحركة ويملا إلى عمق 20 سم ويقاس مستوى الماء فيه بواسطة مقياس موضوع في بئر تهدئه مرتبط به ويحسب التبخر من فرق المناسيب بعد اخذ كمية الأمطار الساقطة بنظر الاعتبار [5] .

أما العوامل الجوية التي تؤثر على عملية التبخر فهي الإشعاع الشمسي ودرجة حرارة الهواء وضغط البخار وشدة الرياح السائدة بالمنطقة . ويتغير التبخر في قيمته خلال اليوم الواحد وعلى مدار السنة .ويتساوى تقريبا معدل التبخر من التربة المشبعة مع نظيره من الأسطح المائية اذا تساوت العوامل الجوية الأخرى [6] .

أن انعكاس الإشعاع الشمسي يكون بمقدار 5–8 % فقط من مجموع الاشعاع الساقط على سطح مائي ، ويصل الانعكاس إلى 20–25% من على السطوح الخضراء . بينما توجد هنالك اختلافات اخرى بين فواقد المياه من سطح مائي والنباتات وهي كمية الحرارة المخزونة في الحوض حيث تسبب تبخر إثناء الليل ويكون النتح من النباتات أثناء النهار ، واختلافات درجات الحرارة ورطوبة الهواء على السطوح ، وكما أن لموقع الحوض والبيئة المحيطة اثر في النتائج ألمقاسه [8 , 7].

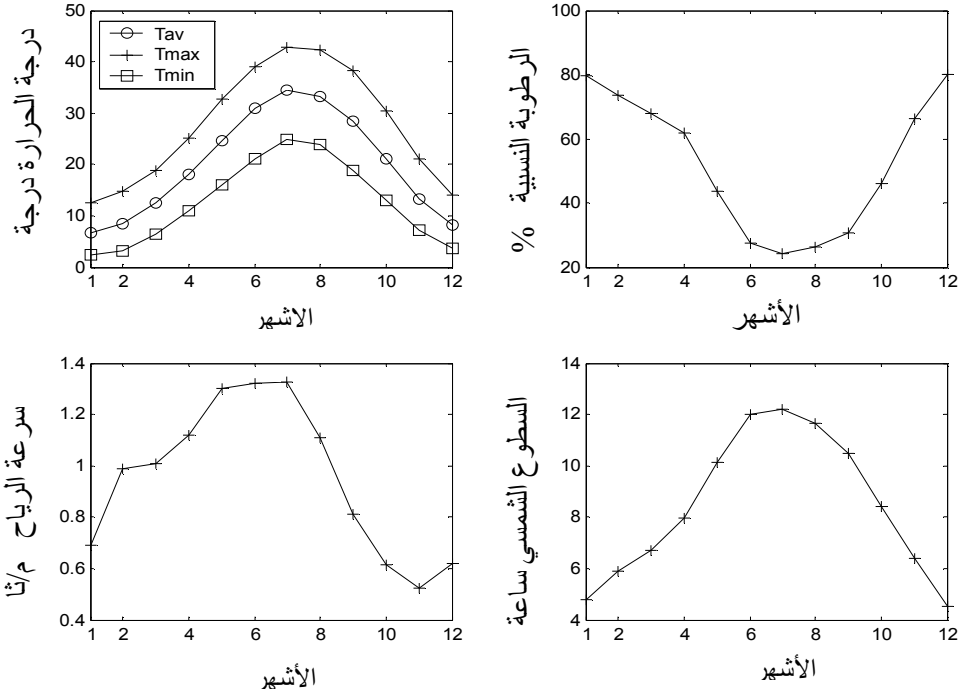
هنالك عدة طرق لحساب معامل الحوض منها تعتمد على العوامل ألمناخيه والتي تشمل الرطوبة النسبية وسرعة الرياح ، والمسافة المواجهة للرياح مثل طريقة Snyder ، و FAO [4, 1] ، وتعتمدان طريقتي Pereira et al و Christiansen [9,10] على العوامل ألمناخيه . قام [11] بتقدير التبخر–نتح المرجعي الشهري في البرازيل باستخدام قيم التبخر المأخوذة من حوض التبخر صنف أ ، وقيم معامل الحوض المحسوبة بالاعتماد على معادلات عديدة والتي منها معادلة Pereira et al (1995) ، وقسم الأشهر إلى قسمين هما الأشهر المطرية والجافة، واستنتج بان معادلة Snyder هي الأفضل عند مقارنته مع التبخر–نتح المحسوب من معادلة بنمان–مونتيث. وقارن [12] معامل الحوض ألمحسوب من علاقة التبخر–نتح المرجعي المقاس بلايسميترات مع معاملات الحوض المحسوبة بالاعتماد على طرق عديدة والتي منها ذكرت سابقا واستنتج أن أفضل طريقة في حساب معامل الحوض هي طريقتي Pereira et al و Cuenca. بينما قارن [13] التبخر– نتح المرجعي المقاس بلايسميترات خلال عامين مع التبخر–نتح المرجعي المحسوب من عشر معادلات شائعة الاستعمال بدلالة بعض البيانات ألمناخيه وحوض التبخر صنف أ ، فوجد أن أفضل معامل ارتباط كان من حوض التبخر صنف أ كما وجد أن معادله بنمان هي الأفضل من المعادلات الأخرى.

وأما في العراق فقد ظهرت محاولات عديدة لربط التبخر الحوضي مع الاستهلاك المائي للمحاصيل ، فقد وجد [14] علاقة جيدة من الدرجة الثانية بين التبخر من الحوض صنف أ مع الاستهلاك المائي لأربعة محاصيل حقلية (الحنطة والبرسيم والشعير والذرة الصفراء) في وسط العراق وذكروا أن هذه العلاقة الجيدة تسهل عملية حساب التبخر–نتح لهذه المحاصيل باستخدام حوض التبخر صنف أ ، بينما استنبط [15] علاقة جيدة من الدرجة الثانية بين القيم اليومية للتبخر من حوض صنف أ والقيم اليومية للتبخر – نتح الكامن المقدرة بطريقة FAO بنمان مونتيث وبمعامل تحديد مقداره (0.92) ، واقترحوا اعتمادها لحساب التبخر – نتح الكامن اليومي لمنطقة الموصل ، واستنتجوا بان طريقة تقدير التبخر – نتح الكامن اليومي من بيانات التبخر الحوضي باستخدام معامل حوض التبخر بطريقة Pereira et al مناسبة وذات ثقة جيدة لمنطقة الموصل . لهذا تعتبر أحواض التبخر من أكثر الطرق انتشارا في العالم لقياس قيم التبخر والتي تعطي قياسا التأثير المشترك للعوامل ألمناخيه المختلفة من رطوبة وإشعاع ورياح وحرارة على التبخر من سطح مائي [16].

يهدف هذا البحث لحساب التبخر–نتح المرجعي لمحطة الموصل بالاعتماد على التبخر الحوضي بمعادلة Pereira et al والمعادلة المقترحة من العاني واخرون [15] لمعدل البيانات المناخية من سنة 1971 لغاية 2000 .

طريقة العمل :

في هذا البحث تم حساب التبخر–نتح المرجعي بطريقة حوض التبخر صنف أ لمدينة الموصل في المنطقة الشمالية من العراق والتي تقع فيها محطة الانواء الجوية على خط عرض $36^{\circ}\ 19'$ ، ويبين الشكل (1) معدل البيانات الأرصاد الجوية للفترة من 1971 إلى 2000 لمحطة الموصل الموخوذة من [17] والتي تشمل درجة الحرارة العظمى والصغرى ومعدل الرطوبة النسبية وسرعة الرياح التي تم تحويلها الى ارتفاع 2 م حسب [4] وفترة سطوع الشمس .



الشكل (1) يبين معدل بيانات الأرصاد الجوية للفترة من 1971 إلى 2000 لمحطة الانواء الجوية في الموصل .

تم حساب التبخر–نتح المرجعي حسب الطرق التالية :

1. طريقة الحوض صنف أ:

يمكن حساب التبخر–نتح المرجعي من [4] وحسب المعادلة آلاتية :

$$ETo = K_p E_{pan} \quad \text{---------- (1)}$$

حيث أن :

ETo : التبخر–نتح المرجعي ملم/يوم ، K_p : معامل الحوض بدون وحدات

E_{pan} : التبخر من الحوض ملم/يوم

توصل [9] إلى معادلة لحساب معامل الحوض K_p بالاعتماد على العلاقة بين التبخر– نتح المقدر بواسطة معادلة بنمان–مونتيث والتبخر الحوضي . تعتمد هذه الطريقة على بعض متغيرات معادلة بنمان–مونتيث كحساب ميل منحني ضغط بخار التشبع s ، وثابت القياس الرطوبي γ [4]. وتنص معادلة Pereira et al(1995) [9] على :

$$K_p = 0.85(s+\gamma)/[s+\gamma(1+0.34U)] \quad \text{---------- (2)}$$

حيث أن :

$$s = \frac{4098\left[0.6108\exp\left(\frac{17.27\,T}{T+237.3}\right)\right]}{(T+237.3)^2} \quad \text{---------- (3)}$$

$$\gamma = 0.665 * 10^{-3} p \quad \text{---------- (4)}$$

$$p = \left[101.3\left(\frac{293-0.0065Z}{293}\right)^{5.26}\right] \quad \text{---------- (5)}$$

T : معدل درجة الحرارة (م°)

Z : منسوب المحطة المناخية عن مستوى سطح البحر (م)

U : سرعة الرياح على ارتفاع 2 م (م/ثا)

2. الطريقة المقترحة من العاني واخرون :

اقترح [15] معادلة من الدرجة الثانية بين القيم اليومية للتبخر من حوض التبخر صنف أ والقيم اليومية للتبخر – نتح الكامن المقدرة بطريقة الفاو بنمان مونتيث لمدينة الموصل وتنص المعادلة :

$$ETo = 0.034 + 0.73E_{Pan} - 0.015E_{Pan}^{\ 2} \quad \text{---------- (6)}$$

حيث أن :

ETo : التبخر–نتح المرجعي ملم/يوم ، E_{pan} : التبخر الحوضي ملم/يوم

ويمكن حساب معامل الحوض بطريقة العاني وآخرون بالمعادلة آلاتية :

$$K_{p\text{-}a} = ETo\text{-}a / E_{pan} \quad \text{---------- (7)}$$

حيث أن :

$K_{p\text{-}a}$: معامل الحوض بطريقة العاني وآخرون ،

ETo-a :التبخر–نتح المرجعي المحسوب من معادلة العاني وآخرون ملم/يوم .

النتائج والمناقشة:

يبين جدول (1) قيم المعدل اليومي لقيم التبخر E_{pan} من الحوض صنف أ والتبخر–نتح المرجعي الشهري ملم/يوم المحسوب بطريقتي Pereira et al والعاني وآخرون وقيم معامل الحوض المحسوبه بطريقتي Pereira et al والعاني وآخرون لمعدل البيانات الشهرية للفترة 1971–2000 .

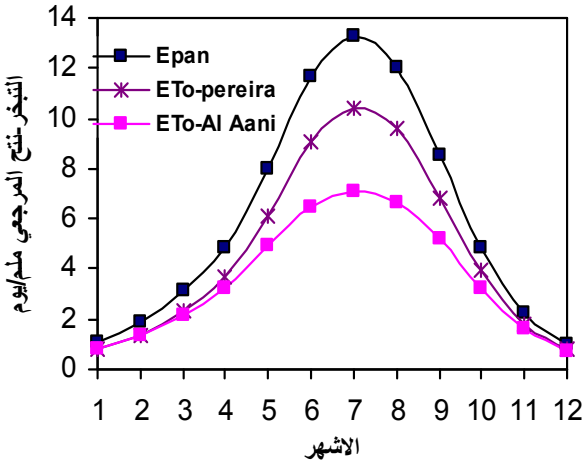
من الجدول (1) يتبين أن معدل التبخر خلال فترة الدراسة كان 6.05 ملم و 0.774 لمعامل الحوض المحسوب بطريقة Pereira et al وبينما كان 4.72 ملم/يوم للتبخر–نتح المرجعي المحسوب بطريقة Pereira et al ، و3.63 ملم/يوم للتبخر–نتح المرجعي المحسوب بطريقة العاني وآخرون . ويظهر ايضا من الجدول (1) بان اعلى معدلات للتبخر اليومي يكون في اشهر حزيران وتموز واب وايلول حيث وصلت الى 11.66 ، 13.3 ، 12.05 ، 8.57 ملم على التوالي حيث تكون معدلات درجات الحرارة مرتفعة فيها وهذا مطابق لما ذكره [18]. ويظهر ايضا بان المعدلات اليومية للتبخر–نتح المرجعي الشهري المحسوب من كلا الطريقتين تختلف بين شهر واخر ، حيث يكون منخفضاً خلال شهر كانون الثاني ، ثم ياخذ بالزيادة التدريجية بسب ارتفاع معدلات التبخر ودرجات الحرارة وزيادة سرعة الرياح الى ان يصل الى اقصى معدل له في شهر تموز ثم يبدا بالانخفاض بسب انخفاض في معدلات تلك العوامل المناخية وهذا ايضا مطابق لما ذكره [19].

جدول (1) يبين قيم المعدل اليومي للتبخر E_{pan} من الحوض صنف أ والتبخر–نتح المرجعي الشهري ملم/يوم المحسوب بطريقتي Pereira et al والعاني وآخرون وقيم معامل الحوض المحسوبة بطريقتي Pereira et al والعاني وآخرون لمعدل البيانات الشهرية للفترة 1971–2000.

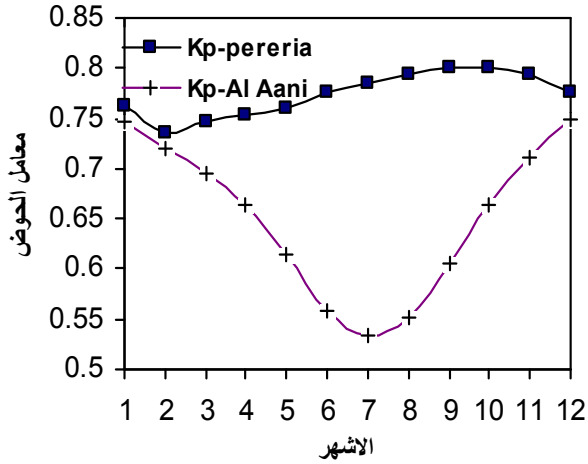
ETo. AL Aani ملم/يوم	K_p-AL Aani	ETo- Pereira ملم/يوم	K_p-Pereira	E_{pan} ملم/يوم	الأشهر
0.78	0.743	0.8	0.763	1.05	JAN.
1.33	0.720	1.36	0.736	1.85	FEB.
2.16	0.695	2.32	0.746	3.11	MAR.
3.22	0.664	3.66	0.754	4.85	APR.
4.91	0.615	6.08	0.761	7.99	MAY
6.51	0.558	9.05	0.776	11.66	JUN.
7.09	0.533	10.44	0.785	13.3	JUL.
6.65	0.552	9.57	0.794	12.05	AUG.
5.19	0.606	6.86	0.800	8.57	SEP.
3.25	0.665	3.92	0.801	4.89	OCT.
1.62	0.711	1.81	0.795	2.28	NOV.
0.76	0.752	0.78	0.775	1.01	DEC.
3.63	0.651	4.72	0.774	6.05	المعدل

والشكل (2) يبين قيم المعدل اليومي للتبخر–نتح المرجعي الشهري ملم/يوم لمعدل البيانات للفترة 1971–2000 المحسوب بطريقتي Pereira et al والمعادلة المقترحة من العاني وآخرون وقيم التبخر من حوض التبخر ، فنلاحظ أن التبخر–نتح بطريقة Pereira et al اكبر من طريقة العاني وآخرون خلال فترة الدراسة لكون تلك المعادلة تاخذ بنظر الاعتبار اقصى قيمة للمعامل K_p تساوي 0.85 مستندا على اعلى قيمة جدولية في البحث المنشور [7] .

أما الشكل (3) فيبين قيم معامل الحوض لمعدل البيانات للفترة 1971–2000 المحسوب بطريقتي Pereira et al والعاني وآخرون الذي يترواح من 0.736 إلى 0.801 بطريقة Pereira et al ومن 0.533 إلى 0.752 بطريقة العاني وآخرون .



الشكل(2) يبين قيم التبخر–نتح المرجعي ملم /يوم المحسوب بطريقتي Pereira et al والعاني وآخرون وقيم التبخر من الحوض لمدينة الموصل .



الشكل(3) **يبين قيم معامل الحوض المحسوب بطريقتي Pereira et al والعاني وآخرون لمدينة الموصل .**

تم حساب معامل الارتباط باستخدام برنامج SPSS بين التبخر–نتح المحسوب بطريقتي Pereira et al والمعادلة المقترحة من العاني وآخرون فكان 0.995 مما يدل وجود ارتباط قوي بين المعادلتين فضلا أن معادلة العاني وآخرون تعتمد على معادلة بنمان–مونتيث بالأصل والأخيرة تحسب من عوامل مناخيه متعددة تشمل درجة الحرارة والرطوبة النسبية وسرعة الرياح والسطوع الشمسي .

<u>الاستنتاجات والتوصيات :</u>

1. يمكن حساب التبخر–نتح المرجعي بطريقة حوض التبخر صنف أ بطريقة مبسطة دون اللجوء الى معادلات معقدة وتحتاج الى عناصر مناخية اكثر وبالاعتماد على الطريقتين (Pereira et al و العاني وآخرون) .
2. اظهرت النتائج أن اقل قيمه للتبخر–نتح المرجعي في شهر كانون الأول 0.78 ملم /يوم ، وأعلى قيمة كانت 10.44 ملم/يوم لها في شهر تموز بطريقة Pereira et al . وأما بطريقة العاني وآخرون فكانت اقل قيمه 0.76 ملم/يوم في شهر كانون الأول ، وأعلى قيمة كانت 7.09 ملم/يوم لها في شهر تموز.
3. اظهرت النتائج أن معامل الحوض يترواح من 0.736 إلى 0.801 بطريقة Pereira et al ، وأما بطريقة العاني وآخرون فيترواح من 0.533 إلى 0.752 .
4. نوصي بالاعتماد على قيم التبخر–نتح المرجعي بطريقة العاني وآخرون في التخطيط لمشاريع الري لانها صممت لنفس ظروف مدينة الموصل واعطت علاقة وثيقة مع قيم التبخر–نتح المحسوبة بطريقة Pereira et al .

المصادر :

1. Snyder, R.L.. " Equation for evaporation pan to evapotranspiration conversion". *Journal of Irrigation and Drainage Engineering of ASCE*, New York, Vol.118, No.6, p.977-980. 1992.

2. علاوي ، بدر جاسم ، ورحمن حسن عزوز." الاحتياجات المائية الذرة الصفراء المرواة بطريقتي الرش والمـــروز للعروتين الخريفية والربيعية لمنطقة حمام العليل". *مجلة زراعة الرافدين* .المجلد15 .العدد1.ص35-60. 1980.

3. Smith, M., Allen, R., Monteith, J.L., Pereira, L.S., Perrier, A. and Segeren, A. " *Report on the Expert Consultation for the Revision of FAO methodologies for crop water requirements*". FAO-AGL, Rome.1992.

4. Allen, R.G., Pereira, L.S., Raes, D., Smith, M. "*Crop evapotranspiration: guidelines for computing crop water requirements*". Rome: FAO, 301p. Irrigation and Drainage Paper 56.1998.

5. الطيف ، نبيل إبراهيم وعصام خضير الحديثي . *الري أساسياته وتطبيقاته* .كلية الزراعة والغابات ، جامعة الموصل . 1988.

6. شكلا ، شارل شكري. *هندسة الري والبزل* . وزارة التعليم العالي والبحث العلمي ، جامعة بغداد . 1986 .

7. Doorenbos, J., and Pruitt, W. O. " *Crop Water Requirements*". FAO Irrigation and Drainage Paper 24.1977.

8. Pereira ,L.S. , Allen ,R.G. ,and Alves , I . "Reference evapotranspiration ".In : Persoons ,E. (ed). *Functioning of hydraulic structures and monitoring of irrigation* , chapter I/I of part II , Faculte des Sciences Agronomiques ,Louvain -la-Neuve. 1998.

9. Pereira, A.R., Villa Nova, N.A., Pereira, A.S., Barbieri, V. " A model for the class A pan coefficient". *Agricultural and Forest Meteorology*, Amsterdam, Vol.76, p.75-82.1995.

10. Christiansen, J. E. " Pan evaporation and evapotranspiration from climatic data." *Journal of Irrigation and Drainage Div. ASCE*, 94 (2), 243-265.1968.

11. Conceição, M.A.F. " Reference evapotranspiration based on Class A pan evaporation. *Scientia Agricola*, Piracicaba, Vol.59, No.3, p.417-420.2002.

12. Sentelhas, P .C. and Folegatti ,M.V. " Class A pan coefficients (Kp) to estimate daily reference evapotranspiration (ETo) ". *Rev. Bras. Eng. Agric*. ambient. Vol.7 No.1, p.111-115 .2003.

13. Mohammad , F.S. " Calibration of reference evapotranspiration equation for alfalfa under arid climatic conditions". *J. King Saaud Uinv*. ,Vol.9,Agric.Sci.(1),p.39-56.1997.

14. زكي ، ناطق احمد و طالب محمد حسين السعد وغازي مجيد الكواز وجهاد عبد الجليل الجدة . " مقارنة الاستهلاك المائي التجريبي لبعض المحاصيل الزراعية مع طرق حساب طاقة التبخر-نتح لمعادلة بنمان وتعديلاتها ". *مجلة البحوث الزراعية والموارد المائية* ، المجلد 7 ، العدد 1، ص 53-66 .1988 .

15. العاني ، أفتخار عبد الجواد ومزاحم محمود عبد و ألاء عبد الله يعقوب ." تخمين التبخر- نتح الكامن اليومي من بيانات التبخر الحوضي صنف (A) لمنطقة الموصل" . *مجلة تكريت للعلوم الهندسية* . المجلد 16 ، العدد 4 .ص13-19.2009.

16. Awchi ,T.A.M. " Perdection of pan evaporation values using climatic parameters data in northern Iraq". *Journal of Al-Rafidain - Engineering* , Mosul ,Vol.6,No.6.p.84-97 .1998.

17 .وزارة النقل والموصلات ، هيئة الانواء الجوية ، شعبة المناخ ، *بيانات غير منشورة* .

18. رزوق ، برناديت نجيب ." تاثير الرطوبة النسبية على درجات الحرارة ومعدل التبخر في مناطق مختلفة من العراق " . *مجلة التقني البحوث التقنية* . العدد 85 .ص109-115.2001.

19. الجبوري ، شفيقة سلطان عبد الله حسين . *تقيم معادلة الفاو بينمان-مونتيث لحساب الاستهلاك المائي المرجعي ببيانات مناخية كاملة وناقصة في العراق* .رسالة ماجستير ،كلية الهندسة ،جامعة الموصل ،العراق.2002 .