مجلة جامعة تشرين للبحوث والدراسات العلمية _ سلسلة العلوم البيولوجية المجلد (38) العدد (6) 2016
Tishreen University Journal for Research and Scientific Studies - Biological Sciences Series Vol. (38) No. (6) 2016

دراسة إمكانية استخدام طريقة الحوض صنف آ وبعض الصيغ المبسطة في تقدير التبخر- نتح الكامن في منطقة اللاذقية

الدكتور علي كنجو*

الدكتور جهاد ابراهيم**

الدكتور ربيع زينة***

نيفين حسون****

(تاريخ الإيداع 9 / 8 / 2016. قبل للنشر في 27 / 12 / 2016)

□ ملخّص □

الهدف من هذا البحث، هو تبسيط طريقة الحصول على التبخر-نتح الكامن الذي يشكل سقفا" للاحتياجات المائية للمحاصيل، بالاعتماد على بعض الصيغ التجريبية وهي صيغة تورك (Turc,1967) وصيغة تورنويت (Thornthwaite, 1948) بالمقارنة مع صيغة بلاني كريدل المعدلة (Blaney_Criddle, 1950) والتي تعتبر الصيغة المرجع في هذا البحث، وإيجاد علاقة تمكننا من استعمال طريقة الأحواض المائية الحرة (حوض صنف آ) كدليل نسبي للحاجة إلى الري في منطقة اللاذقية بمقارنته مع قيم التبخر-نتح الكامن المحسوبة باستخدام طريقة بلاني كريدل المعدلة اعتمادا" على معطيات مناخية في منطقة اللاذقية لمدة 15عاما" (2001-2015)

توضح النتائج أنه من خلال دراسة معامل الارتباط ومن خلال طبيعة توزع النقاط التجريبية حول المنحني المقارب الخطي، بأن صيغة تورك أعطت أفضل تقريب لصيغة بلاني كريدل المعدلة، بمعامل ارتباط (R=0.907) مقارنة" بصيغة تورنويت التي أعطت معامل ارتباط (R=0.846)،أما بالنسبة لطريقة الحوض صنف آ كان معامل الارتباط (R=0.925) والتوزع جيد للنقاط التجريبية حول المنحني المقارب الخطي.

بالتالي نستطيع ضمن ظروفنا التجريبية الاعتماد على صيغة تورك وطريقة الحوض صنف آ كأفضل تقريب لصيغة بلاني -كريدل المعدلة في تحديد الاحتياجات المائية للمحاصيل الزراعية في منطقة اللاذقية.

الكلمات المفتاحية: التبخر-نتح الكامن ، حوض تبخر ، بلاني كريدل.

* أستاذ - قسم علوم التربة والمياه- كلية الزراعة - جامعة تشرين - اللاذقية - سورية.

** أستاذ - قسم علوم التربة والمياه - كلية الزراعة - جامعة تشرين - اللاذقية - سورية.

*** مركز البحوث العلمية الزراعية- اللاذقية.

****طالبة دراسات عليا(ماجستير) - قسم علوم التربة والمياه- كلية الزراعة- جامعة تشرين-اللاذقية - سورية.

مجلة جامعة تشرين للبحوث والدراسات العلمية _ سلسلة العلوم البيولوجية المجلد (38) العدد (6) 2016
Tishreen University Journal for Research and Scientific Studies - Biological Sciences Series Vol. (38) No. (6) 2016

Study the Possibility of Using the method of Pan Class "A" and some Simplified formulas to estimate Evapotranspiration Potentielle in Lattakia region

Dr. Ali Kinjo*
Dr. Jihad Ibrahim**
Dr. Rabeea Ziena***
NevenHassoun****

(Received 9 / 8 / 2016. Accepted 27 / 12 /2016)

□ ABSTRACT □

The aim of this research is to simplify the methodof getting Evapotranspiration Potentielle (ETP) which forms the limit of water needs for crops . This was using done some experimental Equation like Turc formula and Thornthwaite formula (Thornthwaite, 1948) compared with the modified Blaney_ Criddle formula (BlaneyCriddle , 1950) which is considered the basic formula in this research . Also , this research aims to find a formula enables us to use (Pans evaporation) method (class A) as a relative evidence to the need of watering in Lattakia by comparing it with the results of Evapotranspiration Potentielle which are calculated by the modified Blaney _Criddle method depending on climate data from Lattakia for fifteen years (2001 – 2015) .

The results of studying the correlation coefficient and how the experimental points spread around the linear regression curve show that Turc gave the best approximaltion result to the developed Blaney – Criddle formula with correlation coefficient (R=0.907). After Turc formula there is Thornthwaite formula with correlation coefficient (R=0.846) . On the other hand Pan class A method gave approximal results to the developed Blaney– Criddle formula with correlation coefficient (R=0.925) and with good distribution of the experimental points around the linear regressions straight.

So, in this study experimental conditions it could beased on Turc formula and Pan class A method as the best approximation to the developed Blaney- Criddle formula to define the water requirement of the agriculture crops in Lattakia.

Keywords: EvapotranspirationPotentielle,Panevaporation,Blaney-Criddle.

***Professor, Department of Soil and water, Faculty of Agriculture, Tishreen University, Lattakia, Syria**
****Professor, Department of Soil and water, Faculty of Agriculture, Tishreen University, Lattakia, Syria**
*****General Commission for Scientific Agricultural Research (GCSAR), Lattakia.**
******Master Student, Department of Soil and water, Faculty of Agriculture, Tishreen University, Lattakia, Syria**

مقدمة:

إن استمرار زيادة النمو السكاني في العالم الثالث يستدعي تحقيق استغلال أمثل للموارد المائية المتاحة لمواجهة المتطلبات المتزايدة على الغذاء، فضلا" عن التحديات التي تفرضها محدودية هذه الموارد، فدراسة الموارد المائية في سورية هي إحدى العوامل الرئيسية المحددة لاتساع الرقعة الزراعية، وتعد من الأمور الملحة في الوقت الراهن لغرض تحقيق التوازن المطلوب بين النمو السكاني المتصاعد والأمن الغذائي الذي يعد هدفا" استراتيجيا" لجميع شعوب العالم.

يعتبر تحديد الاحتياجات المائية للمحاصيل الزراعية في المناطق الجافة وشبه الجافة من العالم من الأهمية بمكان، كونه ضروري لتحديد الاحتياجات المائية للمحاصيل عن طريق الري، بما يكفل زيادة الإنتاج وريعيته من جهة، ولكونه ضروري لتجنب الهدر بمياه الري ولما يخلفه من آثار ضارة على النبات والتربة (الخضر، 1993).

ويجب التنويه إلى أن الجمهورية العربية السورية تعتبر من البلدان ذات الموارد المائية المحدودة، قياساً بحجم الطلب المتزايد عليها لكافة القطاعات (خدام، 2000)،خاصة في القطاع الزراعي حيث أن استعمالات الماء في الري تفوق استعمالاته البشرية بما لا يقل عن عشرة أضعاف (Walker،2003).

إن الاحتياجات المائية مرتبطة ارتباطا" وثيقا" بالتبخر–نتح من الحقول الزراعية، والذي يمثل الطلب الطاقي للماء من قبل الغلاف الجوي. وهو ما ندعوه التبخر–نتح الكامن(Evapotranspiration Potentielle ETP)الذي يعبر عن الكمية العظمى من الماء، التي يمكن أن تفقد بالتبخر–نتح ضمن ظروف مناخية معينة، والذي يعتمد حسابه على عناصر المناخ، والتي يمكن الحصول عليها من محطات الأرصاد الجوية، وتأتي أهمية تحديده من كونه يشكل السقف الأعظمي للاحتياجات المائية للمحاصيل، والتي تُبرمج عمليات الري على أساسه من جهة ولكونه يستخدم في تحديد الأنواع الأخرى من التبخر–نتح "الأعظمي، الحقيقي، الأمثلي من جهة أخرى (الخضر، 1990)،(الخضر وآخرون، 1996).

نظرا" لأهمية التبخر–نتح الكامن، فقد كثرت طرق تقديره حيث يمكن الحصول عليه عن طريق القياس المباشر (الليزيمترات)، وهي محدودة الاستخدام نظرا" لتكاليفها المرتفعة . أو عن طريق استخدام بعض الصيغ التجريبية التي تعتمد على معطيات مناخية يختلف عددها بحسب درجة الدقة في حسابها. حيث أنه كلما زاد عدد المعطيات المناخية المستخدمة كلما كانت درجة دقتها أكبر، ولكن تطبيقها صعب والعكس بالعكس.

من جهة أخرى، فإن أي صيغة من هذه الصيغ قد تكون مناسبة لحساب التبخر–نتح الكامن في منطقة مناخية دون أخرى.

او يمكن تحديد ETP عن طريق تحديد التبخر الحاصل من الأحواض المائية الحرة مثل الحوض صنف آ class A".

أهمية البحث وأهدافه:

ضمن إطار تحديد الاحتياجات المائية للمحاصيل، فقد تم تحديد هدفين لهذه الدراسة:

ينحصر الهدف الأول في المقارنة بين التبخر–نتح الكامن ETP المحسوب باستخدام صيغة بلاني كريدل المعدلة (الصيغة المرجع)، وبين التبخر–نتح الكامن المحسوب باستخدام صيغ تجريبية أخرى سهلة التطبيق (تورك_ تورنويت)، وذلك بغية اختيار أفضل صيغة مناسبة أو قريبة من صيغة "بلاني كريدل المعدلة" والتي تعتمد على عدد قليل من العناصر المناخية.

أما الهدف الثاني فهو المقارنة بين قيم التبخر–نتح الكامن المحسوب من صيغة بلاني كريدل المعدلة، وذلك المقدر باستعمال طريقة الأحواض المائية الحرة (حوض صنف آ)، محاولين هنا إيجاد علاقة مناسبة تمكننا من استعمال طريقة الأحواض كدليل نسبي لتحديد مدى الحاجة إلى الري في المنطقة المدروسة.

طرائق البحث و موادها:

تم البحث في محطة ستخيرس لبحوث الري في محافظة اللاذقية والتي تبعد عنها 17 كم وترتفع 15 م عن سطح البحر. لقد تم رصد المعطيات المناخية لمدة 15 عاما" (2015_2001) من (درجات حرارة صغرى وعظمى – كمية الأمطار– سرعة الرياح –عدد ساعات السطوع –رطوبة نسبية وغيرها)ويبين الجدول رقم (1) متوسط تغيرات لبعض عناصر المناخ في منطقة الدراسة.

جدول(1):تغيرات عناصر الجو في المنطقة المدروسة (ستخيرس باللاذقية) محسوبة كمتوسطات لمدة 15 عاما" (2015–2001)

عناصر الجو / الشهر	الأمطار	درجة الحرارة	عدد ساعات السطوع الشمسي	سرعة الرياح
	مم/شهر	مْ	ساعة/يوم	م/ثا
كانون الثاني	202.75	10.48	4.97	0.27
شباط	150.24	12	5.64	0.32
آذار	69.43	14.6	7.13	0.28
نيسان	62.16	17.56	7.99	0.24
آيار	27.83	20.93	9.8	0.24
حزيران	14.98	24.48	11.36	0.22
تموز	2.21	26.62	10.93	0.28
آب	1.28	27.23	10.43	0.2
أيلول	25.16	24.65	9.13	0.5
تشرين الأول	68.49	20.93	7.57	0.1
تشرين الثاني	183	15.55	6.37	0.14
كانون الأول	199.75	11.57	5.29	0.25
المتوسط	83.94	18.88	8.05	0.25

محطة أرصاد ستخيرس في اللاذقية (2015–2001)

ثم تم تطبيق الصيغ والطرق التالية لحساب التبخر–نتح الكامن ETP:

صيغة بلاني كريدل المعدلة Blaney–Criddle :

$$ETP= C\ [P(0.46t+8.13)]$$

ETP: متوسط التبخر نتح الكامن خلال الفترة المعتبرة(مم).

C : معامل تصحيح يتعلق بالعوامل المناخية التالية:

- متوسط الرطوبة النسبية الدنيا للهواء (HR min) حسب الشهر، ملحق رقم (1).(الخضر وآخرون،1996).
- متوسط السطوع الشمسي النسبي (CN)
- متوسط سرعة الرياح مقاسة بجهاز قياس سرعة الرياح الموجود في المحطة (م/ثا)ملحق رقم (2).

P: النسبة المئوية لمتوسط طول النهار (ساعة) خلال الفترة المعتبرة على ساعات النهار خلال كامل السنة (تؤخذ من جداول خاصة حسب خط العرض والتبعية لأشهر السنة) ملحق رقم(3)، علما" أن خط العرض هو 36.

t: متوسط درجة الحرارة للهواء خلال الفترة المعتبرة (درجة مئوية).

- صيغة تورك :Turc

تأخذ شكلين مختلفين حسب الرطوبة النسبية المتوسطية للهواء الجوي وذلك كما يلي :

1- الرطوبة النسبية 50≤% فإن الصيغة تأخذ الشكل التالي :

$$ETP=-C\ [t/(t+15)][RG+50]$$

2- الرطوبة النسبية <50% الصيغة تكون كما يلي :

$$ETP=C\ [t/(t+15)][RG+50][1+(50-HR)/70]$$

أكدت معطيات المحطة أن الرطوبة النسبية المتوسطية للهواء أكبر من 50 % خلال الفترة المعتبرة بالتالي سوف نطبق النموذج الأول للمعادلة حيث أن :

ETP: متوسط التبخر نتح الكامن خلال الفترة المعتبرة (مم).

C: معامل تصحيح يحسب من العلاقة : C= 0.013nb حيث أن nb عدد الأيام خلال الفترة المدروسة وهي شهر بالتالي C=0.4 .

t:متوسط درجة حرارة الهواء خلال الفترة المعتبرة (درجة مئوية)

RG: الإشعاع الإجمالي ويساوي :

$$RG=(0.25+0.5n/N)\ RG_O$$

n: عدد ساعات السطوع الشمسي الفعلي (ساعة في اليوم).

N: عدد ساعات السطوع الأعظمي أو طول النهار ويعطى من جداول خاصة بدلالة خط العرض والشهر.(ساعة في اليوم). ملحق رقم (4).

RG_O: الإشعاع الإجمالي فوق الأرض حريرة/سم^3/يوم. ويؤخذ من جداول خاصة بالتبعية للشهر وخط العرض ملحق رقم(5).

- صيغة تورنويت: Thornthwaite

تستخدم هذه العلاقة متوسط درجة حرارة الهواء والمدة النظرية للسطوع الشمسي (طول النهار).

$$ETP=0.54(10t/i)^a.F(\mu)$$

ETP : متوسط التبخر نتح الكامن خلال الفترة المعتبرة(مم).

t: متوسط درجة حرارة الهواء (درجة مئوية).

a: تابع معقد للدليل i

$a= 6.75 *10^{-7} *I^3-7.71 *10^{-5}* I^2 +1.79 * 10^{-2} * I+0.49$

i: دليل حراري سنوي ويساوي مجموع 12 دليل حراري شهري (i) :

$I=\sum_{i=1}^{i=12} i$ احيث كل دليل شهري i يحسب كما يلي: $i= (t/5)^{1.514}$

F(μ) : معامل تصحيح تابع لطول النهار، ويعطى من جداول خاصة حسب خط العرض ملحق رقم (6).

طريقة حوض صنف آ: class "A"

وهو عبارة عن حوض اسطواني من الحديد المغلفن، بقطر 121.9 سم وبعمق 25.4سم . موضوع فوق سطح التربة على قاعدة خشبية بارتفاع 15.2 سم ، بحيث يحتفظ بالماء داخل الحوض على بعد يتراوح بين 5 سم و 7.6 سم من حافته العليا(الطالب، ذنون .2011)

ويحسب التبخر من فرق المناسيب للماء بعد أخذ كمية الأمطار الساقطة بعين الاعتبار، ثم يضرب هذا التبخر بمعامل محدد يعتمد على (طريقة وضع الحوض في التربة وعلى المساحة المزروعة وسرعة الرياح والرطوبة الجوية) للحصول على التبخر نتح الكامن وفق المعادلة:

$ETP=Kb \cdot E_{bac}$

حيث أن Kb يساوي 0.7 وهي القيمة المعتمدة في المحطة للحصول على قيمة ETP النهائية

E_{bac}: قيمة التبخر من الحوض المائي .

حوض صنف آ

النتائج والمناقشة:

من خلال المعطيات المناخية السابقة جدول رقم (1) و بالاستعانة ببعض المعطيات الأخرى المأخوذة من محطة الأرصاد في ستخيرس لمدة 15 عام وهي الفترة التي تتوفر فيها كافة المعطيات المناخية لتطبيق المعادلات المطلوبة، وتتبع التبخر من حوض صنف آ لكامل الفترة المدروسة(15 عام)، تم القيام بحساب تغيرات قيم التبخر –نتح الكامن الشهري باستخدام الصيغ والطرائق التالية: بلاني كريدل المعدلة – تورك – تورنويت – حوض صنف آ .وتم التوصل إلى النتائج الموضحة في الجدول رقم (2) .

جدول (2) : تغيرات قيم التبخر–نتح الكامن (ETP) الشهري، محسوبة بالصيغ والطرق المختلفة في محافظة اللاذقية، خلال الفترة (2001–2015) .

الشهر	قيم التبخر نتح الكامن محسوبة بالطرق المختلفة (ملم/يوم)			
	بلاني كريدل المعدلة	حوض صنف آ	تورك	تورنويت
كانون الثاني	2.1	1	1.42	0.6
شباط	2.7	1.31	1.95	0.77
آذار	3.8	1.75	2.84	1.39
نيسان	5.3	2.33	3.85	2.17
آيار	6.6	2.99	4.81	3.39
حزيران	5.8	3.43	5.65	4.71
تموز	5.9	3.43	5.94	5.68
آب	5.6	3.15	5.34	5.57
أيلول	6.5	2.71	4.27	4.04
تشرين الأول	4.8	2.03	3.12	2.72
تشرين الثاني	3.5	1.35	2.17	1.32
كانون الأول	2.1	0.96	1.46	0.7

وإذا قارنا بين قيم التبخر–نتح الكامن المحسوب انطلاقا" من صيغة بلاني كريدل المعدلة وبين قيمه المحسوبة من الصيغ الأخرى (تورك وتورنويت وحوض صنف آ) وذلك باستعمال النموذج الخطي من الشكل **Y=ax+b** فإننا نتوصل إلى المعادلات التالية، مع وجود معامل ارتباط (r)متغير حسب الحالة، وذلك كما يلي:

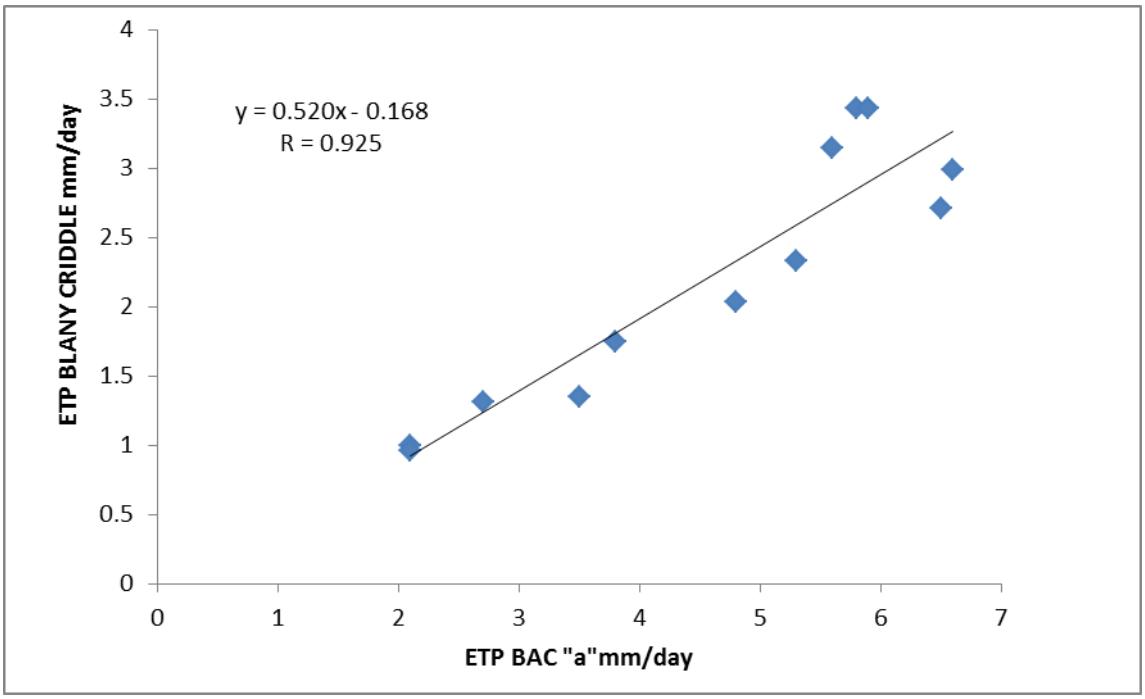
$$ETP_{Blaney-Criddle}=0.520\ ETP_{Class"A"}-0.168 \qquad R=0.925$$

$$ETP_{Blaney-Criddle}=0.897\ ETP_{Turc}-0.523 \qquad R=0.907$$

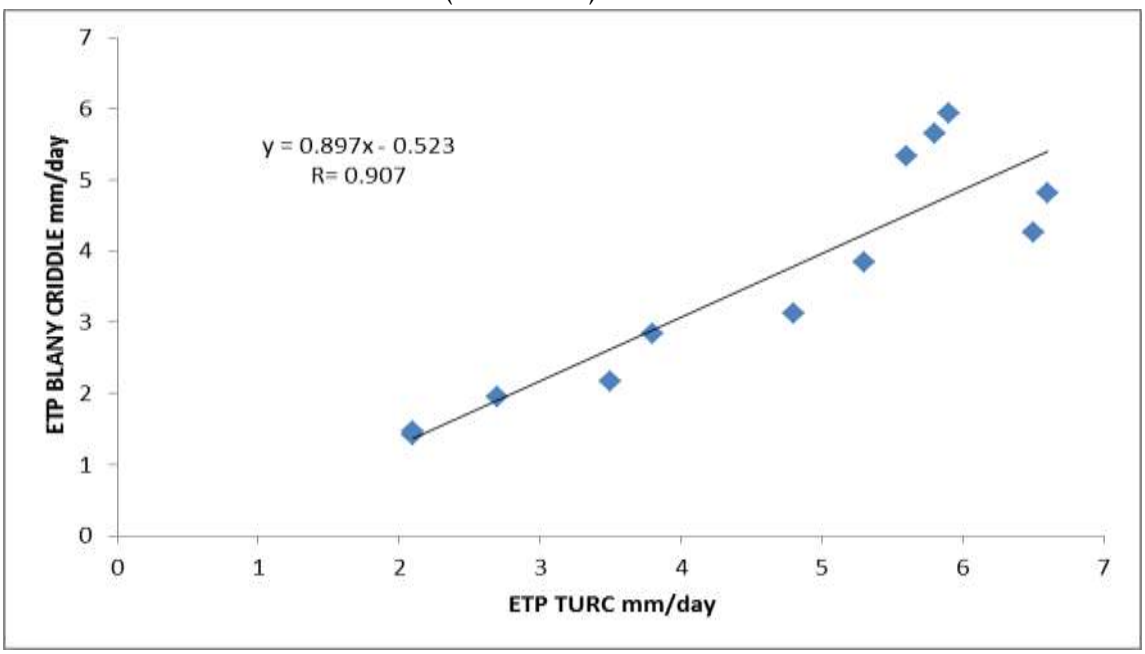
$$ETP_{Blaney-Criddle}=0.967\ ETP_{Thornthwaite}-1.654 \qquad R=0.846$$

وتوضح الأشكال رقم 5,4,3من خلال دراسة معامل الارتباط (Correlation Coefficient) ومن خلال توزع النقاط التجريبية حول مستقيم التراجع الخطي أن حوض صنف آ أعطى نتائج جيدة مقارنة بصيغة بلاني –كريدل المعدلة من حيث معامل الارتباط القوي (R=0.925) وهذا يتوافق مع Iftikar وآخرون عام 2009 حيث كانت قيمة

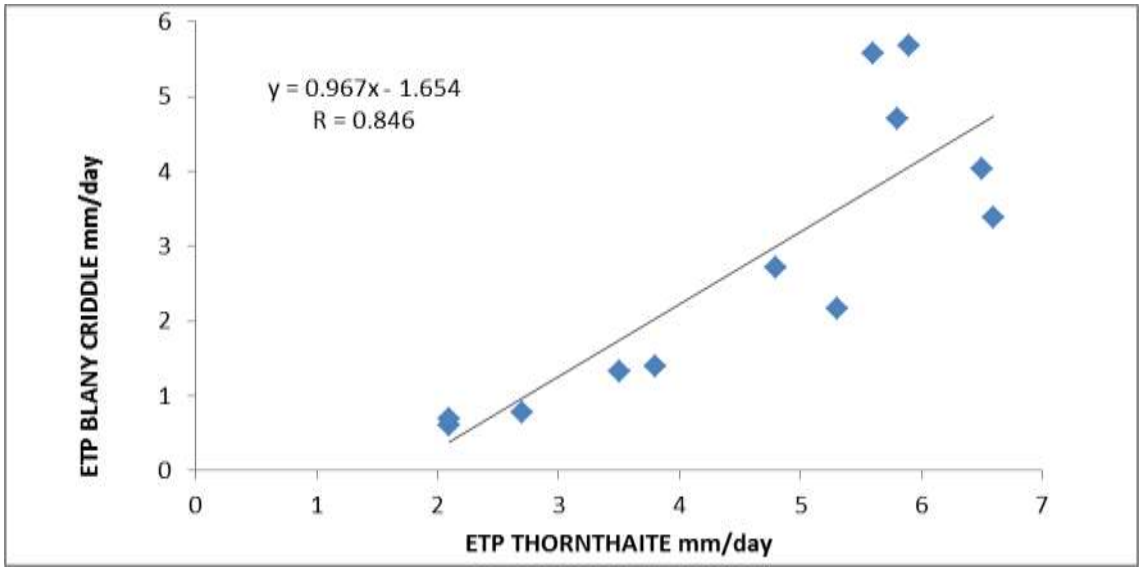
معامل الارتباط(R=0.92). أما بالنسبة للصيغ التجريبية فقد تفوقت صيغة تورك بمعامل ارتباط قوي (R=0.907) مع صيغة بلاني كريدل المعدلة مقارنة بصيغة تورنويت حيث كان معامل الارتباط(R=0.846)، بالتالي فإننا نستطيع الاعتماد على صيغة تورك و طريقة الحوض صنف آ كأفضل تقريب لصيغة بلاني كريدل المعدلة اللتين يسهل تطبيقهما باعتبارهما يستعملان عناصر مناخية مألوفة يسهل رصدها في المحطات المناخية وفي محطات الرصد الزراعية.



مخطط رقم (1): العلاقة بين قيم التبخر نتح الكامن المحسوبة بطريقة حوض صنف آ و صيغة بلاني كريدل المعدلة في المنطقة المدروسة لمدة 15عاماً(2001-2015).

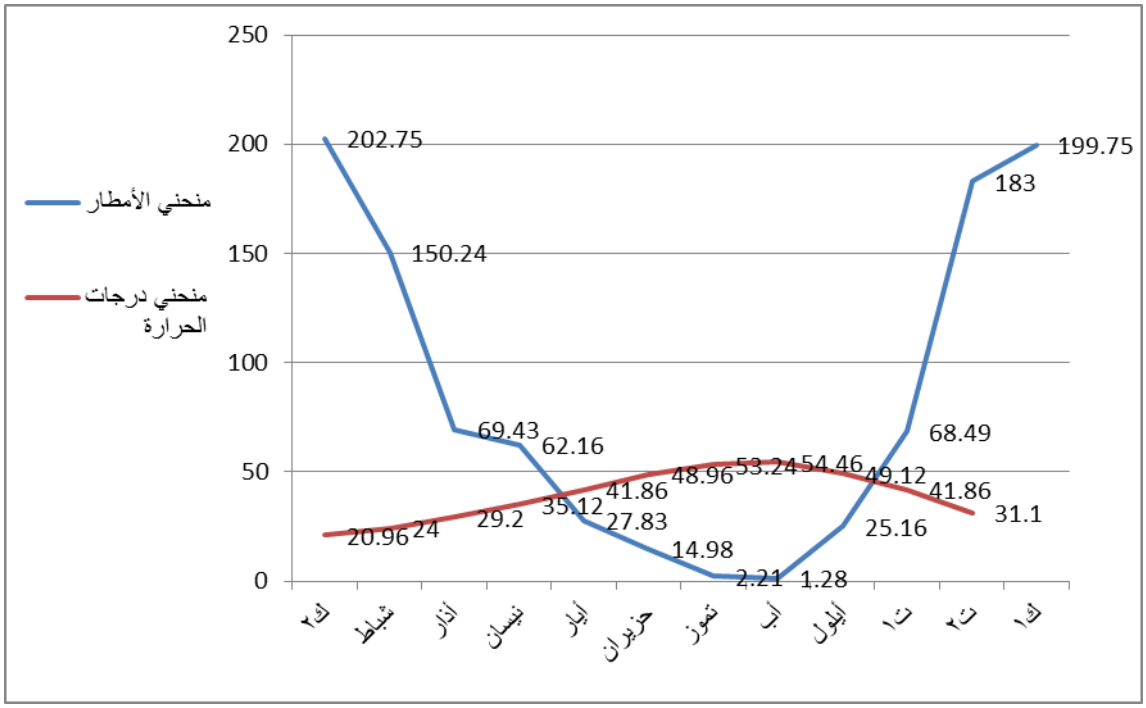


مخطط رقم (2): العلاقة بين قيم التبخر نتح الكامن المحسوبة باستخدام صيغة تورك وصيغة بلاني كريدل المعدلة في المنطقة المدروسة لمدة 15عاماً(2001-2015).



مخطط رقم (3): العلاقة بين قيم التبخر نتح الكامن المحسوبة باستخدام صيغة تورنويت وصيغة بلاني كريدل المعدلة في المنطقة المدروسة لمدة 15عاماً(2001-2015).

من جهة أخرى يمكن تحديد الفترة الجافة و الرطبة في المنطقة المدروسة انطلاقا" من مخطط كوسين (Diagram de Gaussen) حيث يجب أن يحقق الشهر الجاف المتراجحة التالية $P \leq 2T$ أي أنه في الشهر الجاف يجب أن يكون مجموع كمية الهطول مقاسة بالمليمترات أقل أو تساوي ضعف المتوسط الشهري لدرجات الحرارة مقاسة بالدرجات المئوية، ويوضح المخطط رقم (4) الفترات الجافة والرطبة لمنطقة اللاذقية على أساس المتوسطات لمدة 15 عاما" وذلك خلال الفترة 2001حتى2015.



مخطط (4):مخطط كوسين، يوضح الفترات الرطبة والجافة لمنطقة اللاذقية محسوبة كمتوسطات لمدة 15عاما"(2001-2015)

من المخطط نلاحظ أن الفترة الجافة تمتد من أوائل شهر نيسان حتى منتصف شهر أيلول، أما الفترة الحرجة فتمتد من منتصف شهر تموز حتى منتصف شهر آب.

وإذا حسبنامجموع كمية الأمطار خلال كل فصل من فصول السنة (الشتاء– الربيع – الصيف – الخريف)في منطقة الدراسة فإننا نستطيع تحديد مدى الحاجة للري، يوضح الجدول رقم (3) توزع الأمطار وكذلك التبخر–نتح الكامن الفصلي محسوبا بالطرق المختلفة، حيث يكون الفصل جافا عندما تكون قيم التبخر نتح الكامن أعلى من كميات الأمطار الهاطلة خلال هذا الفصل.

أما إذا زادت كمية الأمطار عن قيم التبخر –نتح الكامن فيكون الفصل رطبا"، وإذا تساويا يكون الفصل معتدلا".

جدول (3):تغيرات التبخر–نتح الكامن وكمية الأمطار الفصلية خلال الفترة (2001–2015)

الفصل		الشتاء	الربيع	الصيف	الخريف
ETP الفصلي مم/يوم	بلاني كريدل	2.3	5.23	5.76	4.93
	الحوض	1.09	2.37	3.34	2.03
	تورك	1.61	3.83	5.64	3.18
	تورنويت	0.69	2.32	5.32	2.69
كمية الأمطار	مم/يوم	6.07	1.73	0.2	3.04

يتضح من الجدول أن معظم الهطولات تتركز في فصل الشتاء (6.07mm/day)حيث تشكل 54.98% من مجموع الأمطار السنوية، يليها فصل الخريف بنسبة 27.53% من المجموع السنوي للأمطار، أما فصلي الربيع والصيف فكانت نسبة الهطول من المجموع السنوي على التوالي 15.67%و1.81% .ويوضح الجدول رقم (4) قيم العجز المائي المناخي (Δhc) لمنطقة اللاذقية خلال الفترة (2001–2015) حيث :

$$\Delta hc = \sum ETP - \sum P$$

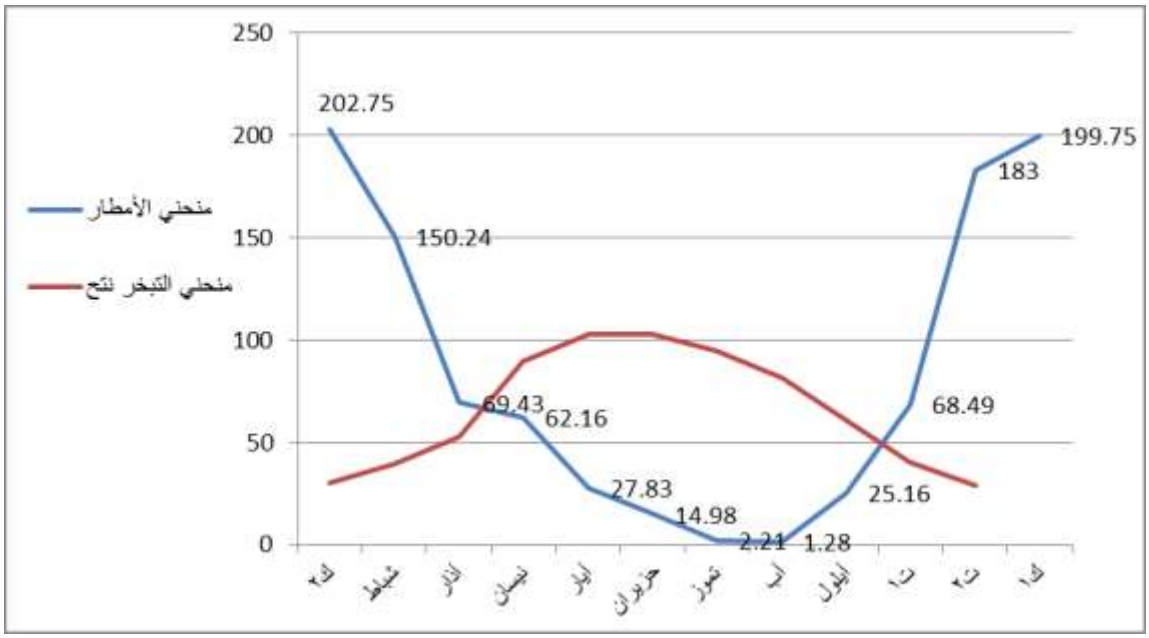
P:كمية الأمطار مم /يوم

ETP: التبخر نتح الكامن اليومي مم/يوم

جدول (4): قيم العجز المائي المناخي لمنطقة اللاذقية محسوبة كمتوسطات للفترة (2001–2015)

الفصل		الشتاء	الربيع	الصيف	الخريف
Δhc	بلاني كريدل المعدلة	−3.77	3.5	5.56	1.89
	الحوض	−4.98	0.64	3.14	−1.01
	تورك	−4.46	2.1	5.44	0.14
	تورنويت	−5.38	0.59	5.12	−0.35

من خلال الجدول السابق نلاحظ بأن هناك عجز مائي مناخي في كل من فصل الصيف والربيع والخريف أي أن الأمطار تتركز فقط خلال فصل الشتاء وهذا الأمر معروف بالنسبة لمنطقتنا الساحلية، ومن هنا يبدو جليا" ما للري من أهمية حتى في المنطقة الساحلية وبالتالي للتخفيف من العجز المائي، و تأمين الظروف الملائمة للمحاصيل الزراعية كي تعطي إنتاجا" جيدا". ويمكن توضيح ذلك بالشكل رقم (5) :



مخطط(5): يوضح فترة العجز المائي المناخي

الاستنتاجات والتوصيات :

تكون الاحتياجات المائية للحقول الزراعية أعظمية في فصل اشتداد الحرارة، الذي يتوافق في المنطقة المدروسة مع فصل الربيع والصيف وأوائل الخريف، نتيجة للازدياد الكبير لاستهلاك الماء من قبل النبات الذي يكون في أوج نموه، كذلك نتيجة للفواقد المائية الكبيرة بالتبخر نتيجة لجفافية المناخ (اشتداد الحرارة ونقصان الرطوبة،.....الخ)(Postel,2003) تبرز أهمية تحديد التبخر–نتح من أجل تقدير كمية المياه التي يمكن أن تذهب من الحقول الزراعية، والتي يجب تعويضها عن طريق الري في الوقت المناسب و بالتصرف المناسب. وبالتقنية الملائمة لنوع التربة ولطبيعة المناخ السائد و النبات المزروع.

من خلال النتائج فإننا نلاحظ بأنه كلما أخذت الصيغة عددا" كبيرا" من المعطيات المناخية كانت نتائجها أكثر دقة، وكانت صالحة في طوابق مناخية أكثر ولكن تطبيقها يكون صعبا"، والعكس بالعكس. ومن الصعب أن تتوافر المعطيات المناخية والفلكية جميعها في محطات الرصد الجوي العادية. لذلك في هذا البحث نلاحظ أن أقرب الصيغ والطرق إلى صيغة بلاني كريدل المعدلة كانت طريقة الحوض صنف آ وهي طريقة بسيطة جدا" للحصول على التبخر– نتح الكامن (قياس الفواقد المائية من الحوض فقط) وهذا يتوافق مع George وآخرون عام 1992 من حيث تفوق طريقة الحوض صنف آ، وفي دراسة أخرى ل Richard وآخرون عام 2005 تم تقدير قيم التبخر النتح باستخدام حوض آ مقارنة مع معادلة بنمان في مناطق ذات مناخ شبه جاف حيث كان معامل الارتباط (R=0.90).

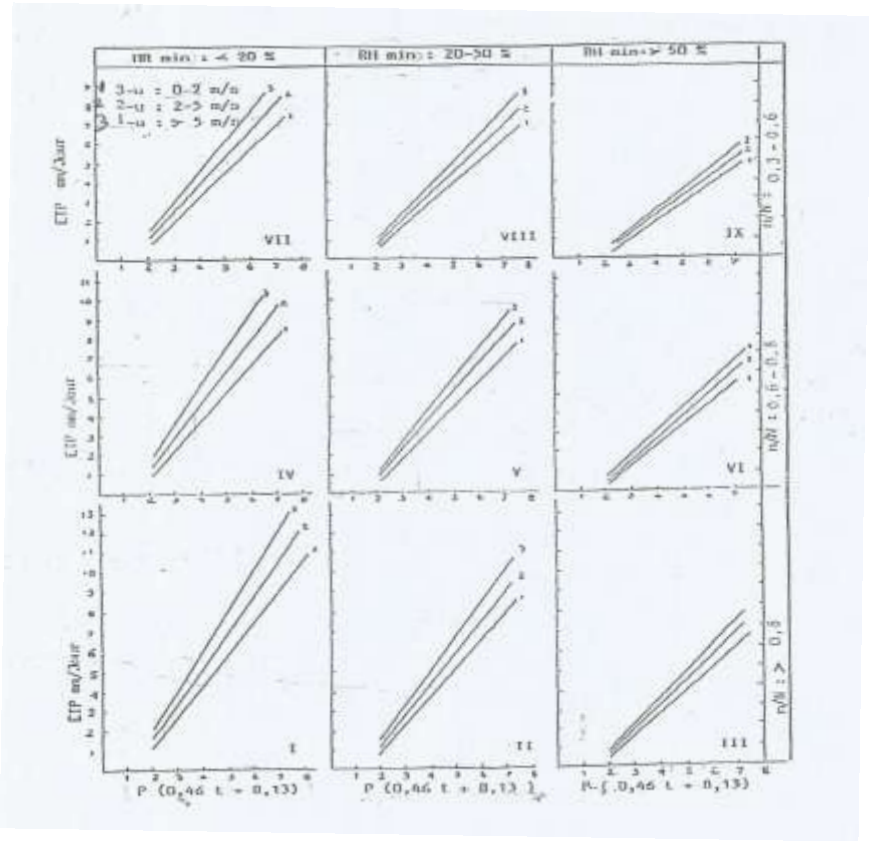
يلي طريقة الحوض صيغة تورك التي لا تحتاج إلى معطيات مناخية كثيرة مقارنة بصيغة بلاني كريدل المعدلة، ويجب الإشارة إلى أن هذه النتائج متوافقة ومتناغمة مع النتائج التي تم الحصول عليها من قبل كنجو عام (2010) التي كانت لمدة أحد عشر عاما للمنطقة الساحلية خلال فترات ماضية وهذا ما يؤكد إلى استمرارية إمكانية تطبيق طريقة حوض صنف آ وصيغة تورك لتحديد الاحتياجات المائية للمحاصيل الزراعية في المنطقة الساحلية.

ملحق رقم (1) تغيرات الرطوبة النسبية الصغرى بدلالة الشهر

الشهر	متوسط الرطوبة النسبية الصغرى %HRmin
ك2	49.09
شباط	48.25
آذار	41.73
نيسان	43.09
آيار	44.27
حزيران	50.81
تموز	53.97
آب	52.98
أيلول	48.47
ت1	42.79
ت2	41.67
ك1	47.82

محطة أرصاد ستخيرس في اللاذقية (2015-2001)

ملحق رقم (2) المخطط المستخدم لحساب ETP من صيغة بلاني كريدل المعدلة



(الخضر وآخرون،1996)

ملحق رقم (3)

تغيرات P بدلالة خط العرض وأشهر السنة

درجة العرض / الشهر	٥١٠	٥٢٠	٥٣٠	٥٣٢	٥٣٤	٥٣٦	٥٣٨	٥٤٠
كانون٢	٠،٢٦	٠،٢٥	٠،٢٤	٠،٢٣	٠،٢٣٠	٠،٢٣	٠،٢٢	٠،٢٢
شباط	٠،٢٧	٠،٢٦	٠،٢٥	٠،٢٥	٠،٢٥	٠،٢٥	٠،٢٤	٠،٢٤
آذار	٠،٢٧	٠،٢٧	٠،٢٧	٠،٢٣	٠،٢٧	٠،٢٧	٠،٢٧	٠،٢٧
نيسان	٠،٢٨	٠،٢٨	٠،٢٩	٠،٢٩	٠،٣٠	٠،٣٠	٠،٣٠	٠،٣٠
ايار	٠،٢٨	٠ ٢٩	٠،٣١	٠،٣١	٠،٣٢	٠،٣٢	٠،٣٢	٠،٣٢
حزيران	٠،٢٩	٠،٣٠	٠،٣٢	٠،٣٢	٠،٣٣	٠،٣٣	٠،٣٣	٠،٣٤
تموز	٠،٢٩	٠،٣٠	٠،٣١	٠،٣٢	٠،٣٢	٠،٣٢	٠،٣٣	٠،٣٣
آب	٠،٢٨	٠،٢٩	٠،٣٠	٠،٣٠	٠،٣٠	٠،٣٠	٠،٣١	٠،٣١
أيلول	٠،٢٨	٠،٢٨	٠،٢٨	٠،٢٨	٠،٢٨	٠،٢٨	٠،٢٨	٠،٢٨
تشرين١	٠،٢٧	٠،٢٦	٠،٢٦	٠،٢٦	٠،٢٥	٠،٢٥	٠،٢٥	٠،٢٥
تشرين٢	٠،٢٦	٠،٢٥	٠،٢٤	٠،٢٤	٠،٢٣	٠،٢٣	٠،٢٣	٠،٢٢
كانون١	٠،٢٦	٠،٢٥	٠،٢٤	٠،٢٣	٠،٢٢	٠،٢٢	٠،٢١	٠،٢١

(الخضر وآخرون،1996)

ملحق رقم (4)

القيم الوسطية العشرية لطول النهار بالساعات بدلالة الشهر ودرجة العرض

الشهر / درجة العرض		°١٠	°٢٠	°٣٠	°٣٢	°٣٤	°٣٦	°٣٨	°٤٠
كانون	ع١	١١٠٤	١٠٠٨	١٠٠١	١٠٠٠	٩٠٨	٩٠٧	٩٠٥	٩٠٣
	ع٢	١١٠٥	١٠٠٩	١٠٠٣	١٠٠١	١٠٠٠	٩٠٨	٩٠٧	٩٠٥
	ع٣	١١٠٥	١١٠٠	١٠٠٥	١٠٠٤	١٠٠٢	١٠٠١	٩٠٩	٩٠٨
شباط	ع١	١١٠٦	١١٠٢	١٠٠٧	١٠٠٦	١٠٠٥	١٠٠٤	١٠٠٣	١٠٠٢
	ع٢	١١٠٧	١١٠٤	١١٠٠	١٠٠٩	١٠٠٨	١٠٠٧	١٠٠٦	١٠٠٥
	ع٣	١١٠٨	١١٠٥	١١٠٣	١١٠٢	١١٠١	١١٠١	١١٠٠	١٠٠٩
آذار	ع١	١١٠٩	١١٠٧	١١٠٣	١١٠٥	١١٠٥	١١٠٤	١١٠٤	١١٠٣
	ع٢	١١٠٩	١١٠٩	١١٠٨	١١٠٨	١١٠٨	١١٠٨	١١٠٨	١١٠٨
	ع٣	١٢٠٠	١٢٠١	١٢٠٢	١٢٠٢	١٢٠٢	١٢٠٢	١٢٠٢	١٢٠٢
نيسان	ع١	١٢٠١	١٢٠٣	١٢٠٥	١٢٠٥	١٢٠٥	١٢٠٦	١٢٠٦	١٢٠٧
	ع٢	١٢٠٢	١٢٠٥	١٢٠٨	١٢٠٨	١٢٠٩	١٣٠٠	١٣٠٠	١٣٠١
	ع٣	١٢٠٣	١٢٠٧	١٣٠٠	١٣٠١	١٣٠٢	١٣٠٣	١٣٠٤	١٣٠٥
أيار	ع١	١٢٠٤	١٢٠٨	١٣٠٣	١٣٠٤	١٣٠٥	١٣٠٦	١٣٠٨	١٣٠٩
	ع٢	١٢٠٥	١٣٠٠	١٣٠٥	١٣٠٦	١٣٠٨	١٣٠٩	١٤٠١	١٤٠٢
	ع٣	١٢٠٥	١٣٠١	١٣٠٧	١٣٠٩	١٤٠٠	١٤٠٢	١٤٠٣	١٤٠٥
حزيران	ع١	١٢٠٦	١٣٠٢	١٣٠٨	١٤٠٠	١٤٠٢	١٤٠٣	١٤٠٥	١٤٠٧
	ع٢	١٢٠٦	١٣٠٢	١٣٠٩	١٤٠١	١٤٠٣	١٤٠٤	١٤٠٦	١٤٠٨
	ع٣	١٢٠٦	١٣٠٢	١٣٠٩	١٤٠١	١٤٠٣	١٤٠٤	١٤٠٦	١٤٠٨
تموز	ع١	١٢٠٦	١٣٠٢	١٣٠٩	١٤٠٠	١٤٠٢	١٤٠٤	١٤٠٦	١٤٠٨
	ع٢	١٢٠٥	١٣٠١	١٣٠٨	١٣٠٩	١٤٠١	١٤٠٢	١٤٠٤	١٤٠٦
	ع٣	١٢٠٥	١٣٠٠	١٣٠٦	١٣٠٧	١٣٠٨	١٤٠٠	١٤٠١	١٤٠٣
آب	ع١	١٢٠٤	١٢٠٩	١٣٠٤	١٣٠٥	١٣٠٦	١٣٠٧	١٣٠٨	١٤٠٠
	ع٢	١٢٠٣	١٢٠٧	١٣٠١	١٣٠٢	١٣٠٣	١٣٠٤	١٣٠٥	١٣٠٦
	ع٣	١٢٠٣	١٢٠٥	١٢٠٨	١٢٠٩	١٣٠٠	١٣٠٠	١٣٠١	١٣٠٢
أيلول	ع١	١٢٠٢	١٢٠٣	١٢٠٥	١٢٠٦	١٢٠٦	١٢٠٧	١٢٠٧	١٢٠٨
	ع٢	١٢٠١	١٢٠١	١٢٠٢	١٢٠٣	١٢٠٣	١٢٠٣	١٢٠٣	١٢٠٣
	ع٣	١٢٠٠	١٢٠٠	١١٠٩	١١٠٩	١١٠٩	١١٠٩	١١٠٩	١١٠٩
تشرين ١	ع١	١١٠٩	١١٠٨	١١٠٦	١١٠٦	١١٠٦	١١٠٥	١١٠٥	١١٠٥
	ع٢	١١٠٨	١١٠٦	١١٠٣	١١٠٣	١١٠٢	١١٠٢	١١٠١	١١٠٠
	ع٣	١١٠٧	١١٠٤	١١٠٠	١١٠٠	١٠٠٩	١٠٠٨	١٠٠٧	١٠٠٦
تشرين ٢	ع١	١١٠٦	١١٠٢	١٠٠٧	١٠٠٨	١٠٠٥	١٠٠٤	١٠٠٣	١٠٠٢
	ع٢	١١٠٦	١١٠١	١٠٠٥	١٠٠٤	١٠٠٣	١٠٠١	١٠٠٠	٩٠٨
	ع٣	١١٠٥	١٠٠٩	١٠٠٣	١٠٠٢	١٠٠٠	٩٠٩	٩٠٧	٩٠٥
كانون ١	ع١	١١٠٤	١٠٠٩	١٠٠٢	١٠٠٠	٩٠٩	٩٠٧	٩٠٥	٩٠٣
	ع٢	١١٠٤	١٠٠٨	١٠٠١	٩٠٩	٩٠٨	٩٠٦	٩٠٤	٩٠٢
	ع٣	١١٠٤	١٠٠٨	١٠٠١	٩٠٩	٩٠٧	٩٠٦	٩٠٤	٩٠٢

(الخضر وآخرون،1996)

ملحق رقم (5)

القيم الوسطية العشرية للإشعاع الإجمالي RG_oمقاسة بالحريرات/سم^3/يوم

الشهر / درجة العرض		°٦٠	°٤٠	°٣٠	°٢٢	°٢٤	°٢٦	°٢٨	°٤٠
كانون ٢	١ع	٧٤٢	٦١٧	٤٧٩	٤٥٠	٤٢١	٣٩٢	٣٦٢	٣٢٤
	٢ع	٧٥٦	٦٢٦	٥٠١	٤٧٣	٤٤٤	٤١٥	٣٨٦	٣٥٧
	٣ع	٧٧٦	٦٦٣	٥٢٤	٥٠٧	٤٧٩	٤٥١	٤٢٢	٣٩٤
شباط	١ع	٧٩٨	٦٩٦	٥٧٥	٥٤٩	٥٢٢	٤٩٥	٤٦٨	٤٤٠
	٢ع	٨٢١	٧٣٠	٦١٩	٥٩٥	٥٧٠	٥٤٤	٥١٨	٤٩١
	٣ع	٨٤١	٧٦٢	٦٦٢	٦٣٩	٦١٦	٥٩٢	٥٦٧	٥٤٢
آذار	١ع	٨٥٨	٧٩٣	٧٠٥	٦٨٤	٦٦٣	٦٤١	٦١٩	٥٩٥
	٢ع	٨٧٤	٨٢٥	٧٥١	٧٣٤	٧١٥	٦٩٦	٦٧٦	٦٥٥
	٣ع	٨٨٧	٨٥٥	٧٩٨	٧٨٣	٧٦٨	٧٥١	٧٣٤	٧١٦
نيسان	١ع	٨٩٤	٨٨٠	٨٤٠	٨٢٨	٨١٦	٨٠٣	٧٨٩	٧٧٤
	٢ع	٨٩٧	٨٩٩	٨٧٤	٨٦٦	٨٥٧	٨٤٧	٨٢٧	٨٢٥
	٣ع	٨٩٦	٩١٣	٩٠٤	٨٩٩	٨٩٣	٨٨٦	٨٧٨	٨٧٠
أيار	١ع	٨٩٣	٩٢٣	٩٢٨	٩٢٦	٩٢٢	٩١٩	٩١٤	٩٠٨
	٢ع	٨٨٧	٩٢٩	٩٤٧	٩٤٧	٩٤٧	٩٤٦	٩٤٣	٩٤٠
	٣ع	٨٨٢	٩٣٣	٩٦٠	٩٦٣	٩٦٥	٩٦٦	٩٦٦	٩٦٥
حزيران	١ع	٨٧٧	٩٣٥	٩٦٩	٩٧٤	٩٧٧	٩٧٩	٩٨١	٩٨٢
	٢ع	٨٧٣	٩٣٥	٩٧٣	٩٧٨	٩٨٢	٩٨٥	٩٨٨	٩٨٩
	٣ع	٨٧٢	٩٣٣	٩٧٢	٩٧٧	٩٨١	٩٨٥	٩٨٧	٩٨٩
تموز	١ع	٨٧٣	٩٣٢	٩٦٧	٩٧١	٩٧٥	٩٧٨	٩٧٩	٩٨٠
	٢ع	٨٧٥	٩٢٨	٩٥٨	٩٦١	٩٦٣	٩٦٤	٩٦٤	٩٦٤
	٣ع	٨٧٩	٩٢٣	٩٤٢	٩٤٤	٩٤٤	٩٤٣	٩٤٢	٩٣٩
آب	١ع	٨٨٢	٩١٥	٩٢٣	٩٢٢	٩١٩	٩١٦	٩١٢	٩٠٦
	٢ع	٨٨٥	٩٠٥	٨٩٩	٨٩٥	٨٩٠	٨٨٤	٨٧٧	٨٦٨
	٣ع	٨٨٥	٨٩٠	٨٦٩	٨٦٢	٨٥٣	٨٤٤	٨٢٤	٨٢٢
أيلول	١ع	٨٨٢	٨٧١	٨٢٣	٨١١	٧٩٩	٧٨٦	٧٦٢	٧٧١
	٢ع	٨٧٦	٨٤٨	٧٩٥	٧٨٢	٧٦٧	٧٥٢	٧٣٥	٧١٨
	٣ع	٨٦٥	٨٢٢	٧٥٣	٧٢٧	٧١٩	٧٠١	٦٨٢	٦٦٢
تشرين ١	١ع	٨٥١	٧٩٢	٧٠٨	٦٨٩	٦٦٩	٦٤٨	٦٢٧	٦٠٤
	٢ع	٨٢٣	٧٥٩	٦٦٣	٦٤١	٦١٨	٥٩٥	٥٧٢	٥٤٧
	٣ع	٨١٢	٧٢٤	٦١٥	٥٩١	٥٦٧	٥٤٢	٥١٦	٤٩٠
تشرين ٢	١ع	٧٩٠	٦٨٩	٥٧١	٥٤٥	٥١٨	٤٩٢	٤٦٥	٤٢٧
	٢ع	٧٧٠	٦٦٠	٥٣٣	٥٠٦	٤٧٨	٤٥٠	٤٢٢	٣٩٤
	٣ع	٧٥٣	٦٢٤	٥٠٢	٤٧٤	٤٤٥	٤١٧	٣٨٨	٣٥٩
كانون ١	١ع	٧٤٠	٦١٦	٤٧٩	٤٥٢	٤٢٢	٣٩٢	٣٦٤	٣٣٥
	٢ع	٧٣٣	٦٠٧	٤٦٧	٤٣٩	٤١٠	٣٨٠	٣٥١	٣٢٢
	٣ع	٧٣٤	٦٠٦	٤٦٧	٤٢٨	٤٠٩	٣٨٠	٣٥٠	٣٢١

(الخضر وآخرون،1996)

ملحق رقم (6)

تغيرات معامل التصحيح F(μ) بدلالة خط العرض وأشهر السنة

درجة العرض / الشهر	°١٠	°٢٠	°٣٠	°٣٢	°٣٤	°٣٦	°٣٨	°٤٠
كانون٢	١،٠٠	٠،٩٥	٠،٩٠	٠،٨٩	٠،٨٨	٠،٨٧	٠،٨٥	٠،٨٤
شباط	٠،٩٠	٠،٩٠	٠،٨٧	٠،٨٦	٠،٨٥	٠،٨٥	٠،٨٤	٠،٨٣
آذار	١،٠٣	١،٠٣	١،٠٣	١،٠٣	١،٠٣	١،٠٣	١،٠٣	١،٠٣
نيسان	١،٠٣	١،٠٥	١،٠٨	١،٠٨	١،٠٩	١،١٠	١،١٠	١،١١
أيار	١،٠٨	١،١٣	١،١٨	١،١٩	١،٢٠	١،٢١	١،٢٣	١،٢٤
حزيران	١،٠٦	١،١١	١،١٧	١،١٩	١،٢٠	١،٢٢	١،٢٤	١،٢٥
تموز	١،٠٨	١،١٤	١،٢٠	١،٢١	١،٢٢	١،٢٤	١،٢٥	١،٢٧
آب	١،٠٧	١،١١	١،١٤	١،١٥	١،١٦	١،١٦	١،١٧	١،١٨
أيلول	١،٠٢	١،٠٢	١،٠٣	١،٠٣	١،٠٣	١،٠٣	١،٠٤	١،٠٤
تشرين١	١،٠٢	١،٠٠	٠،٩٨	٠،٩٨	٠،٩٧	٠،٩٧	٠،٩٦	٠،٩٦
تشرين٢	٠،٩٨	٠،٩٣	٠،٨٩	٠،٨٨	٠،٨٧	٠،٨٦	٠،٨٤	٠،٨٣
كانون١	٠،٩٩	٠،٩٤	٠،٨٨	٠،٨٧	٠،٨٦	٠،٨٤	٠،٨٣	٠،٨١

(الخضر وآخرون،1996)

المراجع:

1- الخضر، أحمد. *دراسة حول تدفق الماء والطاقة ضمن المنظومة البيئية وأسس نمذجته* . مجلة جامعة تشرين للدراسات والبحوث العلمية. المجلد (12)، العدد (2)،1990 ، 26.

2- الخضر، أحمد. *دراسة تجريبية مقارنة لبعض طرق تقدير التبخر-نتح الكامن. مجلة جامعة تشرين للدراسات والبحوث العلمية*، سلسلة العلوم الزراعية. المجلد(15)، العدد (2)، 1993،12-20.

3- الخضر، أحمد؛ كنجو، علي؛ هيفا، سوسن .*الري والصرف الزراعي*. منشورات جامعة تشرين، 1996، 169-199.

4- الطالب، انمار؛ ذنون، أحمد . *تقدير التبخر–نتح المرجعي الشهري باستخدام حوض التبخر صنف آ* ، العراق ، جامعة الموصل (2)، 2011،16–27 .

5- خدام، منذر .*الأمن المائي السوري (الواقع وآفاق المستقبل)*. سوريا: مجلة جامعة تشرين للدراسات والبحوث العلمية. 22(10)،2000،225–240.

6- كنجو، علي . *مقارنة بعض طرق تقدير التبخر–نتح الكامن في منطقة اللاذقية* . مجلة جامعة تشرين للبحوث والدراسات العلمية. سلسلة العلوم البيولوجية. المجلد(32)، العدد(1)،2010.

المراجع الأجنبية:

1- BLANEY, H.F. ,CRIDDLE, W.D.*Determining water requirements in irrigation areas from cliatological and irrigation data*, U.S. soil conserServ.Tech, ,Washington,1950,96.

2- GEORGE H. HARGREAVES, ZOHRAB A. SAMANI. *Estimating Potential Evapotranspiration, Journal of the irrigation and Drainage Division, 1992, Vol. 108, Issue 3, Pg. 225-230*

3- IFTIKAR, A. ALANI, MOZAHEM.ABED, ALAA. YAQOB. *Estimation of daily potential Evapotranpiration using Pan evaporation class A for Mousel region,Tikrit journal of engineering science.vol(16).No(4).pp.1-5*

4-RICHARD,L.,MORTEZA,O.,OSCOTT,M.,MARK,E.,*journal of irrigation and drainage engineering ,2005, 131(3), 249.*

5- THORNTHPAITE, C.W. *An approach Toward a national classification of climate*, Geograph.Rev.,1948, 55-94.

6- TURC, L. *incidence des factuersmarcoclimatiquessurles productions vegetales*.Fourrages,31,1967,pp.0-35

7- POSTEL, S.L.*Securing water for people.Crops and ecosystems*.New mindest and new priorities . Natural Ressources forum,2003 .89pp.

8- WALKER , *R. Surface irrigation simulation evaluation and design, Australian Journal of Agriculture research.2003,42.453-470.*