ايجاد نموذج رياضي لحساب النتح –التبخر المرجعي (القسم الأوسط من حوض العاصي)

م. سميرة شعار* أ. د. إيهاب عبد الله**

(الايداع:11 أيلول 2022،القبول:22 حزيران 2022)

الملخص:

تم في هذا البحث إجراء دراسة تحليلية لقيم النتح –التبخر المرجعي(Evapo Transpiration Potential) (ETP) المقاسة حقلياً بواسطة جهاز (الليزيمتر)، وربطها بأهم العوامل المناخية المؤثرة على تحديد قيم الـ (ETP) وبالتالي على استهلاك النبات من الماء، ومن أهم هذه العوامل : الرطوبة ودرجة حرارة الهواء وسرعة الرياح وعدد ساعات السطوع الشمسي والهطول المطري، ومن ثم إيجاد معادلة رياضية (خطية) تجريبية لحساب (ETP) وذلك بالاعتماد على تلك العوامل المناخية في منطقة الدراسة (القسم الأوسط من حوض العاصي)، وإجراء مقارنة بين قيمته المحسوبة والمقاسة خلال الفترة الزمنية المدروسة وكذلك في أشهر الجفاف الستة (نيسان ،أيار، حزيران، تموز، أب، أيلول)، وتم اجراء مقارنة للقيم المحسوبة مع القيم الناتجة عن معادلة ايفانوف، والتي أعطت قيم أكبر ل(ETP) في أشهر التحاريق (حزيران، تموز، أب)، وبالتالي يمكن استخدام المعادلة المستنتجة في المنطقة المذكورة في تحديد الاحتياجات المائية المطلوبة للنبات، مما يساهم في ترشيد ورفع كفاءة استخدام مياه الري، ولقد حاكت هذه المعادلة قيم التبخر– النتح المرجعي في المنطقة المدروسة بشكل جيد، حيث وصل معامل الارتباط لهذه المعادلة إلى(R=80%)، وتبعاً لذلك تبرز الحاجة إلى استنباط معادلات أخرى للمناطق المناخية المختلفة، وذلك للتدقيق في حساب الاحتياجات المائية.

أخذت المعطيات من محطة حمص المناخية الواقعة في منطقة الدراسة بالقرب من قرية (تير معلة) على الطريق العام حمص _ حماة حوالي 12 كم شمالي مدينة حمص.

الكلمات المفتاحية: التبخر– عوامل مناخية– الري– الليزيمتر.

*طالبة دكتوراه في قسم هندسة وادارة الموارد المائية– كلية الهندسة المدنية – جامعة البعث– حمص.

**أستاذ في كلية الهندسة المدنية– جامعة البعث–حمص.

Finding a mathematical model for calculating the Evapo Transpiration Potential

(Middle section of the Assi Basin)

Samira Shaar* **Dr.Ihab Abdullah****

(Received:11 April 2022,Aceepted:22 June 2022)

Abstract:

In this research an analytical study was conducted for the values of (Evapo Transpiration Potential)(ETP) measured in the field by a (lysimeter)device and linked to the most important climatic factors affecting the determination of the values of (ETP)and consequently on the plants consumption of water. The most important of these factors are humidity air temperature and speed wind and number of hours of solar brightness and precipitation and then finding an empirical (linear) mathematical equation to calculate (ETP) based on those climatic factors in the study area (the middle section of the Orontes Basin) and making a comparison between its calculated and measured value during the studied time period and in the dry months the six (april, may , june , july , august , September) irrigation water, This equation simulates the reference evaporation and transpiration values in the well-studied area, where the correlation coefficient of this equation reached (R=80%).accordingly there is a need to derive other equations for different climatic zones in order to check the calculation of water needs. Climatic data were taken from the Homs climatic station, located in the study area near the village of (TIR MAlEH) on the Homs-Hama highway, about 12km north of the city of Homs.

Keywords: Evapo, climatic data, Irrigation , lysimeter.

*PhD student in the department of Water Resources Engineering and Management, Faculty of Civil Engineering, Al-Baath University, Homs.

**Professor, department of Water Resources Engineering and Management, Faculty of Civil Engineering, Al-Baath University, Homs.

1 – المقدمة:

تشكل الاحتياجات المائية لأغراض الري أكثر من 85% من الاستهلاك المائي العام للكائنات الحية، ومع ازدياد عدد السكان والتوسع بالمساحات الزراعية، ازداد الطلب على المياه، لذلك هناك ضرورة لاستثمار الموارد المائية بالشكل الأمثل، وتحديد الاحتياجات المائية للمحاصيل الزراعية دون إسراف، ورفع كفاءة استخدام المياه في الري، الذي سيؤدي إلى استدامة المصادر المائية، التي تعتبر ثروة وطنية هامة.

يعرف التبخر (Evaporation) بأنه تحول الماء من الحالة السائلة إلى الحالة الغازية، ويتم من السطوح الطبيعية مثل الماء المكشوف ومن سطح التربة، ويعرف النتح أو التعرق(Transpiration) بأنه العملية التي يتم فيها تبخر الماء مغادراً جسم النبات وبالتالي يعرف النتح –التبخر (Evapo–Transpiration) بأنه حجم الماء المستعمل من قبل النبتة (ماء التركيب وماء النمو) والماء المتبخر من سطح النبتة، وتتأثر قيمته بعدة عوامل أهمها رطوبة التربة ونوع النبات والعوامل المناخية مثل حرارة الهواء ورطوبة الجو وسرعة الرياح وساعات الإضاءة. وباستخدام العشب كنبات مرجعي يغطي كامل التربة نحصل على التبخر–النتح (المرجعي) (Evapo Transpiration Potential) بشرط بقاء رطوبة التربة عند حد سعة الاحتفاظ وعدم وجود مرض في النبات. [1] [7]، إن النتح–التبخر محدد بظواهر فيزيائية جوية وظواهر بيولوجية متعلقة بالنبات، فهو يتعلق بالقدرة الاشعاعية وتغيرات الجو، وهاتان الظاهرتان تتعلقان بالشروط المناخية (درجة الحرارة ، رطوبة الهواء ، مدة التعرض للشمس، الرياح، .....الخ)، كما يتغير النتح – التبخر تبعاً للشروط البيولوجية للنبات، إذ أن النبتة تمر بأطوار حرجة تكون فيها بأمس الحاجة إلى الماء، تتخللها أطوار راحة يكون فيها الماء مفيداً، ولكن ليس ضرورياً.

عندما يضاف الماء إلى التربة فإنها تخزن جزءاً منه، ويتسرب الباقي الى باطنها، وتتوقف قيمة كل جزء على نوع التربة وقدرتها على مسك جزيئات الماء، وتفقد التربة جزءاً من مائها إلى الجو عن طريق التبخر، ليتحول الماء من الحالة السائلة إلى الحالة الغازية، وإذا تم زراعة التربة، فإن النبات يبدأ باستهلاك الماء، وإطلاقه إلى الجو بفعل عملية النتح، ويختلف كل نبات في درجة النتح، بل إن النبات نفسه تختلف درجة نتحه خلال أطوار نموه.

وبإدخال عامل المحصول (K_c) لنبات معين نحصل على النتح التبخري الأعظم Evapo Transpiration Maximum (ETM) لهذا الزرع وفق العلاقة التالية:[2]

$$ETM = K_c \cdot ETP \qquad (mm/day) \qquad (1)$$

ETP: االنتح –التبخر (المرجعي)

وباستخدام النتح _التبخر الأعظمي (ETM) يمكن حساب المقنن المائي (q) للمحصول بواسطة العلاقة التالية [2]:

$$q = ETM * 10 * 1000 / 24 * 3600 \qquad (l/s.ha) \qquad (2)$$

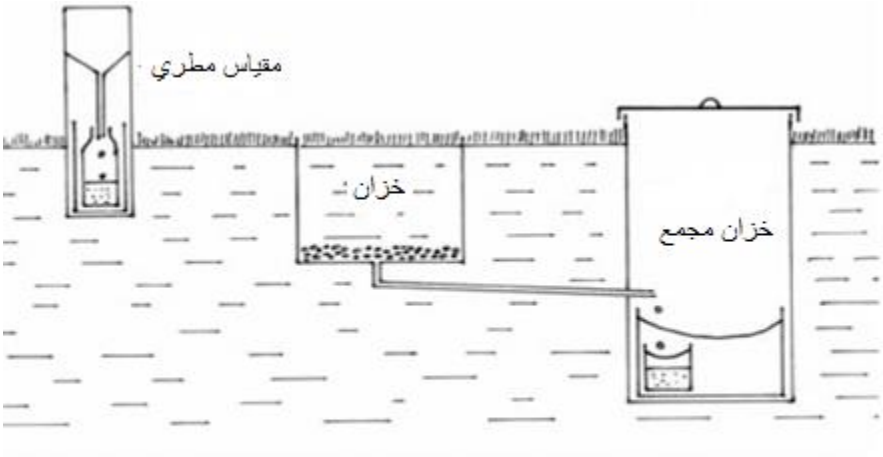
حيث أن كل 1 mm ارتفاع ماء يساوي 10 m^3/ha [2]

وبواسطة المقنن المائي (q) نحسب الاحتياجات المائية الشهرية لمحصول معين باستخدام المعادلة التالية [2]:

$$G = 30 * 24 * 3600 * q / 1000 \qquad (m^3/ha.month) \qquad (3)$$

وهي الخطوة الأولى في دراسة مشاريع الري ، حيث يساعد تحديد الاحتياج المائي الشهري في تحديد مدة السقاية وتباعد السقايات، والتدفق الواجب تأمينه، وبالتالي أقطار أنابيب السقاية... إلخ.

وتوجد عدة طرق في تحديد النتح –التبخر المرجعي (ETP) ، منها قياسات حقلية مباشرة بواسطة جهاز يدعى (Lysimetr) وهو منشأة صغيرة لقياس النتح– التبخر المرجعي بالحقل باستخدام النبات كمحصول كما هو مبين بالشكل(1)، ويقوم على مبدأ عزل جزء من النبات المزروع من محيطه، وقياس الماء الداخل إليه والماء الخارج منه باستخدام حاويات قياس، وتوجد أنواع عديدة منها وزنيه وحجميه [2]



الشكل رقم (1): نموذج جهاز الليزمتر لقياس النتح– التبخر المرجعي

هناك العديد من المعادلات التجريبية التي تربط بين القياسات المناخية والاحتياج المائي للنبات، وعادة تنطبق هذه المعادلات على ظروف منطقة بعينها.

يتم حساب قيم (ETP) وواحدته (mm/day) وفق عدة معادلات معروفة عالمياً نذكر أهمها:[3]

A– معادلة (PENMAN) وهي على الشكل الآتي :

$$E\ T\ P = C\ [w.R_n+(1-w).f(u)\ (e^*-e)] \qquad (4)$$

حيث :

C : عامل تصحيح ، ويعطى بجداول خاصة.

w : عامل الوزن، ويتعلق بمقدار الارتفاع عن سطح البحر ودرجة الحرارة.

R_n : السطوع الشمسي الصافي.

F(u) : عامل الرياح، ويعطى بالعلاقة التجريبية: $F(u)=0.27\ (u/100+1)$.

U : سرعة الرياح على ارتفاع 2 m.

e^*-e : الفرق بين ضغط بخار الماء المشبع في الهواء وضغط بخار الماء الحقيقي.

B– معادلة (EVANOV) وتكتب على الشكل:

$$E\ T\ P = 0.0018(25+t)^2\ (100-a)k \qquad (5)$$

حيث :

E T P: النتح –التبخر (المرجعي) (mm/day)

t : المعدل اليومي لدرجة الحرارة.

a : متوسط الرطوبة النسبية .

K : عامل المناخ.

C– معادلة (BROCHET–GERBIER) و تأخذ الشكل التالي:

$$ETP =(4.9\ t - 63\ )R_G\ .\ 10^{-4} + n\ E_p \qquad (6)$$

- t : درجة حرارة الهواء الوسطية اليومية (C^o).

- E_p : بخر جهاز PICHE (mm).
- n : عامل تابع لخط العرض ويمكن حسابه من الجدول (1).
- R_G : الإشعاع الكلي (cal/cm^2)

الجدول رقم (1): عامل خط العرض [1]

خط العرض شمالاً	N
43^0	0.30
47^0	0.33
52^0	0.43

صممت هذه المعادلة لحساب التبخر–النتح المرجعي في جنوب فرنسا، وتحتاج إلى تعديل الثابت n عند تطبيقها في مناطق أخرى مغايرة لموقع البحث.

D– معادلة (Turc) : انطلاقاً من الموازنة المائية للعديد من الأحواض الساكبة في مختلف أنحاء العالم وضع الباحث Turc معادلة لحساب التبخر– النتح على مستوى منطقة مناخية واسعة.

تعتمد هذه المعادلة على درجة الحرارة والاشعاع الوسطي، وتأخذ أحد الصيغتين التاليتين:

: $Rh \geq 50\ \%$

$$ETP = c \times \frac{t}{t+15} \times (R_G + 50) \qquad (7)$$

: $Rh < 50\ \%$

$$ETP = C \times \frac{t}{t+15} \times (R_G + 50)\left(1 + \frac{50 - Rh}{70}\right) \qquad (8)$$

RG : الإشعاع الكلي (cal/cm2).

t : درجة حرارة الهواء (c°) الوسطية اليومية

Rh: معدل الرطوبة النسبية للهواء

تعطي المعادلة قيماً أعلى للنتح– التبخر يصل حتى 20% عند استخدام هذه المعادلة في المناخات الاستوائية، حيث تكون رطوبة الهواء عالية، وقيماً أدنى بشكل ملحوظ لقيم التبخر–النتح الفعلية على مستوى محلي، عندما تكون الرياح قوية.

E– معادلة (Blaney–Criddl) : تأخذ المعادلة الشكل التالي وذلك في الواحدات المترية ومن أجل عشب يغطي كامل التربة:

$$ETp = 0.01(15 + 0.84t)h \qquad (9)$$

t: درجة الحرارة الوسطية (C^o) للهواء

h: عدد ساعات السطوع الشمسي (hour)

دراسة مرجعية:

– تمت دراسة في منطقة الموصل بالعراق،[8]، حول تقدير التبخر – النتح المرجعي الشهري (ETP)، باستخدام حوض التبخر (Class A) في منطقة الموصل، وبينت أنه يمكن حساب (ETP) بطريقة مبسطة دون اللجوء الى معادلات معقدة، وتحتاج الى عناصر مناخية اكثر، وكانت اقل قيمة ل (ETP) في الشهر الاول (0.78) باليوم، وأعلى قيمة (10.44)

باليوم، في شهر تموز، وأن معرفتنا للتبخر-النتح خلال موسم نمو المحصول، بمنطقة ما تعد احد العوامل الأساسية، التي تعتمد في تحديد كميات المياه، اللازمة للاستغلال الزراعي.

– تمت دراسة في منطقة عسير بالمملكة العربية السعودية [4] حول تقديرات التبخر– النتح المحسوبة بواسطة 12 معادلة معروفة على المستوى العالمي وهي:

1:Penman, 2:Blaney-Criddle,3:Thornthwaite, 4:Olivier-Papadakis, 5:Holdridge, 6:Ivanov, 7:Hargreaves, 8:Turc, 9:Garnier, 10:Torence, 11:Dalton, 12:Jensen-Haise.

ولوحظ وجود فروقات فيما بينها وفروقات عن قيم التبخر– النتح المقاسة حقلياً، وأوصت الدراسة إجراء تعديلات عليها قبل استخدامها في المنطقة المدروسة.

– في دراسة بمنطقة الدلتا المصرية [5] وجد أن قيم النتح –التبخر المرجعي الناتجة عن ثلاث معادلات عالمية هي:

(1:Corrected Penman, 2:Doorenboss and Pruitt, 3: Penman-Monteith)

تختلف القيم الناتجة عنها عن قيم النتح – التبخر المقاسة حقلياً، وأن معادلة Penman-Monteith هي أقرب للقيم الفعلية المقاسة، كما بينت هذه الدراسة أيضاً أن الاحتياجات المائية لمحاصيل القمح والذرة والقطن سوف تزيد 10% مع تأثير التغير في المناخ الناتج عن ارتفاع درجة الحرارة.

– تم تقييم 8 معادلات اختيرت لتقدير التبخر-النتح المرجعي في شرق دلتا النيل بمصر، عن طريق المقارنة بين الـ ETP اليومي المحسوب باستخدام البيانات المناخية السائدة في شرق الدلتا ، والتبخر– النتح اليومي المقاس بواسطة جهاز الـ Lysimetre لمدة عامين [6] وهذه المعادلات هي:

1: Penman, 2: Corrected Penman, 3: Penman-Monteith 4: Radiation Method

5: Priestley-Taylor (1972), 6: Blaney-Criddle, 7: Hargreaves 8: Pan Evaporation .

وأوصت الدراسة باستخدام معادلة: (Hargreaves) لحساب (ETP) في شرق الدلتا بمصر، كما بينت أنه يمكن استخدام معادلات أخرى بعد إيجاد معامل تصحيح مثل

Corrected Penman, Penman-Monteith, Blaney-Criddle, Radiation Method.

مما يحسن من دقتها في تقدير التبخر– النتح المرجعي، تحت الظروف المناخية السائدة في شرق دلتا النيل بجمهورية مصر العربية.

– إن المتغير المناخي السائد في المنطقة هو الذي يؤثر بشكل واضح في تحديد قيمة الـ ETP، وهذا يؤدي إلى اختصار المتغيرات المناخية اللازمة في معادلات حساب التبخر– النتح [10]، ففي المناخات الاستوائية يكون الإشعاع الشمسي أساسياً في المعادلة مقارنة مع درجة الحرارة والرطوبة، بينما تلعب درجة الحرارة دوراً رئيسياً في حساب النتح – التبخر في المناطق المدارية، كما أن سرعة الرياح مؤثرة على قيم الـ ETP في المناطق ذات سرعة الرياح العالية وعلى فترة طويلة من السنة [9].

2- هدف البحث:

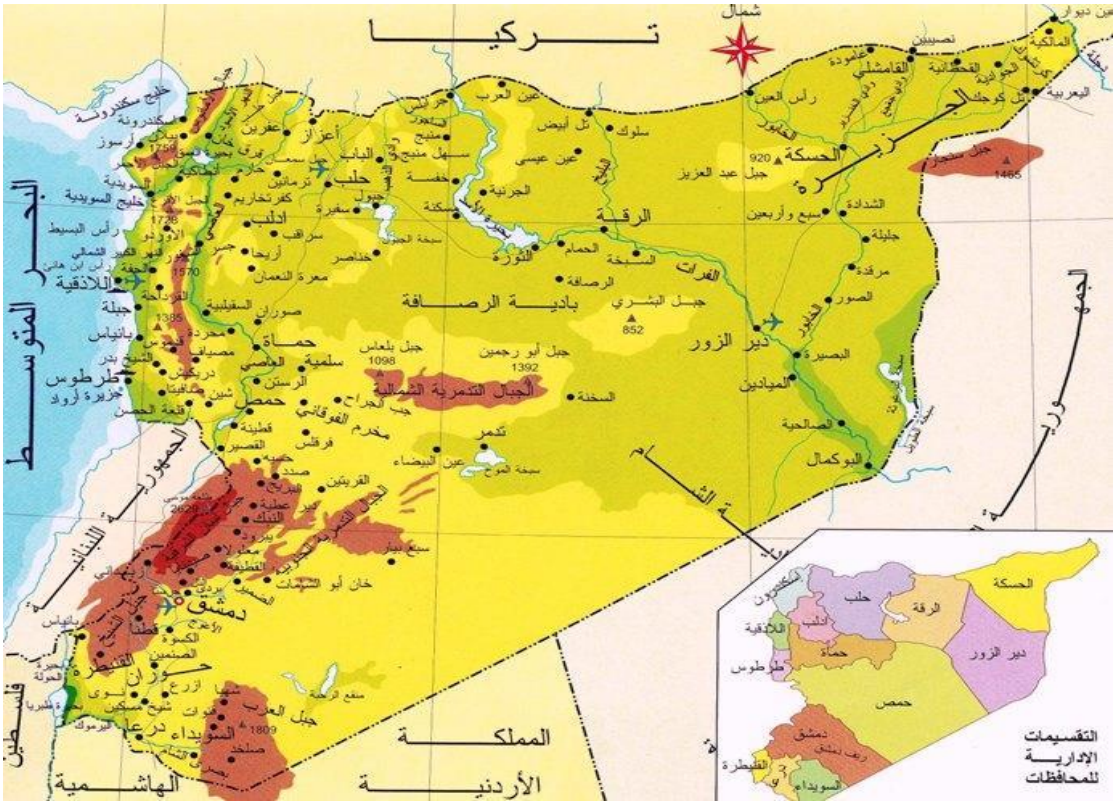
يهدف هذا البحث إلى إيجاد وسيلة مبسطة وذات كفاءة لتحديد التبخر– النتح المرجعي (ETP)، الذي يعتمد عليه تقدير الاحتياجات المائية للنبات، وذلك عن طريق إيجاد علاقة رياضية تجريبية والتي تسمح بحسابه في منطقة الدراسة باستخدام بعض العوامل المناخية المعروفة، وأهمها عدد ساعات السطوع الشمسي وسرعة الرياح ورطوبة الجو ودرجة حرارة الهواء، وبدلاً من العلاقات المستخدمة حالياً، والتي أوجدت في مناطق بعيدة عن منطقتنا ولمناخ مختلف عن مناخنا، ويهدف هذا الى ترشيد استخدام المياه في الري.

3– مواد وطرق البحث:

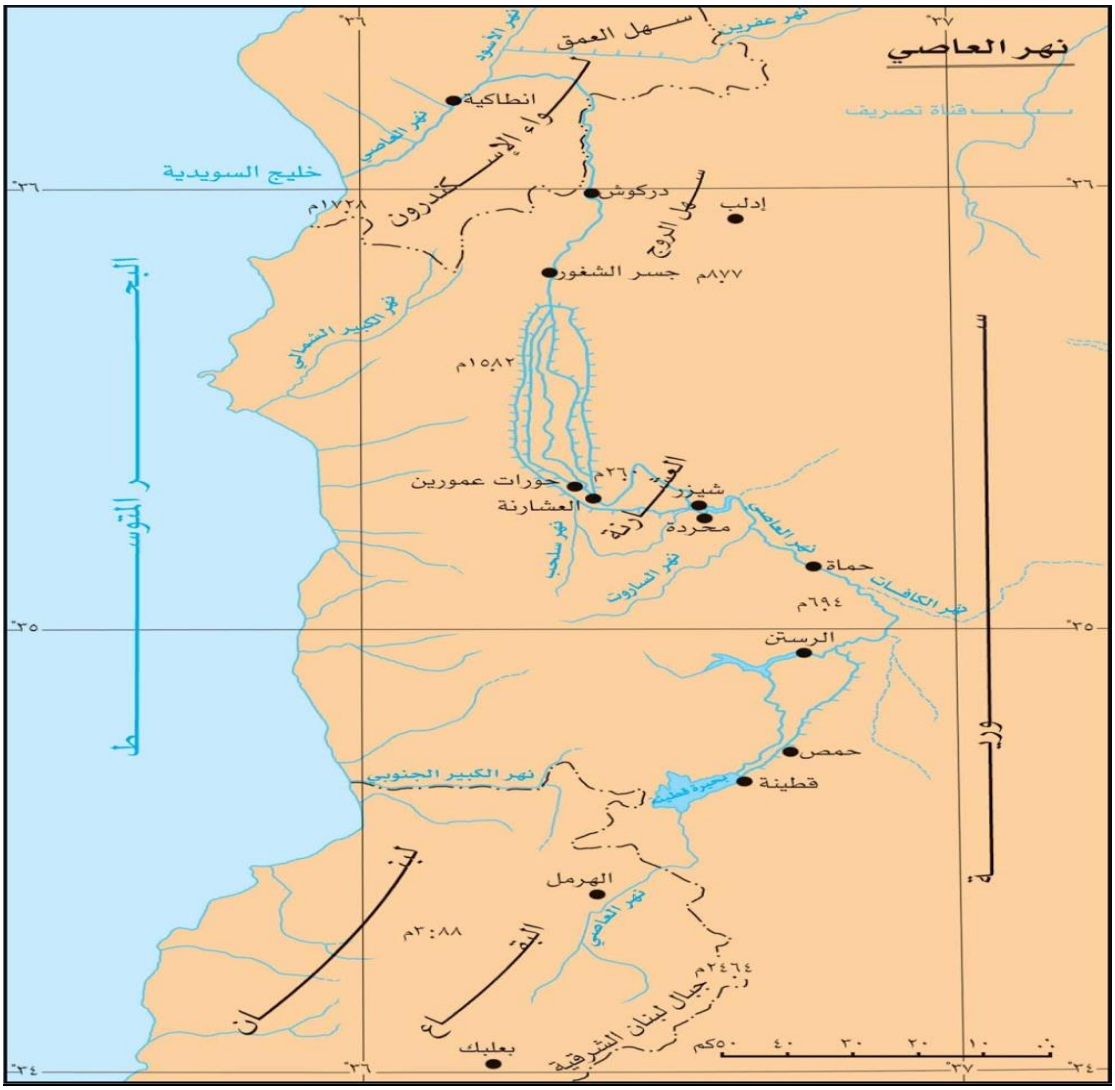
تقع منطقة البحث في الجزء الاوسط من حوض العاصي، الشكل رقم (2)،(3) في القسم الغربي من أراضي الجمهورية العربية السورية (بين حوض الساحل وحوض البادية)، وتتقاسمه ثلاث محافظات سورية هي: حمص– حماة– إدلب، يبلغ معدل الهطول المطري السنوي فيه حوالي (420 mm/year).

يتميّز حوض العاصي بموقعه الجغرافي ضمن القطر العربي السوري، ويمتاز بخصوبة تربته، تبلغ مساحته حوالي 22 ألف كم^2 أي ما يعادل (11.7%) من مساحة القطر العربي السوري، وتشكل موارده المائية السنوية (2.5) مليار م^3، ويعتبر حوض العاصي سلة غذائية لسكان الجمهورية العربية السورية، حيث ينتج الحوض حوالي (24%) من منتجات القطر الزراعية و(16%) من المنتجات الصناعية.

يعتبر نهر العاصي الشريان الرئيسي لهذا الحوض إذ يبلغ طوله (485 كم) ويرفده عدة أنهار موسمية من أهمها: الساروت – سلحب – وادي الأبيض – عفرين، تمتاز المنطقة بزراعة القطن والشوندر والبقوليات والحبوب.



الشكل رقم (2): خارطة الجمهورية العربية السورية تبين موقع الدراسة



الشكل رقم (3): مخطط (كروكي) يبين موقع الدراسة

4–النتائج ومناقشتها:

تم تحضير المعطيات وإدخالها على الحاسب، و لإيجاد العلاقة الرياضية التي تحسب قيمة النتح –التبخر المرجعي تحت تأثير العوامل المناخية في منطقة الدراسة، قمنا باستخدام مبدأ (تحليل البيانات) (Data anlys) (إحدى طرق النمذجة الرياضية لإيجاد العلاقة التي تربط بين عدة متحولات) في برنامج (Excel)، وتكتب العلاقة بالشكل التالي:

$$y = c + a_1x_1 + a_2x_2 + a_3x_3 + a_4x_4 + a_5x_5 \ldots\ldots \quad (10).$$

حيث يمثل x_1: قيم الرطوبة النسبية (θ) وهي نسبة مئوية (%)

x_2: درجة حرارة الهواء (t) وواحدتها درجة مئوية (c°)

x_3: سرعة الرياح (v) وواحدتها (m/s)

x_4: عدد ساعات السطوع الشمسي (N) وواحدتها (hours)

$x5$: p الهطول المطري وواحدته(mm)

يتم زيادة تعقيد هذه العلاقة وزيادة حدودها حتى الوصول إلى الدقة المطلوبة، لكن المطلوب الوصول إلى أقصر علاقة تحقق هذه الدقة، وكلما اقترب عامل(R) من الواحد، كلما زاد مقدار الثقة في العلاقة الرياضية المستنتجة وزادت دقتها، وبعد إدخال كافة المعطيات على الحاسب (لمدة زمنية مقدارها 24 سنة) والمعالجة، تم استنتاج العلاقة الرياضية التجريبية لحساب النتح –التبخر المرجعي (ETP) وواحدتها (mm/day) وتكتب بالشكل :

$$ETP = -11.92 + 0.22\theta - 0.07\ t + 0.04\ V + 0.59\ N - 0.03p \quad (11)$$

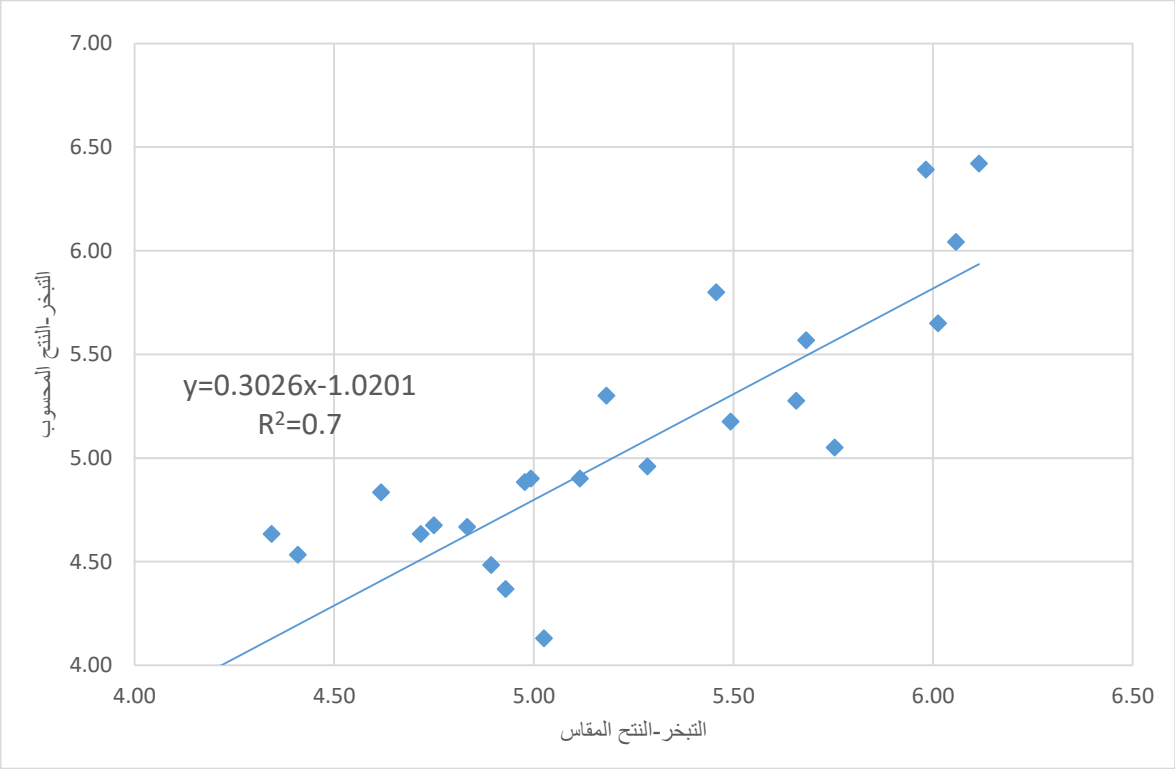
وبإهمال الحدين السالبين والصغيرين من المعادلة، نحصل على العلاقة المبسطة التالية، التي تسمح بحساب النتح – التبخر المرجعي باستخدام ثلاثة عوامل مناخية فقط هي: عدد ساعات السطوع الشمسي (N) وسرعة الرياح (V) والرطوبة الجوية (θ).

$$ETP = -11.92 + 0.22\theta + 0.04\ V + 0.59\ N \quad (12)$$

وكان معامل الارتباط للمعادلة أعلاه (R=80%)، و معامل التحديد (R^2=0.7) ، مما يتضح أن المعادلة الموضوعة تعبر جيدا عن البيانات المقاسة مما يعزز من استخدامها لايجاد قيم التبخر–النتح المرجعي.

– مقارنة العلاقة المستنتجة مع قياسات (الليزيمتر) الحقلية:

تم رسم العلاقة بين التبخر–النتح المرجعي المقاس والمحسوب خلال الفترة الزمنية المدروسة، حيث ظهرت النقاط موزعة أعلى وأسفل الخط المنصف للعلاقة بين المقاس والمحسوب بشكل متجانس (شكل4).



الشكل رقم (4): مقارنة بين ETP المقاس والمحسوب

و بإجراء مقارنة بين قيم الـــ (ETP) بواسطة جهاز (الليزيمتر) وقيم الـــ (ETP) من العلاقة المستنتجة في هذا البحث، لأشـهر السـقاية(نيسـان، أيار، حزيران، تموز، اب، أيلول) من العام 1999 نحصـل على الجدولين التاليين رقم (2 و3) والشكلين (5 و6):

الجدول رقم (2): مقارنة قيم (ETP) الوسطية اليومية لكل شهر (day/mm) بين قياسات الليزيمتر والعلاقة المستنتجة

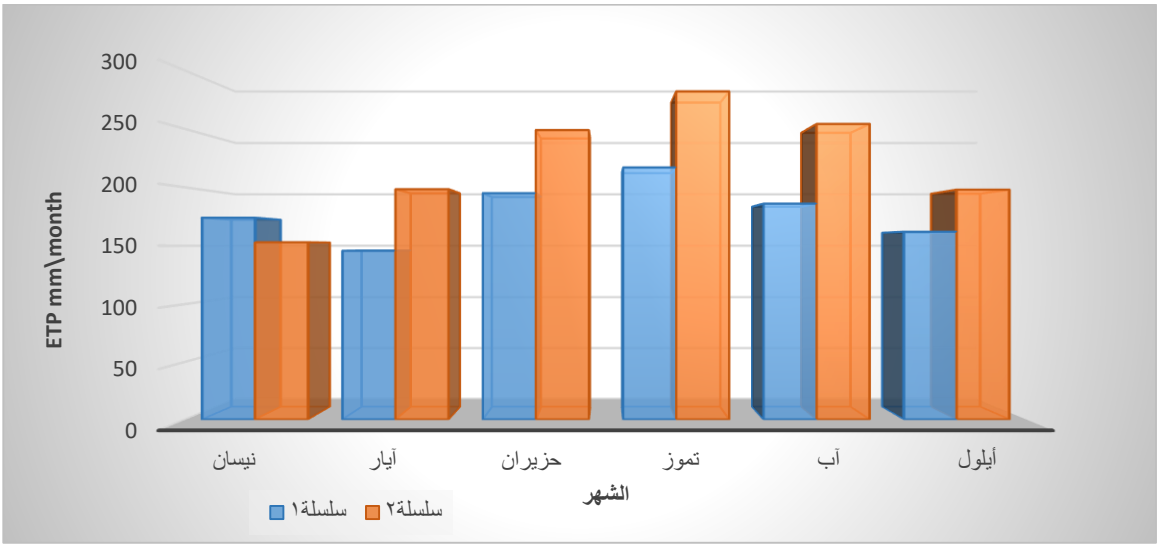
أشهر السقاية	ETP وسطي شهري ليزيمتر mm/day	ETP وسطي شهري علاقة مستنتجةday/mm	الفروقات بين الطريقتين day/mm	النسبة المئوية للفروقات
نيسان	5.1	5.8	0.7	0.12
أيار	6.4	4.7	1.7	0.26
حزيران	8.3	6.5	1.8	0.21
تموز	9.1	7	2.1	0.23
آب	8.2	6	2.2	0.26
أيلول	6.6	5.4	1.2	0.18

نلاحظ أن الفروقات الوسطية اليومية (مم/يوم) في شهر نيسان، لم تتجاوز (12%)، وفي شهر أيلول (18%) وشهر حزيران (0.21)، وهي قيم مقبولة، بينما كانت في شهري آب و أيار (26%)، وشهر تموز (23%)، وبشكل عام أعطت العلاقة المستنتجة قيماً أقل نوعاً ما من قيم القياسات الحقلية بجهاز (الليزيمتر) في أشهر أيار وحزيران وتموز وآب وأيلول، وقيمة أكبر بقليل في شهر نيسان.

الشكل رقم (5): مقارنة قيم الـ (ETP) (mm/day) الوسطية اليومية لكل شهر بين قياسات جهاز (الليزيمتر) الحقلية والعلاقة المستنتجة في هذا البحث.

الجدول رقم (3): مقارنة قيم النتح_ التبخر المرجعي الشهرية بين قياسات الليزيمتر الحقلية والعلاقة المستنتجة

الأشهر	ETP علاقة مستنتجة mm/month	ETP جهاز الليزيمتر mm/month	الفروقات بين الطريقتين mm/month
نيسان	174	153	21
آيار	145.7	198.4	52.7
حزيران	195	249	54
تموز	217	282.1	65.1
آب	186	254.2	68.2
أيلول	162	198	36



الشكل رقم (6) : مقارنة قيم النتح – التبخر المرجعي الشهرية (mm/day) بين القياسات الحقلية بجهاز الليزيمتر والعلاقة المستنتجة

– مقارنة العلاقة المستنتجة مع علاقة (إيفانوف):

تستخدم هذه العلاقة المعروفة عالمياً بكثرة في الدول التي لا يتوفر فيها معلومات إحصائية مناخية لعدة سنوات سابقة، وتعتمد هذه العلاقة (مثلما هو موضح بالمعادلة) بشكل رئيس على درجة حرارة الجو والرطوبة الجوية، وهي تأخذ الشكل التالي [3] :

$$ETP = 0.0018\ (25 + t)^2\ (100 - \theta)\ k_0 \qquad (13)$$

ETP: النتح التبخري المرجعي (mm/month)

t: درجة حرارة الهواء اليومية (C°)

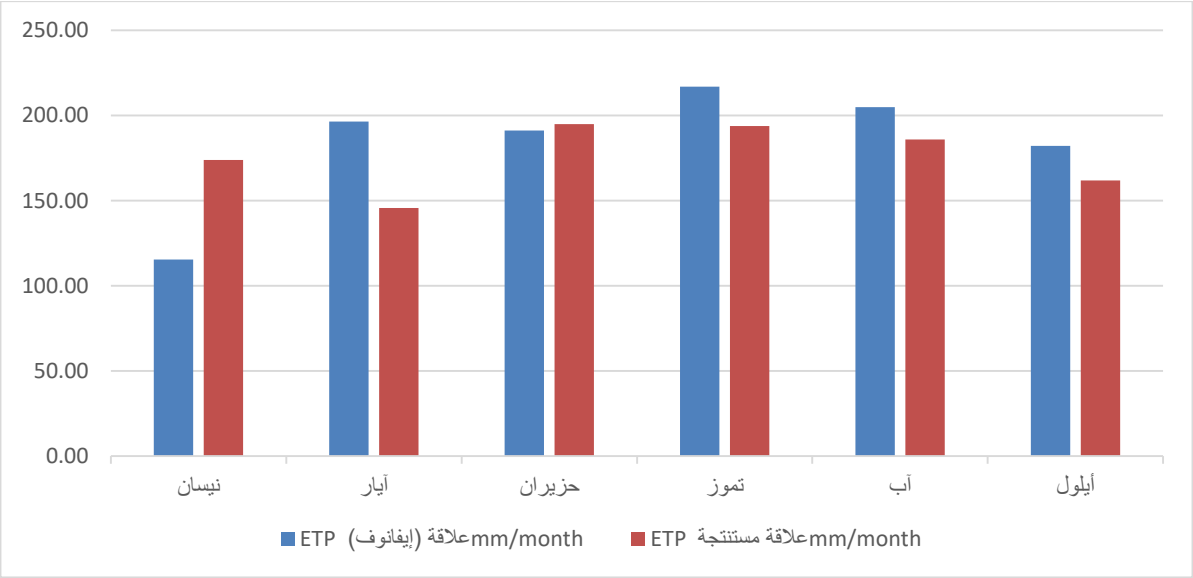
θ: متوسط الرطوبة اليومية (%)

k_0: معامل المناخ ويتعلق بتغير العوامل الجوية ويتراوح بين (1-0.75)

بإجراء المقارنة لأحد الأعوام (عام 1999) بين قيم (ETP) الناتجة من هذه العلاقة وقيم (ETP) الناتجة من العلاقة المستنتجة، امكن الحصول على الجدول التالي(4) الذي يمثله الشكل (7):

الجدول رقم(4): مقارنة قيم النتح التبخري المرجعي الشهرية بين علاقة (إيفانوف) و والعلاقة المستنتجة في هذا البحث.

أشهر السقاية	ETP علاقة إيفانوف mm/month	ETP علاقة مستنتجة mm/month	الفروقات بين الطريقتين mm/month
نيسان	115.54	174	−58.46
آيار	196.50	145.7	50.80
حزيران	191.18	195	−3.82
تموز	217.00	193.94	23.06
آب	204.96	186	18.96
أيلول	182.29	162	20.29



الشكل رقم (7): دراسة مقارنة لقيم النتح –التيخر المرجعي بين علاقة (إيفانوف) والعلاقة المستنتجة في هذا البحث.

نلاحظ وجود فروقات متباينة بين قيم علاقة (إيفانوف) وقيم العلاقة المستنتجة، فقد أعطت علاقة (إيفانوف) قيماً أكبر في أشهر أيار وتموز وآب وأيلول، وأعطت قيماً أقل في شهري نيسان وحزيران، وإذا علمنا أن أشهر السقاية الاساسية في منطقة الدراسة، هي تموز وآب وأيلول، فهذا يعني أن علاقة إيفانوف تتطلب أكثر من المياه، وتصل هذه الزيادة إلى 12% في شهر تموز، وبالتالي فإن العلاقة المستنتجة تعطي توفيراً بمياه الري وفق نتائج هذه الدراسة.

– مقارنة بين عدة طرق (مستنتجة وحقلية وايفانوف):

تم في الجدول (5) الذي يمثله الشكل(8)، إجراء مقارنة بين عدة طرق (مستنتجة وحقلية وايفانوف) للحساب قيم ال(ETP) في أشهر السقاية لعام (1999) على الترتيب، ويتضح من الجدول والشكل المذكورين، أن العلاقة المستنتجة تعطي قيم أقل من (ETP) في معظم أشهر السقاية: أيار، تموز، اب، أيلول، وتتقارب قيم ال(ETP) قليلا في شهري نيسان وأيلول، والناتجة عن العلاقات الثلاث المدروسة، بينما تبتعد تلك القيم عن بعضها في بقية الاشهر، وتكون القيم الناتجة عن العلاقة المستنتجة، قريبة من قيم علاقة ايفانوف في شهري حزيران وتموز

الجدول رقم (5): مقارنة بين عدة طرق لحساب ETP

أشهر السقاية	ETP علاقة مستنتجة mm/month	ETP جهاز الليزيمتر mm/month	ETP علاقة (إيفانوف) mm/month
نيسان	174	153	115.54
آيار	145.7	198.4	196.50
حزيران	195	249	191.18
تموز	217	282.1	217.00
آب	186	254.2	204.96
أيلول	162	198	182.29

5-الاستنتاجات والتوصيات:

- تم الحصول على معادلة مبسطة في حساب النتح – التبخر المرجعي في منطقة الدراسة، تكتب هذه العلاقة بالشكل:

$$ETP = -11.92 + 0.22\theta + 0.04\ V + 0.59\ N \qquad (14)$$

- بشكل عام أعطت العلاقة المستنتجة قيماً أقل نوعاً ما من قيم القياسات الحقلية بجهاز (الليزيمتر) في أشهر أيار وحزيران وتموز وآب وأيلول، وقيمة أكبر بقليل في شهر نيسان.

-أعطت العلاقة المستنتجة قيماً قريبة من قيم علاقة ايفانوف في شهري حزيران وتموز.

- يجب التأكد من صحة هذه النتيجة بإدخال مردود المحصول بعين الاعتبار في أبحاث لاحقة، وبإجراء دراسة مقارنة في مناطق أخرى من حوض العاصي مع قياسات أخرى لأجهزة الليزيمتر الحقلية وعلاقات أخرى في حساب الـ (ETP) مثل (بلاني كريدل) و(بنمان) و(تورك).. إلخ.

- اعتمدت قياسات جهاز (الليزيمتر) الحقلية مرجعاً في إيجاد هذه العلاقة المستنتجة، يجب توخي الدقة في أخذ القياسات والابتعاد عن أخطاء القراءة ... إلخ.

- بينت هذه الدراسة ضرورة التعمق بالأبحاث لإيجاد علاقات رياضية تجريبية تخص مناطق معينة من سورية في تقدير الاحتياجات المائية للنبات في مشاريع الري، وتوخي الحذر عند استخدام بعض المعادلات المعروفة عالمياً والتي قد لا تناسب مناخ وظروف بلادنا.

6- قائمة المراجع:

1. محمد نجيب عبد العظيم، 1997 ، الري – الأساسيات والتطبيق في استصلاح الأراضي، قسم الأراضي والمياه، كلية الزراعة، جامعة الإسكندرية، جمهورية مصر العربية، الصفحات 179-222 .
2. محمد ابراهيم و أحمد محمود الزهيري، 2015 _ادارة مياه الري وزارة التعليم، جامعة القصيم، كلية الزراعة والطب البيطري، المملكة العربية السعودية، 272 صفحة.
3. جميل عباس ،1989 ،المناخ والأرصاد الزراعية ، كلية الزراعة ، جامعة حلب .

4. محمد فضيل بوروبة، 2007 ، معايرة قيم نماذج حساب (التبخر – نتح) بواسطة حوض التبخر صنفاً بمنطقة عسير في المملكة العربية السعودية، مجلة دراسات الخليج والجزيرة العربية، العدد 124 ، المجلد 33، مجلس النشر العلمي، جامعة الكويت، الكويت.

5.أميمة سليمان عبد الله سليمان، 2003 ، تأثير التغير في المناخ على الاحتياجات المائية، رسالة ماجستير في الهندسة المدنية، قسم هندسة المياه والمنشآت المائية، كلية الهندسة ، جامعة الزقازيق، جمهورية مصر العربية، 154 صفحة .

6.علاء الدين محمد عبد الغفار محمد، 2001، تقييم لبعض طرق تقدير البخر-نتح المرجعي في شرق الدلتا- مصر، رسالة ماجستير في الهندسة المدنية، كلية الهندسة، جامعة القاهرة، 103 صفحات.

7.مازن دوغوظ ومحمد حقون، 2018_ تصميم برنامج حاسوبي لحساب الاحتياجات المائية للنبات، إدارة بحوث الموارد الطبيعية، الهيئة العامة للبحوث العلمية الزراعية، دمشق، سورية 287

8- انمار عبد العزيز الطالب, احمد أزهر ذنون، ٢٠١١، تقدير التبخر-النتح المرجعي الشهري باستخدام حوض التبخر صنف أ ،/ كلية الهندسة /جامعة الموصل / المعهد التقني / العراق.

1.Mowafy, M.H., et al. (2004): Impact of climate change on water demand in delta, Egypy. Second regional for integrated development, Cairo, Egypt.

2.Todorovic, M. (2005). Crop water requirements. In: Water Encyclopedia: Surface and Agricultural Water (Jay H. Lehr, Jack Keeley, Eds. W-59 p. 557-558. John Wiley & Sons Publisher, USA