تقدير قيم التبخر نتح الأساسي وفق معادلة بنمان مونتيث المعدلة (منشورات FAO n_{56}) ومقارنتها بقيم بعض المعادلات التجريبية الأخرى.

عمار عباس[1]* وغنوة خضور[1] وعمار عسكرية[1] ونسرين ديب [1]

(1). الهيئة العامة للبحوث العلمية الزراعية. مركز بحوث اللاذقية.

(*للمراسلة: د. عمار عباس، البريد الإلكتروني: Ammarabbas1984@hotmail.com)

تاريخ الاستلام:2022/11/16 تاريخ القبول:2023/01/11

الملخص:

نفذ البحث بالاستناد إلى البيانات المناخية اليومية لمحطة مطار الباسل في محافظة اللاذقية خلال الفترة 2000–2016 وشملت كلا من درجات الحرارة العظمى والصغرى، متوسط الرطوبة النسبية، سرعة الرياح، الإشعاع الشمسي إضافة إلى قيم التبخر من حوض التبخر Class A وذلك بهدف تقدير قيم التبخر نتح الأساسي ET_0 باستخدام النموذج ET_0 Calculator الذي يستند إلى معادلة بنمان مونتيث المعدلة وفق منشورات (FAO n_{56}) ومقارنتها بالقيم المحسوبة بالاعتماد على التبخر من حوض التبخر Class A والمعادلات التجريبية (معادلتي Hargreaves and Evanov). أشارت النتائج إلى دقة النموذج ET_0 Calculator حيث بلغ معامل الارتباط بين قيم النموذج وقيم حوض التبخر (0.99) وبلغ معامل الارتباط بين قيم النموذج وقيم المعادلات التجريبية (0.66).

الكلمات المفتاحية: التبخر نتح، حوض التبخر، نموذج، معامل ارتباط، ET_0 Calculator

المقدمة:

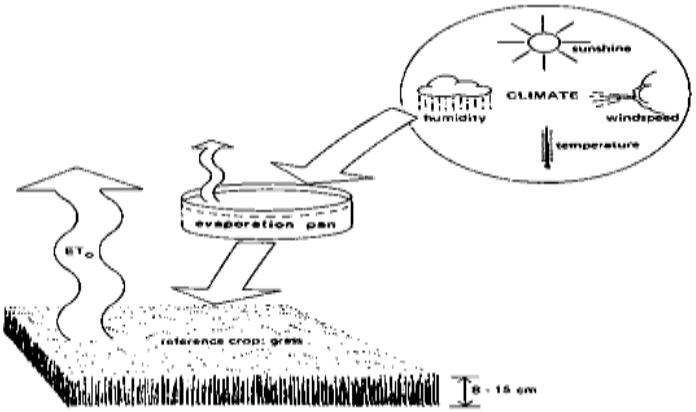
يُعرَّف التبخر -نتح الأساسي بأنه أقصى كمية من بخار الماء يمكن أن تفقدها مساحة محددة من الأرض إلى الجو تحت تأثير العوامل الجوية الخاصة بتلك المنطقة تحديداً (FAO,1986)، وقد استنتج.(Doorenbos *etal*,1977) بأنه يمكن اعتماد قيم التبخر المقيسة من أحواض التبخر على أنها تمثل التبخر –نتح المرجعي بعد ضربها بقيمة معامل الحوض، إذ تعتمد قيمة الأخير على نوعية الحوض وموضعه والمساحة المحيطة به . كما عرَّف التقرير الصادر عن منظمة الأغذية والزراعة الدولية التابعة للأمم المتحدة (FAO) التبخر نتح الأساسي ,بأنه معدل التبخر – نتح من سطح تربة مزروعة بغطاء نباتي أخضر مزدهر النمو وبارتفاع 15-8سم وذو مورد مائي غير محدود .وقدَّمت المنظمة مفهوم التبخر –نتح المرجعي لدراسة التبخر من السطوح المزروعة بشكل مستقل عن نوع المحصول ومستوى نموه والشروط البيئية والإدارية المحيطة (FAO,2008) .

وبالنظر إلى أهمية التبخر نتح الذي يشكل الفاقد الأساسي من الهطولات المطرية فقد كثرت طرق التقدير والمعادلات التجريبية المستخدمة لذلك بهدف التحديد الدقيق لقيم هذا العامل الذي يدخل كما سبق ذكره في الموازنات المائية للأحواض المائية(الموازنة المائية WB هي حاصل الفرق بين الهطل المطري(P) ومجموع كل من التبخر النتح الأساسي ET0 والجريان السطحي(: Q (Brooks *et al*., 2003 WB=P-(ET+Q) فضلا عن كونه الأساس في تحديد الاحتياج المائي للمحاصيل الزراعية حيث أن الاحتياج المائي للمحصول (ETc) هو حاصل جداء التبخر نتح الأساسي (ET0) ومعامل المحصول (Kc). (Brouwer and Heibloem,1986) (ETc=ET0*Kc)

تتعدد طرق حساب قيم التبخر نتح الأساسي (ET_0) وتتباين في دقتها فهناك طرق حقلية، طرق تجريبية تستند لمعادلات رياضية، طرق تعتمد على نماذج رياضية . (Jensen *etal*,1990)

1- الطرق الحقلية:

طريقة حوض التبخر : كلاس A:



الشكل(1) : حساب التبخر نتح بالاستناد إلى قيم التبخر من حوض كلاس A

يحسب التبخر نتح الأساسي بالعلاقة $ET_o = K_{pan} \times E_{pan}$. حيث E_{pan} التبخر من الحوض(مم) K_{pan} معامل يتعلق بحوض التبخر (نوع الحوض: كلاس A، كولورادو)، مكان توضعه (منطقة خالية أم مزروعة)، الظروف البيئية السائدة (الرطوبة، الحرارة وسرعة الرياح). وتتراوح بشكل عام قيم هذا المعامل بين 0.7 لحوض كلاس A و 0.8 لحوض كولورادو.

2-طريقة المعادلات التجريبية :

هناك عديد من المعادلات التجريبية التي استخدمت في تقدير قيم التبخر نتح الأساسي ومن ذلك:

معادلة بلاني – كريدل : $ET_o = P(0.46T_{mean}+8)$ حيث :

T_{mean}: متوسط درجة الحرارة اليومية :$T_{mean} = (T_{max} + T_{min})/2$

P : عدد ساعات الإضاءة في اليوم و يحسب كنسبة مئوية و تختلف قيمه باختلاف درجة العرض.

معادلات أخرى مثل معادلة Hargreaves modified: التي تستند إلى درجات الحرارة العظمى والصغرى إضافة إلى الإشعاع الشمسي (Hargreaves and Allen, 2003) . تعد هذه الطريقة سهلة التطبيق إلا نتائجها ليست على درجة عالية من الدقة كونها لا تأخذ سوى درجات الحرارة والإشعاع الشمسي كعوامل مؤثرة على التبخر نتح .

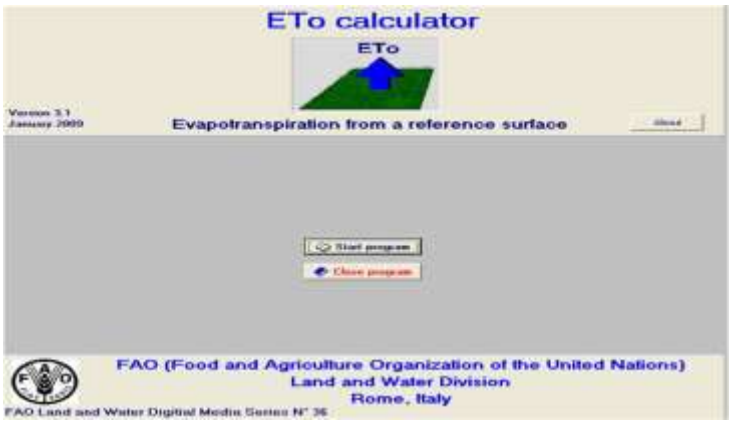
معادلة إيفانوف Evanov (Cunha *etal*,2007)التي تستند إلى متوسط درجة الحرارة ومتوسط الرطوبة النسبية وهي تستخدم بكثرة لتحديد التبخر من الأسطح المائية والمناطق المجاورة لها.

3- طريقة النماذج الرياضية :

وتعتمد على إدخال بارامترات مناخية معينة كالحرارة، الإشعاع الشمسي، الرطوبة النسبية وسرعة الرياح . فتسمح بالتحديد المباشر لقيم ET_0. ومن هذه البرامج برنامج ET_0 calculator كبرنامج معتمد من قبل منظمة الأغذية والزراعة العالمية (الفاو) والذي يستند على معادلة بنمان مونتيث المعدلة أساساً في نتائجه.

تعد معادلة بنمان مونتيث المعدلة Penmann-monteith modified وفق منشورات منظمة الفاو ($FAO\ n_{56}$)المعادلة الاكثر دقة واعتمادا في الدراسات الزراعية والهيدرولوجية كونها تأخذ بعين الاعتبار كافة البارامترات (المؤشرات المناخية) المؤثرة في قيم ET_0. والتي تشمل (درجة الحرارة، سرعة الرياح ، الرطوبة النسبية، الإشعاع الشمسي)

(Todorovic *etal*,2009) وقد استند إلى هذه المعادلة في النموذج ET_0 calculator المعتمد من قبل منظمة الأغذية والزراعة العالمية (FAO) . شكل (2)



الشكل (2): يوضح واجهة برنامج ET_0 Calculator.

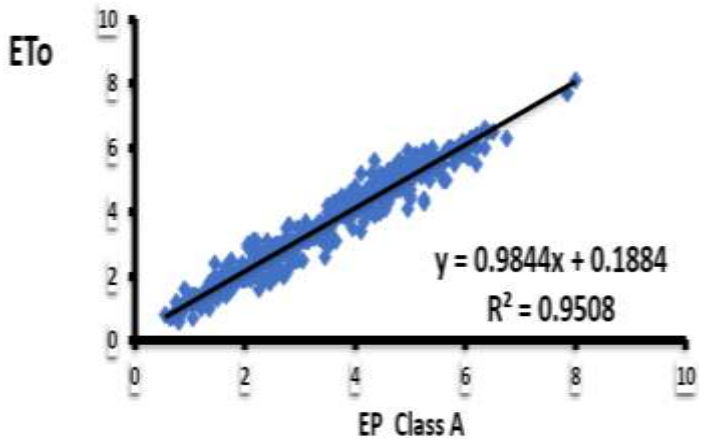
يعد هذا النموذج وسيلة سهلة عالية الدقة تسمح بتقدير القيم اليومية، الشهرية والسنوية للتبخر نتح الأساسي مدعما بجداول ومخططات بيانية ما يتيح طرق وأساليب مختلفة في العمل .

كثير من الدراسات عمدت إلى المقارنة بين طرق حساب قيم ET_0 سابقة الذكر ومن ذلك ذكر:

الدراسة التي قام بها (عمار وآخرون، 2019) في تقييم سبع طرائق متمثلةً بـ (المعادلتين المقترحتين من قِبل عمار وحماد وعباس، جداول FAO-24، معادلةCuenca، Snyder Pereira ، وAllen ، وذلك بمقارنة النتائج مع نتائج معادلة بنمان– مونتيث الموصى بها من قبل منظمة الأغذية والزراعة العالمية .(FAO-56) . استخدم للتقييم البيانات المناخية اليومية لمحطتي سد 16 تشرين وسد الباسل للفترة الممتدة من 2007 إلى 2013. وكانت المعايير الإحصائية المستخدمة: معامل الارتباط، معامل التحديد معدل الخطأ المطلق ،جذر متوسط مربع الخطأ، معامل التوافق.

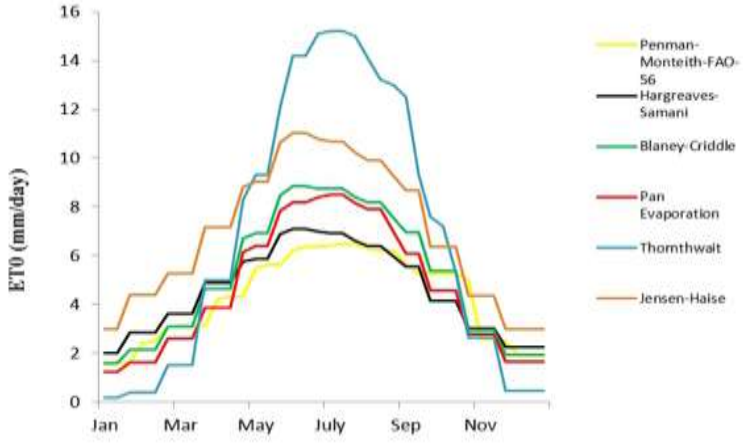
بينت الدراسة أن المعادلة المقترحة من قِبل عمار وحماد وعباس, والتي مدخلاتها التبخر الإنائي والإشعاع الشمسي الواصل إلى الغلاف الجوي الخارجي، ذات نتائج دقيقة في تقدير التبخر–نتح المرجعي اليومي في الساحل السوري، بتوافق عالي (0.96) . لذا يمكن اعتمادها لتقدير التبخر–نتح المرجعي اليومي في الساحل السوري بدلاً من معادلات معقدة تحتاج معلومات لعناصر مناخية كثيرة قد تكون مفقودة وغير متوفرة.

الدراسة التي قام بها كنجو وآخرون (2020) في اللاذقية حيث تم مقارنة قيم التبخر نتح الأساسي (ET_0) المحسوبة وفق النموذج ET_0 calculator وقيم التبخر E_0 من حوض التبخر Class A و ورسم علاقة الارتباط بينهما شكل(3) حيث تبين أن الارتباط خطي وقيمة معامل الارتباط مرتفعة (0.97) .



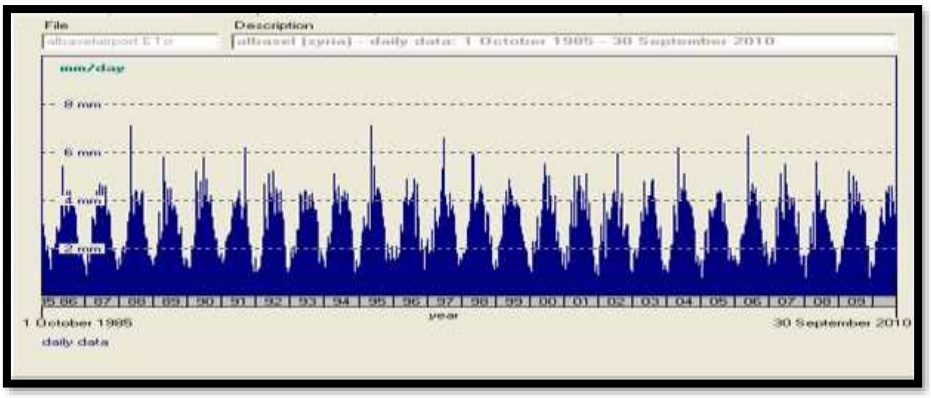
الشكل (3): المقارنة بين قيم التبخر من حوض التبخر والتبخر نتح الأساسي وفق النموذج

الدراسة التي قام بها (Zarei *etal*,2015) في إيران حيث تم مقارنة عدة طرق لحساب قيم التبخرنتح الأساسي شملت (بنمان مونتيث المعدلة، بلاني كرايدل، التبخر من الحوض كلاس A، Hargreaves، و طريقة Jensen and Thornthwait) . أوضحت النتائج أن طرق كلا من بلاني كرايدل، التبخر من الحوض، Hargreaves لم تظهر فرقا معنويا مع طريقة بنمان مونتيث المعدلة ($P<0.5$) في حين أظهرت طريقة Jensen and Thornthwait فرقا معنويا واضحا ($P<O.01$) . وكانت قيم التبخر من الحوض هي الأقرب إلى قيم معادلة بنمان مونتيث المعدلة.



الشكل (4): مقارنة طرق حساب ET0 وفق دراسة (Zarei etal,2105)

الدراسة التي قام بها عباس وآخرون (2011) لإعداد الموازنة المائية للمسقط المائي لنهر الصنوبر في محافظة اللاذقية حيث تم اعتماد البيانات المناخية من محطة سد الثورة. أخذت قيم الهطل المطري (مم) من المحطة وقيم الجريان السطحي(مم) من الموارد المائية وتم حساب قيم التبخر نتح الأساسي ET_0 باستخدام النموذج ET_0 calculator وإدراج المخطط البياني للقيم الناتجة. شكل (5) .



الشكل (5): القيم الشهرية للتبخر نتح الأساسي

ضمن نفس الدراسة السابقة استند الباحث إلى نتائج النموذج في تحديد الاحتياج المائي لمحصول الذرة الصفراء بتطبيق الري بالرش في محافظة اللاذقية حيث أن الاحتياج المائي هو عبارة عن جداء التبخر نتح الأساسي ET_0 و معامل المحصول Kc وتم حساب الاحتياج المائي لكل طور فينولوجي ولكامل موسم النمو

بالنظر إلى تعدد معادلات حساب التبخر نتح الأساسي وتباين مدخلات كل معادلة ما يترتب عليه تباين في دقة القيم لكل معادلة. وبالنظر إلى الدراسات التي أظهرت أهمية النموذج ET_0 calculator في تقدير القيم الأدق للتبخر نتح الأساسي فقد كان لا بد من المقارنة بين قيم النموذج وقيم بعض المعادلات التجريبية للوقوف على أقرب هذه المعادلات دقة إلى معادلة بنمان مونتيث المعدلة وهنا تبرز أهمية تنفيذ هذا البحث .

هدف البحث:

تقدير قيم التبخر نتح الأساسيET_0 باستخدام النموذج ET_0 calculator ومقارنتها مع قيم الطرق الحقلية class A والمعادلات التجريبية Hargreaves و Evanov للوقوف على دقة الطرق التجريبية مقارنة بالنموذج.

مواد البحث وطرائقه:

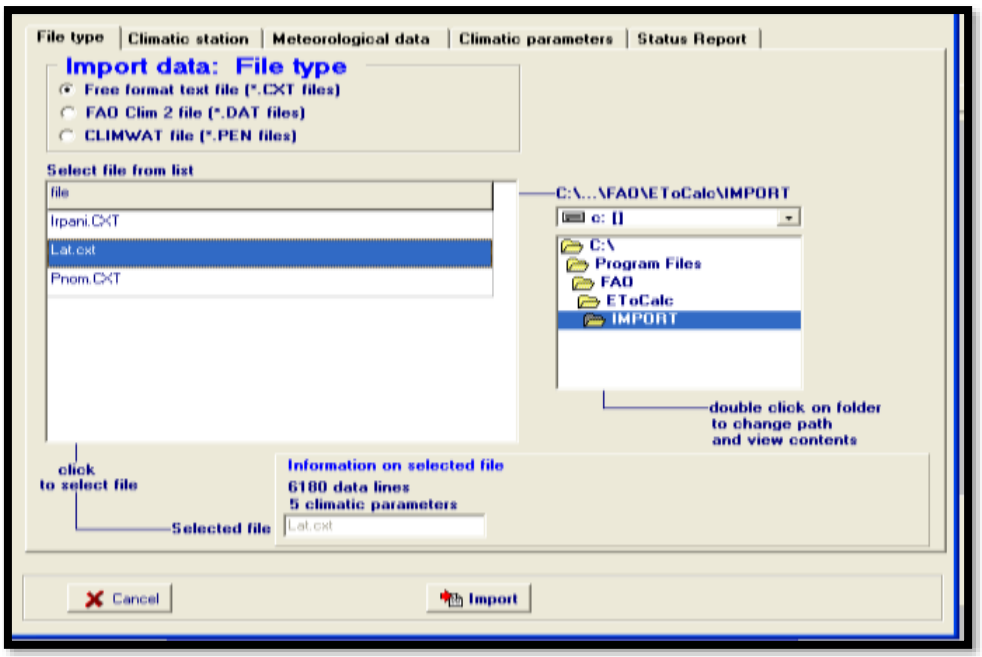
موقع الدراسة:

تم تنفيذ البحث بالاستناد إلى المعطيات المناخية لمحطة مطار الباسل في محافظة اللاذقية على ارتفاع 45 م وبإحداثيات (35.5 latitude and 35.9 longitude) وبالاستناد إلى

1- بيانات مناخية يومية لمحطة مطار الباسل في محافظة اللاذقية خلال الفترة 2000-2016 تشمل التبخر من حوض class A، درجات الحرارة العظمى والصغرى، متوسط الرطوبة النسبية، الإشعاع الشمسي وسرعة الرياح.

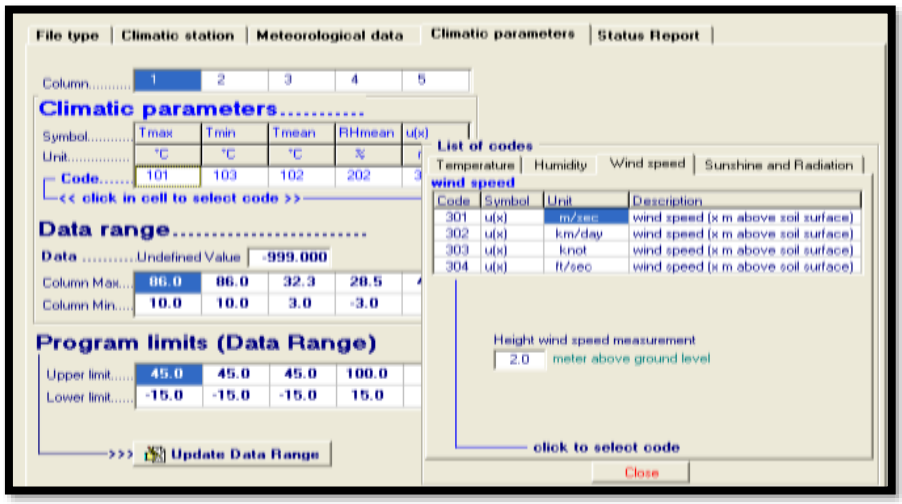
2- تحضير ملفات cxt الأساسية لعمل النموذج .

3- إدخال ملفات cxt السابقة إلى النموذج واتباع منهجية العمل المطلوبة على النموذج وفق الخطوات التالية:



الشكل (6): إدخال الملف cxt إلى النموذج

-يتم تحديد كل عنصر من العناصر المدخلة في الملف السابق ضمن جدول خاص في النموذج يحدد رمزية كل عنصر في هذا الملف . شكل (7).



الشكل (7): تحديد العناصر المدخلة وفق ترتيب النموذج

4- الحصول على قيم ET_0 الناتجة عن المدخلات مع التمثيل البياني لها .

5- حساب قيم التبخر نتح الأساسي وفق معادلة Hargreaves (Hargreaves and Allen, 2003) :

$$ETo = 0.0023.\left(\sqrt{T_{\max} - T_{min}}\right).(T_{mean} + 17.8).Ra$$

T_{MAX} : درجة الحرارة العظمى (م°)

T_{MIN}: درجة الحرارة الصغرى (م°)

T_{MEAN}: متوسط درجة الحرارة اليومي (م°)

R_a: الإشعاع الشمسي (ميللجول/م^2.يوم)

6- حساب قيم التبخرنتح الأساسي وفق معادلة إيفانوف Evano .

$$ET_0=0.0018x(T+25)^2x(100-RH)$$

T: متوسط درجة الحرارة اليومية (م°).

RH: متوسط الرطوبة النسبية %.

7- مقارنة متوسط القيم السنوية للتبخر نتح الاساسي وفق الطرق الأربع السابقة.

8- حساب علاقات الارتباط بين قيم النموذج ET_0 Calculator والطرق الثلاث الأخرى (Hargreaves – Evanov-class A) والتمثيل البياني لها.

النتائج والمناقشة:

يبين الجدول (1) قيم التبخر نتح الأساسي باستخدام النموذج ET_0 Calculator التي أظهرت تباينا واضحا بين سنوات الدراسة. حيث تراوحت القيم بين 1873.7 مم في العام 2004 و2058 مم في العام 2016 وتباينت القيم خلال سنوات الدراسة نظرا لتباين قيم العناصر المناخية المدخلة.

الجدول (1): قيم التبخر نتح الاساسي باستخدام النموذج ET_0 Calculator

DATE	ET0 software
2000	2021.1
2001	1989.8
2002	1996.6
2003	2002.1
2004	1873.7
2005	1952.4
2006	1885.2
2007	1954.3
2008	2028.2
2009	1891.3
2010	2041.9
2011	1912.8
2012	1957.5
2013	1968.2
2014	2002.5
2015	2011.1
2016	2058

يبين الجدول (2) قيم التبخر ET_0 وفق قيم التبخر E_0 من حوض Class A وقيم التبخر نتح الاساسي ET_0 باستخدام معادلتي Hargreaves و Evanov . حيث يظهر التباين الواضح في قيم التبخر نتح ET_0 بين المعادلات المستخدمة. وأظهرت معادلة evanov القيم الأقل في حين أعطت معادلة Hargreaves القيم الأعلى .

الجدول (2): مقارنة قيم لتبخر نتح ET_0 باستخدام المعادلات التجريبية .

DATE	ET_0 evanov	ET_0 PAN	ET_0 hargreaves
2000	1517.7627	2002	2,023.51
2001	1462.86261	1990	2,024.19
2002	1497.52962	1990.2	2,057.36
2003	1530.46107	2003	1,992.80
2004	1410.74163	1870	1,899.05
2005	1441.70208	1950.1	2,045.92
2006	1390.26204	1884.3	2,064.33
2007	1448.33346	1953.1	2,026.83
2008	1443.86136	2026.4	2,087.13

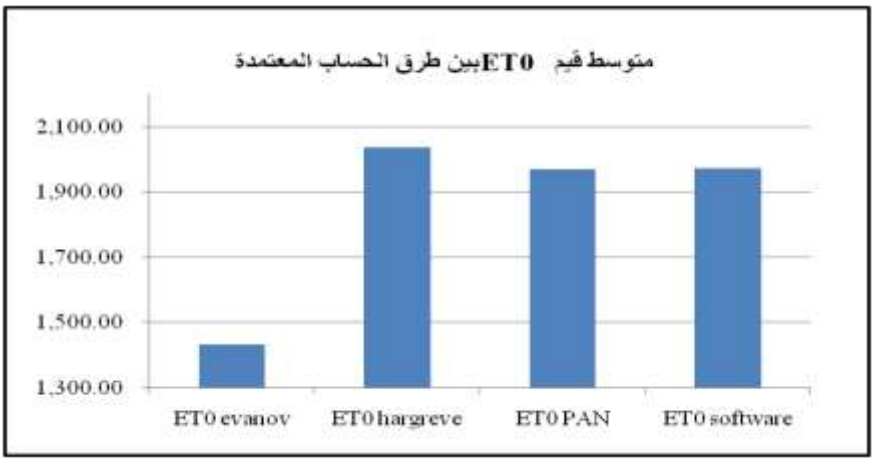
2009	1344.39093	1889	2,009.04
2010	1464.90894	2040.8	2,165.62
2011	1327.68855	1911.2	1,990.90
2012	1390.94136	1955.9	2,022.37
2013	1411.36452	1966.8	2,068.03
2014	1418.7096	2001.2	2,065.25
2015	1415.80881	2009.8	2,033.46
2016	1456.64064	2056.6	2,067.19

يبين الجدول (3) مقارنة قيم التبخر نتح الأساسي بين النموذج ET_0 Calculator وقيم حوض Class A ومعادلتي Hargreaves و Evanov.

الجدول (3): مقارنة قيم ET0 بين النموذج و المعادلات التجريبية .

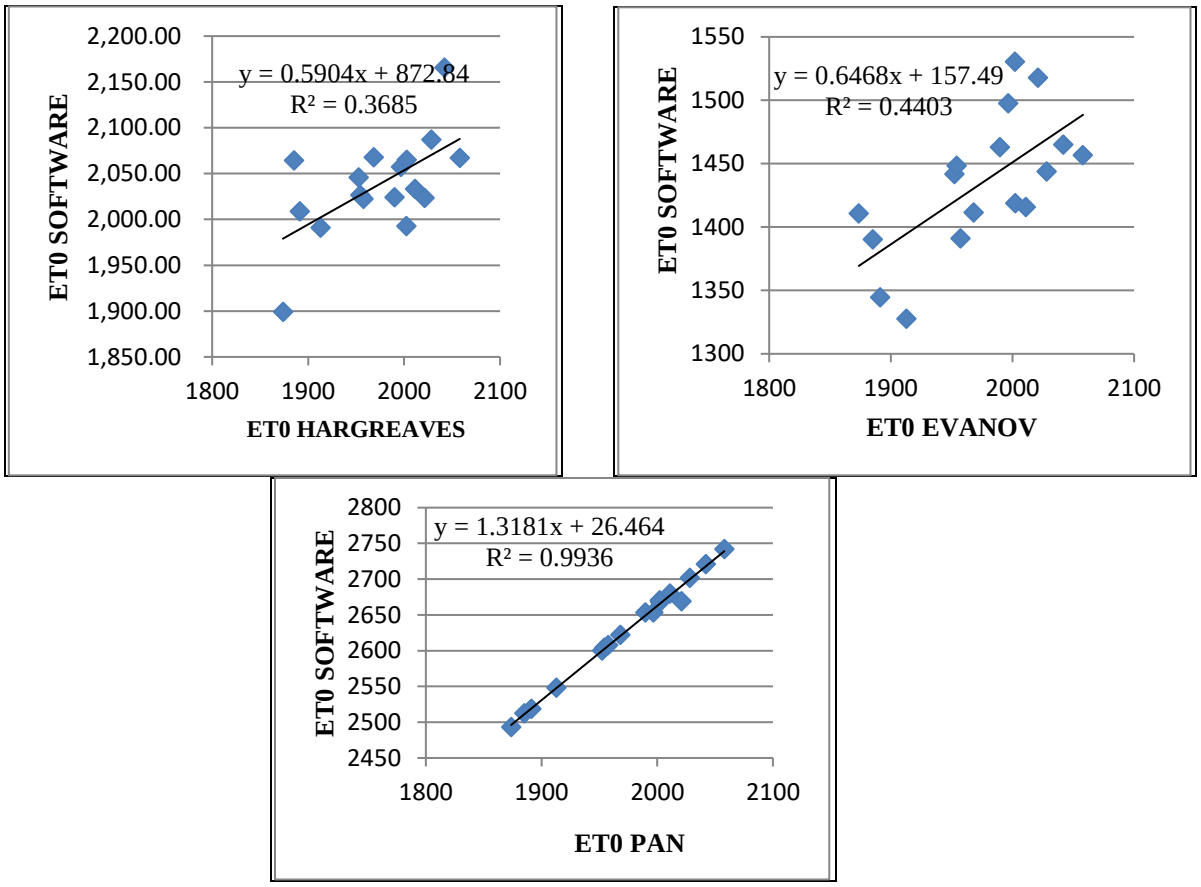
DATE	ET_0 software	ET_0 Evanov	ET_0 PAN	ET_0 Hargreve
2000	2021.1	1517.7627	2002	2,023.51
2001	1989.8	1462.86261	1990	2,024.19
2002	1996.6	1497.52962	1990.2	2,057.36
2003	2002.1	1530.46107	2003	1,992.80
2004	1873.7	1410.74163	1870	1,899.05
2005	1952.4	1441.70208	1950.1	2,045.92
2006	1885.2	1390.26204	1884.3	2,064.33
2007	1954.3	1448.33346	1953.1	2,026.83
2008	2028.2	1443.86136	2026.4	2,087.13
2009	1891.3	1344.39093	1889	2,009.04
2010	2041.9	1464.90894	2040.8	2,165.62
2011	1912.8	1327.68855	1911.2	1,990.90
2012	1957.5	1390.94136	1955.9	2,022.37
2013	1968.2	1411.36452	1966.8	2,068.03
2014	2002.5	1418.7096	2001.2	2,065.25
2015	2011.1	1415.80881	2009.8	2,033.46
2016	2058	1456.64064	2056.6	2,067.19

يتبين من الجدول (3) تقارب القيم بين النموذج وقيم حوض التبخر Class A والتباين الواضح بين قيم النموذج وقيم كل من معادلتي Hargreaves و Evanov..ويمكن إظهار ذلك بشكل أوضح بيانيا عبر مقارنة متوسطات القيم السنوية لبيانات الجدول السابق. الشكل (8) .



الشكل (8): مقارنة متوسطات قيم التبخر نتح ET_0 بين النموذج، حوض التبخر والمعادلات التجريبية.

يلاحظ من الشكل (8) أن قيم معادلة Hargreaves مرتفعة جدا مقارنة بالطرق الأخرى، كما ويلاحظ تقارب قيم النموذج مع قيم البخر من الحوض Class A لذا فقد تم حساب معامل الارتباط بين قيم ET_0 المحسوبة وفق النموذج مع القيم المحسوبة وفق حوض التبخر والمعادلات التجريبية للوقوف على أعلى درجات الارتباط بينها وتم إدراج القيم مع المخططات التفصيلية لها شكل(9) :



الشكل (9): الارتباط بين قيم النموذج وقيم كل من حوض التبخر والمعادلات التجريبية.

يلاحظ من الشكل (9) أن معامل التحديد بلغ أعلى قيمه بين قيم النموذج وقيم التبخر وكان معامل الارتباط (r=0.99)

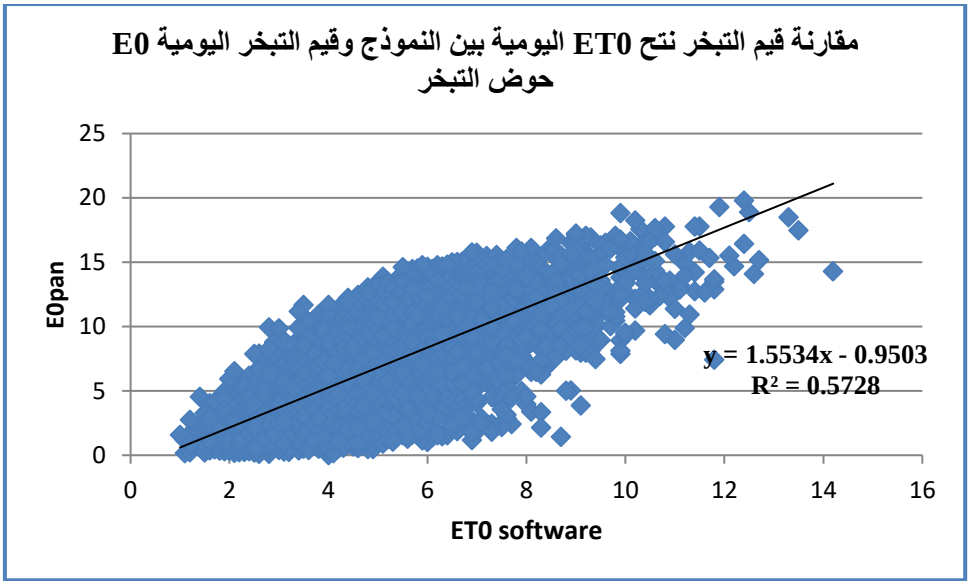
ويبين الجدول (4) قيم الارتباط البسيط لعلاقات الارتباط السابقة حيث لوحظ وجود علاقة ارتباط جيدة بين قيم النموذج وقيم معادلتي Evanov و Hargreaves التجريبيتين.

تبين وجود علاقة ارتباط قوية بين قيم النموذج وقيم التبخر نتح المحسوبة بلاستناد إلى قيم التبخر من حوض التبخر Class A.

الجدول (4): قيم الارتباط البسيط بين قيم النموذج وقيم كل من حوض التبخر والمعادلات التجريبية المدروسة .

ET_0	r
Software - Evanov	0.66
Software - Hargreaves	0.61
Software - E_0	0.99

وبالنظر الى أن الارتباط الأقوى كان بين قيم النموذج و قيم حوض التبخر فقد تم مقارنة القيم اليومية للتبخر نتح لكل منهما للوقوف على دقة قيمة معامل الارتباط وفق البيانات اليومية حسب ما أشارت إليه دراسات (غطفان و آخرون، 2019) و(كنجو وآخرون،2020) السابقتين. حيث تعطي البيانات اليومية قيمة معامل ارتباط أدق كون الأبحاث الزراعية (الأطوار الفينولوجية، مواعيد الري و...) تستند إلى البيانات اليومية .



الشكل (10): الارتباط بين القيم اليومية النموذج وقيم حوض التبخر

يلاحظ من الشكل (10) وجود ارتباط قوي بين القيم اليومية للتبخر نتح المرجعي وفق قيم النموذج و قيم حوض التبخر حيث بلغت قيمة معامل الارتباط (R=0.76) وهذا ما يعزز دقة النتائج المتحصل عليها.

بالتالي فعند وجود نقص في البيانات اللازمة للعمل على النموذج يمكن استخدام حوض التبخر Class A وبدقة جيدة عند استخدامه الدقيق والعلمي.

الاستنتاجات والتوصيات:

يعد التبخر نتح الأساسي (المرجعي) ET_0 أساسا في الموازنات المائية من جهة وفي تحديد الاحتياج المائي للمحاصيل الزراعية من جهة أخرى لذا فإن التحديد الدقيق لقيمته تعد على درجة عالية من الأهمية في الحصول على نتائج أبحاث عالية الدقة.

تعد معادلة بنمان مونتثيت المعدلة وفق منشورات منظمة الفاو (FAO n_{56}) أكثر الطرق دقة كونها تأخذ بعين الاعتبار طيفا واسعا من العناصر المناخية المؤثرة على التبخر نتح وهي المعادلة المعتمدة في برنامج ET_0 Calculator.

تباينت قيمة معامل الارتباط بين قيم التبخر نتح الأساسي ET_0 المحسوبة بالنموذج وبين القيم التجريبية المحسوبة فكانت قيم حوض التبخر Class A هي الأعلى وبلغت (0.99) في حين بلغت (0.6) بين قيم النموذج وقيم المعادلات التجريبية.

كانت قيمة معامل الارتباط بين القيم اليومية للنموذج والطرق التجريبيةالحقلية (حوض التبخر Class A) مرتفعة.

بالتالي تبرز أهمية الاعتماد على النموذج ET_0 Calculator كون نتائجه عالية الدقة وقريبة من القيم الحقلية لذا نوصي بأهمية اعتماد هذا النموذج مع إتاحة كافة البيانات المناخية اللازمة كمدخلات لعمل النموذج والحصول على قيم عالية الدقة إضافة إلى ضرورة تعميم هذا النموذج في الجهات البحثية مع إتاحة الفرصة للتدريب على مثل هذه البرمجيات للباحثين والعاملين في المجال المناخي والهيدرولوجي والزراعي.

المراجع:

عباس،عمار.2011. دراسة تحليلية حول مردودية المياه في المسقط المائي لنهر الصنوبر – حوض الساحل. أطروحة ماجستير. جامعة حلب. كلية الزراعة. 125 صفحة.

عمار، غطفان، حماد، منذر، عباس،ماريا. 2019. تقييم طرائق تقدير التبخر–نتح المرجعي اليومي باستخدام حوض التبخر نوع Aفي الساحل السوري. مجلة جامعة تشرين للعلوم الهندسية. المجلد(41) العدد (3) . 2019

كنجو، علي، عباس، جميل، زينة، ربيع. حسون، نيفين،. 2020 . جدولة الري لمحصول الذرة الصفراء باستخدام عدة مستويات من الري الرذاذي وارتباطها ببعض الصفات الإنتاجية. المجلة السورية للبحوث الزراعية. 7(1):367-348.

Cunha, F., Magalhães, F., Castro, M., and Souza, E. (2017). Performance of estimative models for daily reference evapotranspiration in the city of Cassilândia, Brazil.Engenharia Agrícola. 37. 173-184. 10.1590/1809-4430-eng.agric.v37n1p173-184/2017.

Brooks, K.N., Ffolliott, P.F., Gregersen, H.M. and DeBano, L.F., 2003. Hydrology and the Management of Watersheds. Iowa State Press, Ames, Iowa.

Brouwer,C., and Heibloem ,M., 1986. Irrigation water managemaent. Irrigation water needs. Training manual. No.3.

DOORENBOS, J.and PRUITT, W.O. GuideLines for Predicting Crop Water Requirement.

Fao,1986. Irrigation Water Management: Irrigation Water Needs. IRRIGATION WATER MANAGEMENT .Training manual no. 3.

FAO .2008. Corporate Document Repository. Crop Evapotranspiration. Natural Resources

Food and Agriculture Organization of the United Nations (FAO). □ N .24,1977,156.

Hargreaves,G.H.,and Allen,R.G.(2003):History and evaluation of hargreaves evapotranspiration equation. Journal of Irrigation and Drainage Engineering, 129: 53–63.

Jensen, M.E., Burman, R.D., and Allen, R.G.1990. Evapotranspiration and Irrigation WaterRequirements. ASCE Manuals and Reports on Engineering Practices No. 70., Am. Soc. Civil Engrs.,New York, NY, 360 p.

Todorovic,M., Albrizio, L., Zivotic, M., Abi Saab, C., Stöckle, and Steduto.P. Assessment of AquaCrop, CropSyst, and WOFOST Models in the Simulation of Sunflower Growth under Different Water Regimes Agron J 2009 101: 509–521

Zarei1, A., Zare,S., Parsamehr A..2015. Comparison of Several Methods to Estimate Reference Evapotranspiration West African Journal of Applied Ecology, vol. 23(2), 2015: 17–25.

Estimating Reference Evapotranspiration Values According to Penn Man – Monteith Modified(FAO n_{65} publication) and Comparing with some other Empirical Equation

Ammar Abbas(1), Ghonwa Khaddour(1), Ammar Askariam(1) and Nisrin deeb.(1)

(1) .GCSAR. Center of Latakia, Stria.

(*Corresponding author: Dr. Ammar Abbas, Email: ammarabbas1984@hotmail.com).

Received:16/11/2022 Accepted: 11/01/2023

Abstract:

The research was conducted based on the daily climatic data for Al-Basel Airport Station in Lattakia province during the period 2000-2016.incauding (maximum and minimum temperatures, average relative humidity, wind speed, solar radiation, and evaporation values from Class A pan) in order to calculate the values of reference evapotranspiration ET_0 using ET_0 Calculator Model based on the modified Penman-Monteith equation (FAO n65) and comparison between the model values and the field-based calculation methods (evaporation from Class A pan) and empirical equations (Hargreaves and Evanov equations). The results indicated the accuracy of the ET_0 Calculator model, where the correlation coefficient between the model values and the Pan method evaporation values was (0.99), and the correlation coefficient between the model values and the experimental equations values was (0.6).

Key words: evapotranspiration, evaporation pan, model, correlation coefficient ET_0 Calculator