مقارنة قيم التبخر نتح المرجعيET0 بين معادلات تجريبية ونموذج ET0 Calculator خلال الأطوار الفينولوجية لمحصول القمح صنف دوما (1)

عمار عباس [(1)*]

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

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

تاريخ الاستلام 2023/08/25 تاريخ القبول 2023/12/31

الملخص

نفذ البحث بالاستناد إلى البيانات المناخية اليومية لمحطة مطارالباسل في محافظة اللاذقية خلال الفترة (2000–2016) وشملت كلا من درجات الحرارة العظمى والصغرى، متوسط الرطوبة النسبية، سرعة الرياح، الإشعاع الشمسي وذلك بهدف تقدير قيم التبخر نتح الأساسي ET_0 خلال الأطوار الفينولوجية المختلفة لمحصول القمح صنف دوما (1) (الإنبات، الإشطاء، استطالة الساق، الإزهار، تكون البذور، النضج) باستخدام النموذج ET_0 Calculator الذي يستند إلى معادلة بنمان مونتيث المعدلة وفق منشورات ($FAO\ n_{56}$) ونظرا لكثرة البارامترات المطلوبة لدقة عمل النموذج والتي قد يتعذر إتاحتها في بعض الأحيان فقد تم مقارنة القيم المحسوبة بالنموذج مع القيم الناتجة عن معادلات تجريبية تحتاج عدد أقل من المدخلات وتم اعتماد معادلتي (Hargreaves and Evanov) التجريبيتين. وهدف البحث إلى تحديد معامل الارتباط بين قيم النموذج وقيم المعادلات المستخدمة في كل طور فينولوجي من أطوار نمو محصول القمح. وقد أشارت النتائج إلى دقة النموذج ET_0 Calculator مقارنة بالمعادلات الأخرى وكانت قيم معامل الارتباط بين قيم النموذج وقيم معادلة Evanov هي الأعلى في مختلف أطوار النمو مقارنة بمعادلة Hargreaves.

الكلمات المفتاحية: التبخر نتح، نموذج، معامل ارتباط،ET_0 Calculator، معادلة Evanov .

المقدمة:

يحتل القمح بنوعيه القاسي Triticum durum والطري Triticum aestivum L المرتبة الأولى من حيث المساحات المزروعة بالمقارنة مع محاصيل الحبوب الأخرى (FAO,2018) حيث يزرع القمح في سورية على نطاق واسع في منطقتي الاستقرار الأولى والثانية (وبشكل محدود في منطقة الاستقرار الثالثة)مروياً أو مطريا، وتنتشر زراعته في مختلف المحافظات وتعد محافظات الحسكة والرقة وحلب الخزان الرئيسي للقمح، إذ تنتج أكثر من % 70 من مجمل إنتاج القمح في سورية (المجموعة الإحصائية الزراعية السنوية، 2016) وقد بلغت المساحة المزروعة حسب احصائيات المكتب المركزي للإحصاء (2019) 1345607 هكتار وبمتوسط إنتاج 2293 كغ/هـ لذا تسعى كافة الجهات البحثية العاملة بمجال تربية محاصيل الحبوب إلى استنباط وتطوير أصناف من القمح تتميز بالإنتاجية العالية والنوعية الجيدة وملائمة لمختلف الظروف البيئية المتباينة في سورية والتي لها تأثير على قيم الصفات الكمية(معلا وحربا،2005)

من هنا فقد حظي محصول القمح باهتمام حكومي واسع وكبير نظرا لأهميته القصوى في الأمن الغذائي، وخصوصا أن متوسط غلة الهكتار في سورية أقل من نظيراتها العالمية والتي يصل متوسط انتاجيتها حوالي (4) آلاف كغ/هـ ، مما يؤكد اتساع المجال للتوسع بالعمل البحثي الهادف إلى استنباط أصناف من القمح تجتمع فيها الصفات الكمية والنوعية المتفوقة للغلة والمقاومة للإجهادات (لقمس وآخرون ، 2016).

ضمن هذا المجال ووفقا لدليل محصول القمح الصادر عن منشورات الهيئة العامة للبحوث العلمية الزراعية فإن اهم نتائج تحسين القمح هناك الأقماح عالية الإنتاج: وهي الأقماح التي نتجت عن الدراسات والتجارب التي تجريها الهيئة العامة للبحوث العلمية الزراعية بالتعاون مع المنظمات الدولية (ايكاردا) والمنظمات العربية(أكساد)

عن طريق الإدخال والاستنباط والانتخاب وتشمل:

القمح القاسي : شام 3 – شام 5 –شام 7 – دوما 1 – دوما 3

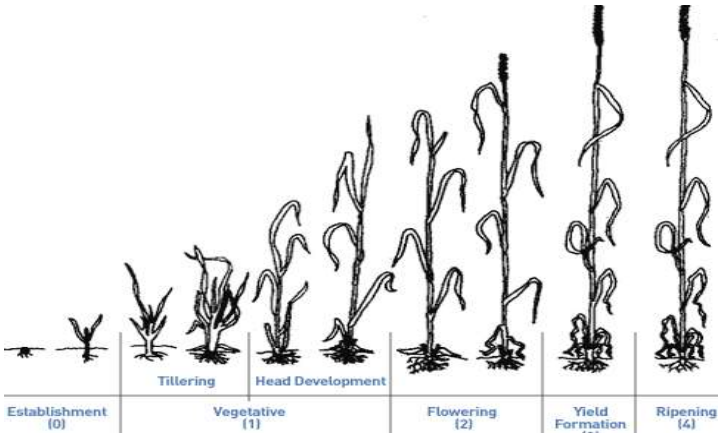
القمح الطري : شام 4 – شام 6 –شام 8 – دوما 2 – دوما 4

ووفقا للدليل السابق، تختلف الاحتياجات المائية لمحصول القمح باختلاف كمية الهطول المطري ودرجة الحرارة ومرحلة النمو، ففي مرحلة الإثبات تكون

الاحتياجات المائية قليلة، ويكون الاحتياج الأكبر في مرحلتي الإزهار وتكوين الحبوب .كما تكون الاحتياجات أكبر عند ارتفاع درجات الحرارة وانخفاض معدل الهطولات المطرية .وبشكل عام يحتاج الهكتار الواحد من القمح بين (5000 –5500) م3 تتوزع حسب برنامج ري المحصول .يطبق.الري التكميلي في منطقتي الاستقرار الأولى والثانية .ويتراوح عدد الريات (3–4) ريات باستثناء رية الإنبات. رية الإنبات تعطى في حال انحباس الأمطار 20 يوم بعد الزراعة بمعدل وسطي (400–500)م^3/هـ . ريتان في طور الإشطار (700–800) م^3/هـ ورية في طور الإزهار أو الإسبال (800–900) م^3/هـ.

تعاني سورية كما كثر من دول العالم بشكل متكرر من الجفاف المتطرف Terminal drought(Dai.2011) لذا فقد ظهرت الكثير من التنبؤات الهادفة إلى تأمين استقرار إنتاج القمح وذلك عبر الاهتمام بمواضيع الري على نطاق أوسع. كما أن التماشي مع النمو السكاني في القطر بالإضافة إلى التقليل من الآثار السلبية للتغيرات المناخية تتطلب إدارة وتطوير الموارد المائية بالاستناد إلى أسس التنمية المستدامة (Aggarwal,*etal*,,2010). وهنا يظهر إنتاج القمح في ظروف الزراعة المطرية عدم ثباتية بمتوسط إنتاج 0.5 طن /هكتار في السنوات الجافة و 1.7 طن/هكتار في السنوات جيدة الهطول. وبالمقارنة مع الإنتاجية في ظروف الزراعة المروية التي تعتبر أكثر استقراراً، يصل الإنتاج إلى (3–4) طن /هكتار.(NAPC,2009) وبشكل عام يعتبرالتنبؤ بإنتاج الهكتار من القمح تحت ظروف الزراعة المطرية أمراً صعب التنفيذ نظراً لعدم استقرار الهطولات المطرية.(.(Benli*etal*,2007

من هنا يكمن اهمية تحديد الاحتياج المائي لمحصول القمح الذي بدوره يتأثر بالظروف المناخية السائدة في منطقة الزراعة. بالتالي لا بد من الوقوف على تأثير العناصر المناخية الأساسية في حساب الاحتياج المائي للمحصول (الحرارة العظمى والصغرى، الهطل المطري، الرطوبة النسبية، الإشعاع الشمسي وسرعة الرياح) خلال كل طور فينولوجي من الأطوار الفينولوجية للقمح حيث يقسم موسم نمو القمح إلى ست أطوار فينولوجية بدءا بالزراعة وانتهاء بالحصاد وهي: الإنبات، الإشطاء، استطالة الساق، الإزهار، تكون البذور والنضج . وتوضح هذه الأطوار في الشكل (1) حسب منشورات الفاو (FAO,2010) .



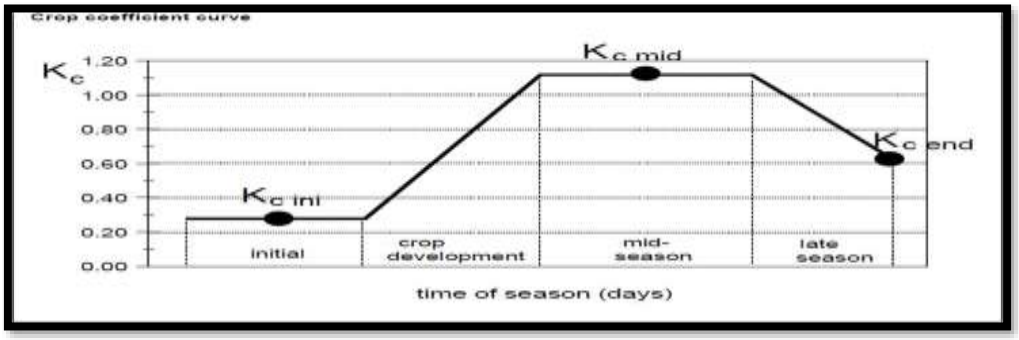
الشكل (1): الأطوار الفينولوجية للقمح (FAO,2010)

تؤثر العناصر المناخية سابقة الذكر على الاحتياج المائي للمحصول، ويختلف تأثير هذه العناصر باختلاف مناطق الزراعة(جافة أم رطبة). وتبعاً لذلك يبلغ الاحتياج المائي لمحصول ما قيمه العظمى في البيئات التي تسودها درجات حرارة عالية، إشعاع شمسي قوي، مناخ جاف وسرعات عالية للرياح (Brouwer and Heibloem,1986).

يعبر عن تأثير هذه العوامل بالتبخر نتح الكامن أو الأساسي ET0 حيث يعد الأساس في حساب الاحتياج المائي للمحصول

ETc : $ET_c=ET_0\times K_c$

تمثل K_c قيم معامل المحصول وهو يتوقف على نوع المحصول وفترة نموه وأطواره الفينولوجية والعناصر المناخية السائدة. تختلف قيم هذا المحصول باختلاف الطور الفينولوجي للمحصول حيث تكون قيمته منخفضة في مراحل النمو الأولى وترتفع تدريجيا في مراحل النمو الخضري والإزهار وصولا إلى تشكل الثمار وتنخفض في مرحلة النمو الأخيرة بعد النضج وقبل الحصاد. يبين الشكل (2) قيم (K_c) المحصولي خلال أطوار النمو للمحصول .



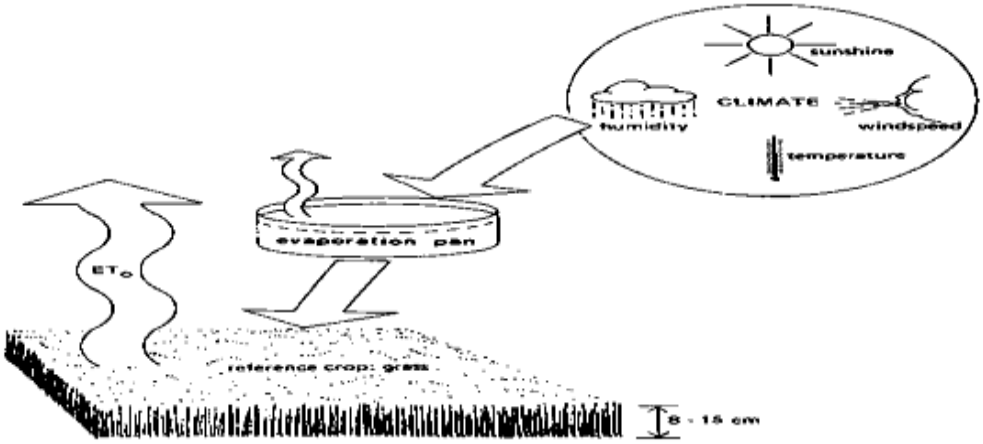
الشكل (2): قيم (K_c) المحصولي خلال أطوار النمو الفينولوجية(FAO,2010)

بالتالي تختلف الاحتياجات المائية للمحاصيل باختلاف أطوارها الفينولوجية حيث تكون منخفضة في الطور الأول Initial (قيم تبخرعالية ونتح منخفضة) ثم يزداد الاحتياج تدريجياً في مرحلة التطور Developing ليبلغ أعلى قيمة في مرحلة Midstage (مراحل الإزهار والعقد) وصولاً إلى مرحلة Late season التي تختلف احتياجاتها المائية باختلاف الهدف من الزراعة.

مما سبق فإن تحديد الاحتياج المائي للمحصول يتطلب دقة في حساب قيم التبخر نتح الأساسي ET0 حيث تتعدد طرق حسابه 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(3) : 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. ينصح باستخدام هذه المعادلة في مواقع محلية محددة عند تعذروجود قيم مسجلة لحوض التبخر و هي طريقة تجريبية نظرية ليست بعالية الدقة تتراوح دقتها بين 40% في المناطق الرطبة الغائمة إلى 60% في المناطق الجافة التي تسودها هبات نشطة للرياح. (Brouwer and Heibloem,1986)

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*,2017)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 النماذج النموذج ET_0 calculator المعتمد 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

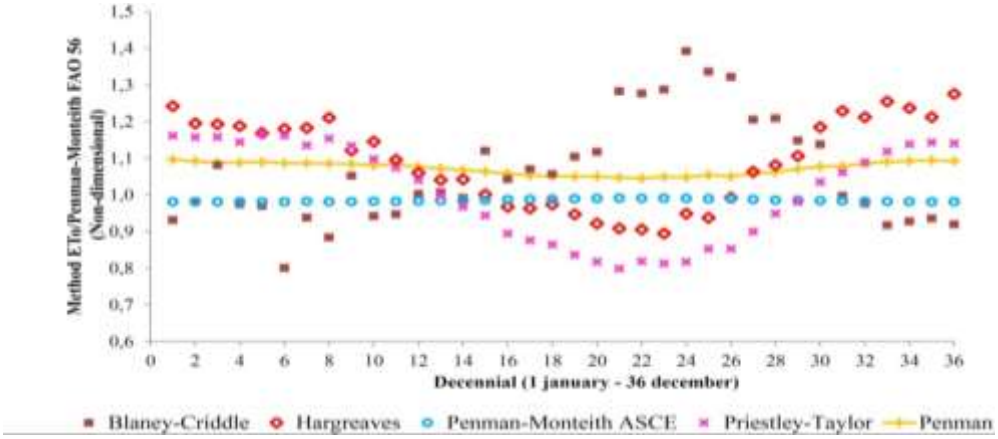
ET_0. والتي تشمل (درجة الحرارة، سرعة الرياح ، الرطوبة النسبية، الإشعاع الشمسي) (Todorovic *etal*,2009) وقد استند إلى هذه المعادلة في النموذج ET_0 calculator المعتمد من قبل منظمة الأغذية والزراعة العالمية (FAO) . شكل (4)

الشكل (4): 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:

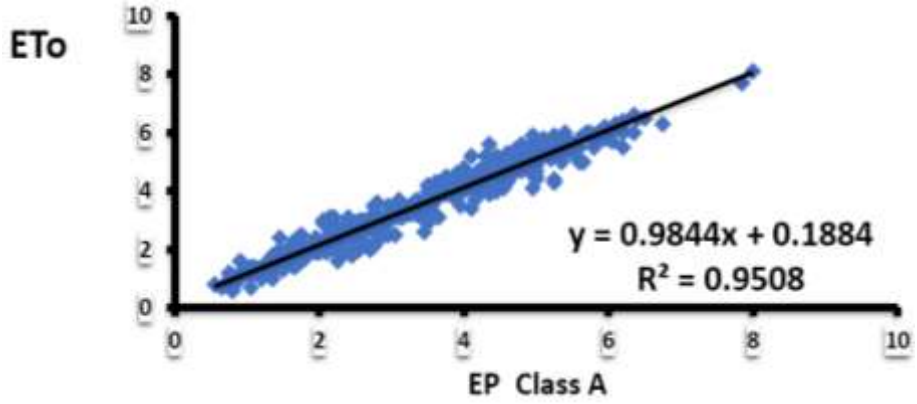
الدراسة التي قام بها (Gotardo et,al,2016) في البرازيل حيث تم مقارنة قيم التبخر نتح المحسوبة وفق معادلة بنمان مونتيث المعدلة (FAO n56) مع عدة طرق أخرى شملت Blaney-Criddle, Hargreaves & Samani, ASCE Penman-Monteith, Penman (1948/1963, Priestley-Taylor.وذلك خلال الفترة 1982–2012. تم دراسة علاقات الارتباط بين قيم التبخر نتح المحسوب وفق علاقة بنمان مونتيث المعدلة ورسم المخططات البيانية لها خلال الفترات الرطبة والجافة من العام ومن ثم تم دراسة المخطط البياني لجميع المعادلات وفق معيار فواصل عشرية في الدراسة.



الشكل (5): مقارنة بين قيم معادلة بنمان مونتيث المعدلة وباقي طرق تقدير التبخر نتح المرجعي

أشارت نتائج الدراسة إلى أن قيم معادلة بنمان مونتيث المعدلة هي الأدق إلا أنها تحتاج عددا كبيرا من المدخلات وقد أعطت معادلة PENMAN (1948/1963) القيم الأكثر ارتباطا تلتها معادلة Priestley-Taylor كما يمكن القول أن معادلة Blaney-Criddle تعطي نتائج أكثر دقة من حيث عدد المدخلات الاقل إذا ما قورنت بمعادلة Hargreaves & Samani التي وصفت أنها متوسطة الدقة.

في دراسة أخرى 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(6) حيث تبين أن الارتباط خطي وقيمة معامل الارتباط مرتفعة (0.97) .



الشكل (6): المقارنة بين قيم التبخر من حوض التبخر والتبخر نتح الأساسي وفق النموذج

الدراسة التي قام بها (جاسم وحمدون،2014) في العراق حيث تم مقارنة قيم التبخر نتح المرجعي وفق طريقة حوض التبخر كلاس و قيم النموذج (PM1998) المستخدم عالميا.وذلك بالاستناد للبيانات المناخية في 22 محطة موزعة في العراق.

أشارت النتائج إلى الارتباط القوي بين القيم الشهرية لكل من النموذج والقيم الحقلية وبقيم ارتباط تراوحت بين (0.96−0.99)وفق المحطات المدروسة وتم إيجاد علاقة رياضية يمكن من خلالها تقدير قيم التبخر نتح لأي منطقة في العراق :

ETO (PM) = 1.051 * ETO (PAN) – 0.298

الدراسة التي قام بها (جلب وإسبر،2009) لمقارنة ست طرق في حساب التبخر نتح الكامن شملت: حوض التبخر، إيفانوف، هاغرفز ساماني، تورنوايت،بلاني كرايدل، بنمان مونتيه في عدة مناطق من سورية شملت حماه وإدلب والحسكة خلال الفترة (1976−2005) أظهرت الدراسة أن منحني التبخر نتح الكامن يأخذ الشكل الناقوسي مع وجود قمة أعظمية في تموز ونهاية أصغرية في كانون الأول أو الثاني وأعطت العلاقات المدروسة ثلاث مستويات من القيم أكبرها في علاقتي إيفانوف و بنمان مونتيث المعدلة وأقلها قيم حوض التبخر ومعادلة تورنوايت وما بينهما معادلتي هارغرفز ساماني وباني كرايدل. وعند دراسة القيم فصليا كانت القيم في الربيع أعلى من الخريف في علاقات هارغرفز سامانيوبنمان مونتيه وحوض التبخر أما باقي المعادلات فأعطت قيما أعلى في الخريف.

قام (Zarei *etal*,2015) بدراسة في إيران لمقارنة عدة طرق لحساب قيم التبخرنتح الأساسي شملت (بنمان مونتيث المعدلة، بلاني كرايدل، التبخر من الحوض كلاس A، Hargreaves، وطريقة 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.

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. حيث استند الباحث إلى نتائج النموذج في تحديد الاحتياج المائي لمحصول الذرة الصفراء بتطبيق الري بالرش في محافظة اللاذقية بالنظر إلى تعدد معادلات حساب التبخر نتح الأساسي وتباين مدخلات كل معادلة ما يترتب عليه تباين في دقة القيم لكل معادلة. وبالنظر إلى أهمية النموذج ET_0 calculator في تقدير القيم الأدق للتبخر نتح الأساسي خلال الأطوار الفينولوجية لمختلف

المحاصيل الزراعية باستخدام معادلة بنمان مونتيث المعدلة 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.

أهمية البحث :

تتعدد طرق تقدير قيم التبخر نتح الأساسي ET0 وتتباين في دقتها بحسب المدخلات المناخية في المعادلات الحسابية المستخدمة لذلك وباعتبار أكثر طرق التقدير دقة وفق منشورات الفاو FAO n_{65} هي معادلة بنمان مونتيث المعدلة وعلى اعتبار كثرة المدخلات المطلوبة لحساب القيم فقد تم في هذا البحث تقدير قيم التبخر نتح الأساسي باستخدام نموذج ET0 calculator إضافة لتقديره بمعادلات تجريبية أخرى تحتاج لعدد مدخلات أقل للوقوف على القيم الأدق الأقرب إلى قيم النموذج في حال تعذر الحصول على كافة البارامترات المطلوبة لعمل النموذج وتم تطبيق ذلك خلال الأطوار الفينولوجية لمحصول القمح كونه محصول استراتيجي في القطر العربي السوري ويحتاج لتطبيق الري التكميلي لضمان إنتاج مستقر جيد ما يستلزم الوقوف على الاحتياج المائي للمحصول خلال هذه الأطوار الفينولوجية.

مواد البحث وطرائقه:

1- معطيات مناخية يومية لمحطة مطار الباسل في اللاذقية تشمل كلا من (الهطل المطري، درجات الحرارة العظمى والصغرى، متوسط الرطوبة النسبية، الإشعاع الشمسي وسرعة الرياح) حيث أخذت البيانات خلال الفترة 2000-2016. مع رسم المخططات البيانية للهطل المطري ومتوسط درجة الحرارة للمحطة المذكورة بهدف إعطاء فكرة عن المناخ العام لهذه المحطة.

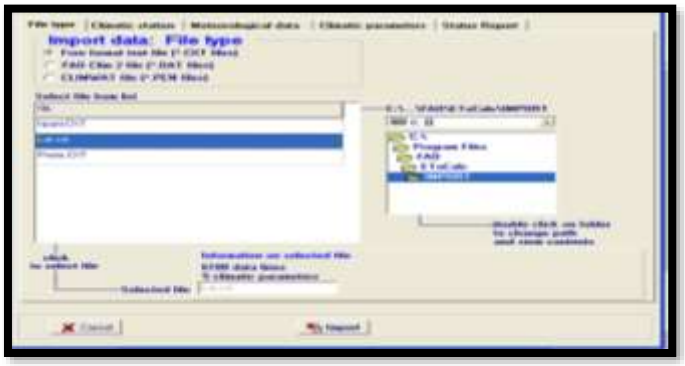
2- تبويب العناصر المناخية السابقة لمحصول القمح بدءا من تاريخ الزراعة وانتهاء بالنضج ولكل طور فينولوجي حيث اعتمدت الأطوار الفينولوجية للصنف دوما(1) كونه من الاصناف المعتمدة في الهيئة العامة للبحوث العلمية الزرعية في منطقة الاستقرار الأولى. وفيما يلي جدول (1) يبين توزع الأطوار الفينولوجية لهذا الصنف.

الجدول(1): مواعيد الأطوار الفينولوجية للقمح صنف دوما (1)

الطور الفينولوجي	بداية الطور	انتهاء الطور
الإنبات	12/1	**12/20**
الإشطاء	12/21	**1/10**
استطالة الساق	1/11	**3/2**
الإزهار	3/3	**3/23**
تكون البذور	3/24	**4/30**
النضج	5/1	**5/13**

3- تحضير الملف cxt الأساسي لعمل النموذج وذلك لكل طور من الأطوار.

- يتم إدخال الملف السابق إلى النموذج كما هو موضح في الشكل (7) ليصار إلى تقدير قيم التبخر نتح الأساسي اليومي وفق كل طور من الأطوار السابقة



الشكل (7): إدخال الملف cxt إلى النموذج

4- يتم تصدير القيم المتحصل عليها إلى ملف إكسل ويتم حساب القيم للتبخر نتح الأساسي لكل طور على حدى.

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°).

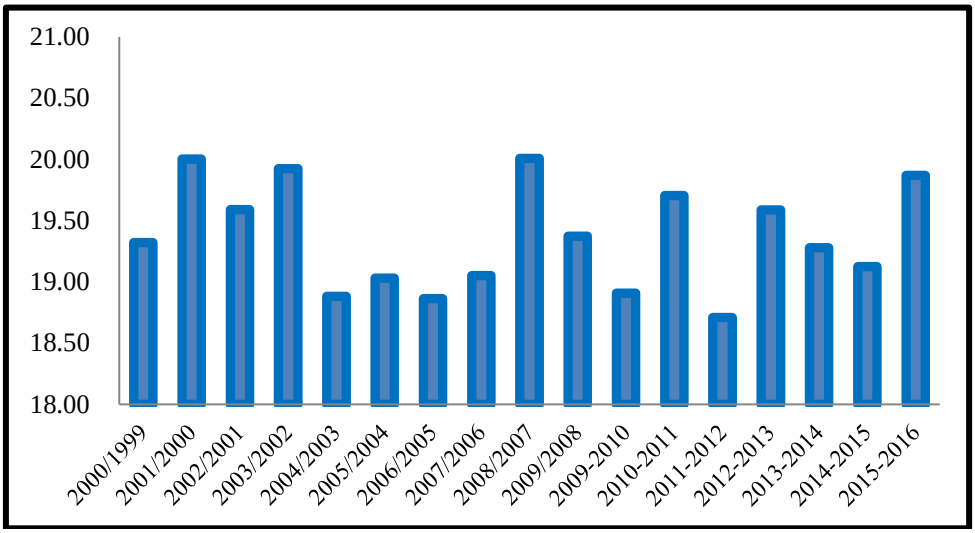
RH: متوسط الرطوبة النسبية %.

6- مقارنة متوسط القيم السنوية للتبخر نتح الاساسي وفق الطرق الثلاث السابقة.

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

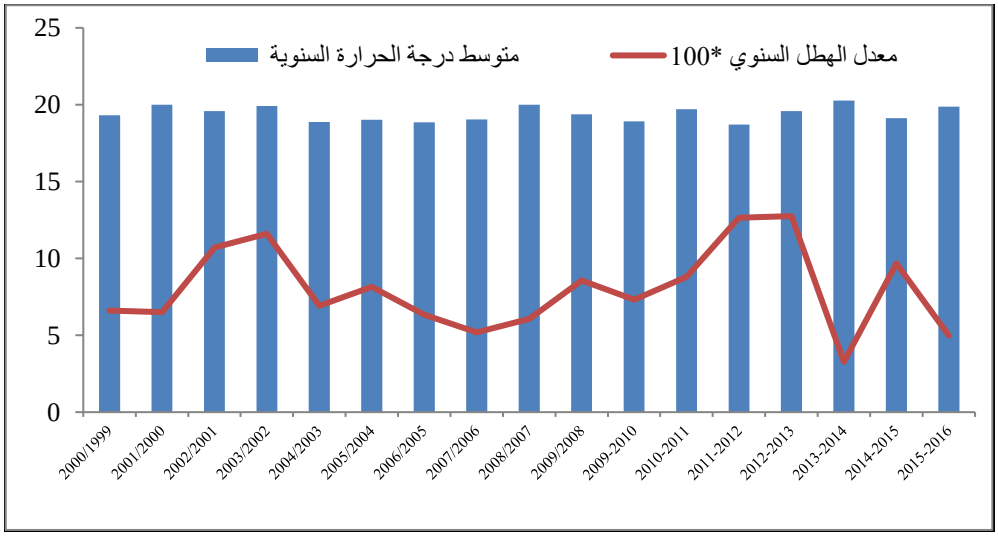
النتائج والمناقشة:

يبين الشكل (8) مخطط توزع متوسط درجات الحرارة السنوية خلال الفترة (2000-2016) في محطة مطار الباسل. يلاحظ من الشكل(8) التباين الواضح في متوسط درجة الحرارة السنوية بين عام وأخر وعليه يتباين الاحتياج المائي للمحاصيل.



الشكل (8): متوسط درجة الحرارة السنوية في محطة مطار الباسل.

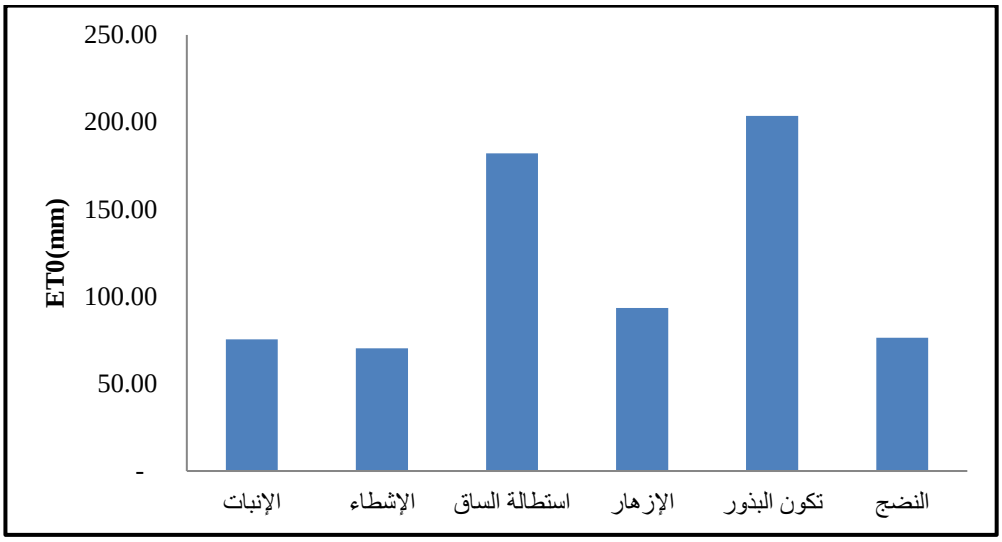
وهنا لا بد من التعرف أيضا على معدل الهطل المطري في المنطقة لبيان مدى تأثيرها أيضا على الاحتياج المائي للمحاصيل، حيث يبين الشكل (9) مخطط توزع متوسط درجات الحرارة السنوية ومعدلات الهطل المطري السنوية في محطة مطار الباسل خلال الفترة (2000–2016).



الشكل (9): معدلات الهطل المطري السنوية في محطة مطار الباسل.

بلغ معدل الهطل المطري العام في محطة مطار الباسل (850) مم/سنة . يلاحظ من الشكل وجود عدة سنوات جافة حيث يلاحظ أن معدل الهطل المطري في العام 2014 لم يتجاوز (327) مم وهو معدل منخفض جدا. ما يبرز أهمية التحديد الدقيق للاحتياج المائي للمحاصيل الزراعية في أطوارها الفينولوجية بما فيها المحاصيل المطرية والتي من بينها محصول القمح.

بداية قمنا باستخدام النموذج ET0 calculator بحساب قيم التبخر نتح المرجعي للأطوار الفينولوجية لمحصول القمح الشكل (10) ليتم بعد ذلك مقارنة القيم لكل طور مع قيم المعادلات التجريبية الأخرى.



الشكل (10): متوسط القيم السنوية للتبخر نتح الأساسي خلال الاطوار الفينولوجية لمحصول القمح

يظهر من الشكل (10) تباين قيم التبخر نتح الأساسي خلال مختلف الأطوار الفينولوجية بلغت القيم أعلاها في طور تشكل البذور (203.5)مم وأقلها في مرحلة الإشطاء (70.36)مم.

تم دراسة قيم التبخر نتح الأساسي وفق الأطوار السابقة كل طور على حدى باستخدام النموذج ومقارنتها مع قيم معادلات تجريبية أخرى وإدراج جداول ومخططات تفصيلية لهذه الأطوار .

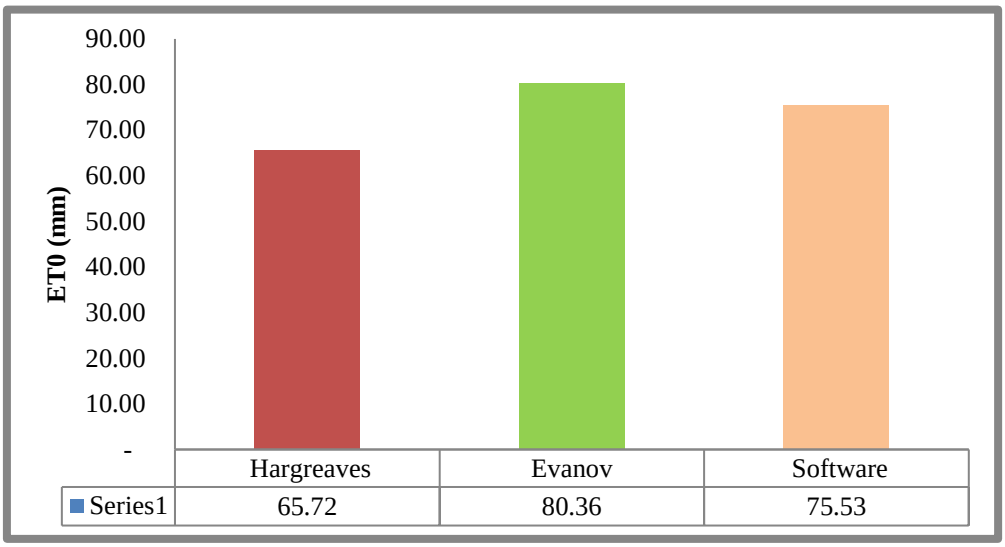
يبين الجدول (2) قيم التبخر نتح الأساسي السنوي خلال مرحلة الإنبات باستخدام النموذج

الجدول (2): قيم التبخر نتح الأساسي في مرحلة الإنبات

العام	ET0 Software(mm)
2001	105.50
2002	80.00
2003	93.30
2004	85.40
2005	65.00
2006	71.40
2007	73.40
2008	69.70
2009	88.90
2010	58.20
2011	83.20
2012	72.70
2013	58.50
2014	64.50
2015	73.10
2016	65.60

يظهر من الجدول (2) التباين الواضح بين قيم التبخر نتح الأساسي بين سنوات الدراسة حيث تراوح بين (58.20–105.50)مم وعليه يتباين الاحتياج المائي للمحصول بين سنوات الدراسة.

يبين الشكل (11) مقارنة متوسط قيم التبخر نتح الأساسي للنموذج مع المعادلات التجريبية الأخرى خلال مرحلة الإنبات خلال سنوات الدراسة



الشكل (11): مقارنة المتوسط السنوي لقيم التبخر نتح الأساسي لمرحلة الإنبات

يظهر الشكل (11) تباين القيم بين معادلات الدراسة حيث أظهرت قيم معادلة إيفانوف القيم الأعلى مقارنة بالطرق الأخرى حيث بلغ 80.36 مم عند مستوى معنوية (0.05) وقد أشار التحليل الإحصائي وفق الجدول (3) إلى وجود فروق معنوية بين الطرق الثلاث

الجدول (3): التحليل الإحصائي لطرق تقدير اتبخر نتح المرجعي في مرحلة الإنبات

Groups	*Count*	*Sum*	*Average*	*Variance*		
Hargreaves	16	1051.511	65.71944	287.9954		
Evanov	16	1285.781	80.36133	173.171		
Software	16	1208.4	75.525	170.6633		
Source of Variation	*SS*	*df*	*MS*	*F*	*P-value*	*F crit*
Between Groups	1780.929	2	890.4643	4.228026	0.020766	3.204317
Within Groups	9477.446	45	210.6099			
Total	11258.37	47				

من الجدول (3) يتبين أن قيمة F المحسوبة عند مستوى معنوية (0.05) بلغت (4.23) و هي أعلى من القيمة الجدولية ما يبرز وجود فروق معنوية بين طرق التقدير الثلاث المستخدم في مرحلة الإنبات وبلغت قيمة0.02 *P-value* ما يؤكد وجود فروق معنوية بين متوسطات الطرق الثلاث.

يبين الجدول (4) قيم التبخر نتح الأساسي السنوي خلال مرحلة الإشطاء باستخدام النموذج

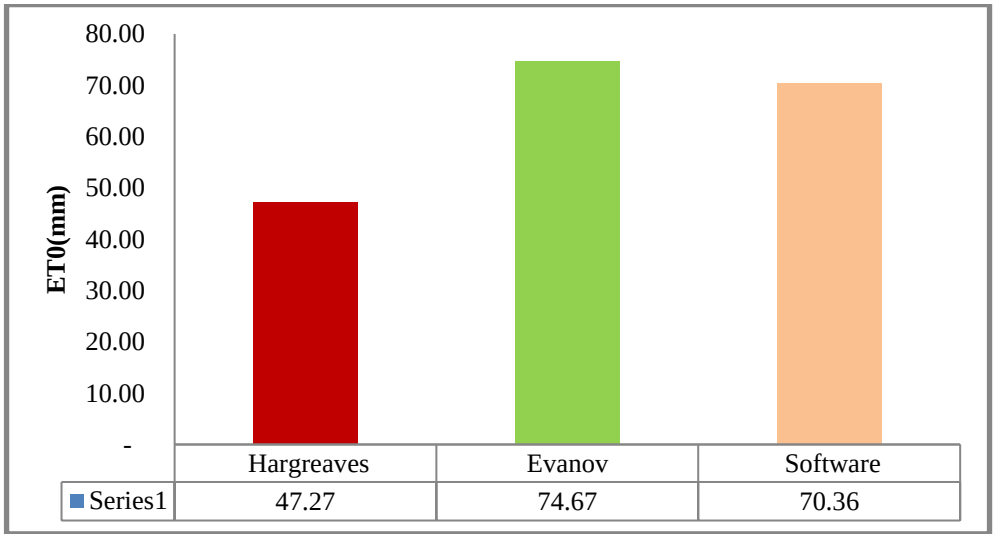
الجدول (4): قيم التبخر نتح الأساسي في مرحلة الإشطاء

العام	ET0 Software(mm)
2001	94.50
2002	69.50
2003	83.50
2004	80.20
2005	64.10
2006	70.80
2007	72.50
2008	63.90
2009	53.10
2010	65.40

2011	64.80
2012	59.30
2013	60.20
2014	86.50
2015	67.10
2016	70.30

يظهر من الجدول (4) التباين الواضح بين قيم التبخر نتح الأساسي بين سنوات الدراسة خلال مرحلة الإشطاء حيث تراوحت القيم بين (59.30–94.50)مم وعليه يتباين الاحتياج المائي للمحصول بين سنوات الدراسة.

يبين الشكل (12) مقارنة متوسط قيم التبخر نتح الأساسي للنموذج مع المعادلات التجريبية الأخرى خلال مرحلة الإشطاء خلال سنوات الدراسة



الشكل (12): مقارنة المتوسط السنوي لقيم التبخر نتح الأساسي لمرحلة الإشطاء

يظهر الشكل (12) تباين القيم بين معادلات الدراسة حيث أظهرت قيم معادلة إيفانوف القيم الأعلى مقارنة بالطرق الأخرى حيث بلغ 74.67 مم عند مستوى معنوية (0.05) وقد أشار التحليل الإحصائي وفق الجدول (5) إلى وجود فروق معنوية بين الطرق الثلاث

الجدول (5): التحليل الإحصائي لطرق تقدير اتبخر نتح المرجعي في مرحلة الإشطاء

Groups	*Count*	*Sum*	*Average*	*Variance*		
Hargreaves	16	756.3354	47.27096	114.7528		
Evanov	16	1194.776	74.67349	97.14565		
Software	16	1125.7	70.35625	119.2506		
Source of Variation	*SS*	*df*	*MS*	*F*	*P-value*	*F crit*
Between Groups	6946.494	2	3473.247	31.46541	2.83E-09	3.204317
Within Groups	4967.236	45	110.383			
Total	11913.73	47				

من الجدول (5) يتبين أن قيمة F المحسوبة عند مستوى معنوية (0.05) بلغت (31.46) و هي أعلى من القيمة الجدولية ما يبرز وجود فروق معنوية بين طرق التقدير الثلاث المستخدمة في مرحلة الإشطاء وكانت قيمة*P-value* <0.05 ما يؤكد وجود فروق معنوية بين متوسطات الطرق الثلاث.

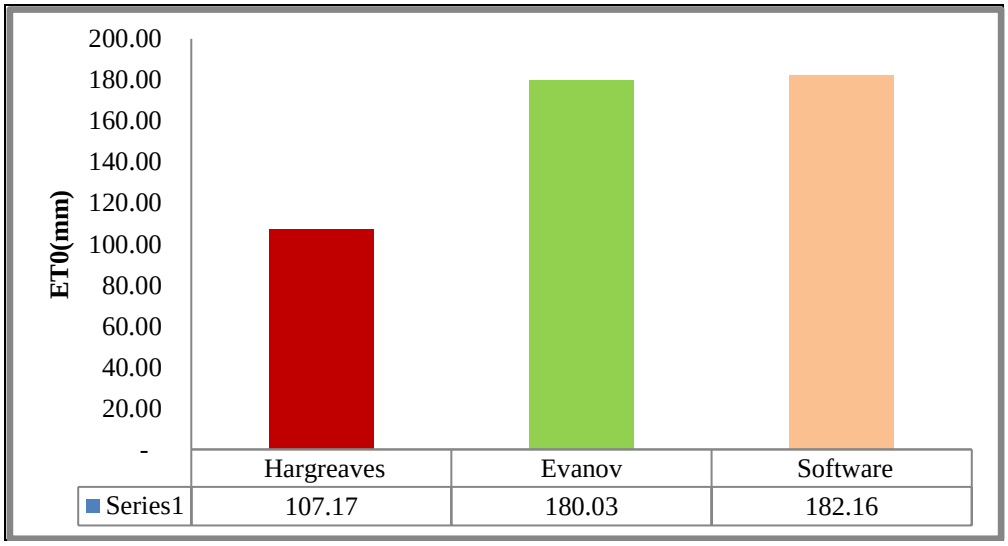
يبين الجدول (6) قيم التبخر نتح الأساسي السنوي خلال مرحلة استطالة الساق باستخدام النموذج

الجدول (6): قيم التبخر نتح الأساسي في مرحلة استطالة الساق

العام	ET0 Software(mm)
2001	193.80
2002	174.80
2003	174.50
2004	157.10
2005	206.30
2006	168.80
2007	194.30
2008	205.00
2009	157.00
2010	183.50
2011	177.80
2012	173.90
2013	176.50
2014	203.90
2015	164.90
2016	202.40

يظهر من الجدول (6) التباين الواضح بين قيم التبخر نتح الأساسي بين سنوات الدراسة خلال مرحلة استطالة الساق وتراوحت القيم بين (157–206.30)مم وعليه يتباين الاحتياج المائي للمحصول بين سنوات الدراسة.

يبين الشكل (13) مقارنة متوسط قيم التبخر نتح الأساسي للنموذج مع المعادلات التجريبية الأخرى خلال مرحلة استطالة الساق خلال سنوات الدراسة



الشكل (13): مقارنة المتوسط السنوي لقيم التبخر نتح الأساسي لمرحلة استطالة الساق

يظهر من الشكل (13) تباين القيم بين معادلات الدراسة حيث أظهرت قيم النموذج القيم الأعلى مقارنة بالطرق الأخرى حيث بلغ 182.16مم وبشكل متقارب مع قيم معادلة إيفانوف عند مستوى معنوية (0.05) وقد أشار التحليل الإحصائي وفق الجدول (7) إلى وجود فروق معنوية بين الطرق الثلاث.

الجدول (7): التحليل الإحصائي لطرق تقدير اتبخر نتح المرجعي في مرحلة استطالة الساق

Groups	*Count*	*Sum*	*Average*	*Variance*		
Hargreaves	16	1714.78	107.1737	466.3536		
Evanov	16	2880.408	180.0255	140.2165		
Software	16	2914.5	182.1563	282.7266		
Source of Variation	*SS*	*df*	*MS*	*F*	*P-value*	*F crit*
Between Groups	58316.25	2	29158.12	98.36354	3.74E-17	3.204317
Within Groups	13339.45	45	296.4322			
Total	71655.7	47				

من الجدول (7) يتبين أن قيمة F المحسوبة عند مستوى معنوية (0.05) بلغت (98.36) و هي أعلى من القيمة الجدولية ما يبرز وجود فروق معنوية بين طرق التقدير الثلاث المستخدمة في مرحلة استطالة الساق وكانت قيمة*P-value* <0.05 ما يؤكد وجود فروق معنوية بين متوسطات الطرق الثلاث.

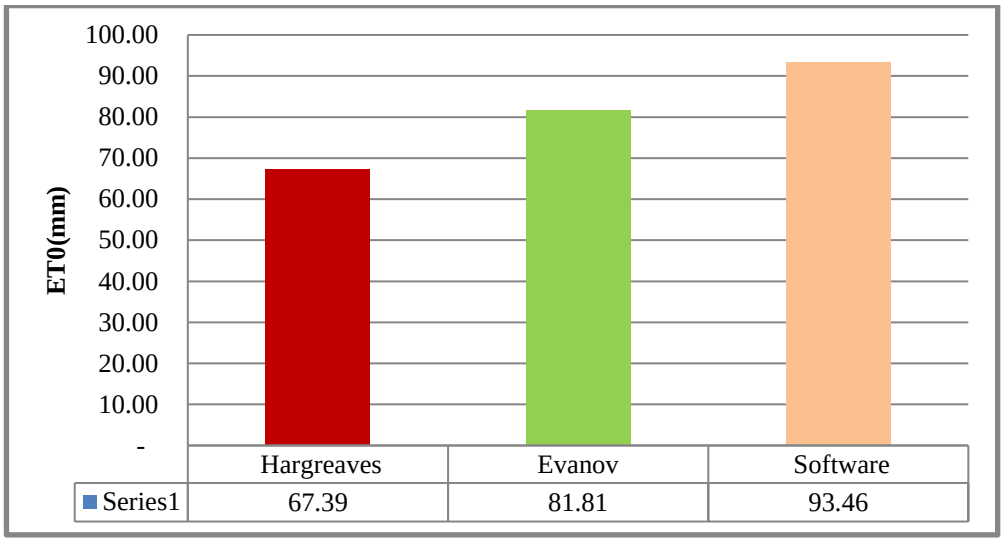
يبين الجدول (8) قيم التبخر نتح الأساسي السنوي خلال مرحلة الإزهار باستخدام النموذج

الجدول (8): قيم التبخر نتح الأساسي في مرحلة الإزهار

العام	ET0 Software(mm)
2001	95.90
2002	97.60
2003	84.00
2004	75.90
2005	89.30
2006	76.20
2007	91.00
2008	111.90
2009	82.50
2010	100.10
2011	86.70
2012	101.50
2013	98.70
2014	96.90
2015	101.70
2016	105.40

يظهر من الجدول (8) التباين الواضح بين قيم التبخر نتح الأساسي بين سنوات الدراسة خلال مرحلة الإزهار وتراوحت القيم بين (75.90–111.90)مم. وعليه يتباين الاحتياج المائي للمحصول بين سنوات الدراسة.

يبين الشكل (14) مقارنة متوسط قيم التبخر نتح الأساسي للنموذج مع المعادلات التجريبية الأخرى خلال مرحلة الإزهار خلال سنوات الدراسة.



الشكل (14): مقارنة المتوسط السنوي لقيم التبخر نتح الأساسي لمرحلة الإزهار

يظهر من الشكل (14) تباين القيم بين معادلات الدراسة حيث أظهرت قيم النموذج القيم الأعلى مقارنة بالطرق الأخرى حيث بلغ 93.46 مم. عند مستوى معنوية (0.05) وقد أشار التحليل الإحصائي وفق الجدول (9) إلى وجود فروق معنوية بين الطرق الثلاث

الجدول (9): التحليل الإحصائي لطرق تقدير التبخر نتح المرجعي في مرحلة الازهار

Groups	*Count*	*Sum*	*Average*	*Variance*		
Hargreaves	16	1078.164	67.38525	360.2139		
Evanov	16	1308.972	81.81072	44.23934		
Software	16	1495.3	93.45625	107.1026		
Source of Variation	*SS*	*df*	*MS*	*F*	*P-value*	*F crit*
Between Groups	5458.183	2	2729.092	16.00465	5.62E-06	3.204317
Within Groups	7673.338	45	170.5186			
Total	13131.52	47				

من الجدول (9) يتبين أن قيمة F المحسوبة عند مستوى معنوية (0.05) بلغت (16) و هي أعلى من القيمة الجدولية ما يبرز وجود فروق معنوية بين طرق التقدير الثلاث المستخدمة في مرحلة الازهار وكانت قيمة*P-value* <0.05 ما يؤكد وجود فروق معنوية بين متوسطات الطرق الثلاث.

يبين الجدول (10) قيم التبخر نتح الأساسي السنوي خلال مرحلة تكون البذور باستخدام النموذج

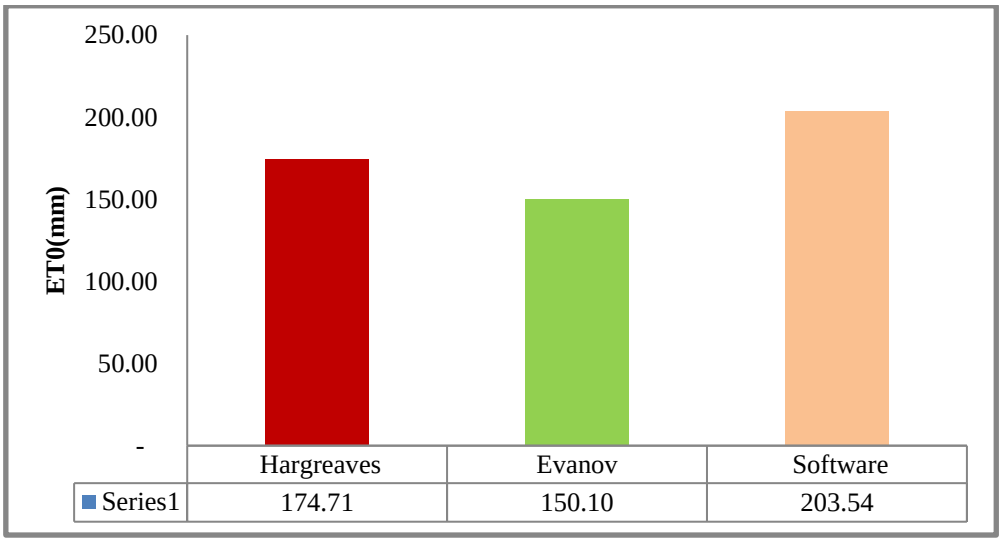
الجدول (10): قيم التبخر نتح الأساسي في مرحلة تكون البذور

العام	ET0 Software(mm)
2001	199.80
2002	208.50
2003	156.30
2004	202.40
2005	215.30
2006	173.90
2007	204.80
2008	218.70
2009	175.50
2010	206.40
2011	200.00

2012	218.80
2013	209.20
2014	229.10
2015	215.60
2016	222.40

يظهر من الجدول (10) التباين الواضح بين قيم التبخر نتح الأساسي بين سنوات الدراسة خلال مرحلة تكون البذور وتراوحت القيم بين (156.30–229.10)مم وعليه يتباين الاحتياج المائي للمحصول بين سنوات الدراسة.

يبين الشكل (15) مقارنة متوسط قيم التبخر نتح الأساسي للنموذج مع المعادلات التجريبية الأخرى خلال مرحلة تكون البذور خلال سنوات الدراسة



الشكل (15): مقارنة المتوسط السنوي لقيم التبخر نتح الأساسي لمرحلة تكون البذور

يظهر من الشكل (15) تباين القيم بين معادلات الدراسة حيث أظهرت قيم النموذج القيم الأعلى مقارنة بالطرق الأخرى حيث بلغ 203.54مم عند مستوى (0.05) وقد أشار التحليل الإحصائي وفق الجدول (11) إلى وجود فروق معنوية بين الطرق الثلاث

الجدول (11): التحليل الإحصائي لطرق تقدير اتبخر نتح المرجعي في مرحلة تكون البذور

Groups	*Count*	*Sum*	*Average*	*Variance*		
Hargreaves	16	2795.308	174.7068	1063.868		
Evanov	16	2401.639	150.1025	263.4982		
Software	16	3256.7	203.5438	383.0706		
Source of Variation	*SS*	*df*	*MS*	*F*	*P-value*	*F crit*
Between Groups	22895.55	2	11447.77	20.07869	5.85E-07	3.204317
Within Groups	25656.55	45	570.1455			
Total	48552.09	47				

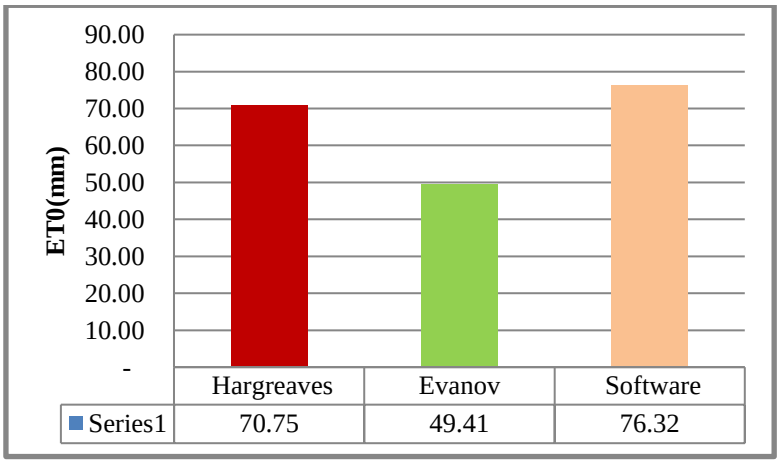
من الجدول (11) يتبين أن قيمة F المحسوبة عند مستوى معنوية (0.05) بلغت (20.07) و هي أعلى من القيمة الجدولية ما يبرز وجود فروق معنوية بين طرق التقدير الثلاث المستخدمة في مرحلة تكون البذور وكانت قيمة*P-value* <0.05 ما يؤكد وجود فروق معنوية بين متوسطات الطرق الثلاث.

يبين الجدول (12) قيم التبخر نتح الأساسي السنوي خلال مرحلة النضج باستخدام النموذج

الجدول (12): قيم التبخر نتح الأساسي في مرحلة النضج

العام	ET0 Software(mm)
2001	76.00
2002	65.70
2003	89.70
2004	76.90
2005	69.00
2006	72.80
2007	80.10
2008	68.40
2009	64.30
2010	73.50
2011	76.10
2012	85.40
2013	81.50
2014	88.00
2015	73.90
2016	79.80

يظهر من الجدول (12) التباين الواضح بين قيم التبخر نتح الأساسي بين سنوات الدراسة خلال مرحلة النضج وتراوحت القيم بين (64.30 -89.70)مم وعليه يتباين الاحتياج المائي للمحصول بين سنوات الدراسة. يبين الشكل (16) مقارنة متوسط قيم التبخر نتح الأساسي للنموذج مع المعادلات التجريبية الأخرى خلال مرحلة النضج خلال سنوات الدراسة



الشكل (16): مقارنة المتوسط السنوي لقيم التبخر نتح الأساسي لمرحلة النضج

يظهر من الشكل (16) تباين القيم بين معادلات الدراسة حيث أظهرت قيم النموذج القيم الأعلى مقارنة بالطرق الأخرى حيث بلغ 76.32مم عند مستوى معنوية (0.05) وقد أشار التحليل الإحصائي وفق الجدول (13) إلى وجود فروق معنوية بين الطرق الثلاث

الجدول (13): التحليل الإحصائي لطرق تقدير اتبخر نتح المرجعي في مرحلة النضج

Groups	*Count*	*Sum*	*Average*	*Variance*		
Hargreaves	16	1132.061	70.7538	219.7656		
Evanov	16	790.5904	49.4119	53.87004		
Software	16	1221.1	76.31875	56.75896		
Source of Variation	*SS*	*df*	*MS*	*F*	*P-value*	*F crit*
Between Groups	6455.593	2	3227.796	29.30856	7.08E-09	3.204317
Within Groups	4955.919	45	110.1315			
Total	11411.51	47				

من الجدول (13) يتبين أن قيمة F المحسوبة عند مستوى معنوية (0.05) بلغت (29.31) و هي أعلى من القيمة الجدولية ما يبرز وجود فروق معنوية بين طرق التقدير الثلاث المستخدمة في مرحلة تكون البذور وكانت قيمة*P-value* <0.05 ما يؤكد وجود فروق معنوية بين متوسطات الطرق الثلاث.

تم دراسة علاقات الارتباط بين قيم النموذج وقيم كل من معادلتي التبخر Hargreaves و Evanov عند مستوى ثقة 95% وكانت قيم *P-value* <0.05 *بشكل عام* ما يؤكد وجود فروق معنوية بين قيم النموذج والمعادلات المطبقة في الحساب . أدرجت القيم في الجدول (14)

الجدول (14): قيم الارتباط البسيط بين قيم النموذج وقيم المعادلات التجريبية

الطور	ET0 Hargreaves	ET0 Evanov
الانبات	0.86	0.80
الاشطاء	0.66	0.85
استطالة الساق	0.24	0.90
الازهار	0.62	0.84
تكون البذور	0.80	0.81
النضج	0.62	0.71

يتبين من الجدول (14) أن قيم الارتباط كانت أعلى بين قيم النموذج وقيم معادلة إيفانوف وهذا يعود إلى أن معادلة إيفانوف تأخذ بعين الاعتبار لمدخل الرطوبة النسبية وهي عامل هام في قيم التبخر نتح الأساسي كما أنه عامل هام في حساب قيم المعامل الحراري الرطوبي المستخدم في الدراسات المناخية على المحاصيل الزراعية في حين أن معادلة هارغرف تأخذ بالحسبان مدة السطوع الشمسي ودرجة الحرارة فقط وبالتالي يظهر أن الرطوبة النسبية لها تأثير كبير على قيم التبخر نتح الأساسي وفقا لقيم الارتباط في الجدول حيث كانت أعلى قيم الارتباط في مرحلة استطالة الساق (0.90) وأقلها في مرحلة النضج (0.71) .

الاستنتاجات

1- تتباين طرق حساب التبخر نتح الأساسي في دقة القيم الناتجة وفق مدخلات كل منها.

2- تعد طريقة النموذج ET0 Calculator أدق الطرق كونها تأخذ بالحسبان عدد كبير من المدخلات المناخية مقارنة بطرق التقدير الأخرى تليها معادلة Evanov ومن ثم Hargreaves في ظروف منطقة الدراسة.

3- تتباين قيم التبخر نتح الأساسي وفق الأطوار الفينولوجية وبلغت القيم الأعلى في طور تكون البذور (203.5)مم وأقلها في مرحلة الإشطاء (70.36)مم.

4- أظهرت قيم الارتباط بين النموذج ومعادلتي Hargreavess وEvanov وجود علاقة ارتباط أقوى بين النموذج ومعادلة Evanov خلال مختلف الأطوار الفينولوجية لمحصول القمح مقارنة بمعادلة Hargreavess حيث تراوحت قيمة معامل الارتباط بين النموذج ومعادلة Evanov بين 0.71 في مرحلة النضج و0.90 في مرحلة الاستطالة في حين لم تتجاوز القيمة 0.24 لمرحلة الاستطالة عند دراسة الارتباط مع علاقة Hargreavess وكانت أعلى قيمة ارتباط 0.82 في طور الإنبات.

عليه نوصي في حال عدم إمكانية تأمين كافة البارامترات اللازمة لمعادلة بنمان مونتيث المعدلة يمكن استخدام معادلة Evanov كونها تأخذ بعين الاعتبار مدخلات دراجة الحرارة والرطوبة النسبية في معادلة تقدير التبخر نتح وتعطي نتائج أقرب ما يمكن من معادلة بنمان مونتيث المعدلة وفق قيم الارتباط التي نتجت في البحث.

كما ونوصي بضرورة توفر قاعدة بيانات مناخية تفصيلية أمام الباحثين في مجال الدراسات المناخية والهيدرولوجية إضافة لضرورة التوسع بالتدريب على البرمجيات المتعلقة بالدراسات المناخية كونها توفر الكثير من الجهد والوقت فضلا عن دقة النتائج المتحصل عليها.

المراجع:

جاسم، وليد اسمير، حمدون، هاني محمد (2014). مقارنة بين نموذجي بنمان- مونتيث وحوض التبخر في تخمين التبخر - نتح المرجعي في مناطق مختلفة من العراق. المجلة الأردنية للفيزياء. المجلد(7) العدد(1) 43-52.

جلب،أدهم و أسبر، يارا.2009. تقدير التبخرنتح الكامن ETP في حماه والحسكة وإدلب. مجلة جامعة تشرين للبحوث والدراسات العلمية. سلسلة العلوم البيولوجية. المجلد(31) العدد(2). 2009.

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

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.

لقمس، عبد الكريم؛ بكور، فيصل؛ مولود، ماجد؛ (2016). التفاعل البيئي الوراثي لبعض الطرز الوراثية من القمح القاسي تحت تأثير معدلات بذار مختلفة لصفة الغلة الحبية، مجلة جامعة البعث- المجلد 55 - العدد 4- الصفحة 196.

المجموعة الإحصائية السورية الزراعية (2016). وزارة الزراعة والاصلاح الزراعي، دمشق، سورية

معلا، محمد، ونزارحربا: تربية المحاصيل الحقلية. مديرية الكتب والمطبوعات الجامعية،(2005). جامعة تشرين .

Aggarwal, K, P., Kumar, S, N., and Pathak, H., (2010). Impacts of climate change on growth and yield of rice and wheat in the Upper Ganga Basin. Indian Agricultural Research Institute (IARI). Part of the "Climate Change Impacts on Freshwater Ecosystems in the Himalayas" (CCIFEH) project.

Benli, B., Pala, M., Stockle, C., and Oweis, T., 2007. Assessment of winter wheat production under early sowing with supplemental irrigation in a cold highland environment using CropSyst. Agricultural water management 93 (2007) 45-53.

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

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.

Dai, A. 0111. Drought under global warming: a review, WIREs Climate Change, 0:21-91.

FAO .2010. Natural resources and environment department . Water development and management unit.Crop water information

FAO. (2018). Annul Agriculture Statistical Food and Agriculture Organization of United Nations FAO, Roma. Italy

Gotardo, J. T., Rodrigues, L. N., & Gomes, B. M.. (2016). COMPARISON OF METHODS FOR ESTIMATING REFERENCE EVAPOTRANSPIRATION: AN APPROACH TO THE MANAGEMENT OF WATER RESOURCES WITHIN AN EXPERIMENTAL BASIN IN THE BRAZILIAN CERRADO. Engenharia Agrícola, 36(6), 1016–1026. https://doi.org/10.1590/1809-4430-Eng.Agric.v36n6p1016-1026/2016

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

National agriculture policy center(NAPC),2009. Analysis of Agricultural Production for Selected Crops.Wheat, Cotton and Barley. Working paper No.44

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.

Comparison of reference evapotranspiration values (ET0) between experimental equations and ET0 Calculator model during the phenological phases of wheat , cultivar Douma (1).

Ammar Abbas.[(1)*]

(1). Research Center of Latakia, General commission for scientific agriculture research, Syria.

(*Corresponding author: Dr. Ammar Abbas, E-mail. ammarabbas1984@hotmail.com).

Received:25/08/2023 Accepted: 31/12/2023

Abstract

The research was carried out based on the daily climatic data of Al-Basil Airport station in Lattakia Governorate during the period 2000-2016 and it included both maximum and minimum temperatures, average relative humidity, wind speed, and solar radiation in order to estimate the values of evapotranspiration (ET0) during the different phonological stages of wheat crop (Germination, tillering, stem elongation, flowering, seed formation, maturity) using the ET0 Calculator model, which is based on the Benman-Monteith equation modified according to the publications of (FAO n_{56}). Due to the large number of parameters required for the accuracy of the model, which may not be available in some cases, the values calculated by the model have been compared with the values resulting from experimental equations that need less number of inputs, the two experimental equations (Hargreaves and Evanov) were adopted. The correlation coefficient was determined between the values of the model and the values of the equations for each phonological stage of wheat crop. The results indicated the accuracy of the ET0 Calculator model, and the values of the correlation coefficient between the model and

Evanov equation values were the highest in different growth stages compared to the Hargreaves equation

Keywords: evapotranspiration, model, correlation coefficient, ET0 Calculator, Evanov equation