

دراسة العناصر المناخية الأكثر تأثيراً في قيمة الاحتياج المائي لمحصول عباد الشمس (صنف بلدي) باستخدام النموذج ET0 calculator

عمار عباس^{1*} و فادي قازنجي¹ و لمى كفا¹ و محمد نظام¹ و علاء الحافي¹ و غنوة خضور¹



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

(*للمراسلة: عمار عباس، البريد الإلكتروني: ammarabbas1984@hotmail.com، هاتف: 0991978115)

تاريخ الاستلام: 2025 / 9 / 3 تاريخ القبول: 2025 / 12 / 9

الملخص

تهدف هذه الورقة البحثية إلى بيان أهمية استخدام النموذج ET0 calculator في تقدير قيم التبخر نتح المرجعي ET0 خلال الأطوار الفينولوجية لمحصول عباد الشمس واختير الصنف البلدي كأحد الأصناف المناسبة للمنطقة الساحلية. يتميز النموذج ET0calculator بدقة الحصول على قيم تقديرية للتبخر نتح المرجعي وفق معادلة بنمان مونتيث المعدلة وفق منشورات منظمة الفاو (FAO n65) والتي تستند إلى عدد من العناصر المناخية تشمل: درجات الحرارة العظمى والصغرى والمتوسطة، الرطوبة النسبية، سرعة الرياح وشدة الإشعاع الشمسي. تم تحديد العناصر المناخية الأكثر تأثيراً على حساب التبخر نتح المرجعي (درجات الحرارة العظمى والصغرى والمتوسطة، الرطوبة النسبية، سرعة الرياح وشدة الإشعاع الشمسي) عبر دراسة علاقات الارتباط البسيط بين هذه العناصر وقيم ET0 ومن ثم إدخالها ضمن علاقات ارتباط متعدد. تباينت قيم التبخر نتح المرجعي وفق الطور الفينولوجي وكان طور النمو الخضري الأولي هو الطور الأعلى في قيم التبخر نتح المرجعي. وبشكل عام أظهر الارتباط البسيط قيماً ضعيفة إلى متوسطة خلال الأطوار الفينولوجية للمحصول في حين كانت قيم الارتباط المتعدد متوسطة إلى قوية بالعموم، وقد كانت أعلى قيم الارتباط المتعدد بين التبخر نتح المرجعي مع كل من الرطوبة النسبية، متوسط درجة الحرارة وشدة الإشعاع الشمسي (R 0.96) وكانت القيم الأقل بين التبخر نتح مع كل من درجة الرطوبة النسبية وسرعة الرياح (R 0.43).

الكلمات المفتاحية: ET0calculator - عباد الشمس - طور فينولوجي - ارتباط.

المقدمة:

يعد عباد الشمس من أهم المحاصيل الزراعية التي تزرع في سورية كونه من المحاصيل الزيتية الصالحة للغذاء البشري (Abdou,etal,2011) حيث تحتوي بذوره على نسبة عالية من الزيت والبروتين والدهون غير المشبعة (Hussain,2018) ما يجعله من الزيوت المفضلة غذائياً فضلاً عن استخداماته لأغراض صناعية مختلفة (Makhtariniya and Saidat,2011). وقد بلغت المساحة المزروعة بهذا المحصول وفق المجموعة الإحصائية لعام (2020) 4774 هكتار وبوسطي إنتاج 3500 كغ/هـ. أجريت العديد من الأبحاث على نبات عباد الشمس لتحديد الكثافة المثلى في واحدة المساحة من حيث المسافة بين الخطوط والمسافة بين النباتات (مشنط،2011، التركي،2018) وتأثير ذلك على ارتفاع النبات وحجم القرص وإنتاجيته من البذور. وفي دراسة مماثلة في الهند أوضح (Lolamwad, et al,2021) تأثير الكثافة على قطر القرص، عدد البذور والإنتاجية في واحدة المساحة وذلك عبر دراسة عدة كثافات نباتية فكانت المعاملة 30x45cm هي الأعلى إنتاجية بيولوجية.

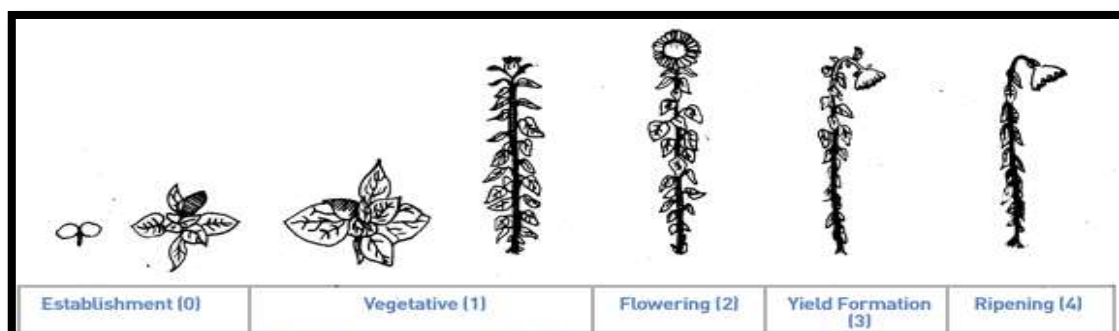
وقد تناولت دراسات أخرى الاحتياجات السمادية للمحصول وتأثير إضافة معدلات مختلفة من السماد الأزوتي على نمو المحصول وإنتاجيته من البذور ومحتوى البذور من الزيت (Al-thabet,2006).

يعد محصول عباد الشمس من المحاصيل الصيفية عالية الاحتياج المائي وتعد فترة الإزهار من أكثر الفترات احتياجاً للمياه وبنسبة (77) % من إجمالي الاحتياج المائي للمحصول خلال موسم النمو، ويتسبب انخفاض الرطوبة الأرضية في هذه الفترة في تكون أزهار صغيرة ونسبة عالية من البذور الفارغة وهذا يقلل الإنتاج الكلي عند الحصاد (علي وعباس، 2008) وضمن هذا السياق وجد (El-Naim and Ahmad,2010) أن الري مرة كل (7) أيام أدى لزيادة معنوية في الإنتاج من حيث البذور والمحتوى الزيتي فيها. وأوضح (محمد، 2017) أن تخفيض الري من (7) أيام إلى (5) أيام ضمن ظروف محافظة دمشق أدت إلى رفع كفاءة استخدام المياه ليصل إلى (0.9) كغ/م³.

أوضحت (قاجو، 2025) تأثير فترات الري المختلفة والكثافة النباتية لمحصول عباد الشمس على نمو وإنتاجية المحصول عبر زراعة موسمين في محافظة اللاذقية حيث تم اختيار (4،8،12) يوم للري بكثافة (11.11 و 5.5) نبات/م². وقد أظهرت النتائج وجود تأثير معنوي لفترات الري إذ تفوقت المعاملة رية كل (4) أيام على باقي المعاملات، وأعطت الإنتاجية الأعلى (3721) كغ/هـ و النسبة الأعلى من الزيت (38.5) % وبالنسبة للكثافة النباتية فقد أعطت الكثافة المرتفعة (11.11) نبات/م² الإنتاجية الأعلى (3517) كغ/هـ إلا أن محتوى البذور من الزيت كان الأعلى في الكثافة المنخفضة. وبدراسة التداخل بين العاملين لوحظ أن الإنتاجية الأعلى كانت عند تقارب الري كل (4) أيام مع الكثافة المرتفعة (11.11) نبات/م² وكانت (4452) كغ/هـ.

أوضح الجبوري (2016) تأثير المناخ في حساب المقنن المائي لمحصول عبد الشمس في ثلاثة مناطق في العراق (الأنبار، بغداد وواسط) حيث أن الهطل لامطري في المناطق الثلاث لا تقي بالاحتياج المائي للمحصول ولا بد من اللجوء للري التي تختلف كفاءته بحسب الطريقة المطبقة (سطحي، رش، تنقيط). توصلت الدراسة إلى أن شهر آذار كان أقل الأشهر بالاحتياج المائي في حين بلغ قيمته العظمى في شهر حزيران، كما كانت أقوى علاقة ارتباط بسيط تحت أي طريقة ري هي مع الرطوبة النسبية، بينما كانت أقل قيم الارتباط مع سرعة الرياح. وكانت قيم معامل الارتباط المتعدد بين العناصر المناخية والمقنن المائي وفق أي طريقة ري هي علاقة تامة.

من هنا يكمن أهمية تحديد الاحتياج المائي لمحصول عباد الشمس 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 لعباد الشمس حيث يقسم موسم نمو المحصول إلى خمس أطوار فينولوجية بدءاً بالزراعة وانتهاءً بالحصاد وهي: الإنبات، النمو الخضري الأولي (من نهاية الإنبات وحتى بدء تشكل البراعم الزهرية)، مرحلة الإزهار وتشمل النمو الخضري الثانوي (من تشكل البراعم الزهرية إلى الإزهار الكامل) والإزهار (طول فترة الإزهار الكامل)، تشكل البذور والنضج. وتوضح هذه الأطوار في الشكل (1) حسب منشورات الفاو (FAO,2012).



الشكل (1): الأطوار الفينولوجية لنبات عباد الشمس

تتوقف كمية المياه التي يحتاجها المحصول على عدة عوامل تتلخص في: العناصر المناخية السائدة، نوع المحصول ومرحلة نموه الفينولوجية (Brouwer and Heibloem,1986).

تؤثر العناصر المناخية ممثلة بدرجة الحرارة، الإشعاع الشمسي، الرطوبة وسرعة الرياح على الاحتياج المائي للمحصول، ويختلف تأثير هذه العناصر باختلاف مناطق الزراعة (جافة أم رطبة). ويعبر عن تأثير هذه العوامل بالتبخر نتح ET_0 الذي يحسب تجريبياً عبر استخدام حوض التبخر، أو رياضياً باستخدام المعادلات التجريبية أو باستخدام برامج حسابية متخصصة. وتعد طريقة البرامج الحسابية: أكثر الطرق دقة وموثوقية كونها تعتمد 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).

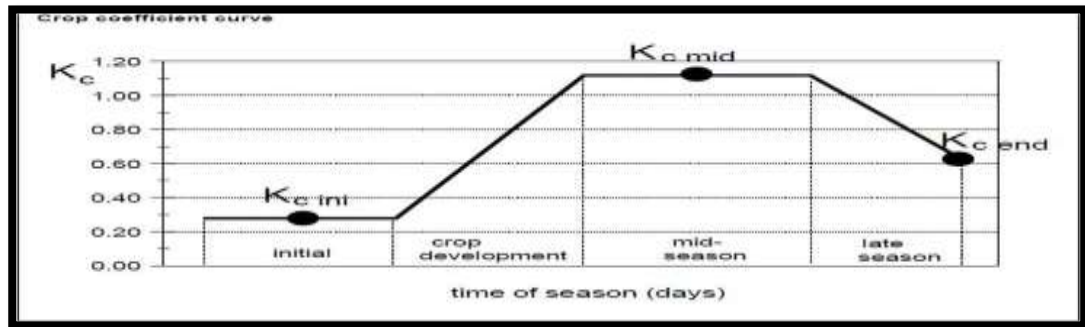
يتم توضيح ذلك من ناحيتين مختلفتين:

1- الاحتياج المائي اليومي

2 - الاحتياج المائي خلال موسم النمو (طول موسم النمو للمحصول).

ويتم التعبير عن هذه العوامل بالاحتياج المائي ET_c : $ET_c = ET_0 \times K_c$

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 تدريجياً في مراحل النمو الخضري والإزهار وصولاً إلى تشكل الثمار وتنخفض في مرحلة النمو الأخيرة بعد النضج وقبل الحصاد. يبين الشكل (2) (K_c) المحصولي خلال أطوار النمو للمحصول .



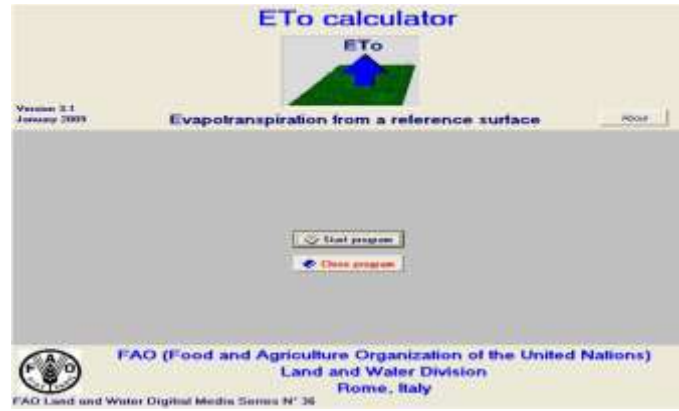
الشكل (2): (K_c) المحصولي خلال أطوار النمو الفينولوجية للمحصول

تعد دراسة هذا العامل أساساً هاما في تحديد الاحتياج المائي خلال كل طور فينولوجي وقد اعتمدت منشورات الفاو (FAO,2010) قيما مرجعية خلال الأطوار الموضحة بالشكل (2) لكافة المحاصيل.

تختلف الاحتياجات المائية للمحاصيل باختلاف أطوارها الفينولوجية حيث تكون منخفضة في الطور الأول ثم يزداد تدريجياً في المراحل التالية ليبلغ أعلى قيمة غالبا في مرحلتي النمو الخضري والإزهار وصولاً إلى مرحلة النضج أو الحصاد التي تختلف احتياجاتها المائية باختلاف الهدف من الزراعة.

حالياً هناك الكثير من برامج التنبؤ والمحاكاة estimation and simulation التي تسمح بدراسة العناصر المناخية المؤثرة على الاحتياج المائي للمحصول (ET_0) والتي تستند على عدد من المدخلات المناخية التي تنطوي عليها التجارب الزراعية ومنها aquacrop, mabia إضافة إلى النموذج ET_0 calculator الذي يعد نموذج تقدير Estimation للتبخر نتح المرجعي والذي بدوره يعد أساساً في تحديد الاحتياج المائي للمحصول، والشكل (3) يوضح واجهة العمل في النموذج.

يستلزم استخدام هذا النموذج ترتيب العناصر المناخية اللازمة في ملف CXT قبل إدخالها في النموذج واتباع خطوات العمل والمعالجة للحصول على النتائج الرقمية والبيانية.



الشكل (3): واجهة العمل في نموذج ETo calculator

ونظرا لتعدد المدخلات المطلوبة في هذا النموذج فقد لا يتاح أمامنا إدخال كافة العناصر المناخية اللازمة لعمل النموذج، من هنا فإنه لا بد من تحديد العناصر المناخية المؤثرة على نمو وإنتاج أي محصول واحتياجه المائي سواء خلال الأطوار الفينولوجية أو على كامل موسم النمو هذا يظهر أهمية البحث وأخذ محصول عباد الشمس كمثال لذلك نظرا لأهميته الغذائية واستعمالاته المتعددة .

أهمية البحث:

بيان أهمية استخدام النماذج الرياضية التي تسمح بتوفير الوقت والجهد فضلا عن الحصول على نتائج عالية الدقة. وقد تم استخدام نموذج ETo calculator لحساب قيم التبخر نتج المرجعي لأطوار النمو المختلفة لمحصول عباد الشمس مع تحديد العناصر الأكثر تأثيرا على الاحتياج المائي بما يسمح باعتماد هذه العناصر عند تعذر إدخال العناصر الأساسية في الحساب كاملة.

مواد البحث وطرقه:

- 1- معطيات مناخية يومية لمحطة مطار اللاذقية تشمل كلا من (الهطل المطري، درجات الحرارة العظمى والصغرى، متوسط الرطوبة النسبية، الإشعاع الشمسي وسرعة الرياح) حيث أخذت البيانات خلال الفترة 2000-2016.
- 2- رسم المخططات البيانية للهطل المطري ومتوسط درجة الحرارة للمحطة المذكورة بهدف إعطاء فكرة عن المناخ العام لهذه المحطة.
- 3- تحديد العناصر المناخية السابقة لمحصول عباد الشمس بدءا من تاريخ الزراعة وانتهاء بالنضج ولكل طور فينولوجي حيث اعتمدت الأطوار الفينولوجية للصنف البلدي كونه من الاصناف المعتمدة في الهيئة العامة للبحوث العلمية الزراعية في منطقة الاستقرار الأولى (المنطقة الساحلية). ويبين الجدول (1) توزع الأطوار الفينولوجية لهذا الصنف.

الجدول (1): الأطوار الفينولوجية لمحصول عباد الشمس صنف بلدي.

الطور الفينولوجي	بداية الطور	انتهاء الطور
الإنبات	1 أيار	7 أيار
النمو الخضري الأولي	8 أيار	14 حزيران
النمو الخضري الثانوي	15 حزيران	4 تموز
الإزهار	5 تموز	14 تموز
تكون البذور	15 تموز	24 تموز
النضج	25 تموز	3 آب

- 4- تم إدخال قيم العناصر المناخية سابقة الذكر إلى نموذج ET₀ calculator وحساب القيم اليومية للتبخر نتج الأساسي في كل طور من الأطوار السابقة وتشمل هذه النقطة عدة خطوات :
- تحضير الملف الأساسي لكل طور من الأطوار سابقة الذكر
- إدخال الملف السابق إلى النموذج كما هو موضح في الشكل (4)



الشكل (4): إدخال الملف ext إلى النموذج

- إدخال بيانات المحطة المدروسة وتحديد الفترة الزمنية للبيانات. شكل (5)



الشكل (5): إدخال بيانات المحطة المناخية

- تحديد كل عنصر من العناصر المدخلة في الملف السابق ضمن جدول خاص في النموذج . شكل (6) .

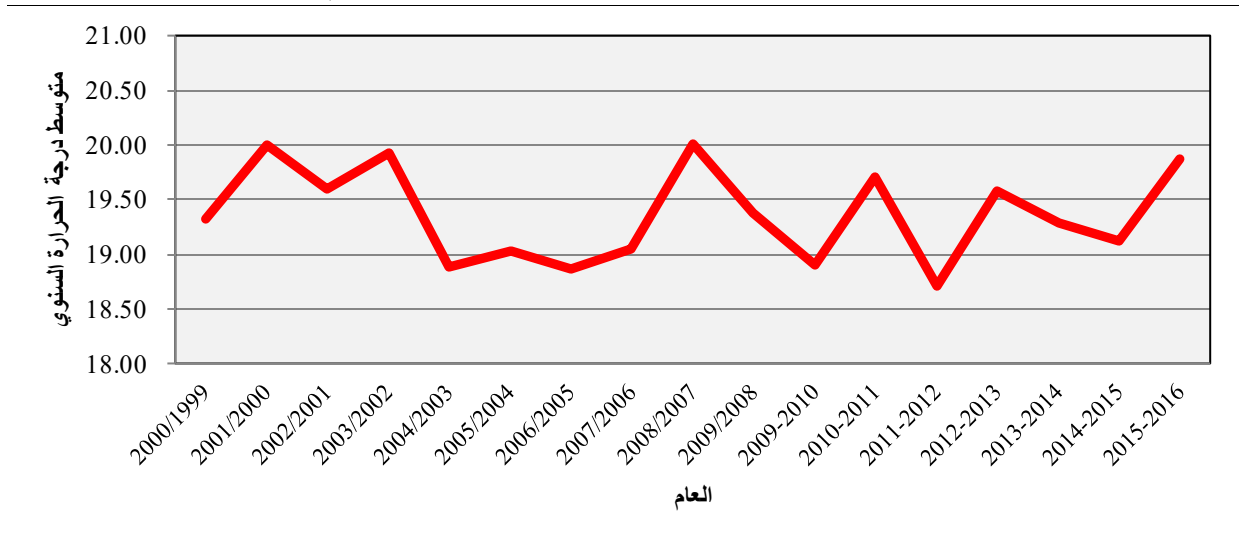


الشكل (6): تحديد العناصر المدخلة حسب ترتيب النموذج

- حساب قيم التبخر نتج اليومي لكل من الأطوار السابقة.
- 5- يتم نقل القيم المتحصل عليها إلى ملف excel لحساب قيم التبخر نتج السنوية لكل طور على حدى.
- 6- يتم دراسة الارتباط البسيط (r) بين قيم ET₀ والعناصر المناخية المدخلة للنموذج.
- 7- تحديد قيم الارتباط البسيط الناتجة وإدخالها ضمن علاقات ارتباط متعدد لكل طور من الأطوار السابقة.
- 8- دراسة علاقات الارتباط المتعدد Multiple correlation وتحديد قيم الارتباط الأعلى والتي تحدد العناصر المناخية الأكثر تأثيراً على الاحتياج المائي لمحصول عباد الشمس.

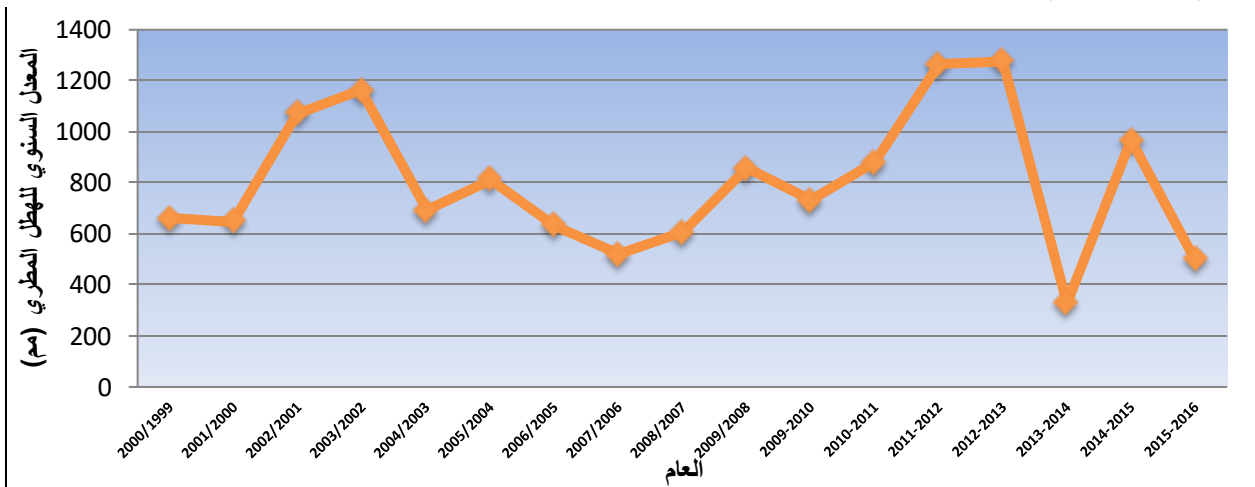
النتائج والمناقشة:

يبين الشكل (7) مخطط توزيع متوسط درجات الحرارة السنوية خلال الفترة (2000-2016) في محطة مطار اللاذقية:



الشكل (7): متوسط درجة الحرارة السنوية في محطة مطار اللاذقية.

يظهر الشكل السابق التباين الواضح في متوسط درجة الحرارة السنوية بين عام وآخر وعليه يتباين الاحتياج المائي للمحصول. وهنا فمن المهم التعرف أيضا على معدلات الهطل المطري في المنطقة خلال نفس الفترة الزمنية لبيان مدى تأثيرها أيضا على الاحتياج المائي للمحاصيل. حيث يبين الشكل (8) نوزع المعدلات السنوية للهطل المطري في محطة مطار اللاذقية خلال الفترة (2000-2016):



الشكل (8): معدلات الهطل المطري السنوية في محطة مطار اللاذقية.

يبلغ معدل الهطل المطري العام في محطة مطار اللاذقية (850) مم/سنة. ويلاحظ وجود عدة سنوات جافة، فيلاحظ أن معدل الهطل المطري في العام 2014 لم يتجاوز (327) مم وهو معدل منخفض جدا. بالتالي إن الانخفاض الواضح في الهطولات المطرية وتوالي سنوات جافة تبرز أهمية التحديد الدقيق للاحتياج المائي للمحاصيل الزراعية في أطوارها الفينولوجية بما فيها المحاصيل المروية والتي من بينها محصول عباد الشمس. تم تجهيز الملف lat.cxt وإدخاله للنموذج لحساب القيم اليومية للتبخر نتج المرجعي لكل طور من أطوار النمو. شكل (9)

Input data description		Meteorological data and ETo					Plot data		Export results	
Day		1	2	3	4	5	6	7		
Month		January	January	January	January	January	January	January		
Year		2002	2002	2002	2002	2002	2002	2002		
Tmax	°C	19.6	17.0	11.7	14.9	14.5	10.7	10.4		
Tmean	°C	14.0	13.3	9.8	9.8	12.6	8.8	7.7		
Tmin	°C	8.4	9.6	8.0	4.8	10.6	6.8	5.0		
RHmean	%	47.0	60.0	41.0	34.0	45.0	75.0	47.0		
RHmin	%	47.0	60.0	41.0	34.0	45.0	75.0	47.0		
ETo	mm/day	2.2	1.7	2.0	2.2	2.1	1.1	1.7		

الشكل (9): قيم ET₀ اليومية المحسوبة وفق النموذج.

يبين الجدول (2) قيم التبخر نتح الأساسي ET₀ السنوية لكل طور من أطوار النمو الفينولوجية لمحصول عباد الشمس خلال أعوام الدراسة 2000-2016.

الجدول (2): قيم التبخر نتح المرجعي ET₀ مقدراً (مم) خلال أطوار النمو الفينولوجية لمحصول عباد الشمس

النضج	تشكل البنور	الإزهار	نمو خضري ثانوي	نمو خضري أولي	الإنبات	العام
81.4	90.3	77.7	138.3	241.3	40.1	2000
68.3	79.1	79.1	160.4	258.6	31.7	2001
73	82.3	87.2	140.7	240.4	17.7	2002
82	74.9	79.3	146.2	287.6	42.3	2003
74.9	70.6	73.5	126.9	259.5	25.3	2004
70.2	79.9	73.5	145.8	252.4	24.3	2005
72.4	73.3	76.9	153.1	271.8	24.6	2006
73.1	69.7	69.6	162.9	255.6	29.3	2007
74	77.5	84.3	147.1	261.7	24.3	2008
73.3	75.2	73.2	158.8	272.5	26.7	2009
79.2	71.2	75.8	151.9	264.4	27.5	2010
75.2	75.6	78.3	147.9	269.1	28.4	2011
71.7	85.3	79.1	152.9	280.2	31.8	2012
77.4	72.3	76.9	144.6	254.4	39.8	2013
72.9	78.1	79.4	159.9	273.8	36.6	2014
81.9	72.9	77	145.5	276.5	24.7	2015
75.2	76.2	75.5	167.6	282.3	33.3	2016
75.06	76.73	77.43	150.03	264.83	29.91	Average (mm)
4.05	5.46	4.14	10.10	13.64	6.73	SD
5.40	7.12	5.34	6.73	5.15	22.52	CV%
41.283	88.23	89.04	169.5	188.6	10.4	ET _C (mm)

يلاحظ من الجدول (2) تباين قيم التبخر نتح المرجعي للمحصول بحسب الطور الفينولوجي حيث بلغ أعلى القيم في طور النمو الخضري الأولي بمتوسط (264.8) مم.

ولتحديد أكثر العناصر المناخية ارتباطاً بـ ET₀ في كل طور من أطوار النمو الفينولوجية السابقة ، يبين الجدول (3) قيم الارتباط البسيط بين العناصر المناخية وقيم ET₀.

الجدول (3): قيم الارتباط البسيط بين ET_0 والعناصر المناخية .

النضج	تشكل البذور	الإزهار	نمو خضري ثانوي	نمو خضري أولي	الإنبات	r	ET_0 مع العناصر انناه
0.23	0.23	0.21	0.87	0.61	0.89	$ET_0 - T_{MAX}$	درجة الحرارة العظمى
0.11	0.03	0.04	0.52	0.58	0.36	$ET_0 - T_{MIN}$	درجة الحرارة الصغرى
0.18	0.21	0.14	0.78	0.61	0.83	$ET_0 - T_{MEAN}$	متوسط درجة الحرارة
0.47	0.24	0.24	0.13	0.15	0.59	$ET_0 - WD$	سرعة الرياح
0.78	0.73	0.67	0.52	0.25	0.78	$ET_0 - RH$	الرطوبة النسبية
0.12	0.24	0.34	0.09	0.55	0.55	$ET_0 - S$	مدة السطوع الشمسي

يلاحظ من الجدول السابق أن هناك قيم ارتباط عالية تصل إلى حوالي (0.9) كما في الارتباط مع درجة الحرارة العظمى خلال مرحلتي الإنبات والنمو الخضري الثانوي، كما كانت قيم الارتباط أيضا قوية بين التبخر نتح المرجعي والرطوبة النسبية خلال مرحلتي الإنبات والنضج (r 0.8) إلا أن الارتباط كان ضعيفا بين التبخر نتح ودرجة الحرارة الصغرى خلال مرحلتي الإزهار وتشكل البذور كما وكان ضعيفا أيضا مع مدة السطوع الشمسي خلال مرحلتي تشكل البذور والنضج. تم إدخال قيم الارتباط البسيط السابقة ضمن علاقات ارتباط متعدد للوقوف على أعلى قيم للارتباط المتعدد وتحديد العناصر المناخية الأكثر تأثيرا على الاحتياج المائي للمحصول.

الجدول (4): قيم الارتباط المتعدد في طور الإنبات

Parameter	R
$RH T_{MEAN} ET_0$	0.95
$RH T_{MAX} ET_0$	94
$RH T_{MIN} ET_0$	0.88
$RH T_{MEAN} WD ET_0$	0.95
$RH T_{MAX} WD ET_0$	0.96
$RH T_{MIN} WD ET_0$	0.88
$RH T_{MEAN} S ET_0$	0.98
$RH T_{MAX} S ET_0$	0.97
$RH T_{MIN} S ET_0$	0.96
$T_{MEAN} WD S ET_0$	0.87
$T_{MAX} WD S ET_0$	0.93
$T_{MIN} WD S ET_0$	0.8
$T_{MEAN} WD ET_0$	0.85
$T_{MAX} WD ET_0$	0.92
$T_{MIN} WD ET_0$	0.36
$T_{MEAN} S ET_0$	0.86
$T_{MAX} S ET_0$	0.89
$T_{MIN} S ET_0$	0.65
$RH WD ET_0$	0.81
$RH S ET_0$	0.95
$WD S ET_0$	0.78

يبين الجدول (4) قيم الارتباط المتعدد بين عدد من العناصر المناخية و ET_0 في طور الإنبات. حيث أن أعلى قيم الارتباط المتعدد كانت بين التبخر نتح مع كل من متوسط درجة الحرارة اليومية ومتوسط الرطوبة النسبية ومدة الإشعاع الشمسي (0.98 R) وكانت القيم الأقل بين التبخر نتح مع كل من درجة الحرارة الصغرى وسرعة الرياح (0.36 R).

يبين الجدول (5) قيم الارتباط المتعدد بين عدد من العناصر المناخية و ET_0 في طور النمو الخضري الأولي. حيث أن أعلى قيم الارتباط المتعدد كانت بين التبخر نتح المرجعي مع كل من الرطوبة النسبية، متوسط درجة الحرارة وشدة الإشعاع الشمسي (R 0.96) وكانت القيم الأقل بين التبخر نتح مع كل من درجة الرطوبة النسبية وسرعة الرياح (0.43 R).

الجدول (5): قيم الارتباط المتعدد في طور النمو الخضري الأولي وطور النمو الخضري الثانوي

Parameter	نمو خضري أولي	نمو خضري ثانوي
RH T _{MEAN} ET ₀	0.83	0.94
RH T _{MAX} ET ₀	0.75	0.95
RH T _{MIN} ET ₀	0.83	0.84
RH T _{MEAN} WD ET ₀	0.86	0.98
RH T _{MAX} WD ET ₀	0.82	0.99
RH T _{MIN} WD ET ₀	0.85	0.9
RH T _{MEAN} S ET ₀	0.96	0.95
RH T _{MAX} S ET ₀	0.93	0.95
RH T _{MIN} S ET ₀	0.94	0.92
T _{MEAN} WD S ET ₀	0.66	0.76
T _{MAX} WD S ET ₀	0.66	0.88
T _{MIN} WD S ET ₀	0.63	0.48
T _{MEAN} WD ET ₀	0.54	0.76
T _{MAX} WD ET ₀	0.52	0.86
T _{MIN} WD ET ₀	0.52	0.46
T _{MEAN} S ET ₀	0.62	0.75
T _{MAX} S ET ₀	0.64	0.86
T _{MIN} S ET ₀	0.59	0.48
RH WD ET ₀	0.43	0.62
RH S ET ₀	0.73	0.61
WD S ET ₀	0.53	0.12

كما يبين الجدول (5) السابق قيم الارتباط المتعدد بين عدد من العناصر المناخية و ET_0 في طور النمو الخضري الثانوي. حيث أن أعلى قيم الارتباط المتعدد كانت بين التبخر نتح المرجعي مع كل من الرطوبة النسبية، درجة الحرارة العظمى وسرعة الرياح (R 0.99) وكانت القيم الأقل بين التبخر نتح مع كل من سرعة الرياح وشدة الإشعاع الشمسي (0.12 R).

يبين الجدول (6) قيم الارتباط المتعدد بين عدد من العناصر المناخية و ET_0 في طور الإزهار حيث أن أعلى قيم الارتباط المتعدد كانت بين التبخر نتح المرجعي مع كل من الرطوبة النسبية، درجة الحرارة العظمى وسرعة الرياح ($R 0.95$) وكانت القيم الأقل بين التبخر نتح مع كل من درجة الحرارة الصغرى وسرعة الرياح ($R 0.25$). كما يبين الجدول قيم الارتباط المتعدد بين عدد من العناصر المناخية و ET_0 في طور تشكل البذور. حيث أن أعلى قيم الارتباط المتعدد كانت بين التبخر نتح المرجعي مع كل من الرطوبة النسبية، متوسط درجة الحرارة وسرعة الرياح ($R 0.94$) وكانت القيم الأقل بين التبخر نتح مع كل من درجة الحرارة الصغرى وشدة الإشعاع الشمسي ($R 0.26$)

الجدول (6): يبين قيم الارتباط المتعدد خلال طور الإزهار وطور تشكل البذور والنضج.

Parameter	الازهار	تشكل البذور	النضج
RH T _{MEAN} ET ₀	0.82	0.75	0.85
RH T _{MAX} ET ₀	0.83	0.75	0.84
RH T _{MIN} ET ₀	0.76	0.73	0.78
RH T _{MEAN} WD ET ₀	0.93	0.94	0.97
RH T _{MAX} WD ET ₀	0.95	0.93	0.95
RH T _{MIN} WD ET ₀	0.84	0.91	0.87
RH T _{MEAN} S ET ₀	0.87	0.77	0.85
RH T _{MAX} S ET ₀	0.84	0.77	0.84
RH T _{MIN} S ET ₀	0.83	0.76	0.79
T _{MEAN} WD S ET ₀	0.58	0.57	0.58
T _{MAX} WD S ET ₀	0.56	0.58	0.62
T _{MIN} WD S ET ₀	0.55	0.44	0.5
T _{MEAN} WD ET ₀	0.29	0.36	0.57
T _{MAX} WD ET ₀	0.35	0.36	0.58
T _{MIN} WD ET ₀	0.25	0.26	0.48
T _{MEAN} S ET ₀	0.49	0.36	0.22
T _{MAX} S ET ₀	0.46	0.39	0.24
T _{MIN} S ET ₀	0.48	0.24	0.23
RH WD ET ₀	0.76	0.9	0.87
RH S ET ₀	0.67	0.76	0.79
WD S ET ₀	0.44	0.43	0.48

يبين الجدول السابق (6) قيم الارتباط المتعدد بين عدد من العناصر المناخية و ET_0 في طور النضج. حيث أن أعلى قيم الارتباط المتعدد كانت بين التبخر نتح المرجعي مع كل من الرطوبة النسبية، متوسط درجة الحرارة وسرعة الرياح ($R = 0.97$) وكانت القيم الأقل بين التبخر نتح مع كل من متوسط درجة الحرارة وشدة الإشعاع الشمسي ($R = 0.22$)

الاستنتاجات:

- تتباين قيم التبخر نتح المرجعي وبالتالي الاحتياج المائي وفق الطور الفينولوجي لمحصول عباد الشمس وكان طور النمو الخضري الأولي هو الطور الأعلى في قيم التبخر نتح المرجعي.

- تباينت قيم معامل ارتباط العناصر المناخية مع التبخر نتح المرجعي وبحسب الطور الفينولوجي للمحصول وبشكل عام أظهر الارتباط البسيط قيماً ضعيفة إلى متوسطة خلال الأطوار الفينولوجية للمحصول وكانت قيم الارتباط للرطوبة النسبية للهواء هي الأقوى خلال الأطوار الفينولوجية باستثناء النمو الخضري الأولي كان ضعيفاً ($r = 0.25$).

- كانت قيم الارتباط المتعدد بين التبخر نتح المرجعي والعناصر المناخية متوسطة إلى قوية بالعموم وخلال مختلف الأطوار الفينولوجية. وكانت القيم الأقوى للارتباط المتعدد بين التبخر نتح المرجعي مع كل من الرطوبة النسبية ودرجة الحرارة و شدة الإشعاع الشمسي.

مما سبق نقترح التوسع بهذا النوع من الدراسات التي تحدد تأثير العناصر المناخية على التبخر نتح المرجعي ET_0 وبالتالي الاحتياج المائي للمحصول لبيان مدى ملائمة الأصناف المعتمدة حالياً في تحمل الجفاف خلال كل طور من الأطوار الفينولوجية مع التوسع باستخدام النماذج الرياضية التي تتيح سهولة وسرعة العمل ودقة في النتائج مع ضرورة إتاحة فرص التدريب وتأهيل كوادر متخصصة في هذا المجال.

المراجع:

التركي، جاسم (2018) تأثير اتجاه خطوط الزراعة والكثافة النباتية والتسميد الأزوتي في مكونات الإنتاج لصنف عباد الشمس تحت الظروف البيئية لمحافظة دير الزور. مجلة بحوث جامعة الفرات، سلسلة العلوم الأساسية 380-361.

الجبوري، سلام هاتف أحمد. (2016) تأثير المناخ في حساب المقنن المائي لمحصول زهرة الشمس في محافظات (الأنبار، بغداد، واسط) مجلة الأستاذ. العدد الخاص بالمؤتمر العلمي الرابع لعام 2016. 69-88.

علي، محمد مبارك و عباس، جمال أحمد (2008) تأثير فترات الري والتسميد البوتاسي على النمو والحاصل ومكوناته لمحصول زهرة الشمس (*Helianthus annuus* L.) (المجلة الأردنية في العلوم الزراعية. 4(2).

قاجو، أولا (2025). تأثير فترات الري المختلفة والكثافة النباتية في نمو وإنتاجية محصول عباد الشمس (*Helianthus annuus* L.) . المجلة السورية للبحوث الزراعية. 12شباط. (1) 257-271.

مشنط، أحمد هيثم (2011). أثر أسلوب توزيع النباتات في إنتاجية خمسة أصناف من محصول عباد الشمس. مجلة بحوث - جامعة الفرات ، سلسلة العلوم الأساسية 162-188 .

Abdou, S. M. M.; EL-Latif, K. A.; Farraj, R. M. F.; Yousef, K. M. R. 2011. *Response of sunflower yield and water relations to sowing dates and irrigation scheduling under middle Egypt condition*. Adv. Appl.Sci. Res, 2(3), P: 141-150.

Al-Thabet, S.S. (2006). *Effect of plant spacing and nitrogen levels on growth and yield of sunflower (Helianthus Annuus L.)*. Journal King Saud University, Agriculture Science, 19 (1): 1-11.

- Brouwer, C. and Heibloem M. 1986. Irrigation water management. Irrigation water needs. Training manual.no.3
- Drought stress in sunflower: physiological effects and its management throughout breeding and agronomic alternatives. Agric. Water management, 201: 152-166
- El-Naim, Ahmed and Ahmed, Mahmoud (2010). Effect of irrigation Intervals and Inter-row Spacing on Yield, Yields Components and Water Use efficiency of sunflower (*Helianthus annus L.*). 6(9): 1446-1451.
- FAO .2010. Natural resources and environment department. Water development and management unit. Crop water information
- Hussain, M.; Farooq, S.; Hassan, W.; Ul-Allah, S.; Tanveer, M.; Farooq, M. and Nawaz, A. (2018).
- Lolamwad, N.S.; Bhosale, A.S.; Solanke, B.N. and Shinde, R.H. (2021) effect of fertilizer levels and plant densities on yield attribute and yield of summer sunflower (*Helianthus annus L.*). The pharma irrovation. 10(12): 514-517.\

Studying the most influential climate factors on the water requirement value of sunflower (Baladi variety) using ET₀ calculator model

Ammar Abbas^{1*}, Fadi Kazngi¹, Lama Kafa¹, Mohammad Nizam¹ and Alaa Hafi¹

¹ General Commission for Scientific Agricultural Research, Lattakia Research Center, Syria.



(*Corresponding author: Ammar Abbas, Email: ammarabbas1984@hotmail.com , Tel: 0991978115)

Received: 3/ 9/ 2025 Accepted: 9/ 12/ 2025

Abstract

This research aims to explain the importance of using the ET₀ calculator model in estimating the evapotranspiration values for sunflower crop cultivar vulgaris which is adopted for coastal region. ET₀calculator is characterized by the accuracy of evapotranspiration values, according to Bennman Monteith modified equation depending on (FAO n56) publication which is also based on a number of climatic factors include: maximum, minimum and average temperatures, relative humidity, wind speed and sunshine. The most affecting climatic factors were identified (maximum, minimum and average temperatures, relative humidity, wind speed and sunshine) by studying the simple correlation between the climatic factors and ET₀ values, then the multiple correlation was studied. The evapotranspiration values varied according to the phonological phase, and the vegetative growth phase had the highest values. In general, the simple correlation showed low to moderate values through the phonological stages whereas the values of multiple connection were medium to high in general. The highest of multiple connection values were between evapotranspiration with relative humidity, temperature and sun shine (R 0.96) and the lowest values between evapotranspiration with both relative humidity and wind speed (0.43).

Keywords: Et₀ Calculator - sunflower - phenology - correlation.