



مجلة

جامعة

# الملك خالد

## للعلوم الإنسانية

محكمة

دورية علمية نصف سنوية



المجلد العاشر - العدد الثاني

جمادى الثاني 1445 هـ - ديسمبر 2023 م



# مجلة جامعة الملك خالد للعلوم الإنسانية

King Khalid University Journal of Humanities

مجلة علمية، نصف سنوية، مُحكمة

تصدر عن جامعة الملك خالد

المجلد (10) – العدد (2)

(1445هـ) – (2023م)

الموقع الإلكتروني:

[www.hj.kku.edu.sa](http://www.hj.kku.edu.sa)

البريد الإلكتروني: [humanities@kku.edu.sa](mailto:humanities@kku.edu.sa)

**الرقم الدولي المعياري (ردمد) 1658 -6727**

**ISSN:1658-6727**

**رقم الإيداع 1435/3076 بتاريخ 1435/3/12**



## المشرف العام

معالي رئيس جامعة الملك خالد  
أ.د. فالح بن رجاء الله منيع السلمي

## نائب المشرف العام

وكيل الجامعة للدراسات العليا والبحث العلمي  
أ.د. حامد مجدوع القرني

## رئيس هيئة التحرير

أ.د. يحيى بن عبد الله الشريف



## رئيس هيئة التحرير

أ.د/ يحيى بن عبد الله الشريف

جامعة الملك خالد

## هيئة التحرير

أ.د/ عوض بن عبد الله القرني

جامعة الملك خالد

أ.د/ متعب بن عالي القرني

جامعة الملك خالد

أ.د. عبد العزيز محمد رمضان

جامعة الملك خالد

أ.د. لي إن سوب

جامعة هانكوك للغات الأجنبية - كوريا

أ.د/ ماريا خيسوس بيغيرا

جامعة كومبلوتنسي - إسبانيا

أ.د/ عبد الرحمن السليمان

جامعة لوفان - بلجيكا

د. سلطانة بنت محمد الشهراني

جامعة الملك خالد

## مدير التحرير

د/ عادل معتمد عبد الحميد

جامعة الملك خالد



## التعريف بالمجلة:

مجلة جامعة الملك خالد للعلوم الإنسانية دورية علمية محكمة متخصصة في العلوم الإنسانية، وتهدف إلى نشر الإنتاج العلمي للباحثين في تخصصات العلوم الإنسانية، وتعنى بالبحوث الأصيلة التي لم يسبق نشرها باللغتين العربية والإنجليزية، والتي تتسم بالمصداقية وأتباع المنهجية العلمية السليمة.

## أهداف المجلة:

تهدف المجلة إلى أن:

1. الإسهام في إبراز دور الحضارة الإسلامية في إثراء العلوم الإنسانية.
2. نشر البحوث العلمية المحكمة في مجال العلوم الإنسانية بفروعها المختلفة.
3. الإضافة إلى الرصيد المعرفي في الدراسات الإنسانية.
4. إبراز جهود الباحثين في الدراسات والبحوث العلمية ذات الصلة بموضوعات الإنسانيات

## شروط النشر:

1. أن يتصف البحث بالأصالة والابتكار والجدة واتباع المنهجية العلمية الملائمة، وصحة اللغة وسلامة الأسلوب.
2. ألا يكون قد سبق نشره أو قدم للنشر في مكان آخر، ويتعهد الباحث كتابةً ألا يكون البحث قد سبق نشره أو قد قدم للنشر مزامنة مع تقديمه للنشر في مجلتنا إلى مجلة أخرى حتى يتم اتخاذ القرار المناسب في هذا الشأن.
3. ألا يكون البحث جزءاً من كتاب منشور أو مستلاً من رسالة علمية.
4. ألا تزيد عدد صفحات البحث عن 40 صفحة.
5. تخضع جميع البحوث المقدمة للنشر في المجلة للتحكيم بعد اجتيازها مرحلة الجرد الداخلي.
6. لا يجوز نشر البحث أو أجزاء منه في مكان آخر بعد إقرار نشره في مجلة جامعة الملك خالد للعلوم الإنسانية إلا بعد الحصول على إذن كتابي بذلك من رئيس التحرير.
7. موافقة المؤلف على نقل حقوق النشر كافة إلى المجلة، وإذا رغبت المجلة في إعادة نشر البحث فإن عليها أن تحصل على موافقة مكتوبة من صاحبه.
8. يمنح المؤلف نسخة واحدة من العدد المنشور فيه ببحثه، وجميع أصول البحث التي تصل إلى المجلة لا تردّ سواء نشرت أم لم تنشر.

## متطلبات النشر وتعليماته:

1. تصنف المواد التي تقبلها المجلة للنشر وفق ما يأتي:

### أ. البحث أو الدراسة:

من عمل المؤلف في مجال تخصصه، ويجب أن يكون أصيلاً، وأن يضيف جديداً للمعرفة.

### ب. المقالة:

وتتناول العرض النقدي والتحليلي للبحوث والكتب ونحوها التي سبق نشرها في ميدان معين من ميادين الدراسات الإنسانية.

### ج. منبر الرأي:

رسائل القراء إلى المحرر والردود والملاحظات التي ترد إلى المجلة.

2. بالنسبة للبحوث والدراسات، تنشر المجلة البحوث الآتية فقط:

### أولاً: البحوث الميدانية (الإمبريقية):

يورد الباحث مقدمة يبين فيها طبيعة البحث ومبرراته ومدى الحاجة إليه، ثم يحدد مشكلة البحث، ثم يعرض طريقة البحث وأدواته، وكيفية تحليل بياناته، ثم يعرض نتائج البحث ومناقشتها والتوصيات المنبثقة عنها، وأخيراً يثبت قائمة المراجع.

### ثانياً: البحوث النوعية التحليلية:

يورد الباحث مقدمة يمهّد فيها لمشكلة البحث وأسئلته مبيّناً فيها أهميته وقيّمته في الإضفاء إلى العلوم والمعارف وإغنائها بالجديد، ثم يقسم العرض بعد ذلك إلى أقسام متسلسلة ومتراصة على درجة من الاستقلال فيما بينها، بحيث يعرض في كل منها فكرة مستقلة ضمن إطار الموضوع الكلي ترتبط بما سبقها وتمهّد لما يليها، ثم يختم الموضوع بخلاصة شاملة وتوجيهات، وأخيراً يثبت قائمة بالمراجع.

3. أن يحتوي البحث على: عنوان البحث باللغتين العربية والإنجليزية وملخص باللغتين العربية والإنجليزية في صفحة واحدة بحدود (150) كلمة لكل ملخص، وأن يتضمن البحث كلمات دالة على التخصص الدقيق للبحث باللغتين وسيرة ذاتية مختصرة للباحث أو الباحثين.

4. تقدم البحوث مطبوعة بخط (Traditional Arabic) حجم (18) للنصوص في المتن، ويكتب البحث على وجه واحد، مع ترك مسافة 1.0 بين السطور.

5. إن سياسة المجلة تستوجب (بقدر الإمكان) أن يتكون البحث من الأجزاء التالية:

- (للبحوث الاميريكية - الميدانية):

مقدمة الدراسة، مشكلة الدراسة، وأهدافها وأسئلتها/ أو فرضياتها، أهمية الدراسة، محددات الدراسة، التعريفات بالمصطلحات، إجراءات الدراسة، وتضمن: المجتمع والعينة، أداة الدراسة، صدق وثبات الأداة، المنهج المتبع في الدراسة، ثم عرض النتائج، ومناقشتها، وأخيراً الاستنتاجات، والتوصيات.

6. يراعى في أسلوب توثيق المراجع داخل النص وفق نظام جمعية علم النفس الأمريكية (APA).

7. يرجى الرجوع إلى موقع المجلة على الإنترنت لمزيد من التفاصيل على العنوان التالي:

- موقع المجلة الإلكتروني: [hj.kku.edu.sa](http://hj.kku.edu.sa)

8. توجه جميع المراسلات إلى رئيس هيئة التحرير على العناوين التالية:

- مجلة جامعة الملك خالد للعلوم الإنسانية، الرمز البريدي 61413 صندوق البريد 9100

- الإيميل: [humanities@kku.edu.sa](mailto:humanities@kku.edu.sa)

### مقدمة التحرير

هذا هو العدد الثاني من المجلد العاشر لمجلة جامعة الملك خالد للعلوم الإنسانية؛ الذي يشتمل على عدد من البحوث التي روعيت فيها معايير البحث الرصين والتحليل العلمي الموضوعي؛ ومن المتوقع أن تمثل إضافة علمية في حقل العلوم الإنسانية التي تتنامى أهميتها، وتزداد الحاجة إليها في ظل التطورات العلمية الحديثة على الساحة الأكاديمية محلياً ودولياً .

وكان حرص هيئة التحرير على تحقيق أفضل الممارسات في النشر العلمي، لإبراز هذه الأبحاث وإظهار جهود الباحثين الأصيلة والمبتكرة والمتبعة للمنهجيات العلمية، وعرضها للمتلقين بأفضل صورة ممكنة. وفي العدد الحالي أبحاث متنوعة في موضوعاتها واهتماماتها ومناهجها وأساليب دراستها ، وفي مطلعها يعرض الدكتور/ يحيى بن علي آل مريع بحثاً عن محلل صرّي غير معجمي للأفعال العربية ، ثم يتناول الدكتور/ إبراهيم بن محمد أبو طالب البنية الإيقاعية في شعر محمد الشبيبي ، ثم ينتقل بنا الدكتور/ خالد بن سعيد أبو حكمة إلى الحديث عن الإحالة ودورها في التماسك النصي عند الزهاوي في شعر الوصف والحرب ، ثم يخصص الدكتور/ أنور يعقوب زمان بحثه للحديث عن هيكل القصيدة عند الشاعر يحيى بن الحكم (الغزال) : دراسة وصفية تحليلية ، ثم تدرس الدكتورة / حمدة بنت مشارك الرويلي جدلية الذات والآخر في معارضات الشعر العباسي : دراسة موضوعية موازنة ، وتدرس أيضا الدكتورة / هدى بنت عبدالعزيز الخلف قصيدة "على مرمى وطن" للشاعر د. عادل بن خميس الزهراني : دراسة أسلوبية، ثم يعرّج بنا الدكتور/ محمد بن فريح التميمي على العوامل المؤثرة في استهلاك المياه السكنية في مدينة حائل، المملكة العربية السعودية ، وتستعرض الدكتورة / أمل بنت حسين آل مشيط معايرة كفاءة نماذج تقدير التبخر - نتح بواسطة النموذج المرجعي بنمان مونتايث بمناطق شمال المملكة العربية السعودية ، ثم تطلعنا الدكتورة/جميلة بنت حماد الطويهر للحديث على دور تقنيّي الاستشعار عن بُعد ونظم المعلومات الجغرافية في رسم خريطة تعيّر استخدامات الأراضي في مدينة الطائف في المملكة العربية السعودية ، وتخصص الدكتورة/جواهر بنت محمد الهتلان بحثها لتناول ملامح المساكن متعددة الأدوار في الحيز الجغرافي لواحة الأحساء : دراسة تطبيقية ، وختاماً يطوّف بنا الدكتور/ محمد بن سلطان السلطان للحديث عن مظاهر التأثير اللغوي للعامل المنزلية الناطقة بغير العربية على لغة الطفل السعودي بمدينة بريدة من وجهة نظر والديه : دراسة ميدانية.

وبعد: فإنني لأرجو أن تكون هذه الأبحاث ذات قيمة علمية وأثر معرفي، وأن يجد الباحثون والقراء فيها ما يلتمسونه ويتطلعون إليه، والله الموفق.

رئيس هيئة التحرير

أ.د. يحيى بن عبد الله الشريف

الصفحة	قائمة المحتويات
	مقدمة
	التحرير.....
24-1	1. نحو محلل صرّفِي غير معجمي للأفعال العربية. د. يحيى بن علي آل مريع عسيري.....
70-25	2. البنية الإيقاعية في شعر محمد الشيبتي د. إبراهيم بن محمد أبو طالب.....
101-71	3. الإحالة ودورها في التماسك النصي عند الزهاوي في شعر الوصف والحرب د. خالد بن سعيد أبو حكمة.....
141-102	4. هيكل القصيدة عند الشاعر يحيى بن الحكم (الغزال) - دراسة وصفية تحليلية د. أنور يعقوب محمد زمان.....
175-142	5. جدلية الذات والآخر في معارضات الشعر العباسي - دراسة موضوعية موازنة د. حمدة بنت مشارك الرويلي.....
239-176	6. العوامل المؤثرة في استهلاك المياه السكنية في مدينة حائل، المملكة العربية السعودية د. محمد بن فريح فهد التميمي.....
261-240	7. معايرة كفاءة نماذج تقدير التبخر- نتح بواسطة النموذج المرجعي بنمان-مونتايث بمناطق شمال المملكة العربية السعودية د. أمل بنت حسين سعيد آل مشيط.....
301-262	8. دور تقنيتي الاستشعار عن بعد ونظم المعلومات الجغرافية في رسم خريطة تغير استخدامات الأراضي في مدينة الطائف في المملكة العربية السعودية د. جميلة بنت حماد الطويهر.....
331-302	9. ملامح المساكن متعددة الأدوار في الحيز الجغرافي -دراسة تطبيقية لواحة الأحساء د. جواهر بنت محمد الهتلان.....

الصفحة

### قائمة المحتويات

10. مظاهر التأثير اللغويّ للعاملة المنزليّة الناطقة بغير العربيّة على لغة الطفل  
السعوديّ بمدينة بريدة من وجهة نظر والديه - دراسة ميدانية  
357-332 د. محمد بن سلطان بن علي السلطان.....
11. من خصائص الأسلوب في قصيدة علي مرمي وطن للشاعر عادل بن خميس  
الزهراني  
390-358 د. هدى بنت عبد العزيز بن خلف الشمري.....

**المواد العلمية المنشورة في المجلة تعبر عن آراء أصحابها**



# أبحاث العدد

معايرة كفاءة نماذج تقدير التبخر - نتح بواسطة النموذج المرجعي بنمان-مونتايث بمناطق شمال

المملكة العربية السعودية

د. أمل بنت حسين سعيد آل مشيط

أستاذ مشارك - قسم الجغرافيا

كلية الآداب والعلوم الإنسانية- جامعة الملك خالد

المستخلص:

تتناول هذه الدراسة تحليل تقديرات المتوسط الشهري لنماذج التبخر - (نتح تورنتوايت وبلايني كريدل وهارقرفز - سماني) باستخدام البيانات المناخية اليومية المتاحة (365 رصد يومي) التي تم رصدها خلال عام 2017 بمحطات عرعر وطريف وتبوك والقريات التي يشرف عليها حالياً المركز الوطني للبيانات المناخية (NCDC) المعتمد من الهيئة العالمية للأرصاد الجوي WMO التابعة لمنظمة الأمم المتحدة. وتحتوي سجلات الرصد الجوي اليومية للمحطات المختارة على بيانات لدرجات الحرارة القصوى (TxoC) والدنيا (TmoC) والرطوبة النسبية القصوى (RHx%) والدنيا (RHm%) وسرعة الرياح (عقدة - knot). وقد تم تقييم كفاءة أداء النماذج التقديرية (هارقريفز - سماني، وزنثوايت، بلايني - كريدل) بواسطة المقارنة مع القيم المرجعية لنموذج (بنمان - مونتايث) من خلال تطبيق فحوص لحسن المطابقة هي مربع الخطأ المعياري للمتوسط، ومتوسط الخطأ المطلق، والخطأ النسبي، ومؤشر النسبة، ومؤشر التوافق، ومؤشر الموثوقية. ولقد تبين أن توزيع بيانات المتوسط الشهري لجميع النماذج، عدا نموذج (بلايني - كريدل) لا يختلف عن التوزيع الطبيعي. كما اظهر فحص T-student واختبار Binomial أن تباين المتوسطات الشهرية التقديرية والمرجعية للتبخر - نتح غير معنوي وليس له أهمية إحصائية. كما اتضح أن تقديرات نموذجي (بلايني - كريدل وتورنتوايت) هي الأقرب للقيم المرجعية لنموذج (بنمان - مونتايث).

**الكلمات المفتاحية:** التبخر - نتح المرجعي، تقدير، النموذج، المتوسط الشهري، بنمان-مونتايث، بلايني كريدل، تورنتوايت، هارقريفز - سماني، عرعر، طريف، القريات، تبوك، المملكة العربية السعودية.

## Calibration of the models to estimate the potential evapotranspiration in Northern regions of Saudi Arabia

Dr. Amal Hussein Saeed Al Mushait  
Associate Professor - Department of Geography  
Faculty of Arts and Humanities-King Khalid University

### Abstract:

This study analyzes the estimates of the monthly average of the evapotranspiration applying 3 models: Thornthwaite, Blaney-Criddle and Hargreaves-Samani. And using the available daily climate data (365 daily observations) that were monitored during the year 2017 at the meteorology stations of Ar'ar, Turaif, Tabuk and Qurayyat. These stations are supervised by the National Climate Data Center (NCDC), approved by the World Meteorological Organization (WMO) of the United Nations. The daily meteorological records for the selected stations contain data for maximum ( $T_x$ -oC) and minimum ( $T_m$ -oC) temperatures, maximum (RHx-%) and minimum (RH-%) relative humidity, and wind speed (knots). The models performance was evaluated by comparison with the model reference (Penman-Monteith), by applying the goodness of fit test, RMSE, MAE, RE, r, D and C. It was found that the distribution of the monthly mean of ET models does not differ from the normal distribution, except the Blaney-Criddle model. The T-student test and the Binomial tests also showed that the monthly variation of the ET estimated and ETo is not significant and has no statistical significance. The Blaney-Criddle and Thornthwaite ET estimates are closest to the ETo reference of the Penman-Monteith model.

**Keywords:** Evapotranspiration reference, Estimation, Monthly average, Penman-Monteith, Blaney-Criddle, Thornthwaite, Hargreaves-Samani, Ar'ar, Turayf, Qurayyat, Tabuk, Saudi Arabia.

## المقدمة

تزايد الاهتمام خلال العقود الثلاثة بتحليل مؤشرات التغير المناخي الذي تتعرض له مختلف مناطق الكرة الأرضية.

ويرتبط التقدير الدقيق لمظاهر التغير المناخي بتوفر البيانات المناخية وقياسات الأرصاد الجوي لعناصر الطقس. وتعتبر عملية التبخر - نتح من أهم مؤشرات التغير المناخي لأنها تمثل العلاقة المتبادلة بين تأثيرات درجة الحرارة ونظام الهطول المطري المصاحب لها. وعليه فإن تعذر الحصول على القياسات الفعلية لعملية التبخر - نتح يمثل عائقاً كبيراً في تحليل ظاهرة الجفاف المرتبطة بارتفاع معدلات درجة الحرارة وانخفاض معدلات الأمطار المصاحبة لها. وتؤدي تأثيرات عملية التبخر - نتح إلى فقدان كميات هائلة من الموارد المائية السطحية بالمناطق الجافة وشبه الجافة. ونظراً لتعذر الحصول على القياسات الفعلية لعملية التبخر - نتح في كثير من محطات الرصد الجوي بمختلف مناطق العالم، اقترح علماء المناخ عدة نماذج رياضية تعتمد على تطبيق المعادلات الرياضية التجريبية كبدائل لتقدير كمية التبخر - نتح باستخدام قياسات عناصر الطقس المتاحة بسهولة خاصة درجة الحرارة والرطوبة وسرعة الرياح والإشعاع الشمسي. ومن أهم هذه النماذج الأكثر استخداماً بالعالم نموذج تورنثوايت (Thornthwaite, 1948) فلقد قام تورنثوايت بتطوير نموذج رياضي لتقدير المتوسط الشهري للتبخر - نتح الممكن (Potential Evapotranspiration (PET) يعتمد على المتوسط الشهري لدرجة حرارة الهواء. ولقد شاع استخدام هذا النموذج في الدراسات المناخية التطبيقية نظراً لبساطة صيغته الرياضية من جهة وسهولة الحصول على قياسات درجة الحرارة من جهة ثانية. ولقد أظهرت العديد من الدراسات المناخية أن كفاءة أداء هذا النموذج تكون عالية عندما تكون هناك علاقة قوية بين الإشعاع الشمسي ودرجات الحرارة (العمرى، 2013: 124). ولقد أشارت كذلك بعض الدراسات الأخرى إلى أن تقديرات نموذج تورنثوايت تعطي نتائج تفوق المعدلات العادية للتبخر - نتح من جهة وتقديرات جيدة خلال فصل الأمطار من جهة ثانية (Bautista & Bautista, 2009: 346). كما تبين أن تقديرات هذا النموذج تتأثر بفترة الرصد الجوي لأنه من الصعب ربط متوسط درجة الحرارة بنظيره للإشعاع الشمسي خلال فترات قصيرة (Pelton et al., 1960). بعد ذلك طوّر

كل من بلايني وكريدل (Blaney-Criddle, 1950) نموذجاً آخرَ لتقدير المتوسط الشهري للتبخر - نتح الممكن والمناسب للاستهلاك المائي للمحاصيل الزراعية يعتمد على متوسط درجة الحرارة ( $T$ ) ونسبة الإشعاع الشمسي اليومية إلى إجمالي الإشعاع الشمسي السنوي ( $p$ ) ومعامل استهلاك النبات للماء ( $k$ ) وعدد شهور الموسم الزراعي ( $n$ ). وأشارت بعض الدراسات إلى أن تقديرات هذا النموذج تتأثر بشكل كبير بمعامل استهلاك النبات للماء وبنوع المحصول الزراعي، وهو يتغير من منطقة لأخرى.

وفي عام 1954 نشر إيفانوف (Ivanov, 1954) المعادلة الرياضية لنموذج تقدير المتوسط الشهري للتبخر - نتح الشهري بالمجلة الجغرافية الروسية. ولقد أظهرت نتائج تطبيق هذا النموذج التي قام بها (الجراس، 1992) بثماني محطات مناخية بالمملكة (الرياض، حائل، الطائف، بيشة، نجران، السليل، المدينة، تبوك) أن هناك تقارباً كبيراً في قيم التقدير والقيم الفعلية للقياسات؛ لأن الفروق بينهما جاءت منخفضة خلال الأشهر الحارة من السنة. ويرتبط حسن المطابقة بين تقديرات نموذج إيفانوف والقياسات الفعلية بالصيغة الرياضية لمعادلة التقدير التي تستند إلى تحليلات إحصائية لمجموعات من قراءات الحرارة والرطوبة النسبية تمثل بيئات جغرافية متباينة في خصائصها المناخية والسطحية (الجراس، 1992: 87).

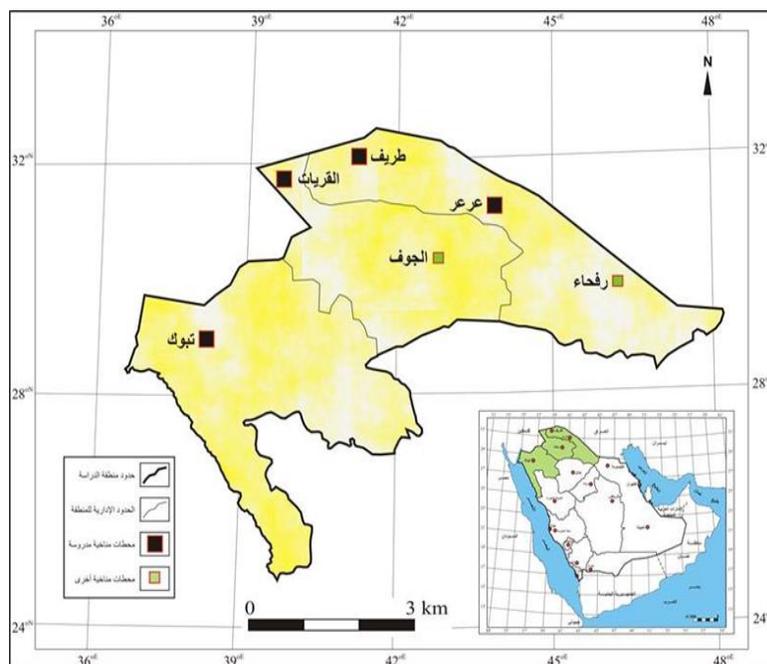
وفي عام 1974 قدم هارقريفز (Hargreaves, 1974) الصيغة الرياضية الأصلية لنموذج تقدير المتوسط الشهري للتبخر - نتح يعتمد على درجة العرض لموقع المكان والمتوسط الشهري لدرجة الحرارة ومعامل التصحيح للرطوبة النسبية كانت خلاصة لسلسلة من التحليلات الإحصائية للفروقات بين القياسات الحقلية للتبخر بواسطة جهاز الليزيمتر Lysimeter وتقدير النموذج لعدة مواقع من العالم. بعد ذلك تم تطوير الصيغة الرياضية لهذا النموذج بمشاركة سماني Samani إلى أن تم اشتقاق المعادلة النهائية الحالية لتقدير كمية التبخر - نتح اليومي في عام 1985 (Hargreaves-Samani, 1985).

وإضافة إلى ما تم ذكره، يعتبر نموذج بنمان-مونتايث Penman-Monteith أكثر النماذج دقة وكفاءة نظراً لاعتماده على عناصر الطقس اليومي المؤثرة مباشرة في تقدير التبخر - نتح، وهي

درجة الحرارة، وسرعة الرياح، ودرجة العرض لموقع المكان، والإشعاع الشمسي، والرطوبة النسبية (Smith et al., 1991; Allen et al., 1998; Camargo & Camargo, 2000). وعليه توصي منظمة التغذية والزراعة للأمم المتحدة (FAO) باستخدام نموذج بنمان- مونتايث كمرجع لمعايرة تقديرات جميع النماذج الأخرى (Bautista & Bautista, 2009:332). وبالتالي فإن هذه الدراسة تتناول معايرة تقدير المتوسط الشهري للتبخر - نتح لنماذج تورنتوايت وبلاني- كريدل وإيفانوف وهارقريفز- سماني باستخدام التقدير المرجعي لنموذج بنمان - مونتايث بمحطات عرعر وطريف والقريات وتبوك بشمالي المملكة العربية السعودية. ولقد تم اختيار هذه المحطات نظراً لاحتوائها على العديد من المشاريع الزراعية التنموية خاصة محصول الزيتون بمنطقة الجوف من جهة وامتداد جزء من أراضي المشروع السياحي التنموي الكبير "نيوم" بها.

## 1- منطقة الدراسة

تتوزع المحطات المناخية المدروسة على ثلاث مناطق إدارية بشمال المملكة هي (عرعر 40357) و (طريف 40356) بمنطقة الحدود الشمالية و (القريات 40360) بمنطقة الجوف و (تبوك 40375) بمنطقة تبوك (الشكل 1).



وتمتد منطقة الدراسة بين دائرتي العرض 24° و 33° شمالاً وبين خطي الطول 36° و 48° شرقاً على ارتفاعات متباينة تتراوح بين 503.9 م و 548.9 م بالنسبة لمحطتي عرعر والقريات على التوالي وبين 768.1 م و 852.4 م بالنسبة لمحطتي تبوك وطريف على التوالي (الجدول 1).

جدول 1

احداثيات مواقع المحطات المناخية المدروسة.

رقم المحطة	اسم المحطة	دائرة العرض (شمالاً)	خط (شرقاً) الطول	الارتفاع (متر)
40360	القريات	31°24'27"	37°16'56"	503.9
40375	تبوك	28°22'35"	36°36'25"	768.1
40356	طريف	31°41'16"	38°44'22"	852.4
40357	عرعر	30°54'08"	41°08'26"	548.9

وتصنف منطقة الدراسة بالنطاق المناخي الصحراوي الجاف (Bwh) لتقسيم كوبن (Köppen-Geiger, 1954). ولقد تم اختيار منطقة الدراسة المذكورة؛ لأنها تمثل تنوعاً تضاريسياً يشتمل على الهضاب الواسعة والجبال المرتفعة بشمالي المملكة. بالإضافة إلى ما تم ذكره، فإن منطقة الدراسة تتميز بنشاط زراعي ومشاريع تنمية هامة يتصدرها مشروع إنتاج محصول الزيتون بمنطقة الجوف وامتد جزء من أراضي مشروع "نيوم" بها. ولقد تم اختيار المحطات المناخية المذكورة لأنها تحتوي على بيانات يومية متكاملة للرصد الجوي مشتركة. وعليه فإن هذه الدراسة قد تكون جزءاً من قاعدة البيانات الجغرافية التي يمكن توظيفها والاستفادة منها في الدراسات المناخية التطبيقية بالمنطقة.

## 2- منهجية الدراسة

تعتمد منهجية الدراسة على الخطوات العملية التالية:

### 1-2- جمع البيانات ومعالجتها

تعتمد هذه الدراسة على البيانات المناخية اليومية المتاحة (365 رصد يومي) التي تم رصدها خلال عام 2017 بمحطات عرعر، وطريف، وتبوك، والقريات. التي يشرف عليها حالياً المركز الوطني للبيانات المناخية (NCDC) المعتمد من الهيئة العالمية للإرصاد الجوي WMO التابعة لمنظمة الأمم

المتحدة. وتحتوي سجلات الرصد الجوي اليومية للمحطات المختارة على بيانات لدرجات الحرارة القصوى ( $T_x^{\circ}\text{C}$ ) والدنيا ( $T_m^{\circ}\text{C}$ ) والرطوبة النسبية القصوى ( $\% \text{RH}_x$ ) والدنيا ( $\% \text{RH}_m$ ) وسرعة الرياح (عقدة - knot). ويتطلب تطبيق النماذج المدروسة قياسات العناصر المناخية التالية (الجدول 2).

جدول 2

العناصر المناخية المطلوبة لتطبيق نماذج تقدير التبخر المدروسة.

المرجع	المقياس الزمني	البيانات المطلوبة	نموذج التقدير
Blaney-Cridde, 1950	المتوسط الشهري	%p, n, N	بلاني-كريدل
Ivanov, 1954	المتوسط الشهري	t, f	إيفانوف
Thornthwaite, 1948	المتوسط الشهري	Tj'	ثورنثوايت
Hargreaves-Samani, 1985	المتوسط اليومي	Tx, Tm, T', Ra, Rs	هارغريفز - سماني

$\%p$  : نسبة عدد الساعات اليومية،  $n$  : عدد الساعات اليومية،  $N$  : عدد الساعات السنوية،  $T_j'$  و  $t$  و  $f$  : المتوسط الشهري لدرجة الحرارة ( $^{\circ}\text{C}$ )،  $T'$  : المتوسط اليومي لدرجة الحرارة ( $^{\circ}\text{C}$ )،  $\text{RH}$  : متوسط الرطوبة النسبية اليومي (%)،  $T_x$  : المتوسط اليومي لدرجة الحرارة القصوى ( $^{\circ}\text{C}$ )،  $T_m$  : المتوسط اليومي لدرجة الحرارة الصغرى ( $^{\circ}\text{C}$ )،  $R_a$  : الإشعاع الشمسي خارج الغلاف الجوي ( $\text{MJm}^{-2}\text{day}^{-1}$ )،  $R_s$  : إجمالي الإشعاع الشمسي ( $\text{MJm}^{-2}\text{day}^{-1}$ ).

## 2-2- وصف نماذج تقدير التبخر - نتح

### 2-2-1- نموذج بنمان-مونتايث Penman-Monteith model

يستخدم هذا النموذج في تقدير كمية التبخر اليومي بتطبيق المعادلة التالية: (Allen et al., 1998).

$$E_{tp} (\text{mm. day}^{-1}) = \frac{0.408\Delta R_n - G + \gamma \left( \frac{900}{T + 273.16} \right) U_2 (e_s - e_a)}{\Delta + \gamma(1 + 0.34U_2)} \quad [1]$$

وفيها يمثل  $\Delta$  انحدار منحنى بخار الماء المشبع المناسب لدرجة حرارة الهواء ( $\text{kPa } ^{\circ}\text{C}^{-1}$ ) ؛  $R_n$  صافي الإشعاع الشمسي اليومي ( $\text{MJm}^{-2}\text{d}^{-1}$ ) ؛  $\gamma$  الثابت السيكرومتري ( $\text{kPa } ^{\circ}\text{C}^{-1}$ ) ؛  $T$  درجة حرارة الهواء على ارتفاع 2 م بالمحطة ( $^{\circ}\text{C}$ )؛  $U_2$  سرعة الرياح ( $\text{m/s}$ ) على ارتفاع 2 م بالمحطة؛  $e_s$  ضغط بخار الماء المشبع ( $\text{kPa}$ ) ؛ ضغط بخار الماء الفعلي ( $\text{kPa}$ ) ؛  $G$  تدفق حرارة التربة ( $\text{MJm}^{-2}\text{d}^{-1}$ )<sup>1</sup>. وفي هذا النموذج يتم الحصول على بيانات عناصر الطقس اليومي من قياسات الرصد الفعلية بالمحطات المناخية. بينما يتم تقدير صافي الإشعاع الشمسي اليومي بتطبيق سلسلة من العادلات

المترابطة متاحة بالعديد من مراجع المناخ التطبيقي (Lunde, 1980; Duffie & Backnan, 2013; )  
..(Gunerham & Hepbasli, 2007; Nabeel and Dhaidan, 1999; El-Sebaai et al., 2010)

### 2-2-2- نموذج هارقريفز - سماني Hargreaves-Samani model

يعتمد هذا النموذج في تقدير المتوسط اليومي للتبخر - نتح على تطبيق المعادلة التالية:

$$ET \text{ (mm day}^{-1}\text{)} = C_i [T'(^{\circ}\text{C}) + 17.8] [T_{\max} (^{\circ}\text{C}) - T_{\min} (^{\circ}\text{C})]^{0.5} R_a \quad [2]$$

وفيها يمثل  $ET \text{ (mmday}^{-1}\text{)}$  المتوسط اليومي للتبخر - نتح (ملم/يوم)،  $T_{\max}$  درجة الحرارة اليومية القصوى ( $^{\circ}\text{C}$ ) و  $T_{\min}$  درجة الحرارة اليومية الصغرى ( $^{\circ}\text{C}$ ) و  $T$  متوسط درجة الحرارة اليومية ( $^{\circ}\text{C}$ ) و  $R_a$  كمية المياه المماثلة لكمية الإشعاع الشمسي خارج الغلاف الجوي ( $\text{mm day}^{-1}$ ) و  $C_i$  معامل التصحيح للتقدير وهو يساوي 0.0023.

### 3-2-2- نموذج تورنثوايت Thornthwaite model

يعتمد هذا النموذج في تقدير المتوسط اليومي للتبخر - نتح على تطبيق المعادلة التالية:

$$ETP \text{ (cm)} = 1.6 (b) \left[ \frac{10 \cdot T_j}{I_j} \right]^{\alpha} \quad [3]$$

وفيه يمثل  $b$  المعامل المخفض الشهري وهو يساوي:

$$b = y_0 + [X - X_0] \left[ \frac{y_1 - y_0}{X_1 - X_0} \right] \quad [4]$$

وفيه يمثل.

$y_0$ : المعامل المخفض الشهري عند دائرة العرض الصغرى.

$y_1$ : المعامل المخفض الشهري عند دائرة العرض الكبرى.

$X$ : درجة العرض لموقع المكان (المحطة).

$X_0$ : درجة دائرة العرض الصغرى.

$X_1$ : درجة دائرة العرض الكبرى.

$\alpha$ : ثابت المعامل الحراري وهو يساوي:

$$\alpha = (6.75 \cdot 10^{-7} I_3) + (7.71 \cdot 10^{-5} I_2) + (1.79 \cdot 10^{-2} I) + 0.492$$

$I_j$ : المعامل الحراري السنوي وهو يساوي مجموع قيم المعامل الحراري الشهرية ويحسب كما يلي:

$$I_j = \sum(i_j)$$

بحيث يساوي المعامل الحراري الشهري:

$$i_j = \left[ \frac{T'}{5} \right]^{1.514} \quad [5]$$

وفيها يمثل  $T'$  متوسط درجة الحرارة الشهري ( $^{\circ}\text{C}$ ).

#### 4-2-2 نموذج بلاني- كريدل Blaney-Criddle model

يعتمد هذا النموذج في تقدير المتوسط الشهري للتبخر - نتح على تطبيق المعادلة التالية:

$$ET \text{ (mm)} = k_p (0.46T_a + 8.13) \quad [6]$$

وفيها يمثل  $T_a$  متوسط درجة الحرارة الشهري ( $^{\circ}\text{C}$ ) و  $p$  نسبة عدد ساعات اليوم في الشهر إلى المجموع السنوي لعدد الساعات و  $k$  معامل استهلاك النبات للماء وهو يساوي 0.45 بالنسبة لشهور الفترة من أكتوبر إلى مارس و 0.85 لشهور الفترة من أبريل إلى سبتمبر.

#### 5-2-2 نموذج إيفانوف Ivanov model

يعتمد هذا النموذج في تقدير المتوسط الشهري للتبخر - نتح على تطبيق المعادلة التالية:

$$E \text{ (mm)} = a (25 + t)^2 (100 - f) \quad [7]$$

وفيها يمثل  $t$  متوسط درجة الحرارة الشهري ( $^{\circ}\text{C}$ ) و  $f$  المتوسط الشهري للرطوبة النسبية (%) و  $a$  معامل التصحيح للتقدير وهو عدد ثابت قدره 0.0018.

#### 3-2 تحليل حسن المطابقة لكفاءة التقدير للنماذج

لتحليل حسن مطابقة المتوسطات الشهرية التقديرية للتبخر - نتح مع المتوسطات المرجعية، تم تطبيق أربعة فحوص إحصائية هي:

1. فحص مربع الخطأ المعياري للمتوسط (RMSE) Root Mean Square Error بتطبيق المعادلة التالية:

$$RMSE = \left[ \frac{\sum_{i:1}^n (O_i - P_i)^2}{N} \right]^{0.5} \quad [8]$$

2. فحص متوسط الخطأ المطلق (MAE) Mean Absolute Error بتطبيق المعادلة التالية:

$$MAE = \frac{\sum_{i:1}^n (O_i - P_i)}{N} \quad [9]$$

3. فحص الخطأ النسبي (RE) Relative Error بتطبيق المعادلة التالية:

$$RE = \frac{O_i - P_i}{O_i} \quad [10]$$

4. فحص النسبة (r) Ratio index بتطبيق المعادلة التالية:

$$r = \frac{O'}{P'} \quad [11]$$

كما تم فحص كفاءة أداء النماذج بتطبيق المؤشرين التاليين:

1. مؤشر التوافق (D) Concordance Index بتطبيق المعادلة التالية:

$$D = 1 - \frac{\sum_{i:1}^n (P_i - O_i)^2}{\sum_{i:1}^n (|P_i - O'| + |O_i - O'|)} \quad [12]$$

2. مؤشر الموثوقية (C) Confidence Index بتطبيق المعادلة التالية:

$$C = r \times D \quad [13]$$

وفيها يمثل  $P_i$  القيمة التقديرية و  $O_i$  القيمة المرجعية و  $O$  المتوسط الحسابي للقيم المرجعية  $P$  المتوسط الحسابي للقيم التقديرية و  $N$  عدد القيم المفحوصة. وعليه فإنه كلما اقتربت قيمة مؤشر المصادقية من القيمة 1، كلما كانت كفاءة تقدير النموذج عالية والعكس صحيح كلما اقتربت قيمة هذا المؤشر من الصفر.

### 3- النتائج والمناقشة

توصلت هذه الدراسة إلى جملة من النتائج، تتلخص فيما يلي:

#### 1-3- تباين تقدير المتوسط الشهري للتبخر - نتح

يتباين توزيع المتوسطات الشهرية التقديرية والمرجعية للتبخر - نتح من محطة لأخرى ومن نموذج لآخر (الجدول 3 والجدول 4).

#### جدول 3

المتوسط الشهري للتبخر - نتح بمحطتي القرينات وتبوك.

الشهر	القرينات					تبوك				
	Ivanov	BC	Th	HS	PM	Ivanov	BC	Th	HS	PM
يناير	63.8	117.9	91.7	46.1	79.0	79.7	152.2	85.5	51.9	151.1
فبراير	83.1	154.0	88.4	40.4	103.2	90.0	171.1	82.2	47.3	174.1
مارس	135.1	238.0	89.9	46.1	104.4	115.2	269.9	87.1	62.7	232.8
أبريل	171.0	341.6	88.3	83.0	123.2	129.0	356.9	84.6	132.2	323.6
مايو	212.6	434.2	91.7	87.0	146.9	140.9	444.4	88.1	152.1	404.1
يونيو	226.6	495.0	88.5	83.0	141.1	134.1	477.8	84.5	158.1	459.8
يوليو	265.8	538.8	87.2	87.0	150.5	146.8	485.2	84.6	174.1	509.9
أغسطس	239.6	486.6	83.9	87.0	134.5	136.2	479.0	80.9	173.1	489.7
سبتمبر	194.8	389.5	77.7	83.0	125.8	112.5	381.9	75.4	155.7	420.2
أكتوبر	130.6	269.4	78.2	46.1	114.9	102.4	280.0	77.0	73.3	296.0
نوفمبر	89.6	171.8	77.2	43.9	98.6	82.4	180.3	75.5	60.9	195.9
ديسمبر	72.2	138.0	81.2	46.1	110.1	79.1	165.9	78.7	57.8	182.2

BC: بلاني-كريدل، Th : توزنوايت، HS: هارقرفز - سماني، PM: بنمان - مونتايث

يتطلب تحليل التباين تحديد شكل توزيع البيانات ومدى مطابقتها للتوزيع الطبيعي. وعليه فقد تم فحص توزيع المتوسطات الشهرية التقديرية والمرجعية بتطبيق اختبار شايبرو- ويلك Shapiro-Wilk المناسب لحجم العينة الأقل من 30 قياس (N≤30). ولقد أظهرت نتائج هذا الاختبار أن قيم مستوى الدلالة لهذا الاختبار أكبر من القيمة الحرجة 0.05 عند درجة الحرارة 12 بالنسبة لجميع النماذج، عدا نموذج بلايني- كريدل. ولم تتعد قيمة مستوى الدلالة لتوزيع هذا النموذج 0.002 بمحطة القريات و0.014 بمحطة تبوك و0.026 بمحطة عرعر و0.023 بمحطة طريف. وعليه فإن هذه النتيجة تدل على أن توزيع المتوسطات الشهرية المرجعية والتقديرية للتبخر - نتح لا يختلف عن التوزيع الطبيعي بالنسبة لجميع النماذج، عدا نموذج بلايني- كريدل. وبناء على هذه النتيجة، فقد تم فحص الأهمية الإحصائية لتباين المتوسطات الشهرية التقديرية والمرجعية للتبخر - نتح بتطبيق اختبار T-student على توزيع جميع النماذج والاختبار الأحادي Binomial على توزيع بلايني- كريدل.

#### جدول 4

المتوسط الشهري للتبخر - نتح بمحطتي عرعر وطريف.

الشهر	عرعر					طريف				
	Ivanov	BC	Th	HS	PM	Ivanov	BC	Th	HS	PM
يناير	52.4	42.6	109.5	103.5	55.4	54.0	47.8	89.4	121.6	54.3
فبراير	94.0	38.5	122.5	166.8	80.4	107.4	44.3	74.4	156.0	73.2
مارس	104.5	54.1	104.7	216.7	117.1	106.8	61.4	83.9	242.6	89.8
أبريل	172.8	110.9	104.1	347.8	151.2	203.7	130.2	83.0	338.9	103.5
مايو	255.1	128.4	108.9	454.9	192.2	338.7	156.0	86.6	464.2	140.3
يونيو	307.1	134.3	104.3	495.5	192.9	428.1	163.4	84.1	509.9	126.4
يوليو	382.0	152.3	101.9	586.5	211.6	527.0	184.9	83.7	547.4	130.5
أغسطس	340.4	149.8	97.2	518.9	195.1	501.5	182.5	81.1	523.7	124.0
سبتمبر	311.9	138.1	89.0	410.7	166.5	435.3	165.2	75.1	415.3	116.3
أكتوبر	201.0	64.4	90.2	261.2	126.0	259.7	75.6	76.0	278.2	109.6
نوفمبر	111.2	53.8	86.7	154.6	82.3	114.5	60.8	74.3	167.8	73.2
ديسمبر	111.5	49.7	97.1	133.4	68.0	120.2	55.5	75.6	143.2	73.0

BC : بلايني- كريدل، Th : توزنوايت، HS: هارقرفر- سمان، PM: بنمان - مونتايث.

ولقد أظهرت نتائج فحص الأهمية الإحصائية بتطبيق اختبار T-student المناسب للتوزيع الطبيعي للمتوسطات الشهرية التقديرية والمرجعية للتبخر - نتح لجميع النماذج والاختبار الأحادي Binomial المناسب لتوزيع المتوسطات الشهرية التقديرية لنموذج بلاني- كريدل أن جميع قيم مستوى الدلالة لهذين الاختبارين تفوق القيمة الحرجة 0.05 عند درجة الحرية 11، وهي تدل على أن تباين توزيع المتوسطات الشهرية للتبخر - نتح التقديرية والمرجعية غير معنوي وليست له أية أهمية إحصائية.

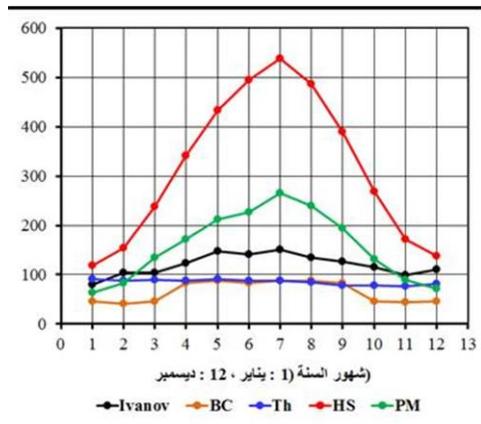
### 2-3- تباين تقدير المتوسط الشهري للتبخر - نتح

يتباين توزيع المتوسطات الشهرية للتبخر - نتح التقديرية من شهر لآخر بنفس المحطة. كما تتباين كفاءة أداء النماذج التقديرية مقارنة مع المتوسطات الشهرية المرجعية من محطة لأخرى، ومن نموذج لآخر (الجدول 3 و 4 والشكل 2). ولتحليل حسن مطابقة المتوسطات الشهرية التقديرية للتبخر - نتح مع المتوسطات المرجعية، تم تطبيق أربعة فحوص إحصائية هي: RMSE و r و RE و MAE بالإضافة إلى معامل التوافق (D) Concordance Index ومعامل المصادقية (الموثوقية) Confidence Index (C) (الجدول 5).

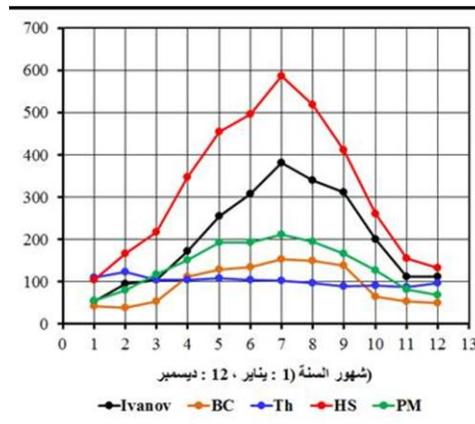
ويتضح من نتائج تقديرات النماذج أن المتوسطات الشهرية للتبخر - نتح المحسوبة بنموذجي يفانوف وهارقرفز - سماني أعلى من مثيلاتها لنموذجي تورنثوايت و بلاني- كريدل وأعلى كذلك من المتوسطات الشهرية المرجعية لنموذج بنمان - مونتايث بمحطات عرعر وطريف وتبوك، بينما جاءت تقديرات نموذج إيفانوف

## الشكل 2

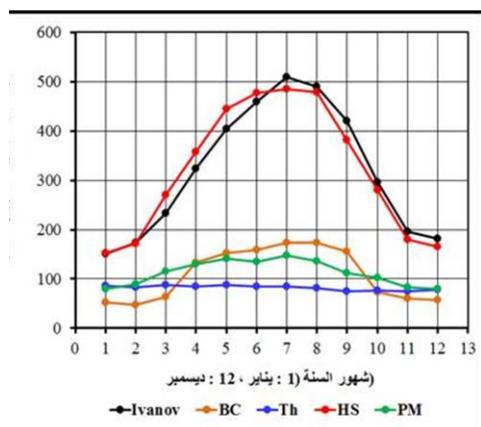
التوزيع الشهري للتبخر - نتح المرجعي



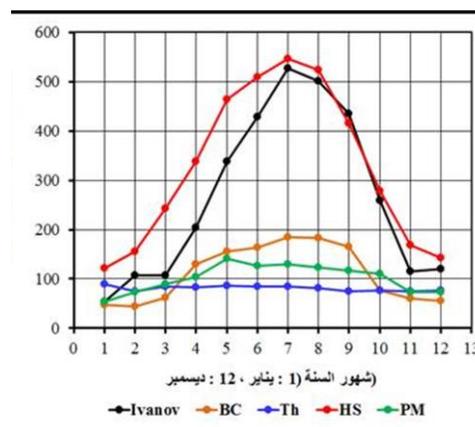
ب- محطة القريات



أ : محطة عرعر



د - محطة تبوك



ج - محطة طريف

أقل من المتوسطات الشهرية المرجعية لنموذج بنمان- مونتايث ومن المتوسطات الشهرية التقديرية لنموذج هارقريفز- سماي. ومن جهة أخرى، يتضح أن تقديرات نموذج تورنثوايت أقل من نظيراتها لنموذج بلاني- كريدل خلال الفترة الممتدة من أبريل إلى نوفمبر بجميع المحطات، بينما تفوق تقديرات نموذج بلاني- كريدل المتوسطات المرجعية خلال الفترة الممتدة من أبريل إلى سبتمبر بمحطتي تبوك وطريف. وتتسم محطة القريات بمتوسطات شهرية مرجعية تفوق المتوسطات الشهرية التقديرية لنماذج إيفانوف وبلاني- كريدل وتورنثوايت خلال الفترة من مارس إلى أكتوبر. ومما تقدم يتضح أن المتوسطات الشهرية التقديرية لنموذجي بلاني- كريدل وتورنثوايت هي أقرب إلى نظيراتها

المرجعية لنموذج بنمان - مونتايث على العكس من تقديرات نموذجي هارقريفز - سمانني وإيفانوف. وبالتالي نجد أن هذه الفوارق تعكسها بوضوح قيم معامل التوافق (D) التي تتراوح بين 69% بمحطة القريات و 89% بمحطة تبوك و 90% بمحطة عرعر و 91% بمحطة طريف بين نموذجي بلايني - كريدل وتورنثوايت من جهة، ونموذج بنمان - مونتايث من جهة أخرى، وبين 59% و 96% و 71% و 95% بين نموذجي تورنثوايت وبنمان - مونتايث بالمحطات المذكورة على التوالي.

#### جدول 5

نتائج فحص كفاءة نماذج التقدير المدروسة.

المحطة	النموذج المرجع	نموذج التقدير	مؤشرات الفحص الإحصائي لكفاءة النموذج التقديري					
			C	D	RE	r	MAE	RMSE
القريات	PM	Ivanov	1.25	0.95	0.46	1.32	37.7	62.2
		BC	1.96	0.69	0.77	2.84	92.2	104.8
		Thorn.	1.09	0.59	0.72	1.84	71.7	98.4
		HS	0.47	0.94	1.29	0.50	157.5	176.2
تبوك	PM	Ivanov	0.32	0.92	1.71	0.35	207.6	233.0
		BC	0.93	0.89	0.23	1.04	4.1	31.4
		Thorn.	1.32	0.96	0.28	1.37	30.4	37.7
		HS	0.32	0.92	1.71	0.35	208.0	233.0
طريف	PM	Ivanov	0.34	0.89	1.60	0.38	165.2	217.9
		BC	0.83	0.91	0.25	0.91	9.5	34.6
		Thorn.	1.20	0.95	0.24	1.26	20.6	33.2
		HS	0.28	0.91	1.90	0.31	224.6	259.4
عرعر	PM	Ivanov	0.57	0.85	0.66	0.67	67.1	90.1
		BC	1.32	0.90	0.34	1.47	43.5	46.8
		Thorn.	0.96	0.71	0.48	1.35	35.2	65.6
		HS	0.14	0.32	1.60	0.43	184.3	214.4

BC: نموذج بلايني - كريدل، PM: نموذج بنمان - مونتايث، Thorn.: نموذج تورنثوايت، HS: نموذج هارقريفز - سمانني.

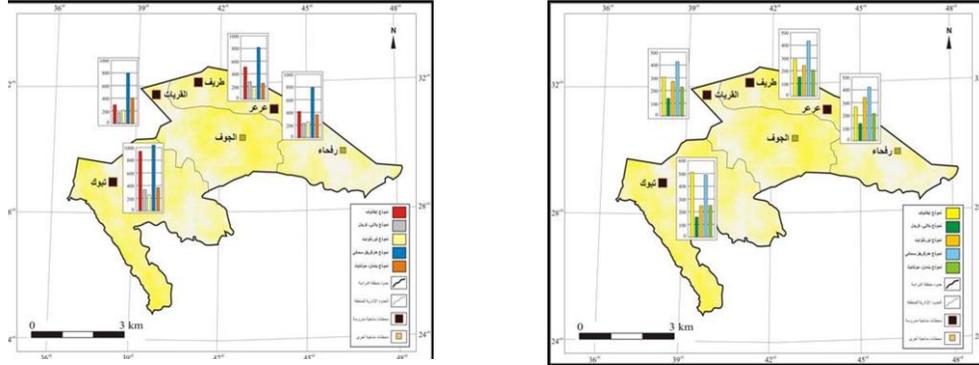
### 3-3- تبين التوزيع الفصلي لتقدير التبخر - نتح

يرتبط التوزيع الفصلي بشكل كبير بالتغيرات الشهرية للتبخر - نتح كما تلخصه بيانات الجدول

6 والشكل 3.

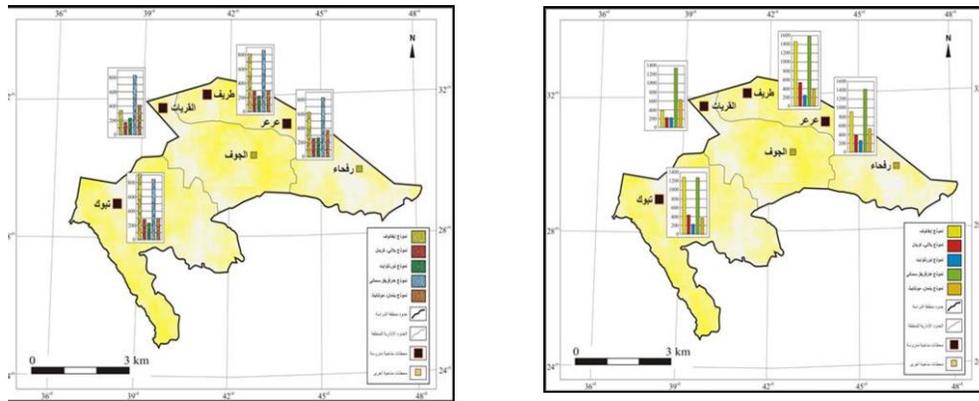
### الشكل 3

تباين التوزيع الفصلي لمتوسطات التبخر - نتح التقديرية والمرجعية بمنطقة الدراسة



فصل الربيع

فصل الشتاء



فصل الخريف

فصل الصيف

### جدول 6

توزيع كمية ونسبة التبخر - نتح الفصلي بالمحطات المدروسة.

المحطة	الفصل	النماذج التقديرية				النموذج المرجح
		Ivanov	BC	Th	HS	
الشتاء	الكمية (مم)	257.9	130.8	329.1	403.7	203.8
	%	10.6	11.7	27.1	10.5	12.4
الربيع	الكمية (مم)	532.4	293.4	317.7	1019.4	460.5
	%	21.8	26.3	26.1	26.5	28.1
الصيف	الكمية (مم)	1029.5	436.4	303.4	1600.9	599.6
	%	42.1	39.1	24.9	41.6	36.6
عرعر	الخريف	624.1	256.3	265.9	826.5	374.8

المحطة	الفصل	النموذج المرجع				النماذج التقديرية		
		PM	HS	Th	BC	Ivanov		
	%	22.9	21.5	21.9	22.9	25.5		
الشتاء	الكمية (ملم)	200.5	420.8	239.4	147.6	281.6		
	%	16.5	10.8	24.8	11.1	8.8		
الربيع	الكمية (ملم)	333.6	1045.7	253.5	347.6	649.2		
	%	27.5	26.8	26.2	26.2	20.3		
طريف	الكمية (ملم)	380.9	1581.0	248.9	530.8	1456.6		
	%	31.4	40.4	25.7	40.0	45.6		
الخريف	الكمية (ملم)	299.1	861.3	225.4	301.6	809.5		
	%	24.6	22.0	23.3	22.7	25.3		
الشتاء	الكمية (ملم)	219.1	409.9	261.3	132.6	292.3		
	%	11.6	10.9	25.5	17.0	20.4		
الربيع	الكمية (ملم)	518.7	1013.8	269.9	216.1	374.5		
	%	27.5	26.9	26.4	27.8	26.1		
القرينات	الكمية (ملم)	732.0	1520.4	259.6	257.0	426.1		
	%	38.8	40.3	25.4	33.0	29.8		
الخريف	الكمية (ملم)	415.0	830.7	233.1	173.0	339.3		
	%	22.0	22.0	22.8	22.2	23.7		
الشتاء	الكمية (ملم)	248.8	489.2	246.4	157.0	507.4		
	%	18.5	12.7	25.0	12.1	13.2		
الربيع	الكمية (ملم)	385.1	1071.2	259.8	347.0	960.5		
	%	28.6	27.9	26.4	26.7	25.0		
تبوك	الكمية (ملم)	417.1	1442.0	250.0	505.3	1459.4		
	%	30.9	37.5	25.4	38.9	38.0		
الخريف	الكمية (ملم)	297.3	842.2	227.9	289.9	912.1		
	%	22.0	21.9	23.2	22.3	23.8		

PM : نموذج بنمان- مونتايث، Th : نموذج تونتوايت، BC : نموذج بلاي- كريدل، HS : نموذج هارقريفز- سماني،

ويعتمد التحليل المقارن للتوزيع الفصلي للتبخر - نتح على التوزيع النسبي له من المجموع السنوي بكل نموذج. وعليه يتباين توزيع القيم التقديرية للتبخر - نتح من فصل لآخر ومن نموذج لآخر، كما يتبين من التوزيع النسبي، بحيث نجد أن تقديرات نماذج هارقريفز- سماني وبلاي- كريدل وإيفانوف خلال فصل الشتاء متقاربة وبنسب تتراوح بين 8.8% و 20.4% من إجمالي التبخر - نتح

السنوي بمحطتي طريف والقريات. ويتمائل التوزيع النسبي لتقديرات النماذج الثلاثة المذكورة مع مثيله للقيم المرجعية لنموذج بنمان- مونتايث. بينما تفوق قيم التوزيع النسبي لتقديرات التبخر- نتح بنموذج تورنثوايت نظيراتها التقديرية للنماذج الأخرى بالإضافة إلى القيم المرجعية. وتعتبر تقديرات النماذج للتبخّر- نتح خلال فصل الربيع أكثر تماثلاً ونسب تتراوح بين 20.3% (نموذج إيفانوف) بمحطة طريف و 27.9% (نموذج هارقرفز- سماني) بمحطة تبوك. كما يتمائل التوزيع النسبي للتبخّر- نتح التقديري مع مثيله للتبخّر- نتح المرجعي.

ويتسم فصل الصيف بأعلى توزيع نسبي للتبخّر- نتح التقديري لنماذج هارقرفز- سماني وبلاي- كريدل وإيفانوف بنسب تتراوح بين 33.0% (نموذج بلاي- كريدل) بمحطة القريات و 45.6% (نموذج إيفانوف) بمحطة طريف. ويفوق التوزيع النسبي للقيم المرجعية مثيله للقيم التقديرية للنماذج الثلاثة المذكورة خلال فصل الصيف بمحطات عرعر وطريف وتبوك. وبمحطة القريات تفوق نسبة التبخر- نتح التقديري لنموذج هارقرفز- سماني نظيراتها للتبخّر- نتح المرجعي، بينما تقل القيم التقديرية لنموذج بلاي- كريدل وإيفانوف عن القيم المرجعية. بالإضافة إلى ذلك، جاء التوزيع النسبي للقيم التقديرية بنموذج تورنثوايت أصغر من مثيله للنماذج الأخرى وكذلك للنموذج المرجع وبنسب لم تتعد 24.9% بمحطة عرعر و 25.7% بمحطة طريف. ويتمائل التوزيع النسبي للقيم التقديرية لجميع النماذج نسبياً مع نظيره خلال فصل الربيع من جهة، ومع القيم المرجعية من جهة ثانية. وتتراوح نسبة القيم التقديرية للتبخّر- نتح لفصل الربيع بين 21.5% (نموذج هارقرفز- سماني) و 25.5% (نموذج إيفانوف) من إجمالي التبخر- نتح السنوي بمحطة عرعر. ويتمائل التوزيع النسبي للمتوسطات الفصلية التقديرية لنماذج هارقرفز- سماني وبلاي- كريدل وتورنثوايت وكذلك للقيم المرجعية خلال فصل الخريف، بينما تفوق نسب التبخر- نتح التقديرية لنموذج إيفانوف نسبياً مثيلاتها التقديرية والمرجعية للنماذج المذكورة. كما أظهر التوزيع النسبي للتبخّر- نتح تطابق تام بين تقديرات نموذج بلاي- كريدل بمحطات عرعر والقريات وتبوك وتقديرات نموذج هارقرفز- سماني بمحطتي القريات وتبوك.

## الخلاصة

توصلت هذه الدراسة إلى جملة من النتائج تتلخص فيما يلي:

1. أظهرت نتائج اختبار شايبرو- ويلك Shapiro-Wilk أن شكل توزيع المتوسطات الشهرية والتقديرية للتبخر- نتح لا يختلف عن التوزيع الطبيعي بالنسبة لجميع النماذج، عدا نموذج بلاني- كريدل.

2. كما أظهرت نتائج فحص الأهمية الإحصائية لاختبار T-student والاختبار الأحادي Binomial أن جميع قيم مستوى الدلالة تفوق القيمة الحرجة 0.05 عند درجة الحرارة 11، وهي تدل على أن تباين توزيع المتوسطات الشهرية للتبخر- نتح غير معنوي وليست له أية أهمية إحصائية.

3. تبين أن الفوارق بين تقديرات النماذج تعكسها بوضوح قيم معامل التوافق (D) التي تتراوح بين 69% بمحطة القرينات و 89% بمحطة تبوك و 90% بمحطة عرعر و 91% بمحطة طريف بين نموذجي بلاني- كريدل وتورنثوايت من جهة، ونموذج بنمان- مونتايث من جهة أخرى وبين 59% و 96% و 71% و 95% بين نموذجي تورنثوايت وبنمان- مونتايث بالمحطات المذكورة على التوالي.

4. ومما تقدم، تبين أن تقديرات المتوسطات الشهرية التقديرية لنموذجي بلاني- كريدل وتورنثوايت هي الأقرب إلى نظيراتها المرجعية لنموذج بنمان- مونتايث على العكس من تقديرات نموذجي هارقريفز- سماني وإيفانوف.

أما بالنسبة للتباين الفصلي فقد تبين من نتائج التوزيع النسبي ما يلي :

1. أن تقديرات نماذج هارقريفز- سماني وبلاني- كريدل وإيفانوف خلال فصل الشتاء متقاربة بمحطتي طريف والقرينات. ويتمثل التوزيع النسبي لتقديرات النماذج الثلاثة المذكورة مع مثيله للقيم المرجعية لنموذج بنمان- مونتايث. بينما تفوق قيم التوزيع النسبي لتقديرات التبخر- نتح بنموذج تورنثوايت نظيراتها التقديرية للنماذج الأخرى بالإضافة إلى القيم المرجعية.

2. أن تقديرات النماذج للتبخر- نتح خلال فصل الربيع أكثر تماثلاً كما يتمثل التوزيع النسبي للتبخر- نتح التقديري مع مثيله للتبخر- نتح المرجعي.

3. يتسم فصل الصيف بأعلى توزيع نسبي للتبخر - نتح التقديري لنماذج هارقريفز - سماني وبلائي - كريدل وإيفانوف. ويفوق التوزيع النسبي للقيم المرجعية مثيله للقيم التقديرية للنماذج الثلاثة المذكورة بمحطات عرعر وطريف وتبوك. بالإضافة إلى ذلك، جاء التوزيع النسبي للقيم التقديرية بنموذج تورنثوايت أصغر من مثيله للنماذج الأخرى وكذلك للنموذج المرجع.
4. هناك تماثل في التوزيع النسبي للمتوسطات الفصلية التقديرية لنماذج هارقريفز - سماني وبلائي - كريدل وتورنثوايت وكذلك للقيم المرجعية خلال فصل الخريف، بينما تفوق نسب التبخر - نتح التقديرية لنموذج إيفانوف نسبياً مثيلاتها التقديرية والمرجعية للنماذج المذكورة. وهناك تطابق تام بين تقديرات نموذج بلائي - كريدل بمحطات عرعر والقريات وتبوك وتقديرات نموذج هارقريفز - سماني بمحطتي القريات وتبوك.

## المراجع

### أولاً: المراجع العربية

- aljrāsh, Muḥammad ‘Abd Allāh (1992). Unmūdhaj li-taqdīr al-Mutawassiṭ al-Shahrī lkmyh albtkhr fī al-Mamlakah al-‘Arabīyah al-Sa‘ūdīyah muqāranah b’nmwdhgy bnmān w’yfānwf, Majallat Jāmi‘at al-Malik ‘Abd al-‘Azīz (al-Ādāb wa-al-‘Ulūm al-Insānīyah), al-mujallad (5) : 75-101.
- al-‘Umarī, Nāṣir Sulaymān (2013). dirāsah muqāranah li-ṭuruq taqdīr albtkhr-nth li-Miṭṭaqah al-Wuṣṭā wa-al-Sharqīyah bi-al-Mamlakah al-‘Arabīyah al-Sa‘ūdīyah bi-istikhdām al-‘adīd min al-namādhij al-muanākhiyah, Majallat Jāmi‘at al-Malik ‘Abd al-‘Azīz (‘ulūm alārṣād wa-al-bī‘ah wa-zirā‘at al-manātiq al-jāffah), al-mujallad (24), al-‘adad 2 : 121-142.

### ثانياً: المراجع الأجنبية

- Allen R. G.; Pereira, L.S.; Raes, D. and Smith, M. (1998). Crop evapotranspiration: guidelines for computing crop water requirements. FAO Irrigation and Drainage, Paper No. 56, Rome, Italy, 300 pp.
- Bautista, F and Bautista, D. (2009). Calibration of the equations of Hargreaves and Thornthwaite to estimate the potential evapotranspiration in semi-arid and sub humid tropical climates for regional applications, Atmos. Vol. (22), Issue 4: 331-348.
- Blaney, H.F. and Criddle, W.D. (1950). Determining Water Requirements in irrigated areas from climatological and irrigation data. USDA Soil Conservation Service Tech. Paper No. 96, 48 pp.
- Camargo, A.P. and Camargo, M.B.P. (2000). Uma revisão analítica da evapotranspiração potencial. Bragantia. 59, 125-137.
- Duffie, J. A. and Beckman, W. A. (2013): Solar engineering thermal processes, Jhon Wiley and Sons, New York, USA.
- El-Sebaili, A.A.; Al Hamzi, F.S.; Al Ghamdi, A.A. and Yaghmour, S.J. (2010): Global, direct and diffuse solar radiation on horizontal and tilted surfaces in Jeddah (Saudi Arabia), Applied Energy (87), Elsevier.
- Gunerham, H. and Hepbasli, A. (2007): Determination of the optimum tilt angle of solar collectors for building applications, Building and Environment, vol. (42), No. 2, pp. 779-783.
- Hargreaves, G.H. and Samani, Z.A. (1985). Reference crop evapotranspiration from temperature. Appl. Eng. Agric. Vol. (1): 96-99.
- Harvgraves, G.H. (1974). Estimation of Potential and Crop Evapotranspiration. Trans. ASAE, 17: 701-704.

- Ivanov, N.N. (1954). Ob opredelem Velichiney Isparyacmosti, Izvesta Vsesoyuznogo Obshchestava, Tom 86, vyy, 2, Mart-Apray.
- Lunde, P. J. (1980): Solar thermal engineering : Space heating and hot water system, Jhon Wiley and Sons, New York, USA.
- Nabeel, S.D. (1999) : Application of Solar assisted Heating and Desiccant Cooling Systems for a domestic building in Baghdad, Unpublished MSc. Thesis , University of Baghdad.
- Pelton, W.L.; King, K.M. and Tanner, C.B. (1960). An Evaluation of the Thornthwaite Method for determining potential evapotranspiration. Agron J. 52: 387-395.
- Smith M. ; Allen, R.G. ; Pereira, L.S. ; Perrier, A. and Pruitt, W.O. (1991). Report on the expert consultation on procedures for revision of FAO guidelines for prediction of crop water requirements. Land and Water Development Division, United Nations Food and Agriculture Service, Rome, 60 pp.
- Thornthwaite, C.W. (1948). An Approach Toward A Rational Classification of Climate. Geographical Rev. 38 : 55-94.



# King Khalid Univenaity

## Journal of Humanities

Biannual Refereed Journal



Volume Tenth- Number (2)  
2023AD 1445AH