Sultan Qaboos University
Journal of Arts & Social Sciences

جامعة السلطان قابوس
مجلة الآداب والعلوم الاجتماعية

النمذجة الهيدرولوجيِّة لتقدير الأمطار الفعالة والتبخر/النتح لحوض نهر الزرقاء - الأردن

نوح محمد علي حسن الصبابحه

أستاذ مشارك
قسم الجغرافيا - كلية الآداب
جامعة اليرموك
noah.h@yu.edu.jo

تاريخ الاستلام: ٢٠١٩/٠٨/٢٨
تاريخ القبول للنشر: ٢٠٢٠/٠٣/١٥

النمذجة الهيدرولوجيِّة لتقدير الأمطار الفعالة والتبخر/النتح لحوض نهر الزرقاء-الأردن

نوح محمد علي حسن الصبابحه

الملخص

تهدف الدراسة إلى تقدير كمية الأمطار الفعالة والتبخر/ النتح الكامن في حوض نهر الزرقاء؛ باستخدام النمذجة الهيدرولوجية بالاعتماد على نموذج (CropWAT) لتقدير متطلبات المحصول المائي؛ حيث تعدُّ عملية تقدير الأمطار الفعالة والنتح / التبخر الكامن من الطرق المفيدة في التخطيط وإدارة الموارد المائية في المناطق الجافة وشبه الجافة من العالم. واعتمدت الدراسة على البيانات المُناخية اليومية خلال الفترة (٢٠٠١-٢٠١٥) لسبع محطات مناخية، تمثل حوض نهر الزرقاء، وتشمل محطات الزرقاء، ومطار عمان، والمفرق، والضليل، ودير علا، ورأس منيف، والسلط والمتمثلة بدرجتي الحرارة العظمى والصغرى، والرطوبة النسبية، وسرعة الرياح، وعدد ساعات السطوع الشمسي لتقدير التبخر/ النتح الكامن. واستُخدمت بيانات الأمطار لتقدير الأمطار الفعلية بأربع طرق مختلفة، تضمنت (USDA(SCS), Dependable Rain(FAO/AGLW) Formula, Fixed Percentage) باستخدام برمجية (CropWat). واستخدمت أيضًا تقنية نظام المعلومات الجغرافية (GIS) لإعداد الخرائط المتعلقة بالتباين المكاني للأمطار الفعالة والتبخر/ النتح الكامن. وتوصلت الدراسة إلى أن أقل معدل للتبخر/النتح الكامن بلغ (٠,٩ ملم /يوم) في محطة رأس منيف؛ حيث بلغت نسبة التبخر السنوي لهذه المحطة (٩١٪)، وبلغ أعلى معدل للتبخر/النتح الكامن (٥,٦ ملم/يوم) في محطة دير علا. أما أعلى نسبة للتبخر السنوي، فقد بلغت (٤٥٠,٧ ٪) في محطة الزرقاء. أخيرًا، بلغ أعلى معدل للأمطار الفعالة باستخدام طريقة ((USDA(SCS) (٤٧٢,٦ ملم) في محطة السلط، وأقل معدل سنوي للأمطار الفعالة (١١٧,٤ ملم) في محطة الزرقاء.

الكلمات المفتاحية: الأمطار الفعالة، التبخر/ النتح، النمذجة الهيدرولوجية، نموذج (CropWAT)، نهر الزرقاء.

Hydrological Modeling for Estimating the Effective Rainfall and Evapotranspiration (ET) in Al-zarqa basin- Jordan

NOAH. M.A. AL-SABABHAHA

Abstract:

This study aims to estimate effective rainfall and evapotranspiration by hydrological modeling by CROPWAT model in Al-zarqa basin to evaluate the requirements of water harvesting planning and water resources management in arid and semi-arid areas in the world. Here, the research examines the daily climate records from seven ground stations located in Al-zarqa, Amman airport, AL Mafraq, Aldhlil, Ras Muneef, Alsalt and Dir Alla were used. The measurements of maximum temperature, minimum temperature, relative humidity, wind speed, and number of sunny days were used to estimate evapotranspiration. Whereas, daily Rainfall records were used to measure the amount of actual rainfall in the study area using four methods. This included USDA(SCS), Dependable Rain, (FAO/AGLW) Formula, and Fixed Percentage within CropWat model. All required and output maps that showed spatial distribution of were generated effective rainfall and evapotranspiration were generated within GIS environment. The findings of the research showed that Ras Muneef station showed the lowest evapotranspiration at 0.9 mm/day, that is approximately equals to 91% of annual evapotranspiration. Dir Alla showed the highest evapotranspiration at 5.6 mm/day. The maximum annual evapotranspiration ratio was found in Alzarqa at approximately 450.7%. the maximum effective rainfall amount was found in Alsalt station with approximately 472.6 mm using USDA(SCS) method, while the lowest effective rainfall amount was found in Alzarqa station at 117.4 mm.

Keywords: Effective Rainfall; Evapotranspiration; Hydrological Modeling; CropWAT; Zarqa Basin.

مقدمة:

تعاني المناطق الجافة وشبه الجافة في العالم من نقص متزايدٍ في مصادر المياه المتاحة في الوقت الحاضر؛ حيث تؤثر ندرةً الأمطار في إنتاجية التربة والتنمية بأشكالها المختلفة خاصة في الأقاليم التي تسود فيها ظروف الجفاف الحاد والمستمر. ويعدُّ الأردن واحدًا من أربع دول الندرة المائية في العالم من حيث المصادر المائية المتاحة؛ إذ وصل الطلب على المياه عام ٢٠١١ إلى حوالي ١١٠٠ مليون مترٍ مكعب، في حين قَدَّرت وزارة المياه والرّي الأردنية عام ٢٠١٣ توافر المياه سنويا بـِ (٨٩٢م م٣). ومن المتوقع تزايد الطلب على المياه ليصل إلى حوالي ١٤٠٠ مليون مترٍ مكعب بحلول العام ٢٠٢٠، (وزارة المياه والرّي الأردنية،٢٠١٣).

ويكتسب الماء في الأردن أهمية خاصة نظرا لندرته ومحدوديته، وعدم انتظام توزيعه زمانيًّا ومكانيًّا. ومع استمرار النمو السكاني، وارتفاع وتيرة التنمية الاقتصادية والاجتماعية؛ فإن مشكلة الندرة المائية تتفاقم كنتيجة منطقية لتزايد الطلب على المياه؛ لتلبية الاحتياجات المختلفة. فقد أدى النمو السكاني إلى خفض متوسط كمية المياه العذبة المتاحة للأردنيين إلى أقل من ١٥٠ مترًا مكعبًا في السنة، ويتبخر أكثر من ٩٠٪ من الأمطار، (وزارة المياه والري الاردنية، ٢٠١٥). ومع تزايد ندرة المياه والحاجة إليها، تصبح هناك ضرورة ملحة لتقييم الموارد المائية من حيث أهميتها للإنتاج الزراعي، فحوالي ١٧٪ من المساحة المزروعة في العالم مرويَّة، وتسهم بأكثر من ثلث مجموع إنتاج الغذاء في العالم، ومن ثَمَّ، فإن التحديد الدقيق لرطوبة التربة والتبخر/ النتح الكامن، يعدُّ أمرًا حاسمًا لإدارة أفضل للموارد المائية، (Wane & Nagdeve, 201).

وتعدُّ رطوبة التربة من المقاييس المهمة لتحديد مدى إنتاجية التربة للأغراض الزراعية، والغابات، والمياه من خلال تحديد فاعلية الأمطار. (Kumar & Rao, 2007) وتتوقف فاعلية الأمطار على ما يضيع منها بالتبخر من سطح الأرض، والجريان السطحي، والتسرب، والنتح/التبخر من التربة والغطاء النباتي، (شرف، ١٩٨٥). ويوجد هناك علاقة مباشرة ما بين فاعلية الأمطار والمياه المتسربة من خلال طبقة التربة؛ إذ تعد من المدخلات الفعلية للنظام المائي.

ويعتمد تقدير فعالية الأمطار على عناصر عدة، تتضمن اعتراض الغطاء النباتي، والجريان السطحي، والسعة التخزينية للماء في التربة (Available Water Capacity) (AWC) والتبخر/النتح من التربة والنبات. وترتبط فعالية مياه الأمطار على ما يُستغل منها في تغذية المياه الجوفية، وتعتمد فاعلية الأمطار أيضًا في حدوث الجريان السطحي على كمية الرشح، (Infiltration) (Mls, J,1980; Vallet et al,2013) حيث تعدُّ الأمطار الفعالة جزءًا من الأمطار الكلية التي تستخدمها النباتات في تلبية احتياجاتها من المياه، وعنصرًا مهمًّا من عناصر الموازنة المائية لأغراض الريِّ، (Bos et al, 2009; Babu et al, 2015; Obreza & Pitts, 2002; Tsai and Chen, 2005). وتعتمد الأمطار الفعالة على انحدار التربة، ونسيج التربة وبنيتها، والغطاء النباتي، وكثافة العاصفة ومدتها. ويعدُّ تقدير الأمطار الفعالة أمراً مهمًّا في تصميم نظم الريِّ والتخطيط لإنتاج المحاصيل الزراعية، (Cahoon et al, 1992).، ويمكن تقدير الأمطار الفعالة من خلال بعض النماذج المعايرة، والتي تعتمد على بيانات الأمطار، والجريان السطحي والتبخر. (Jakeman et al,1990. Littlewood & Jakeman, 1994).

ويعدُّ التبخر/ النتح (Evapotranspiration) عن مجموع التبخر/ النتح من النبات من سطح الأرض، وهو أحد المكونات الرئيسة للدورة الهيدرولوجية التي تعتمد على عوامل الغلاف الجوي والتربة والنبات، إن عملية قياس التبخر/النتح (ET) معقدة، وتتطلب أدوات عالية التكلفة (على النقيض من قياس هطول الأمطار)؛ لذا يمكن الاعتماد على النماذج الهيدرولوجية لتقديرها، (Breuer and Szász, 2011). وتستند عملية تقدير التبخر على نسبة التبخر المحتمل إلى مجموع هطول الأمطار خلال فترة معينة من الزمن، (Valher, 2013).

وجاءت هذه الدراسة لتقدير فاعلية الأمطار والتبخر/ النتح الكامن في حوض نهر الزرقاء باستخدام نموذج (CROPWAT) ؛ إذ يعدُّ هذا النموذج من النماذج التي طورها قسم تنمية الأراضي والمياه في منظمة الأغذية والزراعة (FAO) من أجل التخطيط وإدارة ريِّ المحاصيل، ويعدُّ أيضًا من التطبيقات الشائعة لدى علماء الأرصاد الجوية، والزراعة، ومهندسي الريّ؛ لتقدير التبخر والنتح كمصدر ضروري للمياه وريِّ المحاصيل، (FAO, 1992). ويعدُّ هذا النموذج أيضًا من الأدوات الفاعلة لتحسين عملية الريِّ وجدولها الزمني عندما نواجه نقصًا أو عجزًا مائيًّا، (Rahimi and Salah ashour, 2014). ويمكن اعتبار هذا النموذج من النماذج البسيطة لتقدير الموازنة المائية؛ ما يوفر إمكانية تحديد أثر نقص الرطوبة على النبات من خلال تقدير التبخر والنتح، وردِّ فعل النبات للإجهاد المائي، (Smith and Kivumbi, 2004.,Al-Najar, 2011). وقد طوّر هذا النموذج لإدارة التربة، والمحاصيل الزراعية من خلال تحديد محتوى التربة من الرطوبة (Soil Moisture Content) وخصائص المحاصيل الزراعية والأنظمة المناخية -النباتية-التربة خلال فترة النمو (Kuo et. al, 2001). وطور هذا النموذج أيضًا بحسب الظروف المناخية وظروف المحاصيل؛ لتحديد متطلبات المحاصيل الزراعية من المياه من خلال تقدير التبخر/النتح(Stancalie et al,2010)، (ET) .

وتهدف هذه الدراسة إلى تقدير فاعلية الأمطار والتبخر/ النتح الكامن في حوض نهر الزرقاء من خلال النمذجة الهيدرولوجية؛ باستخدام نموذج (CROPWAT)؛ إذ تعدُّ عملية تقدير الأمطار الفعلية والنتح/التبخر الكامن من الطرق المفيدة في التخطيط، وإدارة الموارد المائية في المناطق الجافة وشبه الجافة من العالم من خلال الاعتماد على البيانات المناخية خلال الفترة (٢٠٠١-٢٠١٥) المتمثلة بدرجتي الحرارة العظمى والصغرى، والرطوبة النسبية، وسرعة الرياح وعدد ساعات السطوع الشمسي لتقدير التبخر/ النتح الكامن، بالإضافة لبيانات الأمطار لتقدير الأمطار الفعلية لتقييم العلاقة ما بين الأمطار الفعلية والتبخر / النتح وتحليلها

من جانب، وأثره في الغطاء النباتي في منطقة الدراسة من جانب آخر.

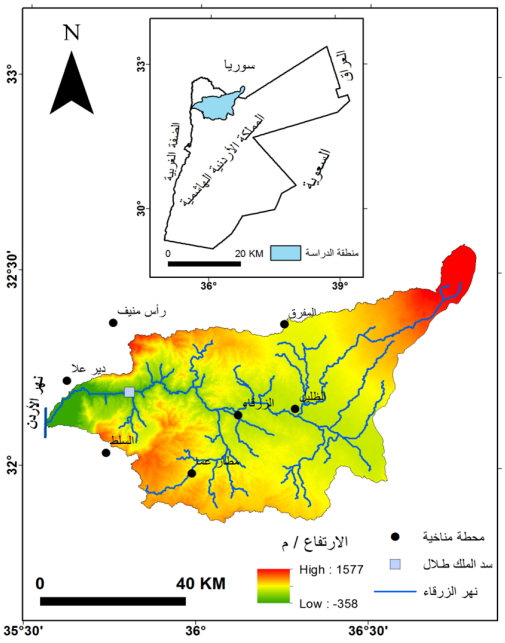
وتتمثل أهمية الدراسة في محاولة استخدام النماذج الهيدرولوجية والتقنيات الحديثة في دراسة الإمكانات المائية في المناطق الجافة وشبة الجافة، كذلك لتوفير قاعدة بيانات وتحديثها بغية الضبط، والمراقبة والمتابعة، وإمكانية تحويل هذه البيانات إلى دراسة علمية بغرض الوصول إلى تقييم واقعي للأمطار والعمليات المرتبطة بها كالتبخر/ النتح في مناطق تعاني شحًّا أو ندره في مواردها المائية.

منطقة الدراسة:

يدرس هذا البحث موضوع تقدير فاعلية الأمطار والتبخر/ النتح الكامن في حوض نهر الزرقاء الذي تبلغ مساحته (٤١٩١,٦ كم٢)، ويقع في الجزء الشمالي الغربي من الأردن بين دائرتي عرض (٥١′ ٣١° و ٣٥′ ٣٢°) شمالا، وبين خطي طول (٣٤′ ٣٥° و ٤٨′ ٣٦°) شرقًا، وتقع مساحة الحوض داخل الأراضي الأردنية باستثناء بعض روافده العليا القادمة من الأراضي السورية، ويتراوح منسوب الارتفاع لحوض نهر الزرقاء ما بين (٣٥٨ مترًا) دون مستوى سطح البحر و(١٥٧٧ مترًا) فوق مستوى سطح البحر، ويشكل نهر الأردن مستوى الأساس لنهر الزرقاء؛ إذ يعدُّ ثاني أكبر روافد نهر الأردن بعد نهر اليرموك، الشكل (١).

ويعدُّ حوض نهر الزرقاء ثالث أكبر نهر في المنطقة من حيث التصريف السنوي؛ إذ يبلغ معدل التصريف السنوي لهذا النهر في منطقة دير علا ٨٣ مليون مترٍ مكعب، منها ما يقرب من ٣٨ مليون مترٍ مكعب مقدار تصريف الأساس (الدائم الجريان)، (وزارة المياه والري، ٢٠١٧). وينبع من العاصمة الأردنية عمان متجهًا إلى الشرق عبر عين غزال، الرصيفة، فمدينة الزرقاء P حيث ينحني ويبدأ جريانه باتجاه وادي الأردن قاطعًا جرش وعجلون والبلقاء، ويصب أخيرًا في سدِّ الملك طلال (بحيرة جرش)، ومن ثمَّ يكمل مساره باتجاه وادي الأردن. ويتكون نهر الزرقاء من ثلاثة فروع؛ حيث يشكل الفرع الأول مجرى سيل الزرقاء ابتداءً من رأس العين في عمّان، وانتهاءً بجسر حسيًّا، بطول ٤٠ كم تقريبًا. أما الفرع الثاني، فيشكل مجرى سيل وادي الضليل ابتداءً من مخرج محطة الخربة السمراء، وانتهاءً بجسر حسيًّا بطول ١٠ كم تقريبًا. والفرع الثالث هو مجرى سيل الزرقاء الذي تنساب فيه المياه المختلطة ابتداءً من جسر حسيًّا، وانتهاء بسدِّ الملك طلال بطول ٣٠ كم تقريبًا.

الشكل (١): منطقة الدراسة (الموقع، الارتفاع، الشبكة المائية، المحطات المناخية)

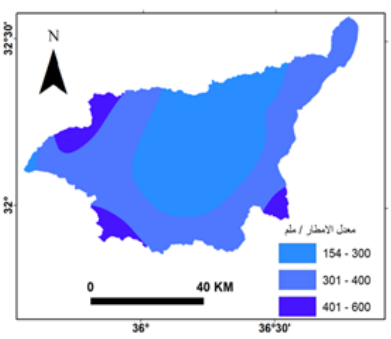


وتتباين الظروف المُناخية على طول حوض نهر الزرقاء؛ حيث يتراوح معدل درجة الحرارة السنوي ما بين (١٥ºم) في المرتفعات الشمالية الغربية كمرتفعات جرش وعجلون و (٢٤ºم) في الجزء الأدنى من الحوض في منطقة دير علا، الشكل (٢). أما معدل الأمطار السنوي، فيتراوح ما بين (أكثر من ٥٠٠ مليمتر) في المرتفعات الشمالية الغربية من الحوض كمرتفعات جرش وعجلون والمرتفعات الجنوبية الغربية كمرتفعات البلقاء، وأقل من (١٥٠ملم) في الأجزاء الوسطى والعليا من الحوض كمناطق الزرقاء والضليل والمفرق، الشكل (٣)، (دائرة الأرصاد الجوية، ٢٠١٥).

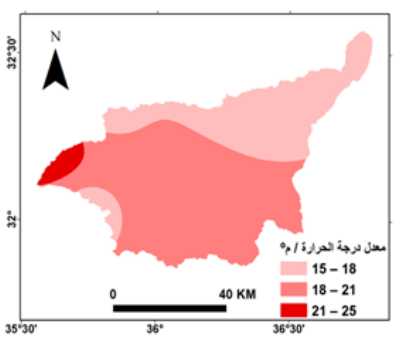
أما التراكيب الجيولوجية لحوض نهر الزرقاء، فتضم أربع تكوينات رئيسة، تشمل تكوين وادي السير (A7) وهي من التكوينات المهمة في مجموعة عجلون، والتي تتكون من وحدة الحجر الجيري. أما تكوين عمّان (B2) فيتكون من الطباشير والفوسفات والحجر الجيري، والتي تنتشر في الأجزاء الجنوبية من الحوض. أما التكوين الثالث فيمثل هضبة البازلت، والتي تشكل النتوءات البازلتية في الجزء الشمالي الشرقي من الحوض، والتي تعود لعصر البلايستوسين الأوسط وحتى ٢٠٠ ألف سنة. أخيرًا يشكل التكوين الرابع الرواسب الفيضية، أو إرسابات الزمن الرابع المكونة من الغرين، والطين، والحصى، والرواسب البازلتية فوق المصاطب النهرية القديمة في الجزء الأدنى من الحوض، (عابد، ٢٠٠٠)، الشكل (٤).

وتنتشر في منطقة الدراسة خمسٌ وثلاثون وحدة تربة (Soil Unit)؛ مما يدل على التباين البيئي الطبيعي الكبير لحوض نهر الزرقاء ما بين مناطق المنابع ومنطقة المصبِّ، وتتباين هذه الوحدات بخصائصها الفيزيائية والكيميائية كالنسيج، وحجم الحبيبات، والمواد العضوية، والمسامية والنفاذية، والرقم الهيدروجيني وغير ذلك، ومن ثمَّ تباين رطوبة التربة (Soil

الشكل (٢) معدل الأمطار لحوض الزرقاء



الشكل (٣) معدل درجات الحرارة لحوض الزرقاء



(Moisture)، والسعة الحقلية(Field Capacity) والقيمة الفعلية للأمطار لها؛ حيث تنتشر وحدات الزور، والكتار، والغور (ZOR1, KAT1, GOR1) في المناطق المنخفضة الواقعة دون مستوى سطح البحر، وتتكون هذه التربة من الطفل الطيني والطين والغرين، وهو خليط من رواسب المنحدرات والرواسب الناتجة عن فيضان الأودية .أما المناطق التي يتراوح ارتفاعها ما بين (٥٠٠-٠م) فوق مستوى سطح البحر، فتنتشر وحدات جرش (JER8) فوق المرتفعات التليَّة لحوض نهر الزرقاء في منطقة جرش، ووحدة الزرقاء (ZAR8) والتي تنتشر فوق المنحدرات الوسطى والسفلى المؤدية لنهر الزرقاء، ويغلب عليها الطين، والطفل الطيني الغريني .أما الأجزاء الوسطى من حوض نهر الزرقاء ما بين (٥٠٠-٧٠٠م) فوق مستوى سطح البحر، فتنتشر بشكل كبير وحدات (AYD8, ALI8, NIS11) وهي خليط من التربة الصخرية، و الغرين، والطين، والطفل. أما الأجزاء العليا من حوض نهر الزرقاء، فتنتشر وحدات التربة (THA15) فوق الهضبة البازلتية في الأجزاء الشمالية الشرقية إلى الحدود السورية، أما وحدة (WAY15) فتظهر شمال شرق الزرقاء وجنوب شرق المفرق، الشكل (٥).

وتأثر حوض الزرقاء خلال الثلاثين سنة الماضية بتغيرات ملحوظة في استعمالات الأراضي كنتيجة للامتداد العمراني في المدن الواقعة ضمن حوض نهر الزرقاء مثل مدن عمان، والزرقاء، والمفرق وغيرها؛ حيث أثر ذلك في انخفاض المساحات الزراعية والرعوية، ويُظهر الشكل (٦) استعمالات الأراضي/الغطاء الأرضي في حوض نهر الزرقاء.

منهجية الدراسة:

تسعى هذه الدراسة إلى تقدير فاعلية الأمطار والتبخر/ النتح الكامن في حوض نهر الزرقاء من خلال النمذجة الهيدرولوجية باستخدام نموذج (CROPWAT)؛ حيث تعدُّ عملية تقدير الأمطار الفعلية والنتح/التبخر الكامن من الطرق المفيدة في التخطيط وإدارة الموارد المائية في المناطق الجافة وشبه الجافة من العالم من خلال الاعتماد على البيانات المناخية خلال الفترة (٢٠٠١-٢٠١٥) المتمثلة بدرجتي الحرارة العظمى والصغرى، والرطوبة النسبية، وسرعة الرياح وعدد ساعات السطوع الشمسي لتقدير التبخر النتح الكامن ،بالإضافة لبيانات الأمطار لتقدير الأمطار الفعلية؛ حيث اعتمدت الدراسة على البيانات المناخية لسبع محطات مناخية، تمثل حوض نهر الزرقاء وتشمل محطات الزرقاء، ومطار عمان، والضليل، ودير علا، ورأس منيف، والمفرق والسلط، الجدول (١).

وتتمثل البيانات المناخية ببيانات عناصر الغلاف الجوي اليومية والتي تتضمن كمية الأمطار، ودرجة الحرارة العظمى، ودرجة الحرارة الصغرى، والرطوبة النسبية، ومعدل سرعة الرياح، وعدد ساعات السطوع الشمسي خلال الفترة (٢٠٠١-٢٠١٥)، الملحق (١)، لتقدير التبخر الكامن، وفاعلية الأمطار لحوض نهر الزرقاء باستخدام نموذج (CropWat).

وتعدُّ الأمطار الفعالة جزءًا من الأمطار المقيسة التي تتوافر للنبات، وعادة ما تكون فاعلية الأمطار أقل من مجموع الأمطار المقيسة. ويرتبط الاختلاف بين الأمطار المقيسة، وهطول الأمطار الفعال بالتبخر(النتح) من النبات، والتبخر المباشر من سطح التربة، وعادة لا تتسرب مياه الأمطار مباشرة من خلال التربة، فهذا يرتبط بطول العاصفة الماطرة وشدتها،(Jacobs, 2001).

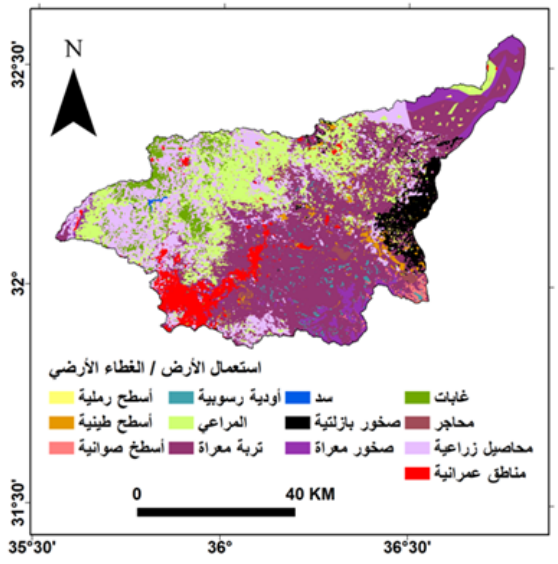
ويمكن توضيح منهجية الدراسة كما يلي:

الجدول (١): محطات الطقس

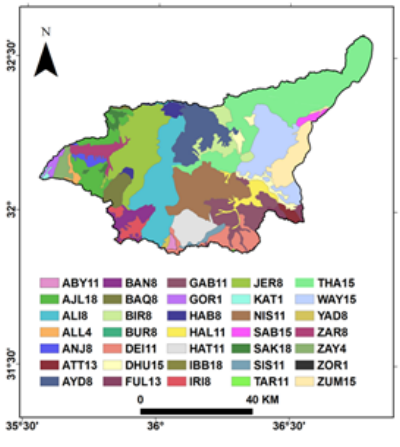
المحطة	دائرة العرض	خط الطول	الارتفاع عن سطح البحر (م)
راس منيف*	٢٢°٣٢´	٤٣°٣٥´	٩٠٠
السلط**	٠٢°٣٢´	٤٣°٣٥´	١٠٥٠
مطار عمان	°٣٢	٥٨°٣٥´	٧٤٤
الزرقاء	٠٨°٣٢´	٠٥°٣٦´	٥٤٢
دير علا	١٤°٣٢´	٣٦°٣٥´	(-٢٢٩)
المفرق	٢٢°٣٢´	١٤°٣٦´	٦٦١
الضليل	٠٩°٣٢´	١٧°٣٦´	٥٦٢

* تمثل المحطة المرتفعات الشمالية الغربية من الحوض.
**تمثل المحطة المرتفعات الجنوبية الغربية من الحوض.

الشكل (٦) استعمالات الأراضي /الغطاء الأرضي لحوض نهر الزرقاء

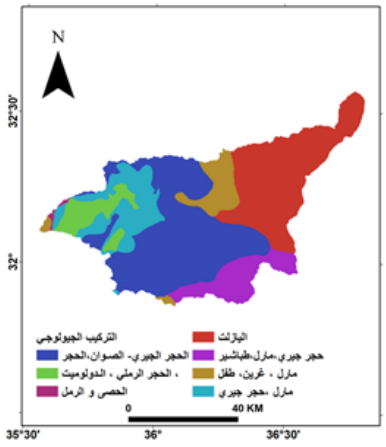


الشكل (٥) التربة لحوض نهر الزرقاء



المصدر: (MWA,1993)

الشكل (٤) جيولوجية حوض نهر الزرقاء



المصدر: (سلطة المصادر الطبيعية، ٢٠١٠)

تقدير النتح/ التبخر الكامن:

ويعتمد نموذج (CropWat) على طريقة بنمان مونتيث (Penman Monteith method) لحساب التبخر / النتح الكامن (evapotranspiration (ETo)) من خلال المعادلة التي قدمها (Allen et al., 1998) على النحو التالي:

$$ET0 = \frac{0.408\Delta(R_n - G) + \gamma \frac{900}{T+273} u_2 (es - e_a)}{\Delta + \gamma(1 + 0.34u_2)}$$

حيث تمثل (ETo) التبخر / النتح الكامن (R_n)، (mm day-1) صافي الإشعاع الشمسي على سطح المحصول، (MJ m-2 day-1) (G) كثافة التدفق لحرارة للتربة (T)، (MJ m-2 day-1) معدل درجة حرارة الهواء (u_2)، (°C) سرعة الرياح (es)، (m s-1) ضغط بخار الماء الاشباعي(e_a)، (kPa) ضغط البخار الفعلي (Δ)، (kPa) منحنى انحدار ضغط بخار الماء (٢)، (kPa °C-1) ثابت السيكروميتري.

تقدير هطول الأمطار الفعلي:

يوجد أربع طرق لتقدير الأمطار الفعالة (Effective Rainfall)، تتضمن طريقة النسبة المئوية الثابتة للأمطار (Fixed Percentage of Rainfall)، والأمطار المؤكدة (Dependable Rainfall)، والمعادلة التجريبية (Empirical Formula)، وطريقة خدمة حماية التربة لوزارة الزراعة الأمريكية (United States Department of Agriculture (Soil Conservation Service) (Dastane,1974)، (USDA SCS)، ويمكن توضيح هذه الطرق كما يلي :

- طريقة النسبة المئوية الثابتة للأمطار: (Fixed Percentage of Rainfall)

P*Peff=Fixed percentage

حيث تمثل(Peff) فاعلية الأمطار (ملم)، (P)مجموع الأمطار (ملم)، (Dastane,1974).

- طريقة الأمطار المؤكدة: (Dependable Rainfall (FAO/ AGLW) Formula)

ويُعتمد على هذه الطريقة في المناطق الجافة وشبه الرطبة؛ إذ طورت المعادلة التجريبية في خدمة المياه في منظمة الأغذية والزراعة (Water Service of FAO) لتقدير الأمطار المؤكدة (Dependable Rainfall)، والتأثير المشترك للفاقد المقدر (Estimated Losses)من الجريان (LO)، والرشح العميق (Deep Percolation (DP))على الأمطار المؤكدة حوالي ٨٠٪ ، ويمكن توضيح ذلك كما يلي:

- for Pmonth < 70 mm Peff=0.6 x P – 10
- for Pmonth > 70 mm Peff=0.8 x P – 24

حيث تمثل (Pmonth) كمية الأمطار الشهرية (ملم)،(Peff) الأمطار الفاعلة (ملم) ، (Dastane, 1974).

- المعادلة التجريبية (Empirical Formula):

تستخدم هذه الطريقة تعبيرًا مماثلًا لطريقة الأمطار المؤكدة، ولكن القياسات متغيرة (variabl parameters)، ويمكن تحديد هذه القياسات من السجلات المناخية المحلية، ويمكن توضيح ذلك كما يلي:

- for Pmonth < z mm Peff= a x Pmonth – b
- for Pmonth > z mm Peff= c x Pmonth – d

حيث تمثل (a,b,c,d and z) معاملات ارتباط، و (Pmonth)كمية الأمطار الشهرية، (Dastane,1974).

- طريقة خدمة حفظ التربة لوزارة الزراعة الأمريكية (USDA SCS):

يمكن تقدير الأمطار الفعالة من خلال المعادلة التالية:

- for Pmonth<250mm Peff = Pmonth x (125-0.2 x Pmonth) / 125
- for Pmonth>250mm Peff = 125 + 0.1 x Pmonth

حيث تمثل (Pmonth) كمية الأمطار الشهرية، (Dastane, 1974).

النتائج والمناقشة:

يُعدُّ استخدام نموذج (CropWAT) ذا فعالية كبيرة في تقدير التبخر/ النتح الكامن، وتقدير الأمطار الفعالة. ويمكن توضيح نتائج استخدام هذا النموذج ومناقشتها كما يلي:

التبخر/ النتح الكامن: (Evapotranspiration)

يبيِّن الملحق (٢) التباين الزماني الشهري والسنوي، والتباين المكاني من محطة لأخرى في معدل التبخر/ النتح الكامن؛ حيث بلغ أقل معدل للتبخر في منطقة الدراسة خلال أشهر الشتاء (كانون أول، وكانون الثاني، وشباط)، وقد سُجل أقلها في محطة رأس منيف (٠,٩ ملم/يوم) لشهر كانون الثاني، وسَجَّلت محطة رأس منيف أقل معدل سنوي للتبخر/ النتح (٣٤ ملم)، والتي تمثل الأجزاء الشمالية الغربية من منطقة الدراسة التي تحظى بأعلى معدل للأمطار (٥٦٦,١ ملم)، أما أعلى معدل للتبخر، فقد سُجِّل في محطة دير علا في شهر تموز (٥,٦ ملم/ اليوم). وسجَّلت محطة دير علا أعلى معدل سنوي للتبخر ٣٩,٥ ملم.

ويظهر من خلال مقارنة معدل كمية الأمطار والتبخر/النتح الشهري للفترة (٢٠٠١-٢٠١٥) أن معدل التبخر/ النتح الكامن، يفوق معدل الأمطار لمعظم أشهر السنة، وهذا يدلُّ على أن معظم أجزاء منطقة الدراسة، تعاني عجزًا مائيًّا ناتجًا عن ارتفاع معدلات التبخر. ففي محطة رأس منيف التي تمثل الأجزاء الأكثر رطوبة في منطقة الدراسة، يفوق معدل الأمطار الشهرية معدل التبخر/ النتح الكامن خلال الأشهر (تشرين الثاني - وآذار)، أما محطة الزرقاء، فيفوق التبخر/ النتح الكامن معدل الأمطار في أشهر السنة كافة، الشكل (٧).

ويظهر بمقارنة معدلات الأمطار السنوية بمعدلات التبخر/النتح الكامن السنوي للفترة (٢٠٠١-٢٠١٥) أن كل المحطات التي تمثل منطقة الدراسة، تعاني عجزًا مائيًّا لهذه السنوات؛ لأن معدل التبخر/ النتح الكامن السنوي، يفوق معدل الأمطار السنوي باستثناء محطتي رأس منيف والسلط التي يفوق فيها المعدل السنوي للأمطار معدل التبخر/ النتح السنوي باستثناء السنوات (٢٠١٤،٢٠١٠،٢٠٠١) في محطة رأس منيف، والسنوات (٢٠٠٨،٢٠٠١، ٢٠١٠) لمحطة السلط و التي كان معدل التبخر/ النتح الكامن أعلى من معدل الأمطار السنوي، الشكل (٨).

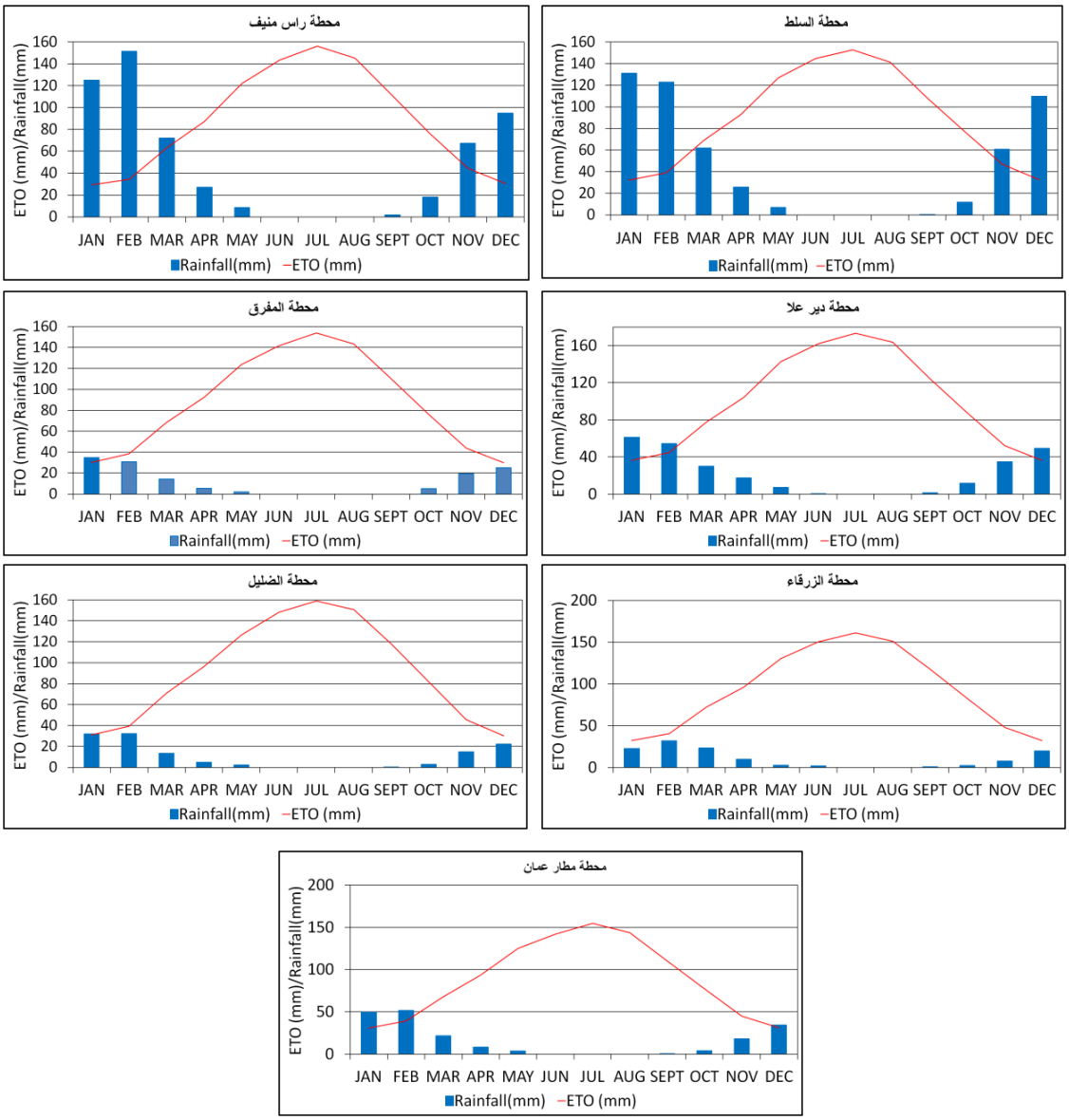
وبشكل عام، فقد تراوح معدل التبخر في منطقة الدراسة ما بين (٥١٢,٦ ملم -٥٩٢,١ ملم)؛ حيث بلغ معدل التبخر/ النتح الكامن لمحطة رأس منيف (٥١٢,٦ ملم) بنسبة (٩١ ٪) من معدل الأمطار السنوي، أما محطة السلط، فقد بلغ معدل التبخر من المعدل السنوي للأمطار حوالي (٩٨,٤٪)، أما بقية المحطات (دير علا، والمفرق، والزرقاء، والضليل، ومطار عمان)، فقد شكّل المعدل السنوي للتبخر مقارنة بالمعدل العام للأمطار (٢٢٢,٣٪، ٣٧٦,٥٪، ٤٥٠,٧٪، ٤٣٢,٦٪، ٢١٩٪) على التوالي، وهذا مؤشر على انتشار ظروف الجفاف والعجز المائي في معظم أجزاء منطقة الدراسة، الشكل (٩).

الأمطار الفعالة: (Effective Rainfall)

يمكن تحديد كمية الأمطار الفعالة من خلال معرفة كمية الأمطار التي يمكن للتربة أن تحتفظ بها، والتي يعتمد عليها في تحديد الاحتياجات المائية للمحاصيل الزراعية. ويعتمد هذا على معدل الأمطار للمنطقة؛ حيث اعتمد على أربع طرق لتقدير الأمطار الفعالة على النحو الآتي:

- طريقة النسبة المئوية الثابتة للأمطار (Fixed Percentage of Rainfall).
- الأمطار المؤكدة .(Dependable Rainfall)
- المعادلة التجريبية (Empirical Formula).
- طريقة خدمة حفظ التربة (Soil Conservation Service (USDA SCS)) لوزارة الزراعة الأمريكية (United States

الشكل (٧): معدل كمية الأمطار والتبخر/النتح الكامن(ملم) الشهرية (٢٠٠١-٢٠١٥) لحوض الزرقاء



(Department of Agriculture، الشكل(١٠).

وشكلت النسبة المئوية للفاقد المطري في منطقة الدراسة محسوبة باستخدام الطرق الأربعة آنفة الذكر حوالي) ٢٠٪) من مجموع كمية الأمطار، ومن ثمَّ، فقد حُسِبتْ نسبة ثابتة (٨٠٪) لحساب معدل الأمطار الفعالة الشهرية لطريقة Fixed percentage of ((rainfall لجميع المحطات. أما طريقة (Dependable rainfall فقد بلغت أعلى نسبة للأمطار الفعالة في محطتي رأس منيف والسلط (٥٢٪) لكلا منهما، وأقل نسبة لمحطة الزرقاء (١٥٪)، أما باستخدام طريقة (Empirical formula)، فكانت أعلى قيمة للأمطار الفعالة لمحطة السلط (٨٥٪)، وأقل نسبة لمحطة الزرقاء (٢٤٪). أخيرًا تبيَّن من استخدام طريقة (USDA (SCS أن أعلى نسبة للأمطار الفعالة كانت لمحطة الزرقاء (٩٧٪)، وأقلها لمحطة المفرق (٨٠ ٪) من مجموع الأمطار، الجدول (٢).

ويبين الشكل (١١) التباين المكاني في معدل الأمطار الفعالة باستخدام الطرق الأربعة آنفة الذكر؛ حيث يُلاحظ ارتفاع قيمة الأمطار الفعالة في المرتفعات الشمالية الغربية والجنوبية من منطقة الدراسة، والتي تحظى بأعلى معدلات للأمطار بالمقارنة مع الأجزاء الشرقية والغربية من حوض نهر الزرقاء.

واعتمدت الدراسة أربع طرق لتقدير الأمطار الفعالة، كطرق القياس المباشرة، والطرق التجريبية، وطرق موازنة ماء التربة؛ حيث تعدُّ طريقة ((USDA (SCS))من أفضل الطرق للحصول على تقدير الأمطار الفعالة، (Patwardham,et al,1990)؛ إذ يمكن تناول هذه الطريقة كمثال على طرق قياس الأمطار الفعالة. وقد تبيَّن من استخدام طريقة ((USDA (SCS)) أن أعلى معدل سنوي للأمطار الفعالة، كان في محطة السلط (٤٧٢,٦ملم)، وأقل معدل سنوي في محطة الزرقاء (١١٧,٤ ملم). وبلغ معدل الأمطار الفعالة أقصاه في أشهر الشتاء (كانون أول، وكانون الثاني وشباط)؛ إذ بلغ معدل الأمطار الفعالة لشهر كانون أول، وكانون الثاني في محطة السلط (٩٠,٤ ملم، ١٠٣ملم) على التوالي، أما في شهر شباط، فقد بلغ أعلى معدل للأمطار الفعالة في محطة رأس منيف (١١٤,٧ملم)، ولم يتجاوز معدل الأمطار الفعالة لمحطة الزرقاء (٢١,٨ ملم) في شهر كانون الثاني، الشكل (١٢).

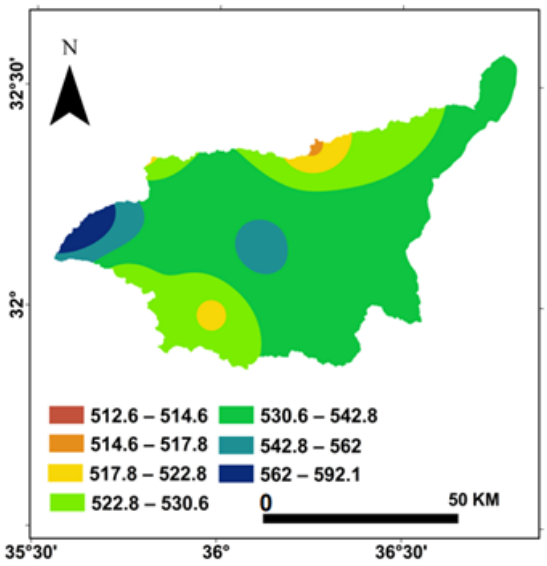
الشكل (٨): كمية الأمطار والتبخر/النتح الكامن(ملم) (٢٠٠١-٢٠١٥) في منطقة الدراسة

أما أعلى معدل سنوي للأمطار الفعالة، فقد قدِّر في محطة رأس منيف والسلط في عام ٢٠٠٢م (٥٧٨,٦ ملم، ٥٢٦,٩ ملم) على التوالي. وبلغ أقل معدل للأمطار الفعالة في محطة رأس منيف (٢٩٤,٢ ملم) عام ٢٠١٠. في حين بلغ أقل معدل للأمطار الفعالة في منطقة الدراسة في محطة الزرقاء (٦٢,١ ملم) عام ٢٠٠١، وفي محطة الضليل (٨٣,٨ملم) عام ٢٠٠٨م، الشكل (١٣).

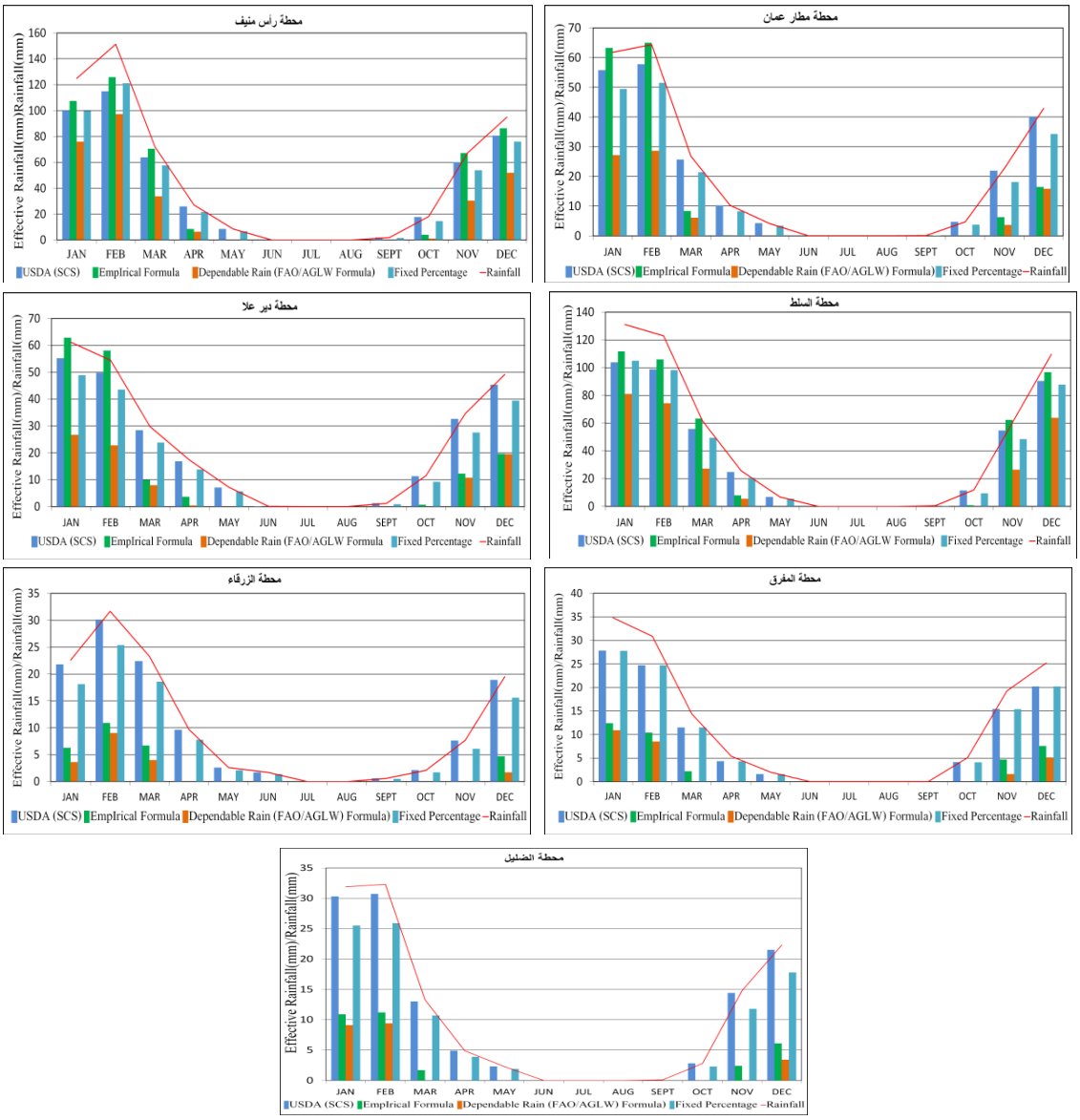
الجدول (٢): نسبة الأمطار الفعالة في منطقة الدراسة

المحطة	Rainfall (mm)	USDA (SCS) (%)	Empirical Formula (%)	Dependable Rain (%)	Fixed Percentage (%)
رأس منيف	566.10	0.83	0.83	0.52	0.80
السلط	531.10	0.84	0.85	0.52	0.80
دير علا	266.30	0.93	0.63	0.33	0.80
مطار عمان	237.90	0.92	0.67	0.34	0.80
المفرق	137.10	0.80	0.27	0.19	0.80
الزرقاء	121.60	0.97	0.24	0.15	0.80
الضليل	124.70	0.96	0.26	0.18	0.80

الشكل (٩): معدل التبخر/ النتح الكامن (ملم) (٢٠٠١-٢٠١٥) في منطقة الدراسة



الشكل (١٠): معدل الأمطار الفعالة في منطقة الدراسة



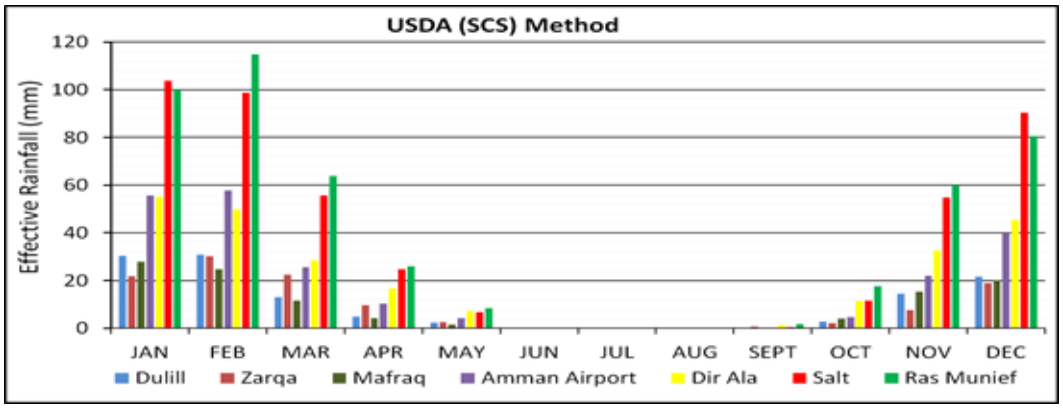
وتبيَّن من خلال تقدير الأمطار الفعالة أن أعلى معدل للأمطار الفعالة، قدِّر في محطة رأس منيف في شهر شباط عام ٢٠٠٣م بحوالي (١٥٨ملم)، ويعدُّ شهر كانون الثاني ٢٠١٣م من الأعوام التي سجلت فيها معظم المحطات أعلى معدلات للأمطار الفعالة؛ حيث بلغ (١٥٧,٥ملم) في محطة رأس منيف، و(١٥٧,٤ ملم) في محطة السلط، و(١٢١,٥ملم) في محطة مطار عمان، و(٧١,٥ملم) في محطة الضليل لهذا الشهر. أما أشهر الصيف (حزيران، وتموز وآب)، فلم تُسجل فيها أي كمية للأمطار الفعالة لكل سنوات الدراسة، الملحق (٣).

النتائج والتوصيات:

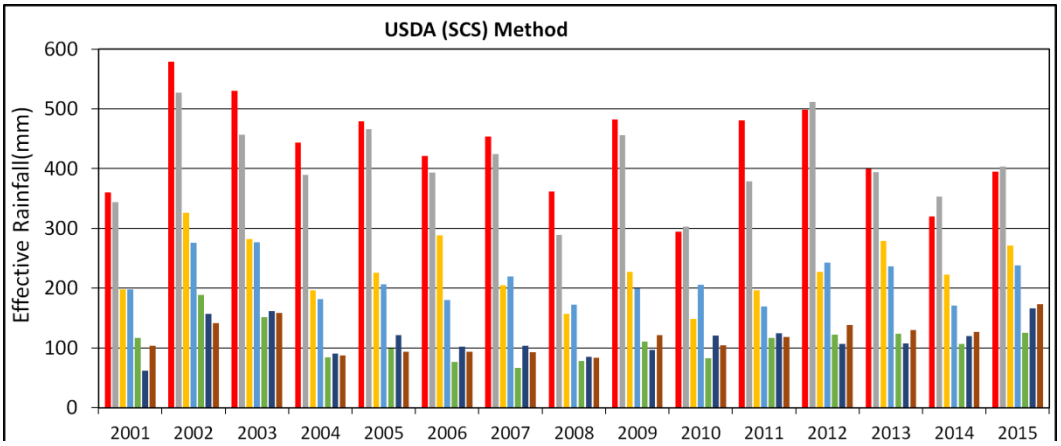
توصلت الدراسة إلى النتائج التالية:

- بلغ أقل معدل للتبخر في منطقة الدراسة خلال أشهر الشتاء (كانون أول، وكانون الثاني، وشباط)؛ إذ سجّل أقلها في محطة رأس منيف (٠,٩ ملم/ يوم) لشهر كانون الثاني، وسجّلت أيضًا أقل معدل سنوي للتبخر (٣٤ ملم) للمحطة نفسها، أما أعلى معدل للتبخر، فقد سجِّل في محطة دير علا في شهر تموز (٥,٦ ملم/ اليوم). وسجلت محطة دير علا أعلى معدل سنوي للتبخر (٣٩,٥ ملم).
- تعاني معظم أجزاء منطقة الدراسة عجزًا مائيًّا ناتجًا عن ارتفاع معدلات التبخر، ففي محطة رأس منيف التي تمثل الأجزاء الأكثر رطوبة في منطقة الدراسة، يفوق معدل الأمطار الشهرية معدل التبخر/ النتح الكامن خلال الأشهر (تشرين الثاني-وآذار)، أما محطة الزرقاء، فيفوق التبخر/ النتح الكامن معدل الأمطار في كل أشهر السنة، وأن كلَّ المحطات التي تمثل منطقة الدراسة ،تعاني أيضًا عجزًا مائيًّا للفترة (٢٠٠١-٢٠١٥)؛ لأن معدل التبخر/ النتح الكامن السنوي، يفوق معدل الأمطار السنوي باستثناء محطتي رأس منيف والسلط التي يفوق فيها المعدل السنوي للأمطار معدل التبخر/ النتح السنوي باستثناء السنوات (٢٠٠١، ٢٠١٠، ٢٠١٤) في محطة رأس منيف والسنوات (٢٠٠١، ٢٠٠٨، ٢٠١٠) لمحطة السلط التي كان فيها معدل التبخر/ النتح الكامن أعلى من معدل الأمطار السنوي.
- تراوح معدل التبخر في منطقة الدراسة ما بين (٥١٢,٦ ملم -٥٩٢,١ملم)؛ حيث بلغ معدل التبخر/النتح الكامن لمحطة رأس منيف (٥١٢,٦ملم) بنسبة (٩١ ٪) من معدل الأمطار السنوي، أما محطة السلط، فقد بلغ معدل التبخر/النتح الكامن من المعدل السنوي للأمطار حوالي (٩٨,٤٪)، أما بقية المحطات (دير علا، والمفرق، والزرقاء والضليل، ومطار عمان)، فقد شكَّل المعدل السنوي للتبخر مقارنة بالمعدل العام للأمطار (٢٢٢,٣٪ ،٣٧٦,٥٪،٤٥٠,٧٪،٤٣٢,٦٪ ،٢١٩٪) على التوالي.
- شكَّلت النسبة المئوية للفاقد المطري في منطقة الدراسة محسوبة باستخدام الطرق الأربعة آنفة الذكر حوالي ٢٠٪) من مجموع كمية الأمطار، ومن ثَمَّ فقد حُسِبتْ نسبة ثابتة (٨٠٪) لحساب

الشكل (١٢): معدل الأمطار الفاعلة الشهرية (ملم) للفترة (٢٠٠١-٢٠١٥) باستخدام طريقة ((USDA (SCS)) في منطقة الدراسة



الشكل (١٣): معدل الأمطار الفاعلة السنوية (٢٠٠١-٢٠١٥) باستخدام طريقة ((USDA (SCS)) في منطقة الدراسة



معدل الأمطار الفعالة الشهرية لطريقةFixed percentage ((of rainfall لجميع المحطات. أما طريقةDependable) (rainfall فقد بلغت أعلى نسبة للأمطار الفعالة في محطتي رأس منيف والسلط (٥٢٪) لكلا منهما، وأقل نسبة لمحطة الزرقاء (١٥٪)، أما باستخدام طريقة (Empirical formula)، فكانت أعلى قيمة للأمطار الفعالة لمحطة السلط (٨٥٪)، وأقل نسبة لمحطة الزرقاء (٢٤٪). أخيرًا تبيَّن من استخدام طريقة ((USDA (SCS) أن أعلى نسبة للأمطار الفعالة، كانت لمحطة الزرقاء (٩٧٪) وأقلها لمحطة المفرق (٨٠ ٪) من مجموع الأمطار.

- تبيَّن من استخدام طريقة ((USDA (SCS) أن أعلى معدل سنوي للأمطار الفعالة،كان في محطة السلط (٤٧٢,٦ملم)، وأقل معدل سنوي في محطة الزرقاء (١١٧,٤ ملم).
- تبيَّن من استخدام طريقة ((USDA (SCS)) أن معدل الأمطار الفعالة بلغ أقصاه في أشهر الشتاء (كانون الأول، وكانون الثاني، وشباط)، فقد بلغ معدل الأمطار الفعالة لشهر كانون الأول في محطة السلط (٩٠,٤ ملم ،١٠٣ملم) على التوالي، أما في شهر شباط، فقد بلغ أعلى معدل للأمطار الفعالة في محطة رأس منيف (١١٤,٧ملم)، ولم يتجاوز معدل الأمطار الفعالة لمحطة الزرقاء (٢١,٨ ملم) في شهر كانون الثاني.
- تبيَّن من استخدام طريقة ((USDA (SCS)) من خلال تقدير الأمطار الفعالة أن أعلى معدل للأمطار الفعالة قدِّر في محطة رأس منيف في شهر شباط ٢٠٠٣م بحوالي (١٥٨ملم).

أخيرًا، وبناءً على النتائج التي توصلت لها الدراسة، فإنه يُوصَى بضرورة الاعتماد على النماذج الهيدرولوجية كنموذج (CropWat)، وتعميم تطبيقه على بقية المناطق؛ لتقدير الأمطار الفعالة والتبخر/ النتح الكامن بوصفها من الأدوات الفعالة التي تساعد صُناع القرار في تقدير المتطلبات المائية للمحاصيل الزراعية. ويعد هذا النموذج أيضًا من الأدوات المهمة لتحسين عملية الريّ وجدولها الزمني في حالة حدوث نقص أو عجز مائيٍّ، وخاصة في دولة كالأردن، تعدُّ من أكثر دول العالم عجزًا مائيًا.

المراجع

دائرة الأرصاد الجوية الأردنية (٢٠١٥): بيانات مناخية شهرية ويومية غير منشورة، وزارة النقل، عمان، الأردن.

سلطة المصادر الطبيعية الأردنية (٢٠١٠)، خرائط جيولوجية مقاييس (١: ١٠٠٠٠٠، ١: ٥٠٠٠٠). وزارة الطاقة والثروة المعدنية، عمان، الأردن.

عابد، عبد القادر (٢٠٠٠): جيولوجية الأردن وبيئته ومياهه، (ط٢)، عمان: منشورات نقابة الجيولوجيين الأردنيين: سلسلة الكتب العلمية، عمان، الأردن.

عبد العزيز، شرف (١٩٨٥). الجغرافيا المناخية والنباتية، ط١١، الإسكندرية، دار الجامعات المصرية- الإسكندرية، مصر.

وزارة المياه والري الأردنية (٢٠١٣): الأجندة الوطنية / قطاع المياه: ٢٠١٣-٢٠٢٠م، عمان، الأردن.

وزارة المياه والري الأردنية (٢٠١٥): منشورات وبيانات هيدرولوجية شهرية يومية، عمان، الأردن.

Allen, R., Pereira, L.A., Raes, D. and Smith, M. (1998). Crop evapotranspiration, FAO Irrigation and Drainage, Paper No. 56. FAO, Rome, Italy.

Al-Najar, H. (2011). The Integration of FAO-CropWat Model and GIS Techniques for Estimating Irrigation Water Requirement and Its Application in the Gaza Strip. Natural Resources, 2, 146-154. (http://www.SciRP.org/journal/nr).

Babu,R.G et al. (2015). Estimation of crop water requirement, effective Rainfall and Irrigation Water Requirement for Vegetable Crops Using CROPWAT, International Journal of Agricultural Engineering, 8, 1.15-20.

Bos,M.G., Kselik, R.A.L., Allen, R.G., Molden, D (2009). Water Requirements for Irrigation and the Environment. Wageningen Environmental Research, Library of congress.

Breuer and Szasz (2011). Estimation of actual evapotranspiration and soil water content in the growing season. AGROKÉMIA ÉS TALAJTAN 60. 56 (2): 57–74.

Cahoon et al, (1992). Estimating Effective Rainfall, Historical Materials from University of Nebraska-Lincoln Extension. PP 1198.

Dastane, N.G. (1974). Effective rainfall in irrigated agriculture. FAO Irrigation and Drainage Paper No. 25. Rome, ITALY.

Food and Agriculture Organization, Rome (FAO). (1992). CROPWAT; A computer program for irrigation planing and management; FAO Irrigation and Drainage Paper No. 46.

Jakeman, A.J., I.G. Littlewood and P.G. (1990). Whitehead, Computation of the instantaneous unit hydrograph and identifiable component flows with application to two small upland catchments. Journal of Hydrology, 117, 275-300, 1990.

Kumar, k and Rao, R.(2007). Crop growing periods and irrigation needs of corn crop at some stations in Northeast Brazil, Journal of the Hungarian Meteorological Service, 111(1), 65–77 .

Kuo, S.F et al. (2001). CropWAT Model to Evaluate Crop Water Requirements in Taiwan. International

FAO/IAEA Division. FAO Deficit Irrigation Practices. Water Reports 22:17-27.

Stancalie. G et al. (2010). Using Earth observation data and CROPWAT model to estimate the actual crop evapotranspiration, Physics and Chemistry of the Earth, 35. 25–30.

Tsai, S.M., Chen, S., and Wang, H.Y. (1998). "Discussion on Effective Rainfall and Its Application in Taoyuan Main Canal Irrigation Area," Proceedings of the 9th Hydraulic Engineering Conference, 131-137.

Tsai,S.M., Chen,S(2005). A Study on the Practical Model of Planned Effective rainfall for Paddy Fields in Taiwan Journal of Marine Science and Technology, 13, (2). 73-82.

Valher,A.(2013). Effective Rainfall Application of Effective Rainfall Method for estimation of Soil Water Content, Seminar Ia, 4. letnik, stari program, Ljubljana, October 2013.

Vallet.A., Bertrand.C, and Muddy.J (2013). Effective rainfall: a significant parameter to improve understanding of deep-seated rainfall triggering landslide – a simple computation temperature-based method applied to Séchilienne unstable slope (French Alps), Hydrol. Earth Syst. Sci. Discuss., 10, 8945–8991.

Wane. S.S.and Nagdeve. M.B. (2014) Estimation of evapotranspiration and effective rainfall usingCROPWAT, International Journal of Agricultural Engineering, 7 (1) .23–26.

Commission on A25 Irrigation and Drainage 1st Asian Regional Conference Seoul.

Littlewood, I.G. and A.J. Jakeman.(1994). A new method of rainfall-run off modelling and its applications in catchment hydrology. In: P. Zannetti (ed.) Environmental Modeling (Volume II), Computational Mechanics Publications, Southampton, UK, 143-171.

Ministry of Water Agriculture (AMW). (1993), Soil Map and Land Use Project for Jordan, Hunting Technical Services LTD in Associated with Soil Survey and Land Research Center, Uk, 1(2).

Mls, J. (1980). Effective rainfall estimation. Journal of Hydrology, 45, 305—311.

Molua, E and Lambi, C. (2015). Assessing the Impact of Climate on Crop Water Use and Crop Water Productivity: the Cropwat Analysis of Three Districts in Cameroon, Master Thesis,Department of Economics, University of Buea,Cameroon.

Obreza, T.A. , D. J. Pitts, D.J (2002). Effective Rainfall in Poorly Drained Microirrigated Citrus Orchards, Soil Science Society of America Journal. 66 (1). 212-221.

Patwardham, A.S., et al. (1990). Effective Rainfall Estimation Methods, Journal of Irrigation and Drainage Engineering, Vol. 116, Issue 2.

Rahimi, D and Salahshour, F. (2014). Estimation of Water Requirement, Evaporation and Potential Transpiration of Brassica Napus L Plant in Ahwaz Town Using CROWPWAT Model. International journal of Advanced Biological and Biomedical Research, 2(4), 1377-1387. (http://www.ijabbr.com).

Smith, M. and Kivumbi. D. (2004). Use of the FAO CROPWAT Model in Deficit Irrigation Studies. Joint

الملحق (١): العناصر المناخية لمنطقة الدراسة خلال الفترة (٢٠٠١-٢٠١٥)

محطة رأس منيف						
الشهر	درجة الحرارة (م°)		الرطوبة النسبية (٪)	سرعة الرياح (كم/يوم)	ساعات السطوع الشمسي	كمية الأمطار (ملم)
	الصغرى	العظمى				
يناير	٣,١	٩	٨١	٢١	٥,١	١٢٤,٩
فبراير	٣,٥	١٠	٧٩	٢٣	٥,٢	١٥١,٣
مارس	٦,٢	١٤,٣	٧٢	١٩	٦,٩	٧٢
ابريل	٨,٩	١٨,٣	٦٧	١٧	٨	٢٧,١
مايو	١٢,٣	٢٢,٧	٦٤	١٦	١٠,٢	٨,٦
يونيو	١٥	٢٥,٧	٦٦	١٦	١٢,١	٠
يوليو	١٧,٢	٢٧,٥	٦٨	١٨	١٢,٣	٠
أغسطس	١٧,٥	٢٧,٨	٧١	١٦	١١,٦	٠
سبتمبر	١٦,١	٢٦,١	٧١	١٤	١٠,٢	١,٨
أكتوبر	١٣,٨	٢٢,٧	٦٩	١٣	٨	١٨,١

نوفمبر	٩	١٦,٢	٧٣	١٦	٦,٤	٦٧,٤
ديسمبر	٥	١١	٧٩	١٩	٥,٤	٩٤,٩
المعدل	١٠,٦	١٩,٣	٧٢	١٧	٨,٤	∑=٥٦٦,١

محطة السلط

الشهر	درجة الحرارة (م°)		الرطوبة النسبية (٪)	سرعة الرياح (كم/يوم)	ساعات السطوع الشمسي	كمية الأمطار (ملم)
	الصغرى	العظمى				
يناير	٥,٤	١٢	٧٠,٤	٦,٤	٥,٤	١٣١,٢
فبراير	٦	١٣	٦٨,٨	٧,٧	٥,٨	١٢٢,٩
مارس	٨,٦	١٧,١	٦٠,٥	٧,١	٧,٤	٦١,٨
ابريل	١١,٣	٢١,٢	٥٣,٤	٧,٢	٨,٤	٢٥,٨
مايو	١٤,٧	٢٥,٣	٤٧,٥	٧,١	١٠,٥	٦,٩
يونيو	١٧,٦	٢٨,٣	٤٨,٢	٧,٣	١٢,١	٠
يوليو	١٩,٧	٢٩,٩	٤٨,٦	٧,٥	١١,٩	٠
أغسطس	٢٠	٣٠,١	٥٣,١	٧,٢	١١	٠
سبتمبر	١٨,٢	٢٨,٤	٥٧,٦	٦,٢	٩,٥	٠,٤
أوكتوبر	١٦,٢	٢٥,٤	٥٧,١	٥,٥	٨,١	١١,٨
نوفمبر	١١,٥	١٩,٣	٦١	٦,٢	٧	٦٠,٦
ديسمبر	٧,٢	١٤,١	٦٦,٥	٦	٥,٥	١٠٩,٧
المعدل	١٣	٢٢	٥٧,٧	٦,٨	٨,٦	∑=٥٣١,١

محطة دير علا

الشهر	درجة الحرارة (م°)		الرطوبة النسبية (٪)	سرعة الرياح (كم/يوم)	ساعات السطوع الشمسي	كمية الأمطار (ملم)
	الصغرى	العظمى				
يناير	١١,٢	١٩,٦	٦٥,٤	٨,٤	٥,٨	٦١,١
فبراير	١١,٧	٢١,١	٦٥,٨	٨,٤	٦,١	٥٤,٤
مارس	١٣,٦	٢٥,٧	٥٩,٥	٦,٨	٧,٤	٢٩,٨
ابريل	١٦,٢	٣٠	٥٤,٦	٧,٥	٨,٥	١٧,٣
مايو	١٩,٦	٣٤,٧	٥٢,١	٦,٤	١٠,٦	٧,٢
يونيو	٢٢,٥	٣٨	٥٢,٥	٥,٧	١٢	٠,١
يوليو	٢٤,٩	٣٩,٨	٥٢,٦	٥,٩	١١,٩	٠
أغسطس	٢٦	٣٩,٩	٥٣,٣	٥	١١,٥	٠
سبتمبر	٢٤,٤	٣٧,٦	٥٣,٦	٥,٢	٩,٩	١,٢
أكتوبر	٢١,٦	٣٣,٧	٥٤,٨	٥,٦	٨,٢	١١,٥
نوفمبر	١٧,٢	٢٦,٩	٥٣,١	٨,٩	٧,١	٣٤,٦
ديسمبر	١٢,٨	٢١,٣	٦٠,٥	٨,٩	٥,٩	٤٩,٢
المعدل	١٨,٥	٣٠,٧	٥٦,٥	٦,٩	٨,٧	∑=٢٦٦,٣

محطة المفرق

الشهر	درجة الحرارة (م°)		الرطوبة النسبية (٪)	سرعة الرياح (كم/يوم)	ساعات السطوع الشمسي	كمية الأمطار (ملم)
	الصغرى	العظمى				
يناير	٢,٣	١٣,٧	٧٣,١	٧,٤	٥,٧	٣٤,٨
فبراير	٣,٧	١٥,٢	٧١,٢	٨,٧	٦	٣٠,٩
مارس	٦	٢٠	٦٢,١	٨,٦	٧,٥	١٤,٤
إبريل	٩	٢٤,٥	٥٣,٧	٩,٣	٨,٣	٥,٤
مايو	١٢,٥	٢٩,١	٤٨,٧	٩,٥	٩,٥	٢
يونيو	١٥,٢	٣٢,٣	٥٠,٦	٩,٨	١١,٢	٠
يوليو	١٧,٢	٣٣,٩	٥٣,٦	١٠,٢	١١,٥	٠

أغسطس	١٧,٧	٣٤	٥٨,١	٩,٢	١٠,٧	٠
سبتمبر	١٥,٨	٣١,٧	٥٨,٦	٧,٨	٩,٦	٠
أكتوبر	١٢,٦	٢٧,٩	٥٧,٥	٥,٧	٨	٥,١
نوفمبر	٧,٢	٢٠,٦	٦٢,٨	٥,٤	٦,٨	١٩,٣
ديسمبر	٣,٢	١٥,٣	٦٩,٨	٦	٥,٩	٢٥,٢
المعدل	١٠,٢	٢٤,٨	٦٠	٨,١	٨,٤	∑=١٣٧,١

محطة الزرقاء

الشهر	درجة الحرارة (م°)		الرطوبة النسبية (٪)	سرعة الرياح (كم/يوم)	ساعات السطوع الشمسي	كمية الأمطار (ملم)
	الصغرى	العظمى				
يناير	٥,١	١٤,٥	٦٧,٨	٦,٤	٦	٢٢,٦
فبراير	٦,١	١٥,١	٦٥	٧,٨	٦,٣	٣١,٧
مارس	٩	٢١	٥٦,٥	٨,١	٧,٨	٢٣,٣
إبريل	١٢,١	٢٥,٢	٥٣,١	٨,٨	٨,٤	٩,٧
مايو	١٦	٢٩,٧	٤٧,٢	٨,٧	١٠,٣	٢,٦
يونيو	١٨,٨	٣٢,٨	٤٥,٢	٩,٤	١١,٩	١,٧
يوليو	٢٠,٩	٣٤,٥	٤٧	٩,٤	١١,٩	٠
أغسطس	٢٠,٨	٣٤,٨	٥٤,٢	٨,٥	١١,٣	٠
سبتمبر	١٩	٣٢,٦	٥٩,٢	٧	١٠,١	٠,٦
أكتوبر	١٦,٢	٢٨,٩	٥٨,٦	٤,٨	٨,٥	٢,١
نوفمبر	١٠,٢	٢١,٧	٦٣	٤,٣	٧,٥	٧,٧
ديسمبر	٥,٩	١٦,١	٧٠	٤,٧	٦,٤	١٩,٥
المعدل	١٣,٣	٢٥,٦	٥٧,٢	٧,٣	٨,٩	∑=١٢١,٦

محطة الضليل

الشهر	درجة الحرارة (م°)		الرطوبة النسبية (٪)	سرعة الرياح (كم/يوم)	ساعات السطوع الشمسي	كمية الأمطار (ملم)
	الصغرى	العظمى				
يناير	٢,١	١٤,٦	٧٦,٧	٤,١	٥,٩	٣١,٩
فبراير	٣,٦	١٦,٣	٧٣,٥	٥,٢	٦,٣	٣٢,٣
مارس	٦,٢	٢١,٣	٦٤,٦	٦,٢	٧,٨	١٣,٣
إبريل	٩,٤	٢٦	٥٧,٣	٦,٧	٨,٧	٤,٩
مايو	١٣,٢	٣٠,٨	٥١,٥	٦,١	٩,٨	٢,٣
يونيو	١٦,١	٣٤,٣	٥١,٩	٦,١	١١,٧	٠
يوليو	١٨,٤	٣٦,٢	٥٣,٣	٥,٨	١١,٦	٠
أغسطس	١٨,٨	٣٦,٣	٥٧,٩	٥,٥	١١,١	٠
سبتمبر	١٦,٧	٣٣,٨	٦١,٤	٤,٨	١٠,١	٠,١
أوكتوبر	١٣	٢٩,٤	٦٠,٦	٣,٩	٨,٦	٢,٨
نوفمبر	٦,٩	٢١,٨	٦٥,٦	٤	٧	١٤,٨
ديسمبر	٢,٩	١٦,٣	٧٣	٣,٩	٥,٣	٢٢,٣
المعدل	١٠,٦	٢٦,٤	٦٢,٣	٥,٢	٨,٧	∑=١٢٤,٧

محطة مطار عمان

الشهر	درجة الحرارة (م°)		الرطوبة النسبية (٪)	سرعة الرياح (كم/يوم)	ساعات السطوع الشمسي	كمية الأمطار (ملم)
	الصغرى	العظمى				
يناير	٤,٥	١٣	٧٠,٤	٨,٦	٥,٥	٤٩,٤
فبراير	٥,٤	١٤,٧	٦٨,٥	١٠,٢	٦	٥١,٥
مارس	٨,٢	١٨,٩	٥٩,١	٩,٩	٧,٣	٢١,٤
إبريل	١١,٣	٢٣,٤	٥٠	١٠,٦	٨,٥	٨,٣
مايو	١٥,٤	٢٨,١	٤٢	١٠,٦	١٠	٣,٤
يونيو	١٨,٨	٣١,٢	٤٠,٩	١١,٧	١١,٨	٠
يوليو	٢١,٢	٣٢,٩	٤١,٧	١٢,٤	١١,٩	٠

أغسطس	٢١,١	٣٣,١	٤٥,٧	١٠,٤	١١,٢	٠
سبتمبر	١٨,٨	٣١	٥١,٧	٨,٤	٩,٨	٠,١
أكتوبر	١٥,٨	٢٧,٤	٥٣,٧	٦,٣	٨,٣	٣,٨
نوفمبر	١٠,١	٢٠,٤	٥٩,٦	٦,٢	٦,٦	١٨,١
ديسمبر	٥,٩	١٥	٦٦,٥	٧,٣	٥,٥	٣٤,٣
المعدل	١٣	٢٤,١	٥٤,٢	٩,٤	٨,٥	∑=١٩٠,٣

المصدر: دائرة الأرصاد الجوية الأردنية (٢٠١٥)

الملحق (٢): التبخر / النتح الكامن (ملم/يوم) في منطقة الدراسة

محطة رأس منيف															
الشهر	٢٠٠١	٢٠٠٢	٢٠٠٣	٢٠٠٤	٢٠٠٥	٢٠٠٦	٢٠٠٧	٢٠٠٨	٢٠٠٩	٢٠١٠	٢٠١١	٢٠١٢	٢٠١٣	٢٠١٤	٢٠١٥	المعدل (ملم/يوم)
يناير	١,٠	٠,٨	١,٠	٠,٩	١,٠	٠,٩	٠,٩	٠,٩	١,٠	١,١	١,٠	٠,٩	٠,٩	١,٠	١,٠	٠,٩
فبراير	١,٣	١,٥	١,١	١,٠	١,٠	١,١	١,٢	١,٢	١,٣	١,٤	١,٣	١,١	١,٣	١,٥	١,٢	١,٢
مارس	٢,٤	٢,١	١,٥	٢,٢	٢,١	٢,١	١,٨	٢,٢	١,٩	٢,١	٢,١	١,٩	٢,٢	٢,٠	٢,١	٢,٠
إبريل	٣,٠	٢,٦	٢,٦	٣,٠	٣,٠	٢,٦	٢,٦	٣,٢	٣,٠	٣,٢	٢,٧	٣,٢	٢,٨	٣,٣	٢,٩	٢,٩
مايو	٣,٧	٤,٠	٤,٣	٣,٧	٤,١	٤,٣	٣,٨	٤,١	٣,٨	٤,٠	٣,٧	٣,٩	٤,٠	٤,٠	٤,٠	٣,٩
يونيو	٤,٩	٤,٨	٥,٠	٤,٩	٤,٧	٥,١	٤,٨	٤,٩	٤,٩	٤,٥	٤,٧	٥,٠	٤,٦	٤,٦	٤,٣	٤,٨
يوليو	٥,٢	٥,٢	٥,١	٥,٣	٥,٠	٥,٠	٥,١	٥,٠	٥,١	٥,٠	٥,١	٥,١	٤,٨	٤,٨	٤,٩	٥,٠
أغسطس	٤,٧	٤,٧	٤,٨	٤,٧	٤,٦	٤,٨	٤,٧	٤,٥	٤,٧	٤,٨	٤,٧	٤,٨	٤,٦	٤,٦	٤,٦	٤,٧
سبتمبر	٣,٧	٣,٧	٣,٧	٣,٩	٣,٨	٣,٩	٣,٥	٣,٦	٣,٨	٣,٧	٣,٦	٣,٧	٣,٨	٣,٥	٣,٥	٣,٧
أكتوبر	٢,٥	٢,٥	٢,٥	٢,٦	٢,٥	٢,٤	٢,٥	٢,٣	٢,٤	٢,٥	٢,٥	٢,٥	٢,٣	٢,٤	٢,٥	٢,٤
نوفمبر	١,٤	١,٦	١,٦	١,٥	١,٤	١,٥	١,٥	١,٥	١,٤	١,٨	١,٣	١,٥	١,٥	١,٣	١,٥	١,٥
ديسمبر	٠,٩	٠,٩	٠,٩	٠,٩	١,٠	٠,٩	١,٠	١,١	١,٠	١,١	٠,٩	١,٠	٠,٩	١,٠	٠,٩	١,٠
المجموع	٣٤,٧	٣٤,٤	٣٤,١	٣٤,٦	٣٤,٢	٣٤,٦	٣٣,٤	٣٤,٥	٣٤,٣	٣٥,٢	٣٣,٦	٣٤,٦	٣٣,٧	٣٤	٣٣,٤	٣٤
محطة السلط																
الشهر	٢٠٠١	٢٠٠٢	٢٠٠٣	٢٠٠٤	٢٠٠٥	٢٠٠٦	٢٠٠٧	٢٠٠٨	٢٠٠٩	٢٠١٠	٢٠١١	٢٠١٢	٢٠١٣	٢٠١٤	٢٠١٥	المعدل (ملم/يوم)
يناير	١,١	٠,٨	١,١	١,٠	١,١	١,٠	١,٠	١,٠	١,١	١,١	١,١	١,٠	١,٠	١,١	١,٠	١,٠
فبراير	١,٤	١,٢	١,٢	١,٤	١,٣	١,٤	١,٤	١,٣	١,٥	١,٦	١,٥	١,٣	١,٦	١,٦	١,٤	١,٤
مارس	٢,٥	٢,١	١,٨	٢,٣	٢,٢	٢,٣	٢,٢	٢,٤	٢,١	٢,٣	٢,٢	٢,٠	٢,٤	٢,٢	٢,٤	٢,٢
إبريل	٣,٢	٢,٨	٢,٨	٣,٠	٣,١	٢,٩	٢,٩	٣,٥	٣,٢	٣,٣	٣,٠	٣,٣	٣,١	٣,٤	٢,٩	٣,١
مايو	٤,١	٣,٩	٤,١	٣,٩	٤,١	٤,٣	٤,٢	٤,٣	٤,٠	٤,٢	٣,٨	٤,٠	٤,٢	٤,٢	٤,٢	٤,١
يونيو	٤,٩	٤,٦	٤,٦	٤,٧	٤,٨	٤,٩	٤,٩	٤,٩	٤,٨	٤,٩	٤,٨	٤,٩	٤,٩	٥,٠	٤,٨	٤,٨
يوليو	٥,٠	٤,٨	٤,٨	٤,٩	٥,٠	٤,٩	٥,٠	٥,١	٤,٨	٥,١	٤,٧	٥,١	٥,٠	٤,٨	٤,٩	٤,٩
أغسطس	٤,٧	٤,٤	٤,٦	٤,٥	٤,٦	٤,٦	٤,٦	٤,٧	٤,٤	٤,٨	٤,٣	٤,٦	٤,٥	٤,٤	٤,٧	٤,٦
سبتمبر	٣,٨	٣,١	٣,٦	٣,٦	٣,٧	٣,٨	٣,٧	٣,٧	٣,٥	٣,٨	٣,٢	٣,٦	٣,٦	٣,٥	٣,٨	٣,٦
أكتوبر	٢,٦	٢,٢	٢,٤	٢,٦	٢,٦	٢,٦	٢,٥	٢,٥	٢,٥	٢,٦	٢,٥	٢,٦	٢,٤	٢,٢	٢,٧	٢,٥
نوفمبر	١,٥	١,٥	١,٦	١,٦	١,٥	١,٦	١,٦	١,٦	١,٦	١,٧	١,٤	١,٦	١,٦	١,٥	١,٦	١,٦
ديسمبر	١,٠	١,١	١,٠	١,٠	١,١	١,٠	١,١	١,٢	١,١	١,٢	٠,٩	١,١	٠,٩	١,٠	١,١	١,٠
المجموع	٣٦	٣٣	٣٤	٣٥	٣٥	٣٥	٣٥	٣٦	٣٥	٣٧	٣٣	٣٥	٣٥	٣٥	٣٦	٣٥
محطة دير علا																
الشهر	٢٠٠١	٢٠٠٢	٢٠٠٣	٢٠٠٤	٢٠٠٥	٢٠٠٦	٢٠٠٧	٢٠٠٨	٢٠٠٩	٢٠١٠	٢٠١١	٢٠١٢	٢٠١٣	٢٠١٤	٢٠١٥	المعدل (ملم/يوم)
يناير	١,٣	١,١	١,٣	١,٢	١,٢	١,١	١,٢	١,١	١,٢	١,٣	١,٢	١,٢	١,١	١,٢	١,١	١,٢
فبراير	١,٦	١,٧	١,٥	١,٧	١,٥	١,٥	١,٦	١,٥	١,٧	١,٧	١,٧	١,٥	١,٧	١,٨	١,٦	١,٦
مارس	٢,٨	٢,٦	٢,٤	٢,٧	٢,٥	٢,٥	٢,٤	٢,٦	٢,٤	٢,٥	٢,٥	٢,٣	٢,٥	٢,٤	٢,٧	٢,٥
إبريل	٣,٧	٣,٣	٣,١	٣,٩	٣,٥	٣,٢	٣,٣	٣,٧	٣,٤	٣,٦	٣,٣	٣,٦	٣,٤	٣,٧	٣,٤	٣,٥
مايو	٤,٦	٥,٠	٤,٩	٤,٨	٤,٨	٤,٨	٤,١	٤,٧	٤,٣	٤,٥	٤,٣	٤,٥	٤,٧	٤,٥	٤,٧	٤,٦
يونيو	٥,٦	٥,٧	٥,٨	٥,٧	٥,٤	٥,٥	٥,٤	٥,٤	٥,٤	٤,٧	٥,٣	٥,٤	٥,٣	٥,٢	٥,٢	٥,٤
يوليو	٥,٩	٦,٠	٥,٢	٦,٣	٥,٧	٥,٨	٤,٢	٥,٧	٥,٦	٥,٦	٥,٧	٥,٨	٥,٤	٥,٥	٥,٧	٥,٦

أغسطس	٥,٣	٥,٤	٤,٧	٥,٥	٥,٣	٥,٣	٥,٢	٥,٢	٥,٢	٥,٣	٥,٤	٥,٣	٥,٣	٥,٢	٥,٣
سبتمبر	٤,٢	٤,٤	٤,٠	٤,٢	٤,٢	٤,٣	٤,٢	٤,١	٤,٠	٤,٢	٤,٢	٤,١	٤,٠	٤,١	٤,١
أكتوبر	٢,٩	٣,١	٣,١	٢,٨	٢,٨	٢,٩	٢,٧	٢,٧	٢,٥	٢,٩	٢,٨	٢,٧	٢,٥	٣,٠	٢,٩
نوفمبر	١,٧	١,٩	١,٨	١,٨	١,٦	١,٧	١,٧	١,٧	١,٧	١,٧	١,٨	١,٧	١,٧	١,٦	١,٨
ديسمبر	١,٢	١,٣	١,٢	١,٢	١,٢	١,١	١,٢	١,٢	١,٢	١,٢	١,٢	١,١	١,٢	١,٢	١,٢
المجموع	٤١	٤٢	٣٩	٤٢	٤٠	٤٠	٣٧	٤٠	٤٠	٣٩	٣٩	٣٩	٤٠	٣٩	٤٠
محطة المفرق															
الشهر	٢٠٠١	٢٠٠٢	٢٠٠٣	٢٠٠٤	٢٠٠٥	٢٠٠٦	٢٠٠٧	٢٠٠٨	٢٠٠٩	٢٠١٠	٢٠١١	٢٠١٢	٢٠١٣	٢٠١٤	٢٠١٥	المعدل (ملم/يوم)
يناير	١,١	٠,٩	١,٠	٠,٩	١,٠	٠,٩	٠,٩	٠,٩	١,٠	١,١	١,٠	١,٠	٠,٩	١,٠	٠,٩	١,٠
فبراير	١,٤	١,٥	١,٣	١,٤	١,٣	١,٤	١,٥	١,٣	١,٤	١,٤	١,٤	١,٣	١,٤	١,٤	١,٣	١,٤
مارس	٢,٤	٢,٣	١,٨	٢,٢	٢,٣	٢,٣	٢,١	٢,٣	٢,١	٢,٤	٢,٢	٢,٠	٢,٣	٢,١	٢,٤	٢,٢
إبريل	٣,٢	٢,٩	٢,٨	٣,١	٢,٩	٣,٢	٢,٨	٣,٣	٣,١	٣,٤	٣,٠	٣,٣	٣,٠	٣,٢	٣,١	٣,١
مايو	٤,٠	٤,١	٤,١	٣,٩	٤,٠	٤,٠	٤,٢	٤,١	٣,٧	٣,٩	٣,٨	٤,١	٣,٩	٣,٩	٤,٢	٤,٠
يونيو	٥,٠	٤,٩	٤,٩	٤,٨	٤,٦	٤,٢	٤,٩	٤,٨	٤,٩	٤,٦	٤,٩	٥,٠	٤,٧	٤,٥	٤,٢	٤,٧
يوليو	٥,١	٥,١	٥,٠	٥,١	٤,٩	٤,٧	٤,٩	٤,٩	٥,١	٥,١	٥,١	٥,٢	٥,٠	٤,٦	٤,٨	٥,٠
أغسطس	٤,٦	٤,٦	٤,٧	٤,٧	٤,٦	٤,٦	٤,٦	٤,٣	٤,٨	٤,٧	٤,٨	٤,٨	٤,٧	٤,١	٤,٩	٤,٦
سبتمبر	٤,٠	٣,٧	٣,٧	٣,٧	٣,٦	٣,٥	٣,٩	٣,٦	٣,٧	٣,٧	٣,٦	٣,٨	٣,٧	٣,٣	٣,٧	٣,٧
أكتوبر	٢,٦	٢,٥	٢,٤	٢,٤	٢,٤	٢,٤	٢,٥	٢,٤	٢,٥	٢,٤	٢,٥	٢,٥	٢,٣	٢,٣	٢,٥	٢,٥
نوفمبر	١,٤	١,٥	١,٥	١,٥	١,٤	١,٤	١,٥	١,٥	١,٥	١,٥	١,٤	١,٥	١,٥	١,٣	١,٥	١,٥
ديسمبر	١,٠	١,٠	٠,٩	٠,٩	١,٠	٠,٩	٠,٩	١,٠	١,١	١,٠	٠,٩	١,١	٠,٩	١,٠	١,٠	١,٠
المجموع	٣٦	٣٥	٣٤	٣٥	٣٤	٣٤	٣٥	٣٤	٣٥	٣٥	٣٥	٣٦	٣٤	٣٣	٣٥	٣٥
محطة الزرقاء																
الشهر	٢٠٠١	٢٠٠٢	٢٠٠٣	٢٠٠٤	٢٠٠٥	٢٠٠٦	٢٠٠٧	٢٠٠٨	٢٠٠٩	٢٠١٠	٢٠١١	٢٠١٢	٢٠١٣	٢٠١٤	٢٠١٥	المعدل (ملم/يوم)
يناير	١,١	١,٠	١,١	١,٠	١,١	١,٠	١,٠	١,٠	١,١	١,١	١,٠	١,١	١,٠	١,١	١,٠	١,٠
فبراير	١,٤	١,٥	١,٣	١,٤	١,٣	١,٤	١,٥	١,٣	١,٥	١,٥	١,٥	١,٤	١,٦	١,٦	١,٥	١,٤
مارس	٢,٥	٢,٤	٢,٠	٢,٣	٢,٤	٢,٥	٢,٢	٢,٤	٢,٢	٢,٤	٢,٤	٢,١	٢,٥	٢,٣	٢,٦	٢,٣
إبريل	٣,٣	٣,١	٣,٠	٣,٢	٣,٢	٣,١	٣,٠	٣,٣	٣,٢	٣,٤	٣,١	٣,٤	٣,٢	٣,٦	٣,٢	٣,٢
مايو	٤,٢	٤,٣	٤,٤	٤,٣	٤,٥	٤,٥	٤,٠	٤,٢	٤,٠	٤,٣	٣,٩	٤,٢	٤,٢	٤,٤	٤,٠	٤,٢
يونيو	٥,٢	٥,٠	٥,١	٥,٠	٥,٠	٥,٢	٥,٠	٥,٠	٤,٨	٥,٠	٤,٩	٥,١	٥,٠	٥,٠	٤,٩	٥,٠
يوليو	٥,٢	٥,٤	٥,٢	٥,٣	٥,٣	٥,٣	٥,١	٥,١	٥,١	٥,٣	٥,٠	٥,٣	٥,٢	٥,٢	٥,١	٥,٢
أغسطس	٥,٠	٥,٠	٥,١	٤,٧	٥,٠	٥,٠	٤,٧	٤,٨	٤,٧	٥,٠	٤,٨	٤,٩	٤,٨	٥,٠	٤,٦	٤,٩
سبتمبر	٤,٣	٤,٢	٤,٠	٣,٨	٣,٩	٤,٠	٣,٩	٤,٠	٣,٧	٤,٠	٣,٨	٣,٨	٤,٠	٤,١	٣,٤	٣,٩
أكتوبر	٢,٩	٢,٩	٢,٧	٢,٦	٢,٧	٢,٧	٢,٨	٢,٧	٢,٥	٢,٧	٢,٦	٢,٦	٢,٤	٢,٧	٢,٥	٢,٧
نوفمبر	١,٦	١,٦	١,٧	١,٦	١,٥	١,٥	١,٦	١,٧	١,٦	١,٦	١,٤	١,٧	١,٧	١,٥	١,٦	١,٦
ديسمبر	١,٠	١,١	١,٠	٠,٩	١,١	٠,٩	١,١	١,٢	١,١	١,١	٠,٩	١,٢	١,١	١,١	١,٠	١,٠
المجموع	٣٨	٣٨	٣٧	٣٦	٣٧	٣٧	٣٦	٣٧	٣٦	٣٧	٣٥	٣٧	٣٧	٣٨	٣٥	٣٦
محطة الضليل																
الشهر	٢٠٠١	٢٠٠٢	٢٠٠٣	٢٠٠٤	٢٠٠٥	٢٠٠٦	٢٠٠٧	٢٠٠٨	٢٠٠٩	٢٠١٠	٢٠١١	٢٠١٢	٢٠١٣	٢٠١٤	٢٠١٥	المعدل (ملم/يوم)
يناير	١,١	٠,٩	١,١	١,٠	١,١	١,٠	١,٠	٠,٩	١,٠	١,٠	١,٠	١,٠	١,٠	١,١	١,٠	١,٠
فبراير	١,٤	١,٥	١,٣	١,٤	١,٣	١,٥	١,٤	١,٣	١,٤	١,٤	١,٥	١,٣	١,٥	١,٥	١,٤	١,٤
مارس	٢,٦	٢,٤	٢,٠	٢,٢	٢,٤	٢,٣	٢,٢	٢,٤	٢,٢	٢,٣	٢,٣	٢,٠	٢,٤	٢,٢	٢,٤	٢,٣
إبريل	٣,٣	٣,١	٢,٩	٣,١	٣,٣	٣,٣	٣,١	٣,٥	٣,٢	٣,٢	٣,١	٣,٣	٣,٢	٣,٤	٣,٣	٣,٢
مايو	٤,٢	٤,٤	٤,١	٣,٩	٤,٦	٤,١	٣,٩	٤,١	٣,٩	٣,٩	٣,٨	٤,٠	٤,١	٤,٠	٤,٢	٤,١
يونيو	٥,٢	٥,١	٥,١	٤,٨	٥,٢	٤,٩	٥,٠	٥,٠	٤,٨	٤,٧	٤,٩	٥,٠	٤,٩	٤,٨	٤,٨	٤,٩
يوليو	٥,٣	٥,٣	٥,٢	٤,٩	٥,٦	٥,١	٥,١	٥,٠	٥,٠	٥,١	٤,٩	٥,٢	٥,١	٥,٢	٥,٠	٥,١
أغسطس	٥,٢	٥,٠	٥,٠	٤,٨	٥,٣	٤,٨	٤,٨	٤,٨	٤,٨	٤,٨	٤,٨	٤,٧	٤,٨	٤,٨	٤,٧	٤,٩
سبتمبر	٤,١	٣,٨	٤,٠	٣,٨	٤,٣	٤,٠	٤,٠	٤,٠	٣,٨	٣,٩	٣,٨	٣,٩	٣,٩	٤,٠	٣,٧	٣,٩
أكتوبر	٢,٨	٢,٦	٢,٧	٢,٦	٢,٨	٢,٨	٢,٧	٢,٦	٢,٥	٢,٦	٢,٧	٢,٧	٢,٤	٢,٦	٢,٧	٢,٦
نوفمبر	١,٥	١,٦	١,٥	١,٦	١,٥	١,٤	١,٦	١,٥	١,٥	١,٤	١,٤	١,٥	١,٦	١,٥	١,٦	١,٥

ديسمبر	١,٠	١,٠	٠,٩	٠,٩	١,٠	٠,٩	١,٠	١,٠	١,٠	١,٠	٠,٩	٠,٩	١,١	١,٠	١,٠
المجموع	٣٨	٣٧	٣٦	٣٥	٣٨	٣٦	٣٦	٣٦	٣٥	٣٥	٣٥	٣٦	٣٦	٣٦	٣٦
محطة مطار عمان															
الشهر	٢٠٠١	٢٠٠٢	٢٠٠٣	٢٠٠٤	٢٠٠٥	٢٠٠٦	٢٠٠٧	٢٠٠٨	٢٠٠٩	٢٠١٠	٢٠١١	٢٠١٢	٢٠١٣	٢٠١٤	٢٠١٥	المعدل (ملم/يوم)
يناير	١,١	٠,٩	١,١	٠,٩	١,١	١,٠	١,٠	٠,٩	١,١	١,١	٠,٩	١,٠	٠,٩	١,١	١,٠	١,٠
فبراير	١,٥	١,٥	١,٣	١,٤	١,٤	١,٤	١,٤	١,٣	١,٥	١,٥	١,٣	١,٣	١,٤	١,٥	١,٤	١,٤
مارس	٢,٤	٢,٣	١,٨	٢,٤	٢,٢	٢,٣	٢,١	٢,٣	٢,١	٢,٢	٢,٢	١,٩	٢,٢	٢,٢	٢,٤	٢,٢
إبريل	٣,٥	٣,٠	٢,٨	٣,٢	٣,١	٣,١	٢,٩	٣,٤	٣,١	٣,٢	٣,٠	٣,١	٣,١	٣,٤	٣,١	٣,١
مايو	٤,٤	٤,١	٤,٠	٤,٠	٤,٢	٤,٠	٣,٨	٤,٢	٣,٩	٣,٨	٣,٨	٣,٧	٤,١	٤,٢	٤,١	٤,٠
يونيو	٤,٨	٤,٨	٤,٨	٤,٩	٤,٧	٣,٩	٤,٩	٤,٨	٤,٨	٤,٦	٤,٨	٤,٧	٤,٨	٥,٠	٤,٧	٤,٧
يوليو	٤,٩	٥,١	٥,٠	٥,٠	٥,٠	٤,٩	٥,١	٥,١	٥,١	٥,٠	٥,٠	٥,١	٤,٩	٥,٠	٤,٨	٥,٠
أغسطس	٤,٦	٤,٨	٤,٧	٤,٦	٤,٧	٤,٤	٤,٧	٤,٦	٤,٦	٤,٧	٤,٧	٤,٧	٤,٥	٤,٨	٤,٤	٤,٦
سبتمبر	٣,٦	٣,٧	٣,٧	٣,٧	٣,٨	٣,٥	٣,٨	٣,٧	٣,٦	٣,٧	٣,٧	٣,٦	٣,٧	٣,٨	٣,٥	٣,٧
أكتوبر	٢,٤	٢,٥	٢,٥	٢,٥	٢,٥	٢,٥	٢,٦	٢,٦	٢,٥	٢,٥	٢,٦	٢,٤	٢,٣	٢,٦	٢,٦	٢,٥
نوفمبر	١,٤	١,٦	١,٦	١,٥	١,٤	١,٤	١,٦	١,٥	١,٥	١,٥	١,٤	١,٥	١,٥	١,٤	١,٦	١,٥
ديسمبر	١,٠	١,٠	١,٠	٠,٩	١,٠	٠,٩	١,٠	١,١	١,١	١,٠	١,٠	١,١	١,٠	١,١	١,٠	١,٠
المجموع	٣٦	٣٥	٣٤	٣٥	٣٥	٣٣	٣٥	٣٦	٣٥	٣٥	٣٤	٣٤	٣٤	٣٦	٣٥	٣٥

المصدر: عمل الباحث بالاعتماد على نموذج (CropWAT)

الملحق (٢): التبخر / النتح الكامن (ملم/يوم) في منطقة الدراسة

محطة رأس منيف																
الشهر	٢٠٠١	٢٠٠٢	٢٠٠٣	٢٠٠٤	٢٠٠٥	٢٠٠٦	٢٠٠٧	٢٠٠٨	٢٠٠٩	٢٠١٠	٢٠١١	٢٠١٢	٢٠١٣	٢٠١٤	٢٠١٥	Average
يناير	٦٩	١٣١	٥٩	١٣٩	١١١	٩٧	٩٣	١١٠	٢٥	٧٩	٨٤	١١٦	١٥٨	٢	٩٤	٩١
فبراير	٨٦	٤٨	١٥٨	٨٥	١٤٦	١٠٣	١٢٠	٨١	١٥٢	١٣١	١١٩	١٤٠	٣٣	٣	١٣٦	١٠٣
مارس	٢٢	١١٥	١٤٨	٣٤	٣٦	١٣	١٠٩	١٠	٨٥	٤	٨١	٧٧	٩	٨٧	٢٣	٥٧
إبريل	٥	٦٩	٢٨	٦	٢١	٥٩	٣٠	٠	١١	٠	٥٩	٠	٥٦	١	٢٦	٢٥
مايو	١٠	٥	١	٣	١٥	٠	١٢	١٩	١	٤	١٦	٠	٣	٣٤	٢	٨
يونيو	٠	٠	٠	٠	٠	٠	٠	٠	٠	٠	٠	٠	٠	٠	٠	٠
يوليو	٠	٠	٠	٠	٠	٠	٠	٠	٠	٠	٠	٠	٠	٠	٠	٠
أغسطس	٠	٠	٠	٠	٠	٠	٠	٠	٠	٠	٠	٠	٠	٠	٠	٠
سبتمبر	٠	١٢	٠	٠	١	٠	٠	١٢	٢	٠	٠	٠	٠	٠	٠	٢
أكتوبر	١٨	٢	٣٦	٥	٣	٦٠	٠	٢١	٣١	٥	٠	١٣	١٢	٤١	١٢	١٧
نوفمبر	٥٤	٤٩	٣٥	١٤١	٦٥	٣٣	٦٠	٢٢	٨٠	٠	٦٩	٦١	٢	١١٨	٤٢	٥٥
ديسمبر	٩٧	١٤٩	٦٥	٣١	٨٢	٥٨	٣١	٨٦	٩٦	٧٢	٥٣	٩٢	١٢٨	٣٥	٦٠	٧٦
المجموع	٣٦٠	٥٧٩	٥٣٠	٤٤٤	٤٧٩	٤٢١	٤٥٣	٣٦٢	٤٨٢	٢٩٤	٤٨١	٤٩٩	٤٠٠	٣٢٠	٣٩٥	٤٣٣
محطة السلط																
الشهر	٢٠٠١	٢٠٠٢	٢٠٠٣	٢٠٠٤	٢٠٠٥	٢٠٠٦	٢٠٠٧	٢٠٠٨	٢٠٠٩	٢٠١٠	٢٠١١	٢٠١٢	٢٠١٣	٢٠١٤	٢٠١٥	Average
يناير	٧٤	١٥٠	٦٥	١٢٠	١٢٧	٨٦	١١٢	٩٦	١٨	٨٥	٩٨	١١٥	١٥٧	٠	١٠٤	٩٤
فبراير	٦٢	٦٤	١٥٢	٦٢	١٠٧	٦٤	٩٧	٨٣	١٥٣	١٤٨	٥٧	١٢٢	٤٢	٥	١٠١	٨٨
مارس	٨	٨٧	١٢١	٣٦	٤٢	١٠	٩٨	٦	٨٤	٢	٤٨	٩٤	٤	١٠٥	٢٤	٥١
إبريل	٧	٣٨	٢٢	١	١٣	١١٦	١٢	٠	٧	١	٥٢	٠	٢٧	٠	٣٩	٢٢
مايو	٢١	٠	٠	٣	٧	٠	٣	٢	٠	٢	٧	٦	٨	٣٩	٢	٧
يونيو	٠	٠	٠	٠	٠	٠	٠	٠	٠	٠	٠	٠	٠	٠	٠	٠
يوليو	٠	٠	٠	٠	٠	٠	٠	٠	٠	٠	٠	٠	٠	٠	٠	٠
أغسطس	٠	٠	٠	٠	٠	٠	٠	٠	٠	٠	٠	٠	٠	٠	٠	٠
سبتمبر	٠	٠	٠	٠	٠	٠	٠	١	٠	٠	١	٢	٠	٠	٢	٠

أكتوبر	٨	٩	٠	٤	٣	٢١	٢	٢٧	٢٦	٠	٠	٠	١	٤٤	٢٣	١١
نوفمبر	٦٦	٢٨	١٥	١٢٦	٤١	٢٠	٦٨	١٠	٧٢	٠	٦٦	٧١	٣	١٢٦	٤٢	٥٠
ديسمبر	٩٧	١٥١	٨٢	٣٩	١٢٦	٧٧	٣١	٦٣	٩٦	٦٧	٥١	١٠٣	١٥٢	٣٤	٦٧	٨٢
المجموع	٣٤٤	٥٢٧	٤٥٧	٣٨٩	٤٦٦	٣٩٣	٤٢٤	٢٨٩	٤٥٦	٣٠٣	٣٧٩	٥١٢	٣٩٤	٣٥٤	٤٠٣	٤٠٦
محطة دير علا																
الشهر	٢٠٠١	٢٠٠٢	٢٠٠٣	٢٠٠٤	٢٠٠٥	٢٠٠٦	٢٠٠٧	٢٠٠٨	٢٠٠٩	٢٠١٠	٢٠١١	٢٠١٢	٢٠١٣	٢٠١٤	٢٠١٥	Average
يناير	٤١	٩٤	٣٠	٦٩	٦٦	٥١	٤١	٤٧	٧	٣٩	٤٠	٧٧	١١١	٠	٦٣	٥٢
فبراير	٢٨	٢١	١٠٣	١٨	٥٦	٥٦	٤٨	٤٠	١٠٥	٧٥	٢٤	٤٣	١٦	١	٦٧	٤٧
مارس	٥	٤٣	٨٨	٩	١٣	٢	٥١	٣	٢١	١	٣٥	٣٧	١	٧٠	١٢	٢٦
إبريل	٨	٢٠	١٣	٠	٤	٨٢	٢٢	٠	٢	٠	٢٩	٠	١٦	٠	٣٤	١٥
مايو	١٩	٢	٠	٠	٢	٠	٠	١٠	٠	١	٤	٠	٢٠	٤١	٠	٧
يونيو	٠	٠	٠	٠	٠	٠	٠	٠	٠	٠	٠	١	٠	٠	٠	٠
يوليو	٠	٠	٠	٠	٠	٠	٠	٠	٠	٠	٠	٠	٠	٠	٠	٠
أغسطس	٠	٠	٠	٠	٠	٠	٠	٠	٠	٠	٠	٠	٠	٠	٠	٠
سبتمبر	٠	٠	٠	٠	٠	٠	٠	٢	٠	٠	١٥	٠	٠	٠	١	١
أكتوبر	٦	١٨	٠	٧	٢	٤٤	٠	١٦	٢٥	١	١	٤	٢	٣١	٣	١١
نوفمبر	٣٠	٢٣	١٤	٧٦	٢٩	١٠	٢٩	٥	٢٨	٠	٤٠	٣٥	٠	٦٧	٦٧	٣٠
ديسمبر	٦٢	١٠٦	٣٤	١٨	٥٥	٤٤	١٤	٣٤	٤٠	٣٢	٩	٣٠	١١٤	١٢	٢٥	٤٢
المجموع	١٩٨	٣٢٧	٢٨٣	١٩٧	٢٢٦	٢٨٨	٢٠٥	١٥٧	٢٢٨	١٤٩	١٩٧	٢٢٧	٢٧٩	٢٢٣	٢٧١	٢٣٠
محطة مطار عمان																
الشهر	٢٠٠١	٢٠٠٢	٢٠٠٣	٢٠٠٤	٢٠٠٥	٢٠٠٦	٢٠٠٧	٢٠٠٨	٢٠٠٩	٢٠١٠	٢٠١١	٢٠١٢	٢٠١٣	٢٠١٤	٢٠١٥	Average
يناير	٣٨	٩١	٣٢	٥٤	٥٩	٢٥	٦٠	٨٨	٨	٥٧	٤٣	٤٩	١٢٢	٠	٧٢	٥٣
فبراير	٣٥	٢٨	١٠٩	٣٤	٧٢	٤٨	٤٦	٤١	٩٥	١٠٢	٥٧	٨١	٨	٣	٦٨	٥٥
مارس	١٠	٣٦	٥٩	٨	٢٤	٩	٤٦	٢	٢٨	٣	١١	٦٤	٢	٥٩	٨	٢٥
إبريل	١٢	٢١	٥	٩	٣	٥٠	١٠	٢	١	٠	١٣	٠	١٠	٠	١٢	١٠
مايو	١٤	١	٠	٣	٤	٠	١١	٠	١	٠	٢	٠	٥	٢٣	٠	٤
يونيو	٠	٠	٠	٠	٠	٠	٠	٠	٠	٠	٠	٠	٠	٠	٠	٠
يوليو	٠	٠	٠	٠	٠	٠	٠	٠	٠	٠	٠	٠	٠	٠	٠	٠
أغسطس	٠	٠	٠	٠	٠	٠	٠	٠	٠	٠	٠	٠	٠	٠	٠	٠
سبتمبر	٠	٠	٠	٠	٠	٠	٠	١	٠	١	٠	٠	٠	٠	٠	٠
أكتوبر	١	٣	٠	١	١	٨	١	٢٠	٦	٢	٠	٠	١	١٠	١٥	٥
نوفمبر	٣٧	١٧	٨	٥٨	٦	١	٣٠	١	٢٨	٠	٢٤	١٧	٧	٦١	٢٣	٢١
ديسمبر	٥٢	٨٠	٦٤	١٦	٣٩	٣٩	١٦	١٨	٣٣	٤١	١٩	٣٢	٨٢	١٥	٣٩	٣٩
المجموع	١٩٨	٢٧٦	٢٧٧	١٨٢	٢٠٦	١٨٠	٢١٩	١٧٢	٢٠٠	٢٠٦	١٦٩	٢٤٣	٢٣٦	١٧١	٢٣٨	٢١٢
محطة المفرق																
الشهر	٢٠٠١	٢٠٠٢	٢٠٠٣	٢٠٠٤	٢٠٠٥	٢٠٠٦	٢٠٠٧	٢٠٠٨	٢٠٠٩	٢٠١٠	٢٠١١	٢٠١٢	٢٠١٣	٢٠١٤	٢٠١٥	Average
يناير	٣١	٦٥	١٧	١٩	١٩	١٦	١١	٤٥	٥	٣٢	١٣	٤١	٦١	٠	٤٢	٢٨
فبراير	٢٢	١١	٥٢	١٨	٢٩	٢٠	٢٣	١٨	٤١	٣٤	٤٢	٣١	٥	٤	٢٣	٢٥
مارس	١٠	٣١	٢٥	١	١٠	١	١٠	١	١٥	١	١١	١٩	١	٣٠	٧	١٢
إبريل	٥	١٤	١	١	١١	١٨	٠	٠	٠	٠	٨	٠	٢	٠	٧	٤
مايو	٣	٠	٠	٣	٢	٠	٢	٠	٠	٠	١	٠	٢	١٠	٠	٢
يونيو	٠	٠	٠	٠	٠	٠	٠	٠	٠	٠	٠	٠	٠	٠	٠	٠
يوليو	٠	٠	٠	٠	٠	٠	٠	٠	٠	٠	٠	٠	٠	٠	٠	٠
أغسطس	٠	٠	٠	٠	٠	٠	٠	٠	٠	٠	٠	٠	٠	٠	٠	٠
سبتمبر	٠	٠	٠	٠	٠	٠	٠	١	٠	٠	٠	٠	٠	٠	٠	٠
أكتوبر	١	٠	٠	٢	٣	١١	١	٣	١١	٠	٠	٣	٢	١٢	١٣	٤
نوفمبر	٢٠	١٥	١٣	٣٠	٩	١	١١	٢	١٧	٠	٣٤	٢٠	١٩	٢٤	١٦	١٥

ديسمبر	٢٦	٥٢	٤٤	١٢	١٦	١٠	٨	٨	٢٠	١٥	٧	٧	٣٢	٢٧	١٨	٢٠
المجموع	١١٧	١٨٩	١٥١	٨٥	٩٩	٧٦	٦٧	٧٨	١١١	٨٣	١١٧	١٢٢	١٢٣	١٠٧	١٢٥	١١٠
محطة الزرقاء																
الشهر	٢٠٠١	٢٠٠٢	٢٠٠٣	٢٠٠٤	٢٠٠٥	٢٠٠٦	٢٠٠٧	٢٠٠٨	٢٠٠٩	٢٠١٠	٢٠١١	٢٠١٢	٢٠١٣	٢٠١٤	٢٠١٥	Average
يناير	١	٤٨	٢١	٢٨	٣٥	١٨	٢٧	٦	٩	٢٦	٢٥	٩	١٤	٣١	٢٤	٢٢
فبراير	١٤	٢٠	٥١	٢٢	٢٨	٣٠	٢٤	٥٣	٤	٢٨	٢٥	٣٢	٧٠	١	٤١	٣٠
مارس	٤	١٨	٢٦	١	١١	٣	١٨	١٥	٤٤	٦٤	٣٨	٣٥	٦	٢	٤١	٢٢
إبريل	٦	٥	١	١	٦	٢٨	٢	٠	١٧	١	٥	٢١	٠	٤٢	٥	٩
مايو	٤	٠	٠	٢	٣	٠	٩	١	١	٠	١١	٠	٢	٠	٧	٣
يونيو	٠	٠	٠	٠	٠	٠	٠	٠	٠	٠	٢	٠	١٢	١٠	٠	٢
يوليو	٠	٠	٠	٠	٠	٠	٠	٠	٠	٠	٠	٠	٠	٠	٠	٠
أغسطس	٠	٠	٠	٠	٠	٠	٠	٠	٠	٠	٠	٠	٠	٠	٠	٠
سبتمبر	٠	٠	٠	٠	٩	٠	٠	٠	٠	٠	٠	٠	٠	٠	٠	١
أكتوبر	٢	٦	١	٠	٠	٥	٠	١	٠	٠	٠	٠	٠	٠	١٧	٢
نوفمبر	٦	١٤	٨	٢٢	٨	٠	١٦	١٠	٨	٢	٠	٠	٢	٨	٨	٨
ديسمبر	٢٦	٤٦	٥٣	١٤	٢١	١٨	٦	٠	١٣	٠	١٩	١٠	١	٢٥	٢٥	١٨
المجموع	٦٢	١٥٧	١٦١	٩٠	١٢٢	١٠٢	١٠٤	٨٥	٩٧	١٢١	١٢٥	١٠٧	١٠٧	١٢٠	١٦٦	١١٥
محطة الضليل																
الشهر	٢٠٠١	٢٠٠٢	٢٠٠٣	٢٠٠٤	٢٠٠٥	٢٠٠٦	٢٠٠٧	٢٠٠٨	٢٠٠٩	٢٠١٠	٢٠١١	٢٠١٢	٢٠١٣	٢٠١٤	٢٠١٥	Average
يناير	٢٣	٤٥	١٧	٢٧	٢٢	٢١	١٩	٤١	٥	٣٢	٢٩	٤٢	٧٢	٠	٥١	٣٠
فبراير	١٩	١٣	٥٧	١٢	٢٧	٣١	٢٧	١٨	٤٨	٥٦	٤٠	٣٩	٥	٣	٥٦	٣٠
مارس	٦	٢٤	٢٧	٠	٨	١	١٤	٣	١٧	٢	٧	٣٢	٠	٤٣	٧	١٣
إبريل	١١	٨	١	٣	٩	١٤	٤	٠	١	٠	٩	٠	٣	٠	٩	٥
مايو	٢	٠	٠	٢	٤	٠	٥	٠	٠	٠	٠	٠	٧	١٤	٠	٢
يونيو	٠	٠	٠	٠	٠	٠	٠	٠	٠	٠	٠	٠	٠	٠	٠	٠
يوليو	٠	٠	٠	٠	٠	٠	٠	٠	٠	٠	٠	٠	٠	٠	٠	٠
أغسطس	٠	٠	٠	٠	٠	٠	٠	٠	٠	٠	٠	٠	٠	٠	٠	٠
سبتمبر	٠	٠	٠	٠	٠	٠	٠	١	٠	٠	٠	٠	٠	٠	٠	٠
أكتوبر	٠	٢	٠	٠	٠	٥	١	٤	١	٠	٠	٠	٣	١٠	١٦	٣
نوفمبر	١٩	١٩	١٦	٣٤	٤	١	١٤	٤	١٥	٠	٢٤	١١	٩	٣٥	٩	١٤
ديسمبر	٢٤	٣٠	٤٠	١٠	٢١	٢٠	٨	١٣	٣٥	١٥	١٠	١٤	٣٣	٢٢	٢٥	٢١
المجموع	١٠٣	١٤٢	١٥٨	٨٨	٩٤	٩٤	٩٣	٨٤	١٢١	١٠٤	١١٩	١٣٨	١٣٠	١٢٧	١٧٤	١١٨

المصدر: عمل الباحث بالاعتماد على نموذج (CropWAT)