

تحليل مواسم الجفاف المناخي في المرتفعات الجبلية الشمالية
والوسطى في الأردن باستخدام مؤشر المطر المعياري SPI.

أ. محمد عثمان قوقزه (باحث رئيس)

أستاذ في وزارة التربية والتعليم الأردنية

أ.د حسام هشام البليسي (باحث مشارك)

قسم الجغرافيا – كلية الآداب- الجامعة الأردنية

تحليل مواسم الجفاف المناخي في المرتفعات الجبلية الشمالية والوسطى في الأردن باستخدام مؤشر المطر المعياري SPI.

أ. محمد عثمان قوقزه (باحث رئيس) أ.د. حسام هشام البليبي (باحث مشارك)
أستاذ في وزارة التربية والتعليم الأردنية قسم الجغرافيا – كلية الآداب - الجامعة
الأردنية

تاريخ تقديم البحث: ٢٠٢٤/٩/١١ م تاريخ قبول البحث: ٢٠٢٥/٢/٢٠ م

ملخص الدراسة:

هدفت الدراسة إلى تحديد مواسم الجفاف المناخي في المرتفعات الجبلية الشمالية والوسطى في الأردن خلال المدة ١٩٨٤-٢٠٢٣، وتقييم الجفاف الموسمي والفصلي وتحليله، لتحقيق أهداف الدراسة استُخدم المنهج الوصفي التحليلي، والمؤشر المطري المعياري SPI، والمتوسطات المتحركة الخماسية، وأظهرت نتائج المؤشر SPI أنّ محطة رأس منيف وجرش ومطار عمان المدني كانت أكثر المحطات عرضةً للجفاف؛ فبلغ عدد مواسم الجفاف نحو ٢٣ موسماً، وعلى مستوى فصلي فكان فصل الخريف والشتاء الأكثر جفافاً من حيث عدد مواسم الجفاف بواقع ٢٥ موسماً، كما أظهرت نتائج المؤشر أنّ صنف معتدل الجفاف احتل المرتبة الأولى من بين جميع أصناف الجفاف فبلغ ١٨ موسماً على مستوى منطقة الدراسة، بنسبة ٤٥٪، كما بينت نتائج المتوسطات المتحركة أنّ الفترة الممتدة بين ٢٠٠٥/٢/٢٠٠٦ - ٢٠١٦/٢/٢٠١٧ هي الأطول والأشد جفافاً خلال فترة الدراسة، وبينت النتائج أيضاً أنّ عدد مواسم الجفاف أخذت بالتزايد لصالح المدة الثانية ٢٠٠٤-٢٠٢٣ فبلغ عدد مواسم الجفاف على مستوى منطقة الدراسة للفترة الأولى نحو ١٠ مواسم جافة من إجمالي الفترة البالغة ٢٠ موسماً، مقابل (١٢) موسم جاف للمدة الثانية، وتوصي الدراسة بإجراء المزيد من الدراسات المستقبلية التي تتعلق بالتغيرات المناخية والتنبؤ بمواسم الجفاف المناخي المتوقعة.

الكلمات المفتاحية: المؤشر المطري المعياري، مواسم الجفاف، المتوسطات المتحركة، أنماط الجفاف.



Analysis of climatic dry seasons in the northern and central Mountains of Jordan using the SPI index.

T. Mohammad Othman Qoqazeh (Lead researcher)

Teacher at the Jordan Ministry of Education.

Prof. Hussam Hesham Al-Bilbisi (Co-researcher)

Professor at the Geography Department - Faculty of Arts
The University of Jordan

Abstract:

The study aimed to identify the climatic drought seasons in the northern and central mountainous regions of Jordan during the period 1984-2023 and to evaluate and analyze seasonal and periodic drought. To achieve the study's objectives, the descriptive-analytical method, the Standardized Precipitation Index (SPI), and five-year moving averages were employed. The SPI results indicated that Ras Munif, Jerash, and Amman Civil Airport stations were the most affected by drought, with approximately 23 drought seasons recorded. Seasonally, autumn and winter were the most drought-prone, with 25 drought seasons. Among all the drought categories, moderate drought ranked first occurring in 18 seasons of the study area, which was 45% of all the drought events. The moving averages showed that the period between 2005/2006 and 2016/2017 was the longest and most severe drought period during the study timeframe. Furthermore, the study found that the frequency of drought seasons had an increasing trend towards the second period (2004 – 2023). Specifically, the first period recorded about 10 drought seasons out of 20 seasons, compared to 12 drought seasons in the second period. The study recommends further future research on climate change and predicting expected climatic drought seasons.

keywords: Standardized Precipitation Index, dry seasons, Moving Averages, Drought Classes



المقدمة:

يشير الجفاف إلى حدوث حالة عدم اتزان طبيعي يحصل بشكل مؤقت أو متكرر، بحيث لا يخلو أي إقليم مناخي من هذه الظاهرة، وهو من المواضيع ذات الأهمية البالغة في شتى أنحاء العالم ولا سيما في البيئات الهشّة، إذ تتباين شدته وتكراره وآثاره من مكان لآخر تبعاً لتباين النظم البيئية والظروف الاجتماعية والاقتصادية في التّطابقات المعرضة لخطر الجفاف. وتعد ظاهرة الجفاف من أشد الكوارث الطبيعية تأثيراً على نواحي الحياة البشرية المختلفة، إذ يحتل المرتبة الأولى من بين ٣١ نوعاً من الكوارث الطبيعية مثل: الفيضانات، والأعاصير المدارية، والبراكين والزلازل (العنابي، ٢٠٢١، ص ٣٩٤).

يُعرف الجفاف بأنه: ظاهرة مؤقتة ناتجة عن انحباس الأمطار أو نقصانها عن المعدل العام لفترة من الزمن (شحادة وزريقات، ٢٠١٨، ص ١٨٧)، ويوجد أربعة أنواع للجفاف؛ منها: الجفاف المناخي، والجفاف الهيدرولوجي، والجفاف الزراعي، والجفاف الاجتماعي-الاقتصادي، ويعرف الجفاف المناخي: بأنه ظرف مناخي مؤقت تقل فيه كميات الأمطار عن معدلاتها الطبيعية لفترة من الزمن قد تطول أو تقصر بحسب شدة الجفاف، أما الجفاف الهيدرولوجي فيعرف بأنه انخفاض منسوب المياه الجوفية إلى حد خطير بسبب تناقص كميات الأمطار، بينما يعرف الجفاف الزراعي بارتفاع معدلات التبخر على معدلات الأمطار الهاطلة، مما ينتج عنه عجز رطوبة التربة لإنجاح زراعة محصول معين (بلحوض، ٢٠١٨، ص ١)، وأخيراً الجفاف الاجتماعي الاقتصادي ويرتبط هذا النوع من الجفاف بالعرض والطلب ويحدث عندما يتجاوز الطلب على السلعة

الاقتصادية المعروضة (الخصائي وآخرون، ٢٠٢١، ص ٢١٧). وهناك ارتباط متتابع بين مراحل الجفاف حيث تبدأ بالجفاف المناخي، يتبعه جفاف زراعي، ثم جفاف هيدرولوجي، أخيراً ينتهي بالجفاف الاقتصادي والاجتماعي، بمعنى أن الجفاف المناخي هو المسؤول عن ظهور أنواع الجفاف الأخرى (الذريبي، ٢٠٢١، ص ٣١).

تفاقت ظاهرة الجفاف وازداد تأثيرها في العالم بشكل واضح خلال العقود الأربعة الأخيرة وذلك بسبب ظاهرة الاحتباس الحراري؛ مما أدى إلى حدوث تغيرات كثيرة في الأنماط المناخية في العالم ويعرف اليوم بالتغير المناخي (قاسم وآخرون، ٢٠٢١، ص ١). وتوقعت كثير من الدراسات انخفاضاً ملحوظاً في كميات الأمطار في شرقي البحر المتوسط بنسبة تتراوح ما بين (١٥ - ٢٥٪) بسبب التغير المناخي (Pederson, 2008)، أما في الأردن فيتوقع أن تتناقص الأمطار (١٠٪)، مما يفاقم من العجز المائي في الأردن مما يقلل من تجدد المياه الجوفية بنسبة تتراوح ما بين (٤٥ - ٦٠٪) (زيتون وشحادة، ٢٠١٦، ص ١١٨٤) و (Oroud, 2008). أما الدراسة التي أجريت في جامعة ستانفورد الأمريكية فقد أكدت على وجود تناقص في كميات الأمطار السنوية خلال الفترة الممتدة بين (١٩٩٥ - ٢٠١٣) في (١٣) محطة مناخية، وأن فترات الجفاف أصبحت تمتد من (٤ - ٥) مواسم متتالية (عنبر وشحادة، ٢٠٢٠، ص ٨٥). وتوقعت مجموعة دراسات أن حوض نهر الأردن سيشهد ازدياداً في حدة الجفاف في المدة الممتدة بين ٢٠٣١ - ٢٠٦٠م، موازنة مع توقعات بازدياد حدة حالات الجفاف وتكرارها وانخفاض حالات الجفاف

المعتدل، نتيجة تحولها لحالات جفاف شديدة (وزارة المياه والري الأردنية، ٢٠١٨، ص ١٠).

مشكلة الدراسة وتساؤلاتها:

يُعد الجفاف من الكوارث البيئية الطبيعية التي يعاني منها الأردن بأقاليمه المختلفة، وهي ظاهرة أصبحت متكررة في الأردن نتيجة تناقص كمية الأمطار وارتفاع درجة الحرارة، خصوصاً في السنوات الأخيرة، حيث أسهم تناقص كمية الأمطار وارتفاع درجة الحرارة السنوية في تزايد حالات الجفاف مما أدى إلى تراجع الغطاء النباتي وتدهور العناصر الحيوية للتربة وانخفاض مخزون المياه الجوفية. أشارت مجموعة الدراسات إلى أنّ الأردن تعرض إلى موجات جفاف متعاقبة ثلاث مرات على الأقل خلال السنوات الأربعين الماضية، ومن المتوقع أن يزداد التعاقب كل ٢٠ - ٣٠ سنة، حيث يتوقع حدوث موجة جفاف متوسطة كل ٣ إلى ٤ سنوات، وحدث موجة جفاف شديدة مرة كل ٦ إلى ٧ سنوات. من المتوقع مع ازدياد حالات الجفاف والتغير السليبي في المناخ في الأردن انخفاض وفرة المياه بنسبة تتراوح من ١٥ - ٢٠٪ (وزارة المياه والري الأردنية، ٢٠١٨، ص ١٠ - ١١). لذا تتمحور مشكلة هذه الدراسة في الإجابة على التساؤلات التالية:

- ما التباين المكاني والزماني للجفاف المناخي في منطقة الدراسة؟
- ما الآثار المتوقعة على مواسم الجفاف المناخي في منطقة الدراسة؟
- ما هي العوامل المؤثرة في تشكيل مواسم الجفاف في منطقة الدراسة؟

أهداف الدراسة:

١. تحديد مواسم الجفاف والرطوبة في المرتفعات الجبلية الشمالية والوسطى في الأردن خلال المدة الممتدة بين 1984-2023 باستخدام المؤشر المطري المعياري SPI.

٢. تقييم واقع الجفاف المناخي الفصلي والموسمي في منطقة الدراسة.

٣. دراسة الآثار المتوقعة على مواسم الجفاف المناخي في منطقة الدراسة.

٤. التعرف على العوامل المسؤولة على تشكيل مواسم الجفاف في منطقة الدراسة.

أهمية الدراسة ومبرراتها:

تناولت العديد من الدراسات ظاهرة الجفاف وتوزعها المكاني في الأردن بشكل عام والمرتفعات الجبلية بشكل خاص، وما يميز هذه الدراسة عن غيرها هو أنها تتناول تقييم الجفاف الفصلي والموسمي وتحليله من حيث شدة التكرار في المرتفعات الشمالية والوسطى في الأردن خلال العقود الأربعة الأخيرة، خلال المدة ١٩٨٤ - ٢٠٢٣، باستخدام المؤشر المطري المعياري، بالإضافة إلى عدد من الأساليب الإحصائية.

الدراسات السابقة:

تناولت العديد من الدراسات موضوع الجفاف على المستوى العالمي والإقليمي بشكل عام والأردن بشكل خاص، ومن أبرزها وأكثرها قرباً: دراسة بني دومي ٢٠٠٧، المعنونة بـ: "تحليل المناخ الشمولي في الأردن للسنة المطرية الجافة ١٩٩٨-١٩٩٩"، هدفت إلى تحليل المناخ الشمولي للطبقات

الجوية السطحية والعلوية، للوصول إلى الأسباب المسؤولة عن ظروف الجفاف، من خلال استخدام خرائط الطقس عند مستوى ضغط جوي ٥٠٠ مليبار. توصلت الدراسة إلى وجود ارتفاع في قيم الضغط الجوي عن ٥٠٠ مليبار عن المعدل، يؤدي إلى تكوين انبعاثات تسهم في تكوين مرتفعات جوية سطحية، مما يفتح المجال للرياح المدارية بالتوغل والتي تؤدي بدورها إلى تناقص الأمطار وارتفاع درجات الحرارة وسيادة الجفاف.

دراسة الريحات ٢٠٠٥، تناولت الدراسة التوزيع الجغرافي لحالات الجفاف في المرتفعات الأردنية خلال النصف الثاني من القرن العشرين لـ ٦ محطات مناخية، واستخدمت الدراسة قرينة المر PDSI لتحديد شدة حالات الجفاف في إقليم المرتفعات وتكرارها، وأظهرت نتائج الدراسة وجود تباين واضح في تكرار حالات الجفاف في إقليم المرتفعات، إذ تراوحت نسبة المواسم الجافة في المرتفعات الجنوبية ما بين ٤٤٪ - ٥٣٪، بينما تراوحت ما بين ٣٠٪ - ٣٨٪ في المرتفعات الشمالية.

دراسة زيتون ٢٠١٣، تناولت الدراسة تقييم أثر التغير المناخي في الجفاف في شمال الأردن باستخدام الاستشعار عن بعد ونظم المعلومات الجغرافية خلال المدة (١٩٧٠ - ٢٠٠٩)، استخدمت المقياس المعياري المطري (SPI) قرينة للجفاف؛ لمتابعة تكرار الجفاف وشدته، وتوصلت إلى تزايد حالات الجفاف من حيث الشدة والتكرار خلال المدة الثانية، فتراوحت عدد حالات الجفاف ما بين ٢٢-٢٤ حالة غلب عليها الجفاف الطفيف. وتوصي الدراسة بتوظيف

تقنية الاستشعار عن بعد في مراقبة الجفاف والتنبؤ به، واستخدامه في دراسات المناخ في الأردن لما فيه من توفير الوقت والجهد.

دراسة الزغول والحسبان ٢٠١٨، تناولت الدراسة تحليل فترات الجفاف في حوض نهر الزرقاء خلال المدة الممتدة ١٩٨٤ - ٢٠١٥ لأربع وعشرين محطة مناخية، باستخدام دليل المعيار المطري SPI لتقدير شدة الجفاف من خلال سلاسل الأمطار الشهرية والسنوية، واستُخدم برنامج نظم المعلومات الجغرافية GIS لإنتاج الخرائط المطرية المساحية، وتوصلت الدراسة إلى أنّ حوض نهر الزرقاء يعاني من الجفاف بدرجات متفاوتة، حيث بلغت نسبة الجفاف لجميع المحطات المدروسة نحو ٤٧,٧٪ مع وجود خمسة مواسم جافة تماماً لجميع المحطات، وكما توصلت إلى تناقص مساحة المنطقة الرطبة بنحو ٠,٨٪ خلال فترة الدراسة. وتوصي الدراسة بالحد من التوسع الزراعي في حوض الزرقاء.

دراسة الشيباب ٢٠٢٠، تناولت الدراسة أثر تذبذب شمال الأطلسي على الجفاف المناخي في الأردن خلال المدة الزمنية ١٩٧٧ - ٢٠١٦. استخدمت الدراسة نموذج بالمر PDSI، والمقياس المطري المعياري SPI، لتحديد شدة الفترات الجافة وتكرارها، أظهرت نتائج الدراسة أنه خلال مدة الدراسة ما بين ١٩٧٧ - ٢٠١٦ كانت متنوعة من حيث الجفاف والرطوبة فمنها شديد ومعتدل وطفيف، فالموسم المطري ١٩٩٨/١٩٩٩ كان الأكثر جفافاً بحسب المؤشر المطري المعياري، أما الموسم المطري ٢٠١٠/٢٠١١ فيعد الأكثر حسب مقياس بالمر.

دراسة الصباحة ٢٠٢٣، المعنونة ب: "أثر التغير المناخي على مؤشر الجفاف في الأردن: بالتكامل بين النماذج الإحصائية ونظم المعلومات الجغرافية"، هدفت الدراسة إلى تحديد تأثير التغير المناخي في مؤشر الجفاف في الأردن بناءً على السجلات المناخية طويلة الأمد لمدة (٥١) سنة، واستخدمت النماذج الإحصائية ونظم المعلومات الجغرافية. وتوصلت الدراسة إلى أن نسبة الجفاف خلال المدة ٢٠٠٨-٢٠٢٠ التي كان فيها هطول الأمطار أقل من المعدل العام ١٠٠٪. وتوصي الدراسة بأخذ التدابير اللازمة والتكيف مع التغير المناخي والحد من آثاره في القطاع الاقتصادي والاجتماعي.

دراسة العتايي ٢٠٢١، تناولت الدراسة التحليل الجغرافي للجفاف وأثره في الغطاءين النباتي والمائي في قضاء علي الغربي في العراق باستخدام مؤشر المطر المعياري (SPI) وقرينتي (NDVI) و(NDWI)، وهدفت إلى دراسة ظاهرة الجفاف المناخي باستخدام المؤشر المطري المعياري لتحديد تكرار المواسم الجافة والرطوبة في المنطقة، وآثارها في تباين الغطاء النباتي والمائي خلال المدة ١٩٨٩-٢٠١٨. بينت النتائج أنَّ فصل الخريف كان أعلى تكراراً للمواسم الجافة بواقع ٥١,٦٪، ٥٤,٨٪ لمحطتي دهلران وعلي الغربي على التوالي. وتوصي الدراسة بدراسة التغيرات المناخية والتنبؤ بموجات الجفاف المتوقعة.

دراسة علي وخوري، ٢٠٢٢، المعنونة ب: "العلاقة بين الجفاف الهيدرولوجي والجفاف المناخي في حوض نهر مرقية / سوريا". هدفت إلى دراسة التباين الزمني للجفاف المناخي وتأثير هذا التباين في الجفاف الهيدرولوجي اعتماداً على مؤشري الجفاف المناخي SPI والهيدرولوجي SDI لحوض نهر مرقية للفترة

الزمنية ١٩٨٩ - ٢٠١١. بينت النتائج وجود علاقة بين حدوث الجفاف المناخي والهيدرولوجي عند مستوى المعنوية ٩٥٪. كما بينت تحليلات الجفاف لكل من المؤشرين SPI و SDI وجود جفاف معتدل في الحوض. توصي الدراسة بإمكانية تطبيق هذه المنهجية على مناطق أخرى في الساحل السوري لتقييم التغيرات في الهطول مكانياً وزمانياً.

دراسة سهلب، ٢٠٢٣، المعنونة ب: "تقييم الجفاف باستخدام دليل المطر القياسي SPI ومؤشر الغطاء النباتي NDVI في محافظة بابل للمدة ١٩٧٧-٢٠٢١"، وهدفت الدراسة إلى تحليل الجفاف المناخي على المستوى الفصلي باستخدام مؤشر المطر القياسي لثلاث محطات مناخية، وتوصلت إلى تباين الفصلي في أنماط الجفاف، حيث جاء فصل الخريف بالمرتبة الأولى من حيث تكرار حالات الجفاف إذ تراوحت بين ٣٥-٦١٪، وتبعه فصل الشتاء ما بين ٤٤-٥٠٪، ثم فصل الربيع ما بين ٣٦,١-٣٨,٩٪.

دراسة الجنابي، ٢٠٢٣، المعنونة ب: "التحليل المناخي للجفاف وأثره على الغطاء النباتي في قضاء هيت باستخدام نظم المعلومات الجغرافية"، وهدفت الدراسة إلى تحليل ظاهرة الجفاف مناخياً وأثرها في الغطاء النباتي للمدة ١٩٨٨-٢٠٢٠، واستخدمت مؤشر المطر المعياري SPI، ونظم المعلومات الجغرافية لتحليل الجفاف، وتوصلت إلى أن صنف معتدل الجفاف احتل المرتبة الأولى بمجموع بلغ ٣٣، ثم تلاه صنف معتدل الرطوبة بتكرار ٣١، في حين كانت كان الصنفان شديد الجفاف جداً وشديد الرطوبة جداً أقل تكراراً لهما. وتوصي الدراسة بالحد من تأثير ظاهرة الجفاف باتباع الأساليب العلمية الحديثة.

دراسة الغزاوي والعتايي، ٢٠٢٤، المعنونة بـ: "تحليل الجفاف المناخي وأثره في الغطاء النباتي في محافظة واسط باستخدام مؤشر SPI، وقرينتي BSI، و CI"، وهدفت الدراسة إلى تسليط الضوء على أثر الجفاف في الغطاء النباتي، واعتمدت الدراسة على أربع محطات مناخية للمدة ١٩٩٣-٢٠٢٢، واستخدمت مؤشر SPI؛ لتحليل حالات الجفاف، وتوصلت إلى أن فئة معتدل الرطوبة سجل أعلى تكرار له، فبلغ ١٥ موسماً في محطة الكوت، تلتها فئة معتدل الجفاف إذ سجلت أعلى تكرار في محطة العزيزية بنحو ١١ موسماً. وتوصي الدراسة بإدخال تقنيات الاستشعار عن بعد RS في الدراسات المناخية، خصوصاً دراسات الجفاف والتغيرات المناخية من خلال المرئيات الفضائية والبيانات المناخية لغرض الوصول إلى دقة في النتائج.

دراسة Moccia, et al, 2022 : هدفت هذه الدراسة إلى استخدام المؤشر المعياري SPI المعتمد على دالة التوزيع الاحتمالي لجاما، معتمدة على بيانات الأمطار الشهرية خلال المدة الزمنية ١٩٥١ - ٢٠٠٠ في إيطاليا. أظهرت النتائج أن التوزيع اللوغاريتمي الطبيعي يؤدي أداءً أفضل من أداء غاما في ملاءمة بيانات الهطول الشهرية على جميع النطاقات الزمنية، مما يؤثر في خصائص الجفاف المقدر من المؤشر المعياري للهطول SPI.

دراسة Kamruzzaman, et al ٢٠٢٢ : استخدمت هذه الدراسة بيانات هطول الأمطار ودرجات الحرارة الشهرية من ٢٩ محطة مناخية لمدة ٣٩ عامًا: ١٩٨٠-٢٠١٨ لحساب قيم المؤشر المطري المعياري SPI ومؤشر التبخر SPEI. لتحديد أهمية اتجاهات خصائص الجفاف على نطاقات زمنية ومكانية

مختلفة. أظهرت نتائج الدراسة وجود انخفاض في قيم الجفاف في مناطق التلال الشرقية من بنجلادش، في حين كانت اتجاهات الجفاف المتزايدة في بقية المناطق حيث تراوحت قيم الجفاف من ٠,٠٨ - إلى ٠,١٥ - لمقياس زمني مدته ٣ أشهر، كما أظهرت النتائج وجود الجفاف في معظم المناطق الشمالية الغربية من منطقة الدراسة.

تميزت هذه الدراسة عن غيرها من الدراسات السابقة بأنها تناولت التقنيات العلمية في تحليل مواسم الجفاف في المرتفعات الجبلية الشمالية والوسطى من المملكة الأردنية الهاشمية خلال المدة 1984 - ٢٠٢٣ وتفسيرها؛ من أجل الوصول إلى النتائج الدقيقة والفهم العميق لظاهرة الجفاف المناخي في المنطقة.

حدود منطقة الدراسة:

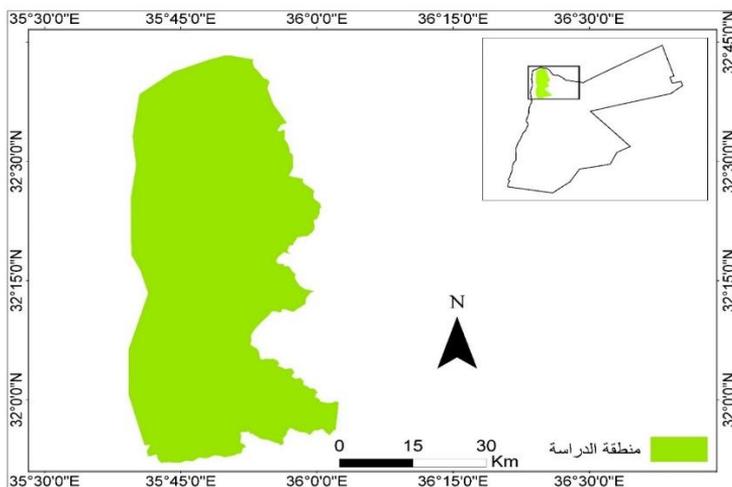
اقتصرت منطقة الدراسة على المرتفعات الشمالية والوسطى من الأردن المحصورة بين خطي طول $35^{\circ} 40'$ - $36^{\circ} 00'$ شرقاً، ودائرتي عرض $32^{\circ} 38'$ - $31^{\circ} 50'$ شمالاً، وتبلغ مساحتها حوالي ٢٤٢١ كم^٢، (المركز الجغرافي الملكي، ٢٠٢٣) الشكل ١. ويتراوح ارتفاعها ما بين ٦٠٠ إلى ١٢٠٠ متر فوق سطح البحر الشكل ٢. وتمتاز المنطقة بأنها أكثر الأقاليم الأردنية هطولاً للأمطار، ويزيد معدل الهطول المطري السنوي على ٢٥٠ ملم، وتقع منطقة الدراسة ضمن ثلاثة أقاليم مناخية رئيسة: مناخ معتدل بارد، ومناخ معتدل دافئ، والاستبس الدافئ. وتمتد منطقة الدراسة جغرافياً من نهر اليرموك شمالاً حتى وادي الحسبان جنوباً، وتشمل مرتفعات عجلون والبلقاء، وتتصف السفوح الغربية لتلك المرتفعات بأنها شديدة الانحدار بينما السفوح الشرقية

قليلة الانحدار (مخامرة والحسبان، ٢٠١٤، ص ٤٣). وتمثل منطقة الدراسة في ست محطات مناخية هي: إربد، رأس منيف، جرش، السلط، صويلح، مطار عمان المدني.

الحدود الزمنية:

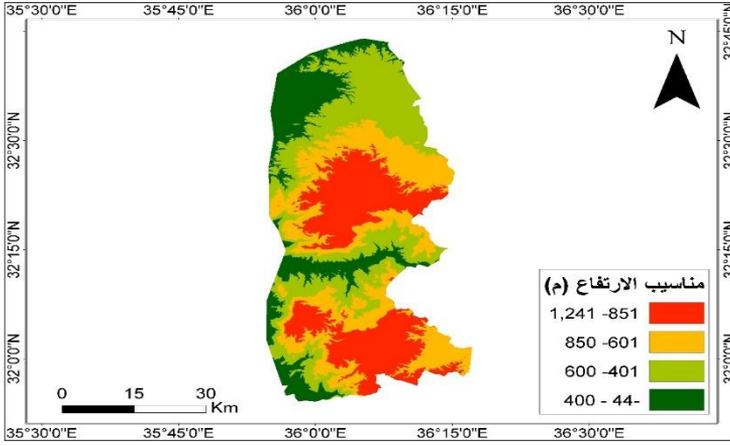
حددت الدراسة بمدة زمنية تمتد من (١٩٨٤-٢٠٢٣)، وهي مدة زمنية مناسبة من حيث تكامل البيانات المناخية للمحطات المحددة في الدراسة؛ إذ إنّ العقود السابقة لهذه المدة لم تكن متكاملة في البيانات المناخية بشكل كامل؛ فبعض المحطات تمتلك سجلات قديمة بينما بعضها الآخر لا يمتلك، لذا استُبعدت المحطات التي يكون فيها الانقطاع والاعتماد على المحطات الموضحة في الجدول ١.

الشكل ١. الموقع الجغرافي والفلكي لمنطقة الدراسة



إعداد الباحثين اعتماداً على المركز الجغرافي الملكي، بيانات غير منشورة، ٢٠٢٣.

الشكل ٢. مناسيب الارتفاع لمنطقة الدراسة



إعداد الباحثين اعتماداً على المركز الجغرافي الملكي، بيانات غير منشورة، ٢٠٢٣.

الجدول ١. إحدائيات المحطات المناخية في منطقة الدراسة

المحطة	الارتفاع م	خط الطول (شرقاً)	دائرة العرض (شمالاً)	المنطقة التي تمثلها المحطة
إربد	٦١٦	35° 51'	32° 33'	المرتفعات الشمالية
رأس منيف	١١٥٠	35° 45'	32° 22'	المرتفعات الشمالية
جرش	٧٣٠	35° 54'	32° 17'	المرتفعات الشمالية
صويلح	١٠٥٠	35° 54'	32° 00'	المرتفعات الوسطى
مطار عمان المدني	٧٧٢	35° 59'	31° 59'	المرتفعات الوسطى
السلط	٧٩٦	35° 44'	32° 02'	المرتفعات الوسطى

إعداد الباحثين اعتماداً على دائرة الأرصاد الجوية الأردنية، بيانات غير منشورة ٢٠٢٣.

منهجية الدراسة:

اعتمدت الدراسة المنهج الوصفي التحليلي في حساب مواسم الجفاف المناخي في المرتفعات الجبلية الشمالية والوسطى من الأردن خلال مدة زمنية تصل إلى ٤٠ موسماً مطرياً يبدأ من شهر تشرين الأول حتى شهر آيار للمدة ١٩٨٤ - ٢٠٢٣ باستخدام المؤشر المعياري للهطول SPI.

جمع البيانات:

- المصادر المكتبية ذات العلاقة بموضوع الدراسة وتشمل: الكتب والأبحاث والدوريات والمجلات العلمية والدراسات المنشورة وغير المنشورة.
- البيانات الصادرة عن دائرة الأرصاد الجوية ووزارة المياه والري الأردنية، وتشمل البيانات الشهرية والسنوية للأمطار، للمدة ١٩٨٤ - ٢٠٢٣، حيث اختيرت عينة من المحطات المناخية الأردنية التي تقع ضمن المرتفعات الشمالية والوسطى في الأردن، والتي يزيد ارتفاعها على ٦٠٠ متر عن مستوى سطح البحر، بحيث اختيرت هذه المحطات لتكون ممثلة لمنطقة الدراسة، وهي: إربد، رأس منيف، جرش، السلط، مطار عمان المدني، صويلح.

تبويب البيانات ومعالجتها:

- بُوِّبَت بيانات الأمطار الشهرية والسنوية، وإعداد الجداول والأشكال البيانية ذات علاقة بموضوع الدراسة، باستخدام برمجية مايكروسوفت Microsoft Excel, 2019.

- معالجة البيانات: تم معالجة بيانات الأمطار من خلال اختبار التوزيع الطبيعي Tests of Normality، باستخدام حزمة العلوم الاجتماعية SPSS لبيانات

الأمطار الخام لـ ٤٠ موسماً مطرياً وتحويل التوزيع التكراري إلى توزيع طبيعي قبل تطبيق معادلة حساب المؤشر المطري المعياري على المحطات المناخية، فقد تبين من اختبار التوزيع الطبيعي أنّ جميع المحطات تتوزع توزيعاً طبيعياً باستثناء محطة السلط، فإن أمطارها لا تتوزع توزيعاً طبيعياً، لذا حوّل التوزيع التكراري للأمطار فيها إلى توزيع طبيعي، ومن ثم حساب قيمة الجفاف منها.

ويبين الجدول ٢ قيم كولموروف-سيمنوروف Kolmogorov-Smirnov، كذلك قيمة مستوى الدلالة الإحصائية قبل التوزيع الطبيعي للبيانات وبعده، حيث نلاحظ قيمة K-S المحسوبة لمحطة السلط أنّها انخفضت بعد تعديل بياناتها من ٠,١٨١ إلى ٠,١٢، كما أنّ مستوى الدلالة الإحصائية للتوزيع الطبيعي للبيانات قد ارتفعت من ٠,٠٠٢ إلى ٠,٠١٩، مما يشير إلى أنّ بيانات محطة السلط تتوزع توزيعاً طبيعياً ذا دلالة إحصائية أكبر من ٠,٠٠٥.

الجدول ٢. خصائص التوزيع الطبيعي Tests of Normality لبيانات الأمطار في

منطقة الدراسة

المحطة	قيمة Kolmogorov-Smirnov	الدلالة الإحصائية قبل تحويل البيانات Sig	قيمة Kolmogorov-Smirnov	الدلالة الإحصائية بعد تحويل البيانات Sig
إربد	.144	.035	.144	.035
رأس منيف	.128	.097	.128	.097
جرش	.113	.200	.113	.200
السلط	.181	.002	.157	.019
صويلح	.125	.119	.125	.119
مطار عمان المدني	.157	.014	.157	.014

إعداد الباحثين

الأساليب الكمية:

١. المؤشر المطري المعياري Standardized Precipitation Index:

يعد هذا الأسلوب من أكثر المؤشرات شيوعاً في تقييم فترات الجفاف، وهذا المؤشر طوره (McKee, et al. ١٩٩٣)، لتحديد السنوات الجافة والرطبة، (الشجيري والهدال، ٢٠١٩، ص ٨٦). حيث تُحسب قيم المؤشر SPI لفترات زمنية مختلفة تبدأ من الشهور ٣، ٦، ١٢، ٢٤ يحدده الهدف من التحليل (McKee, et al. ١٩٩٣)، ويعد دليل المؤشر المطري المعياري SPI دليلاً نسبياً لتحليل الفترات الجافة والرطبة وتصنيفها، الذي يتعامل مع كل محطة مناخية مستقلة عن المحطات الأخرى، ويكون مجموع الأمطار الحد الفاصل في

المحطة بين المدة الجافة والرطوبة، والمدة الجافة لا ترتبط بالمحطات المناخية ذات مجاميع هطول منخفضة، ولا ترتبط المدة الرطبة في المحطات ذات مجاميع هطول عالية (العيساوي، ٢٠٢٠، ص ٢٣).

أوضح (McKee, et al. ١٩٩٣) أنّ فترة الجفاف تبدأ عندما تكون قيمة المؤشر SPI في السالب حيث إن الجفاف يكون في أشده عندما تكون القيمة -٢، وعندما تكون قيمة SPI موجبة تكون السنة رطبة، وقد صنف (McKee) المؤشر المطري المعياري إلى ثماني فئات تصنف حالة المطر ما بين الجفاف والرطوبة كما هو في الجدول ٣.

الجدول ٣. تصنيف المؤشر المطري المعياري SPI

التصنيف	قيم المؤشر المطري المعياري SPI
شديد الرطوبة جداً	≥ 2
شديد الرطوبة	1.50 to 1.99
متوسط الرطوبة	1 to 1.49
معتدل الرطوبة	0 to 0.99
جاف طفيف	-0.99 to 0
جاف متوسط	-1.49 to -1
شديد الجفاف	-1.99 to -1.50
شديد الجفاف جداً	≤ -2

إعداد الباحثين اعتماداً على McKee, et al. 1993

تحليل النتائج ومناقشتها:

١. أنماط الجفاف والرطوبة طبقاً لمؤشر المطر المعياري:

١.١. تباين أنماط الجفاف والرطوبة طبقاً لنتائج مؤشر المطر المعياري على مستوى المحطات:

يظهر من نتائج تحليل مؤشر المطر المعياري أنَّ هنالك تبايناً في تكرار الجفاف بين المحطات في منطقة الدراسة ونسبة أنماطه، ويمكن توضيح ذلك التباين من الجدول ٤ على النحو الآتي:

- **معتدل الجفاف:** احتل هذا الصنف المرتبة الأولى من بين التكرارات خلال المواسم المطرية حيث بلغ أعلى تكرار له في محطة مطار عمان المدني، ورأس منيف، وجرش، وإربد نحو ٢١، ٢٠، ١٩، ١٧ تكراراً بنسبة ٥٢,٥٪، ٥٠٪، ٤٧,٥٪، ٤٢,٥٪ من مجموع التكرارات لبقية الأصناف على التوالي، أما في محطتي السلط، وصويلح فبلغت ١٥، ١٤ تكراراً بنسبة ٣٧,٥٪، و٣٥٪ على التوالي. الشكل ٣-٨.

- **متوسط الجفاف:** جاء هذا الصنف في المرتبة الثالثة من حيث التكرار، إذ بلغ أعلى تكرار له في محطة إربد بواقع ٤ تكرارات بنسبة ١٠٪، بينما تراوحت التكرارات ما بين ١ - ٣ سنوات في بقية المحطات.

- **شديد الجفاف:** سجل هذا الصنف سنة واحدة فقط للمحطات إربد، ورأس منيف، والسلط، ومطار عمان المدني، بنسبة ٢,٥٪.

- **شديد الجفاف جداً:** احتل المرتبة الأخيرة من حيث تكرار مواسم الجفاف، إذ سجلت المحطات رأس منيف، وجرش، والسلط سنة واحدة لكل منهما.
- **معتدل الرطوبة:** جاء هذا الصنف بالمرتبة الثانية من حيث التكرار خلال المواسم المطرية، حيث بلغ أعلى تكرار له في محطتي صويلح، والسلط بواقع ١٩، ١٧ تكراراً، بنسبة ٤٧,٥٪، ٤٢,٥٪ على التوالي، أما في بقية المحطات فتراوحت بين ١٢ - ١٥ سنة بنسبة بين ٣٠٪ - ٣٧,٥٪.
- **متوسط الرطوبة:** سجل هذا الصنف ٣ تكرارات في محطة رأس منيف بنسبة ٧,٥٪، أما في محطة جرش، وصويلح، ومطار عمان المدني فبلغ نحو سنتين، وسنة واحدة في محطة إربد، والسلط.
- **شديد الرطوبة:** سجل هذا الصنف تكراراً ما بين سنتين لمحطة مطار عمان المدني، وسنة واحدة في محطتي السلط، وصويلح.
- **شديد الرطوبة جداً:** تراوحت التكرارات ما بين سنتين في محطات إربد، رأس منيف، وجرش إلى سنة واحدة للمحطات السلط، وصويلح، ومطار عمان المدني.

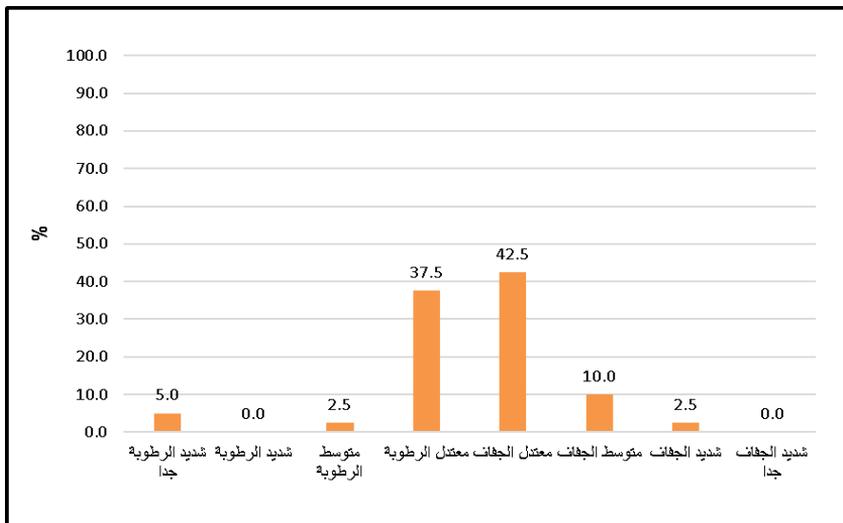
الجدول ٤. تكرار أنماط الجفاف في المحطات المناخية للمدة ١٩٨٣/١٩٨٤ -

٢٠٢٢/٢٠٢٣

أنماط الجفاف	إزبد	رأس منيف	جرش	السلط	صويلح	مطار عمان المدني
	التكرار	التكرار	التكرار	التكرار	التكرار	التكرار
شديد الرطوبة جدا	2	2	2	1	1	1
شديد الرطوبة	0	0	0	1	1	2
متوسط الرطوبة	1	3	2	1	2	2
معتدل الرطوبة	15	12	13	17	19	12
معتدل الجفاف	17	20	19	15	14	21
متوسط الجفاف	4	1	3	3	3	1
شديد الجفاف	1	1	0	1	0	1
شديد الجفاف جدا	0	1	1	1	0	0
المجموع	40	40	40	40	40	40

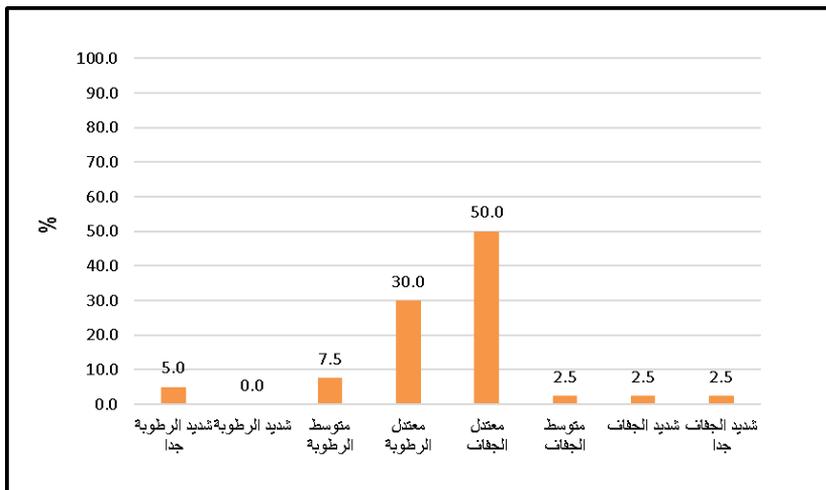
إعداد الباحثين

الشكل ٣. التكرار النسبي لأنماط الجفاف والرطوبة في محطة إربد



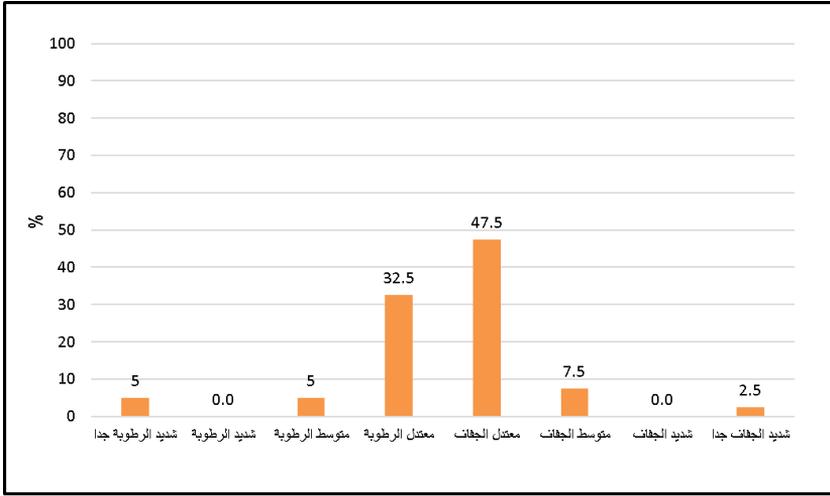
إعداد الباحثين

الشكل ٤. التكرار النسبي لأنماط الجفاف والرطوبة في محطة رأس منيف



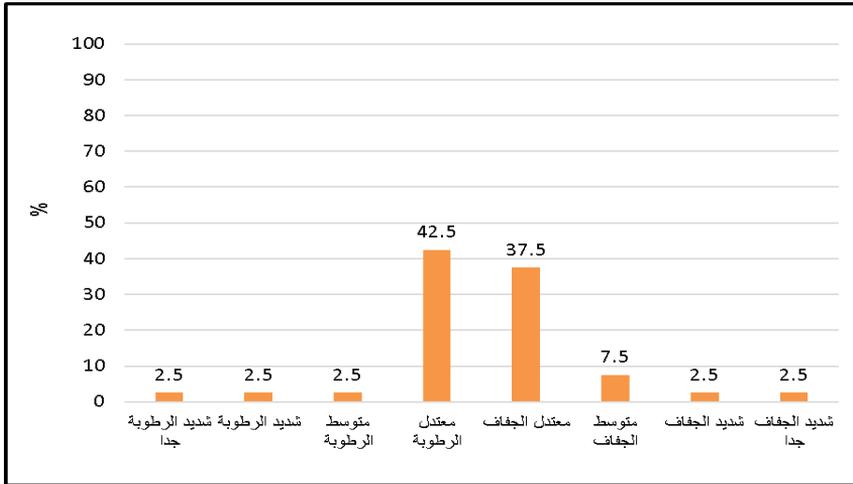
إعداد الباحثين

الشكل ٥. التكرار النسبي لأنماط الجفاف والرطوبة في محطة جرش



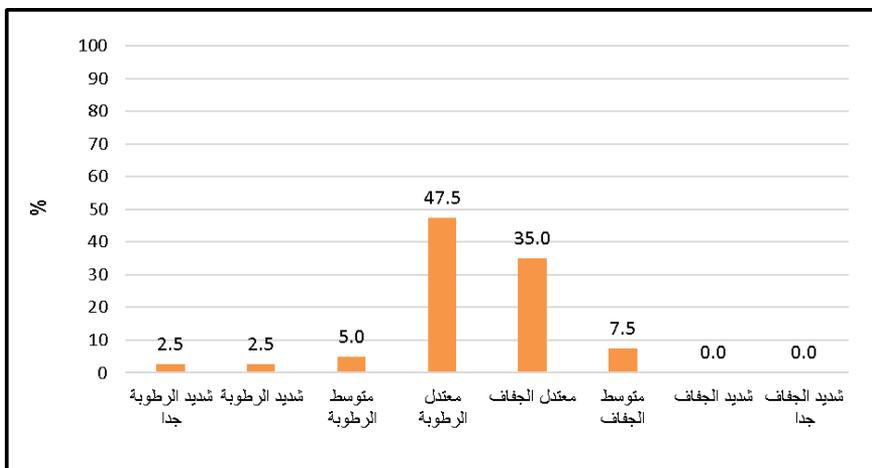
إعداد الباحثين

الشكل ٦. التكرار النسبي لأنماط الجفاف والرطوبة في محطة السلط



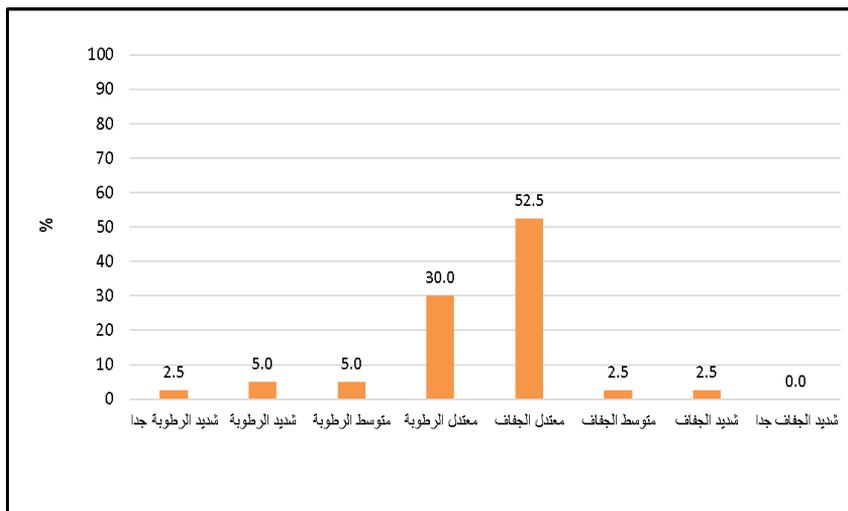
إعداد الباحثين

الشكل ٧. التكرار النسبي لأنماط الجفاف والرطوبة في محطة صويلح



إعداد الباحثين

الشكل ٨. التكرار النسبي لأنماط الجفاف والرطوبة في محطة مطار عمان المدني



إعداد الباحثين

١,٢ تكرار فترات الجفاف والرطوبة على مستوى محطات منطقة الدراسة:
يلاحظ من الجدول ٥ - ١٠ الفترات الجافة والرطبة في محطات الدراسة، ونعني بالمدة التكرار موسمين متتاليين أو أكثر للجفاف، وقد كانت أطول فترة الجفاف في محطة السلط بلغت ٦ مواسم متتالية من ٢٠٠١/٢٠٠٠ - ١٩٩٦/١٩٩٥، تليها محطة صويلح بنحو ٥ مواسم من ٢٠٠٣/٢٠٠٤ إلى ٢٠٠٧/٢٠٠٨، حين كانت بواقع ٤ مواسم في المحطات إربد، ورأس منيف، وجرش، ومطار عمان المدني في مواسم مطرية مختلفة. أما أطول فترة رطوبة فكانت في محطتي السلط، وصويلح للمدة ١٩٨٩/١٩٩٠ - ١٩٩٢/١٩٩٣، ٢٠١٧/٢٠١٨ - ٢٠٢٠/٢٠٢١ على التوالي بواقع ٤ مواسم رطبة. ونلاحظ أن عدد فترات الجفاف التي تزيد على سنة قد ازدادت من حيث التكرار والمدة خلال المدة الثانية موازنة بالمدة الأولى في جميع المحطات باستثناء محطة السلط التي انخفضت فيها فترات الجفاف من ٣ مواسم إلى موسم واحد جاف.

الجدول ٥. الفترات الجافة والرطبة في محطة إربد للمدة ١٩٨٣/١٩٨٤ -

٢٠٢٢/٢٠٢٣

المواسم الرطبة		المواسم الجافة	
طول المدة	المواسم المطرية	طول المدة	المواسم المطرية
1	1985/1984	1	1984/1983
2	1988/1987-1987/1986	1	1986/1985
1	1990/1989	1	1989/1988
2	1993/1992-1992/1991	1	1991/1990
2	1998/1997-1997/1996	3	1996/1995-1994/1993
2	2003/2002-2002/2001	3	2001/2000-1999/1998
1	2005/2004	1	2004/2003
1	2009/2008	3	2008/2007-2006/2005
2	2013/2012-2012/2011	2	2011/2010-2010/2009
3	2020/2019-2018/2017	4	2017/2016-2014/2013
1	2023/2022	2	2022/2021-2021/2020
18		22	المجموع

إعداد الباحثين

الجدول ٦. الفترات الجافة والرطبة في محطة رأس منيف للمدة ١٩٨٣/١٩٨٤ -

٢٠٢٢/٢٠٢٣

المواسم الرطبة		المواسم الجافة	
طول المدة	المواسم المطرية	طول المدة	المواسم المطرية
2	1988/1987- 1987/1986	3	1986/1985-1984/1983
2	1993/1992-1992/1991	3	1991/1990-1989/1988
1	1995/1994	1	1994/1993
2	1998/1997-1997/1996	1	1996/1995
2	2003/2002-2001/2000	3	2001/2000 -1999/1998
1	2005/2004	1	2004/2003
1	2007/2006	1	2006/2005
2	2013/2012- 2012/2011	4	2011/2010- 2008/2007
1	2015/2014	1	2014/2013
2	2020/2019-2019/2018	3	2018/2017-2016/2015
1	2023/2022	2	2022/2021- 2021/2020
17		23	المجموع

إعداد الباحثين

الجدول ٨. الفترات الجافة والرطبة في محطة جرش للمدة ١٩٨٣/١٩٨٤ -

٢٠٢٢/٢٠٢٣

المواسم الرطبة		المواسم الجافة	
طول المدة	المواسم المطرية	طول المدة	المواسم المطرية
1	1988/1987	4	1987/1986-1984/1983
2	1993/1992-1992/1991	3	1991/1990-1989/1988
1	1995/1994	1	1994/1993
2	1998/1997-1997/1996	1	1996/1995
2	2003/2002-2002/2001	3	2001/2000-1999/1998
1	2005/2004	1	2004/2003
1	2007/2006	1	2006/2005
1	2010/2009	2	2009/2008-2008/2007
1	2012/2011	1	2011/2010
2	2016/2015-2015/2014	2	2014/2013-2013/2012
2	2020/2019-2019/2018	2	2018/2017-2017/2016
1	2023/2022	2	2022/2021-2021/2020
17		23	المجموع

إعداد الباحثين

الجدول ٩. الفترات الجافة والرطبة في محطة السلط للمدة ١٩٨٣/١٩٨٤ -

٢٠٢٢/٢٠٢٣

المواسم الرطبة		المواسم الجافة	
طول المدة	المواسم المطرية	طول المدة	المواسم المطرية
3	1989/1998-1987/1986	3	1986/1985-1984/1993
2	1993/1992-1992/1991	2	1991/1990-1990/1989
1	1995/1994	1	1994/1993
2	2003/2002-2002/2001	6	2001/2000-1996/1995
3	2007/2006-2005/2004	1	2004/2003
1	2010/2009	2	2009/2008-2008/2007
2	2013/2012-2012/2011	1	2011/2010
1	2015/2014	1	2014/2013
4	2021/2020-2018/2017	2	2017/2016-2016/2015
1	2023/2022	1	2022/2021
20		20	المجموع

إعداد الباحثين

الجدول ٩. الفترات الجافة والرطبة في محطة صويلح للمدة ١٩٨٣/١٩٨٤ -

٢٠٢٢/٢٠٢٣

المواسم الرطبة		المواسم الجافة	
طول المدة	المواسم المطرية	طول المدة	المواسم المطرية
2	1985/1984 - 1984/1983	1	1986/1985
2	1988/1987 - 1987/1986	1	1989/1988
4	1993/1992 - 1990/1989	1	1994/1993
1	1995/1994	2	1997/1996 - 1996/1995
1	1998/1997	3	2001/2000 - 1999/1998
2	2003/2002 - 2002/2001	5	2008/2007 - 2004/2003
2	2010/2009 - 2009/2008	1	2011/2010
1	2012/2011	2	2014/2013 - 2013/2012
2	2016/2015 - 2015/2014	2	2018/2017 - 2017/2016
2	2020/2019 - 2019/2018	1	2021/2020
2	2023/2022 - 2022/2021		
21		19	المجموع

إعداد الباحثين

الجدول ١٠. الفترات الجافة والرطبة في محطة مطار عمان المدني للمدة ١٩٨٤/١٩٨٣

٢٠٢٣/٢٠٢٢ -

المواسم الرطبة		المواسم الجافة	
طول المدة	المواسم المطرية	طول المدة	المواسم المطرية
1	1985/1994	1	1984/1993
2	1988/1987 - 1987/1986	1	1986/1985
2	1993/1992 - 1992/1991	3	1991/1990 - 1989/1988
1	1995/1994	1	1994/1993
2	1998/1997 - 1997/1996	1	1996/1995
2	2003/2002 - 2002/2001	3	2001/200 - 1999/1998
1	2005/2004	1	2004/2003
		4	2009/2008 - 2006/2005
1	2010/2009	1	2011/2010
1	2012/2011	2	2014/2013 - 2013/2012
1	2015/2014		
2	2020/2019 - 2019/2018	3	2018/2017 - 2016/2015
1	2023/2022	2	2022/2021 - 2021/2020
17		23	الاجموع

إعداد الباحثين

١,٣ الموازنة النسبية بين مواسم الجفاف والرطوبة طبقاً للمؤشر المطري المعياري على مستوى المحطات:

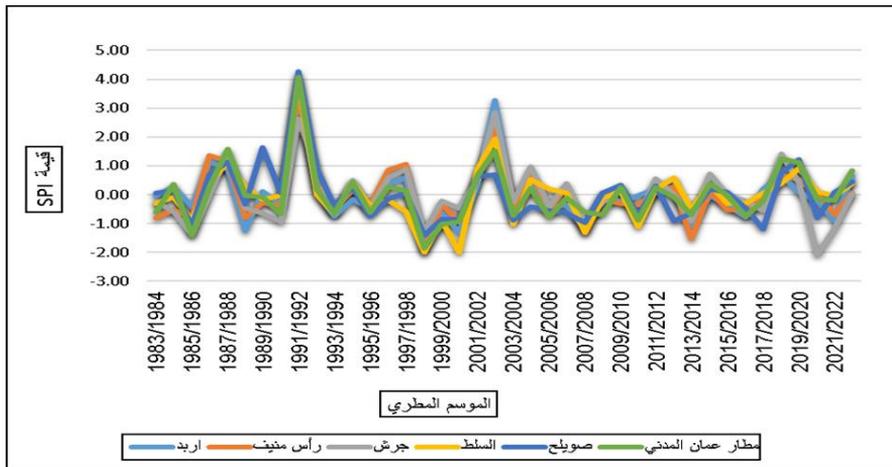
يتبين من جدول ١١ أن عدد مواسم الجفاف تراوحت ما بين ١٩ - ٢٣ موسماً في فترة الدراسة في جميع المحطات المناخية، حيث بلغ عدد مواسم الجفاف في محطة رأس منيف، وجرش، ومطار عمان المدني نحو ٢٣ موسماً جافاً، ما نسبته ٥٧,٥٪ في كل منهما، مقابل ١٧ موسماً رطباً أي ما نسبته ٤٢,٥٪ لكل منهما، أما محطة إربد فبلغ نحو ٢٢ موسماً جافاً بنسبة ٥٥٪ مقابل ١٨

موسماً رطباً بنسبة ٤٥٪، أما في محطتي صويلح والسلط فبلغ بين ١٩-٢٠ موسماً جافاً على التوالي، أما على مستوى منطقة الدراسة ككل فبلغ عدد مواسم الجفاف نحو ٢٢ موسماً جافاً بنسبة ٥٥٪ مقابل ١٨ موسماً رطباً بنسبة ٤٥٪. يلاحظ من الرسم البياني الشكل ٩ أن هناك تطابقاً واضحاً إلى درجة ما لقيم الجفاف في جميع المحطات المناخية، مع وجود بعض الاختلافات البسيطة بين المواسم الجافة والرطبة، ويلاحظ أيضاً وجود موسمين أكثر رطوبة خلال فترة الدراسة: الموسم المطري ١٩٩١/١٩٩٢، والموسم ٢٠٠٢/٢٠٠٣، ووجود ثلاثة مواسم أكثر جفافاً: الموسم المطري ١٩٩٨/١٩٩٩، وموسم ٢٠٠٠/٢٠٠١، وموسم ٢٠٠٧/٢٠٠٨. كما يلاحظ أن فترات الجفاف أخذت بالتزايد خلال العقدين الأخيرين من فترة الدراسة وخصوصاً بعد موسم ٢٠٠٢/٢٠٠٣.

الجدول ١١. عدد مواسم الجفاف والرطوبة في المحطات بحسب مؤشر المطر المعياري SPI

مواسم الجفاف والرطوبة				المحطة
النسبة المئوية %	المواسم الرطبة	النسبة المئوية %	المواسم الجافة	
45	18	55	22	إبد
42.5	17	57.5	23	رأس منيف
42.5	17	57.5	23	جرش
50	20	50	20	السلط
52.5	21	47.5	19	صويلح
42.5	17	57.5	23	مطار عمان المدني
45	18	55	22	منطقة الدراسة

الشكل ٩. قيم مؤشر المطر المعياري في محطات الدراسة للمدة ١٩٨٣-٢٠٢٣



إعداد الباحثين

١,٤ شدة مواسم الجفاف لفترتين زمنيتين مختلفتين ١٩٨٣/١٩٨٤ -

: ٢٠٠٢/٢٠٠٣، ٢٠٠٣/٢٠٠٤ - ٢٠٢٢/٢٠٢٣

بينت نتائج SPI أن عدد مواسم الجفاف تزايد تزايداً ملحوظاً في معظم محطات الدراسة خلال فترة الدراسة الممتدة بين ١٩٨٣/١٩٨٤ - ٢٠٢٢/٢٠٢٣، حيث تزايد عدد مواسم الجفاف عن المواسم الرطبة لصالح المدة الثانية الممتدة بين ٢٠٠٣/٢٠٠٤ - ٢٠٢٢/٢٠٢٣، فقد تزايد عدد مواسم الجفاف في محطة مطار عمان المدني من ١٠ إلى ١٣ موسماً، أي ما نسبته ٥٠٪ - ٦٥٪ بمقدار تزايد ١٥٪. بين الفترتين، أما في محطة صويلح فقد ازداد ٨ إلى ١١ موسماً، بنسبة ٤٠٪ إلى ٥٥٪، وفي محطة إربد تزايد من ١٠ إلى ١٢ موسماً، بنسبة ٥٠٪ - ٦٠٪، وفي محطة رأس منيف ازداد من ١١ إلى ١٢ موسماً، ما نسبته ٥٥٪ إلى ٦٠٪. بينما في محطتي جرش والسلط فقد تناقص عدد مواسم

الجفاف خلال المدة الثانية، ففي محطة جرش تناقص من ١٢ إلى ١١ موسماً، وفي محطة السلط من ١٢ إلى ٨ بنسبة تناقص ٢٠٪ بين الفترتين، وعلى مستوى منطقة الدراسة تزايد من ١٠ إلى ١٢ موسماً، أي ما نسبته ٥٠٪ - ٦٠٪، الجدول ١٢.

إنَّ التزايد في عدد مواسم الجفاف في معظم محطات منطقة الدراسة يعد دليلاً على وجود تغير مناخي متوقع في المنطقة.

الجدول ١٢. شدة مواسم الجفاف لفترتين زمنيتين مختلفتين: الأولى ١٩٨٤ - ٢٠٠٣، والثانية ٢٠٠٤ - ٢٠٢٣

النسبة المئوية %		فترة الدراسة خلال ٤٠ موسماً مطريا		المحطة
المدة الثانية	المدة الأولى	المدة الثانية ٢٠٠٣/٢٠٠٤ ٢٠٢٢/٢٠٢٣-	المدة الأولى ١٩٨٣/١٩٨٤ - ٢٠٠٢/٢٠٠٣	
60	50	12	10	إربد
60	55	12	11	رأس منيف
55	60	11	12	جرش
40	60	8	12	السلط
55	40	11	8	صويح
65	50	13	10	مطار عمان المدني
60	٥٠	12	10	منطقة الدراسة

إعداد الباحث

١,٥ المتوسطات المتحركة للجفاف في المحطات المناخية:

استُخدمت في هذه الدراسة المتوسطات المتحركة الخماسية للتخلص من القيم المتطرفة للجفاف في المحطات المناخية، وأظهرت نتائج المتوسطات الآتية:

- يلاحظ من الشكل ١٠ أن قيم المتوسطات المتحركة الخماسية تدل على وجود ثلاث فترات للجفاف في محطة إربد: المدة الأولى من ١٩٩٥/١٩٩٦ - ٢٠٠٠/٢٠٠١، والثانية من ٢٠٠٥/٢٠٠٦ - ٢٠٠٩/٢٠١٠، والثالثة من ٢٠١١/٢٠١٢ - نهاية فترة الدراسة.

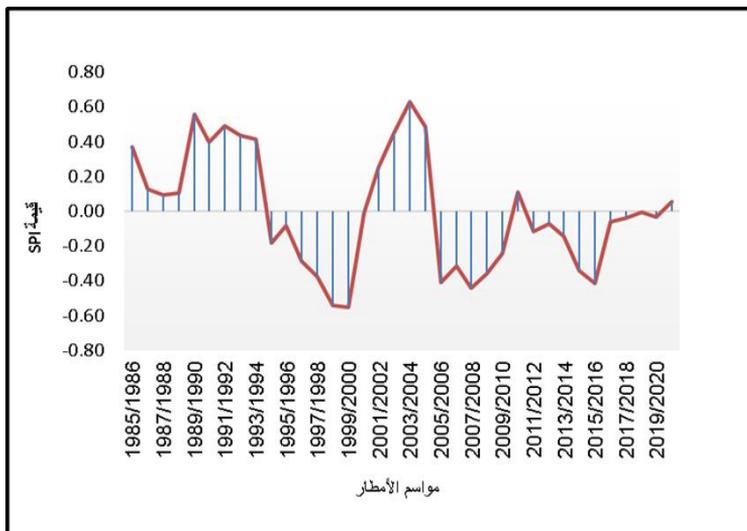
- في محطة رأس منيف يلاحظ من الشكل ١١ أنّ المنحنى البياني للمتوسطات المتحركة أظهر فترتين للجفاف: الأولى من ١٩٩٥/١٩٩٦ - ٢٠٠٠/٢٠٠١، والثانية من ٢٠٠٥/٢٠٠٦ - ٢٠١٦/٢٠١٧، وهي أطول وأشد فترة جفاف في رأس منيف، حيث استمرت أكثر من ١١ سنة.

- يلاحظ من الشكل ١٢ أن المنحنى البياني للمتوسطات أظهر وجود خمس فترات للجفاف: الأولى من ١٩٨٥/١٩٨٦ - ١٩٨٨/١٩٨٩، والثانية من ١٩٩٧/١٩٩٨ - ٢٠٠٠/١٩٩٩، والثالثة من ٢٠٠٥/٢٠٠٦ - ٢٠١٢/٢٠١٣، والرابعة من ٢٠١٤/٢٠١٥ - ٢٠١٥/٢٠١٦، والخامسة من ٢٠١٨/٢٠١٩ إلى نهاية فترة الدراسة، وتعد المدة الآخيرة أشد فترات الجفاف في جرش.

- ظهرت في محطة السلط فترتان للجفاف؛ المدة الأولى من ١٩٩٥/١٩٩٦ - ٢٠٠٠/٢٠٠١، والثانية من ٢٠٠٥/٢٠٠٦ - ٢٠١٥/٢٠١٦، وتعد المدة الأولى أشد الحالات جفافاً خصوصاً موسم ١٩٩٨/١٩٩٩، الشكل ١٣.
- يلاحظ من الشكل ١٤ أنّ المنحنى البياني للمتوسطات المتحركة أظهر وجود أطول وأشد فترات جفاف في محطة صويلح استمرت ١٣ حالة جفاف من موسم ١٩٩٥/١٩٩٦ - ٢٠١٨/٢٠١٩.
- في محطة مطار عمان المدني يلاحظ من الشكل ١٥ أن المنحنى البياني شهد فترتين للجفاف، المدة الأولى من ١٩٨٤/١٩٩٥ - ٢٠٠١/٢٠٠٢، والثانية من ٢٠٠٥/٢٠٠٦ - ٢٠١٤/٢٠١٥، تعد المدة الأولى أشد جفافاً، بينما الثانية أطول فترات الجفاف في مطار عمان المدني.
- يلاحظ مما سبق من المنحنيات البيانية للمتوسطات المتحركة وجود أطول فترات للجفاف وأشدّها في جميع المحطات خلال المدة الممتدة بين ٢٠٠٥/٢٠٠٦ - ٢٠١٦/٢٠١٧ خلال فترة الدراسة.

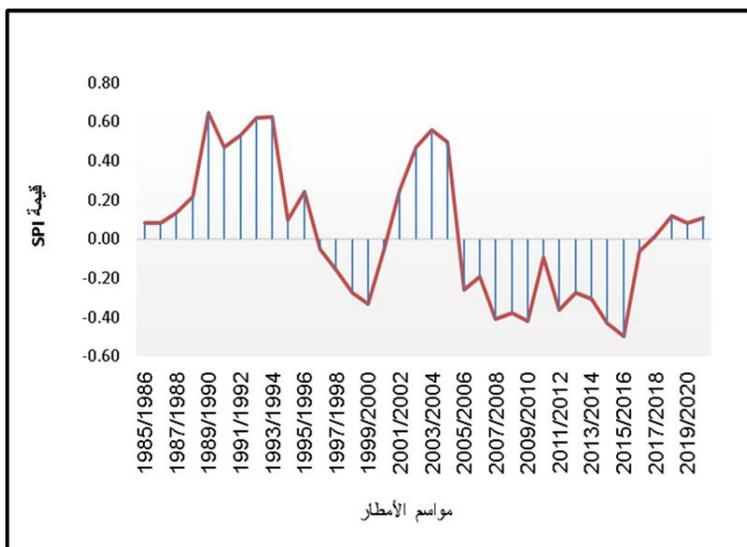
الشكل ١٠. منحنيات المتوسطات المتحركة لفترات الجفاف في إربد للمدة ١٩٨٤ -

٢٠٢٣



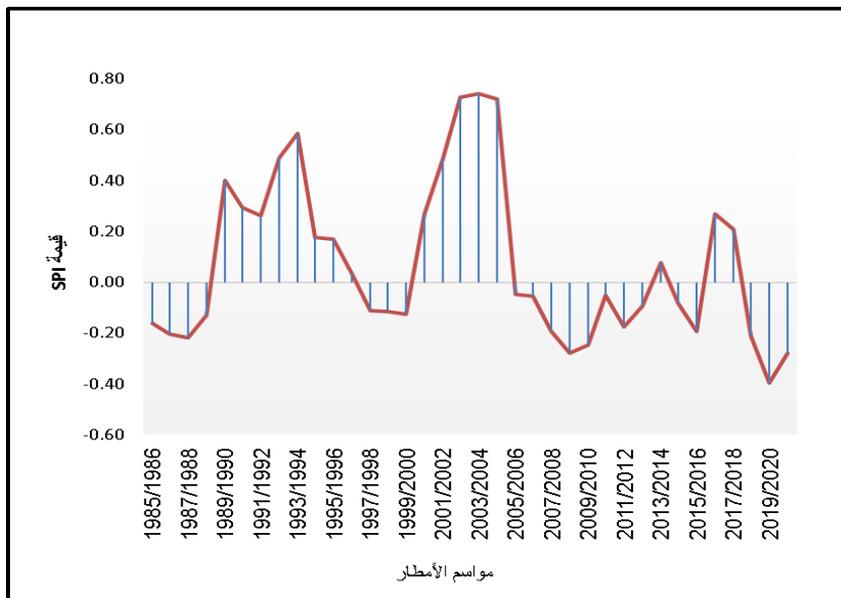
الشكل ١١. منحنيات المتوسطات المتحركة لفترات الجفاف في رأس منيف للمدة

١٩٨٤ - ٢٠٢٣



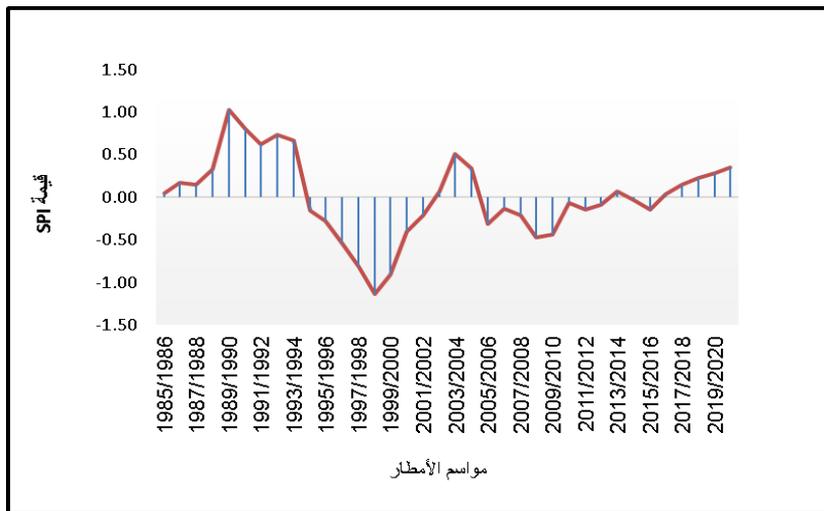
الشكل ١٢. منحنيات المتوسطات المتحركة لفترات الجفاف في جرش للمدة ١٩٨٤-

٢٠٢٣

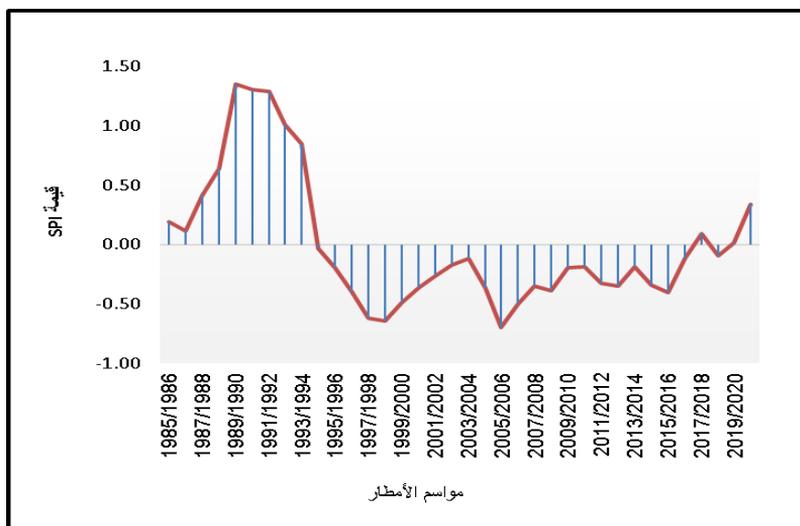


الشكل ١٣. منحنيات المتوسطات المتحركة لفترات الجفاف في السلط للمدة ١٩٨٤-

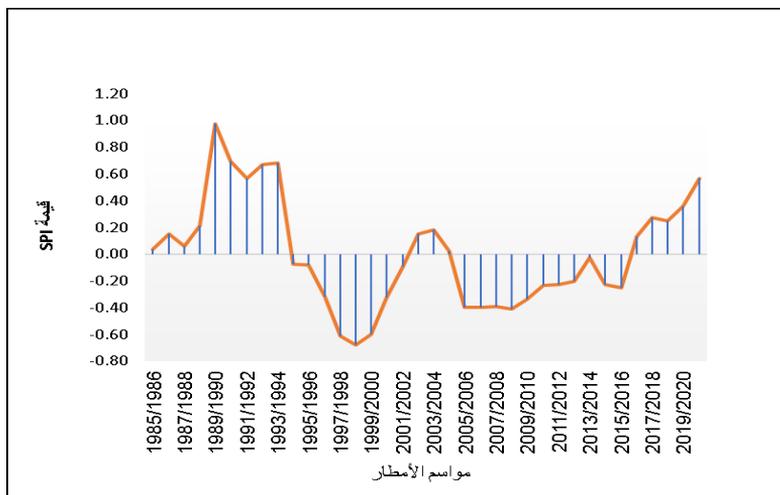
٢٠٢٣



الشكل ١٤. منحنيات المتوسطات المتحركة لفترات الجفاف في صويلح للمدة ١٩٨٤-٢٠٢٣



الشكل ١٥. منحنيات المتوسطات المتحركة لفترات الجفاف في مطار عمان المدني للمدة ١٩٨٤-٢٠٢٣



٢. تحليل مواسم الجفاف والرطوبة فصلياً بحسب المؤشر المطري المعياري: ٢,١ تباين أنماط الجفاف والرطوبة طبقاً لمؤشر المطر المعياري على المستوى الفصلي:

يظهر من نتائج المؤشر المطري المعياري SPI، وجود تباين في تكرار أنماط الجفاف فصلياً ونسبتها، ويلاحظ من الجدول ١٣ أن صنف معتدل الجفاف احتل المرتبة الأولى بين جميع أنماط الجفاف؛ إذ بلغ أعلى تكرار له في فصل الخريف ٢١ تكراراً بنسبة ٥٢,٥٪، يليه فصل الشتاء بنحو ٢٠ تكراراً بنسبة ٥٠٪، ثم فصل الربيع بواقع ١٤ تكراراً بنسبة ٣٥٪، أما على مستوى منطقة الدراسة ككل فبلغ ١٨ تكراراً بنسبة ٤٥٪، الأشكال ١٦-١٩.

أما بالنسبة للصنف متوسط الجفاف فبلغ أعلى تكرار له في فصلي الخريف والربيع بنحو ٤ بنسبة ١٠٪ لكل منهما، وفي فصل الشتاء تكرار واحد، بينما منطقة الدراسة ككل ٣ تكرارات بنسبة ٧,٥٪. في حين سجل صنف شديد الجفاف تكراراً واحداً في فصل الشتاء وفي فصل الربيع تكرارين. بينما صنف شديد الجفاف جداً أقل تكراراً إذ شهد فصلي الشتاء والربيع تكراراً واحداً بنسبة ٢,٥٪ لكل منهما.

أما فيما يتعلق بالنسبة وتكرار الصنف معتدل الرطوبة فقد جاء بالمرتبة الثانية، حيث سجلت في كل فصول بتكرار ما بين ١٢-١٣ تكراراً بنسبة تراوحت بين ٣٠٪ - ٣٢,٥٪، أما على مستوى منطقة الدراسة فبلغ ١٥ تكراراً بنسبة ٣٧,٥٪، أما صنف متوسط الرطوبة فبلغ أعلى تكرار في فصل الربيع بواقع ٤ تكرارات بنسبة ١٠٪، وأقل تكرار له في فصل الخريف حيث بلغ تكراراً واحداً،

في حين لم يسجل صنف شديد الرطوبة أي تكرار له في الفصول. بينما سجل صنف شديد الرطوبة جدا نحو تكرارين بنسبة ٥٪ في كل الفصول. ونلاحظ مما سبق أن منطقة الدراسة يغلب عليها صنف معتدل الجفاف الذي يتراوح قيمة المؤشر SPI ما بين ٠ إلى ٠,٩٩-، ويليه معتدل الرطوبة الذي تتراوح قيمته ما بين ٠ إلى ٠,٩٩، ثم متوسط الجفاف والذي تتراوح قيمته ما بين ١- إلى ١,٤٩-.

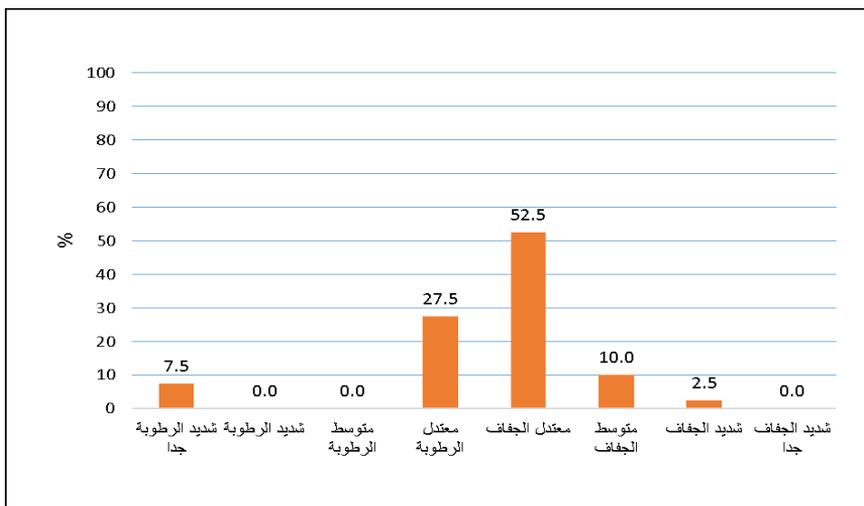
الجدول ١٣. تكرار أنماط الجفاف فصليا ونسبتها بحسب المؤشر SPI للمدة ١٩٨٤-

٢٠٢٣

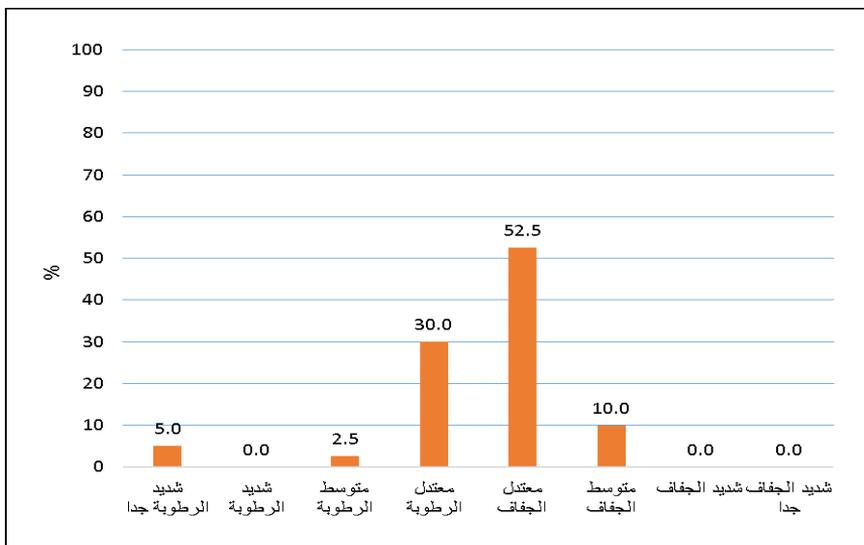
منطقة الدراسة		فصل الربيع		فصل الشتاء		فصل الخريف		أنماط الجفاف
النسبة %	التكرار	النسبة %	التكرار	النسبة %	التكرار	النسبة %	التكرار	
5	2	5	2	5	2	5.0	2	شديد الرطوبة جدا
0	0	0	0	0	0	0.0	0	شديد الرطوبة
2.5	1	10	4	7.5	3	2.5	1	متوسط الرطوبة
37.5	15	32.5	13	30	12	30.0	12	معتدل الرطوبة
45	18	35	14	50	20	52.5	21	معتدل الجفاف
7.5	3	10	4	2.5	1	10.0	4	متوسط الجفاف
2.5	1	5	2	2.5	1	0.0	0	شديد الجفاف
0	0	2.5	1	2.5	1	0.0	0	شديد الجفاف جدا
100	40	100	40	100	40	100	40	المجموع

إعداد الباحثين

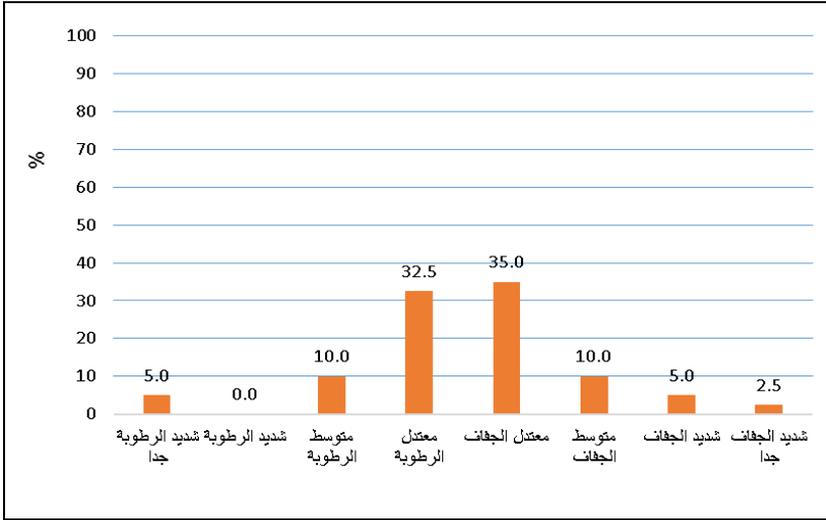
الشكل ١٦ . النسبة المئوية لأنماط الجفاف في فصل الخريف



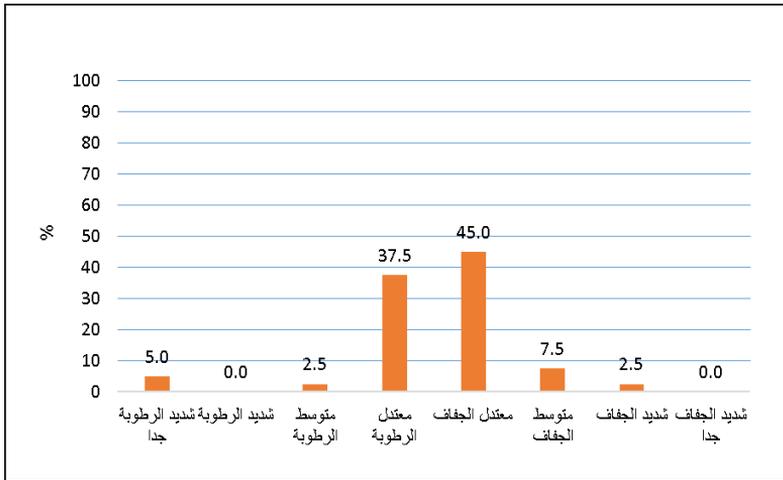
الشكل ١٧ . النسبة المئوية لأنماط الجفاف في فصل الشتاء



الشكل ١٨ . النسبة المئوية لأنماط الجفاف في فصل الربيع



الشكل ١٩ . النسبة المئوية لأنماط الجفاف في منطقة الدراسة



* الأشكال ١٦-١٩ أعدت من الباحثين

٢,٢ الموازنة النسبية بين مواسم الجفاف والرطوبة على المستوى الفصلي: يتضح من الجدول ١٤ أن فصلي الخريف والشتاء أعلى الفصول الماطرة من حيث عدد مواسم الجفاف حيث بلغ نحو ٢٥ موسماً جافاً بنسبة ٦٢,٢٪، مقابل ١٥ موسماً رطباً بنسبة ٣٧,٥٪ لكل منهما. أما فصل الربيع فبلغ عدد مواسم الجفاف نحو ٢٠ موسماً جافاً، مقابل ٢٠ موسماً رطباً خلال فترة الدراسة كاملة، أي أن نصف المدة جاف ونصفها الآخر رطب في هذا الفصل.

الجدول ١٤. عدد مواسم الجفاف والرطوبة للفصول الماطرة للمدة ١٩٩٤-٢٠٢٣.

مواسم الجفاف والرطوبة				الفصول
النسبة المئوية %	المواسم الرطبة	النسبة المئوية %	المواسم الجافة	
37.5	15	62.5	25	الخريف
37.5	15	62.5	25	الشتاء
50	20	50	20	الربيع

إعداد الباحثان

٢,٣ طول فترات الجفاف والرطوبة على المستوى الفصلي:

إنَّ طول فترة الجفاف والرطوبة فصلياً تحدد مدى ملاءمة الأنشطة الزراعية حيث تعتمد الزراعة المطرية بشكل رئيس على بداية الموسم المطري والذي يبدأ عادة في شهر تشرين الأول، ويلاحظ من الجدول ١٥ أنه خلال المدة الزمنية للدراسة فإنَّ أطول فترة الرطوبة كانت تستمر ما بين موسم واحد إلى موسمين في فصل الخريف، في حين كانت أطول فترات الجفاف تستمر نحو ٤ مواسم للمدة بين ٢٠١١/٢٠١٠ - ٢٠١٣/٢٠١٤، أما في فصل الشتاء فقد ساد طول فترات

الجفاف ومدتها ٤ مواسم على فترتين مختلفتين: الأولى من نهاية عقد التسعينات حتى بداية القرن الحادي والعشرين بين ١٩٩٧/١٩٩٨-٢٠٠٠/٢٠٠١ ، والثانية بين ٢٠٠٨/٢٠٠٩-٢٠٠٥/٢٠٠٦ الجدول ١٦، بينما في فصل الربيع فقد كانت تستمر أطول فترات جفاف نحو ٣ مواسم خلال فترتين مختلفتين: الأولى بين ١٩٩٧/١٩٩٨-٢٠٠٠/٢٠٠١، الجدول ١٧، أما على مستوى منطقة الدراسة فكانت أطول فترات الجفاف تستمر نحو ٤ مواسم بين ٢٠٠٥/٢٠٠٦ - ٢٠٠٨/٢٠٠٩، الجدول ١٨.

ونلاحظ أيضاً أن المدة الثانية قد شهدت تزايداً في مواسم الجفاف من حيث التكرار والمدة، خصوصاً منذ بداية القرن الحادي والعشرين، وخصوصاً بعد موسم ٢٠٠٤/٢٠٠٥ ، إذ تراوح طول مدة الجفاف بين ٣-٤ مواسم.

الجدول ١٥ . الفترات الجافة والرطبة في فصل الخريف للمدة ١٩٨٤-٢٠٢٣

المواسم الرطبة		المواسم الجافة	
طول المدة	المواسم المطرية	طول المدة	المواسم المطرية
1	1985/1984	1	1983/1994
1	1986/1987	1	1985/1986
1	1989/1990	2	1988/1987- 1998/1989
2	1991/1992- 1992/1993	1	1991/1990
1	1994/1995	1	1993/1994
1	1997/1998	2	1995/1996- 1996/1997
1	2001/2002	3	1999/1999- 2000/2001
1	2004/2005	2	2003/2002- 2003/2004
1	2007/2008	2	2005/2006- 2006/2007
1	2009/2010	1	2008/2009
2	2015/2016-2015/2014	4	2010/2011- 2013/2014
1	2018/2019	2	2016/2017- 2017/2018
1	2021/2020	1	2019/2020
		2	2021/2022- 2022/2023
15		25	المجموع

إعداد الباحثين

الجدول ١٦. الفترات الجافة والرطبة في فصل الشتاء للمدة ١٩٨٤-٢٠٢٣

المواسم الرطبة		المواسم الجافة	
طول المدة	المواسم المطرية	طول المدة	المواسم المطرية
1	1985/1984	1	1984/1983
1	1988/1987	2	1986/1987-1986/1985
2	1992/1993-1992/1991	3	1990/1991-1989/1988
1	1997/1996	3	1996/1995-1994/1993
2	2003/2002-2002/2001	4	2001/2000-1998/1997
1	2005/2004	1	2004/2003
1	2010/2009	4	2009/2008-2006/2005
2	2013/2012-2012/2011	1	2010/2009
1	2017/2016	3	2016/2015-2014/2013
2	2019/2020-2019/2018	1	2018/2017
1	2023/2022	2	2022/2021-2021/2020
15		25	المجموع

الجدول ١٧. الفترات الجافة والرطبة في فصل الربيع للمدة ١٩٨٤-٢٠٢٣

المواسم الرطبة		المواسم الجافة	
طول المدة	المواسم المطرية	طول المدة	المواسم المطرية
1	1984/1983	3	1984/1985-1986/1987
1	1988/1987	1	1989/1988
2	1990/1991-1990/1989	2	1991/1992-1992/1993
1	1994/1993	1	/1995/1994
3	1997/1998-1996/1995	3	2000/2001-1999/1998
2	2002/2003-2002/2001	2	2005/2004-2004/2003
2	2006/2007-2006/2005	1	2008/2007
1	2009/2008	1	2010/2009
2	2010/2011-2011/2012	1	2013/2012
1	2014/2013	3	2017/2016-2015/2014
3	2020/2019-2018/2017	2	2022/2021-2021/2020
1	2023/2022		
20		20	المجموع

إعداد الباحثين

الجدول ١٨ . الفترات الجافة والرطبة في منطقة الدراسة للمدة ١٩٨٤-٢٠٢٣ .

المواسم الرطبة		المواسم الجافة	
طول المدة	المواسم المطرية	طول المدة	المواسم المطرية
2	1988/1987- 1987/1986	3	1986/1985-1984/1983
1	1989/1990		
2	1993/1992-1992/1991	1	1988/1989
1	1995/1994	1	1990/1991
2	1998/1997-1997/1996	1	1993/1994
2	2003/2002-2002/2001	1	1995/1996
1	2005/2004	3	1998/1999-2000/2001
1	2010/2009	1	2003/2004
2	2013/2012- 2012/2011	4	2005/2006 - 2008/2009
		1	2010/2011
1	2015/2014	1	2014/2013
2	2020/2019-2019/2018	3	2018/2017-2016/2015
1	2023/2022	2	2022/2021- 2021/2020
18		22	المجموع

إعداد الباحثين

٢,٤ المتوسطات المتحركة الفصلية للجفاف:

أظهرت المتوسطات المتحركة الخماسية النتائج للفصول الآتي:

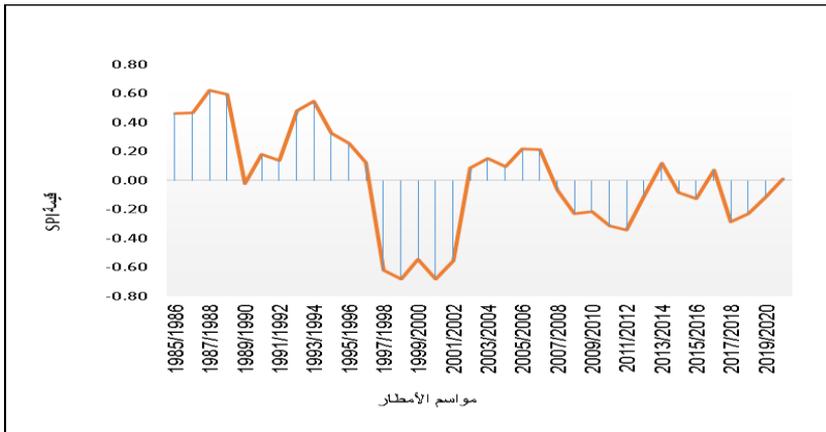
- فصل الخريف: شهد فصل الخريف أربع فترات للجفاف: الأولى بين ١٩٩٧/١٩٩٨-٢٠٠١/٢٠٠٢، وهي أكثر الفترات جفافاً في فصل الخريف، والثانية بين ٢٠٠٧/٢٠٠٨-٢٠١٢/٢٠١٣، والثالثة بين ٢٠١٤/٢٠١٥-٢٠١٥/٢٠١٦، والرابعة بين ٢٠١٧/٢٠١٨-٢٠٢٠/٢٠٢١، الشكل ٢٠.

- فصل الشتاء: يتضح من الشكل ٢١ أنّ فصل الشتاء تعرض إلى أربع فترات للجفاف: الأولى بين ١٩٨٧/١٩٨٨-١٩٨٨/١٩٨٩، والثانية بين ١٩٩٤/١٩٩٥-٢٠٠٠/٢٠٠١، وتعد هذه المدة أطول وأكثر فترات الجفاف في فصل الشتاء، الثالثة بين ٢٠٠٥/٢٠٠٦-٢٠٠٨/٢٠٠٩، والرابعة بين ٢٠١٢/٢٠١٣-٢٠١٥/٢٠١٦.

- فصل الربيع: سجل فصل الربيع خمس فترات للجفاف تراوحت ما بين قصيرة إلى طويلة المدة: الأولى ١٩٨٦/١٩٨٧، والثانية ١٩٩٠/١٩٩١، وهما أقصر فترتين للجفاف في فصل الربيع، والثالثة بين ١٩٩٢/١٩٩٣-١٩٩٣/١٩٩٤، والرابعة بين ١٩٩٨/١٩٩٩-٢٠٠٠/١٩٩٩، والخامسة بين ٢٠٠٥/٢٠٠٦-٢٠١٦/٢٠١٧، وتعد أطول وأشد فترات الجفاف في هذا الفصل، فقد استمرت نحو ١٢ سنة، الشكل ٢٢.

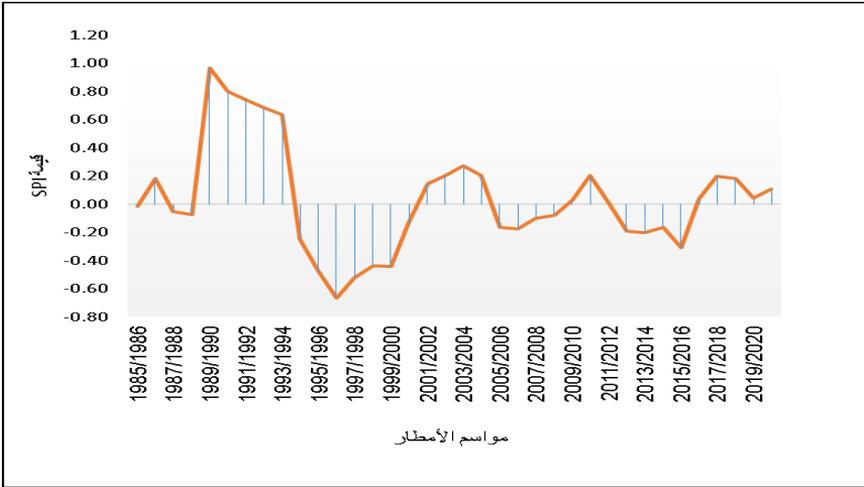
الشكل ٢٠. المتوسطات المتحركة الخماسية للجفاف في فصل الخريف للمدة

٢٠٢٣/١٩٨٤



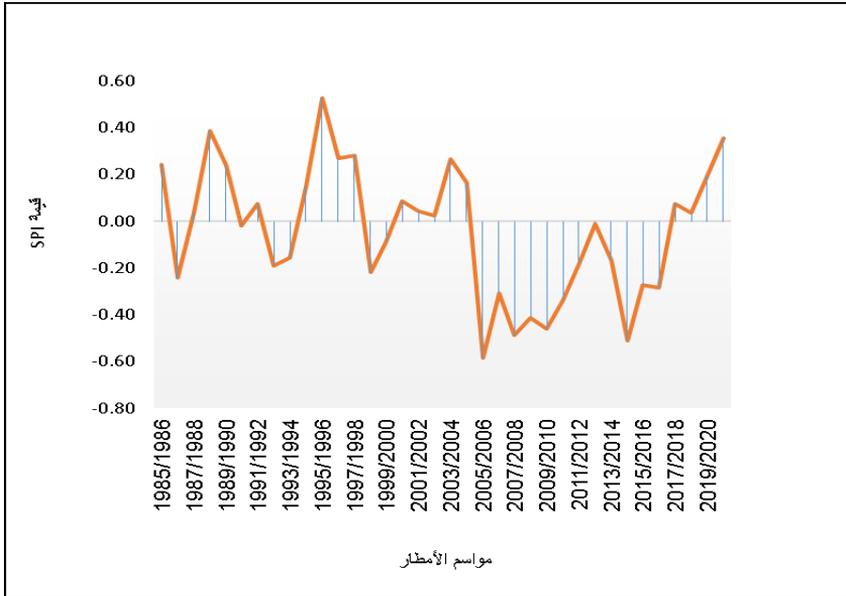
الشكل ٢١. المتوسطات المتحركة الخماسية للجفاف في فصل الشتاء للمدة

٢٠٢٣/١٩٨٤



الشكل ٢٢. المتوسطات المتحركة الخماسية للجفاف في فصل الربيع للمدة

٢٠٢٣/١٩٨٤



٣. أنماط الجفاف والرطوبة المتطرفة على مستوى المواسم المطرية للفترة

١٩٨٤-٢٠٢٣:

ويتضح أيضاً من الجدول ١٩ أن هناك مواسم أعلى جفافاً في منطقة الدراسة؛ إذ تراوحت قيمها بين ١,٢٢- إلى ١,٨٧- للمواسم ٢٠٠٧/٢٠٠٨، و١٩٩٨/١٩٩٩، بتصنيف من متوسط إلى شديد الجفاف، ويعد موسم ١٩٩٨/١٩٩٩ أكثر المواسم المطرية جفافاً خلال فترة الدراسة كاملة، في حين كانت المواسم الأعلى قيماً إيجابية للرطوبة خلال فترة الدراسة وتراوحت قيمها بين ٢,٢٧، ٤,٠٢ ومواسم ٢٠٠٢/٢٠٠٣، و١٩٩١/١٩٩٢ على التوالي، بتصنيف شديد الرطوبة جداً، ويعد موسم ١٩٩١/١٩٩٢ أكثر المواسم المطرية رطوبةً خلال فترة دراسة كاملة، الجدول ٢٠.

الجدول ١٩. أكثر المواسم جفافاً في منطقة الدراسة للمدة ١٩٨٤/٢٠٢٣

المواسم الجافة		
تصنيف	قيمة SPI	الموسم المطري
شديد الجفاف	-1.87	1999/1998
متوسط الجفاف	-1.22	2008/2007

إعداد الباحثين

الجدول ٢٠. أكثر المواسم رطوبةً في منطقة الدراسة للمدة ١٩٨٤/٢٠٢٣

المواسم الرطبة		
الموسم المطري	قيمة SPI	تصنيف
1992/1991	4.01	شديد الرطوبة جدا
2003/2002	2.27	شديد الرطوبة جدا

إعداد الباحثين

٤. نماذج المواسم المتطرفة طبقاً لمؤشر المطر المعياري:

أظهرت تحاليل نتائج مؤشر المطر المعياري SPI خلال فترة الدراسة الكاملة في جميع المحطات المناخية المدروسة وجود موسم شديد الجفاف ١٩٩٨/١٩٩٩، وموسم شديد الرطوبة ١٩٩١/١٩٩٢، وفيما يلي عرضهما على النحو الآتي: - الموسم المطري الجاف ١٩٩٨/١٩٩٩: ويلاحظ من الجدول ٢١ أن مجموع الأمطار في الجميع كان أقل من المعدل العام، حيث بلغ المجموع المطري في محطة مطار عمان المدني ١١٠,٥ ملم ما نسبته ٤٤,٦٪ من المعدل العام البالغ ٢٤٧,٥ ملم، تليها محطة صويلح ٢١٢,٦ ملم بنسبة ٤٥,١٪ من المعدل، أما في المحطات رأس منيف، والسلط، واربد، وجرش فبلغ المجموع نحو ٢٦٢,٧، ٢٤٦,١، ٢١٦,٨، ١٩٧,٢ ملم على التوالي، وهو ما نسبته ٤٥,٢٪، ٤٦٪، ٤٨,٣٪، ٥٥,٦٪ على التوالي.

نلاحظ أيضاً أنَّ نسبة التناقص لأمطار المحطات المناخية كانت ٥٥,٤٪، ٥٤,٩٪، ٥٤,٨٪، ٥٤,٨٪ في كل من مطار عمان المدني، وصويلح، ورأس منيف على

التوالي، علماً بأن معدل التناقص للأمطار في منطقة الدراسة وصل إلى ٥٢,٥٪، وهي نسبة تناقص عالية.

- الموسم المطري الرطب ١٩٩١/١٩٩٢: ويتضح من الجدول ٢٢ أنّ مجاميع الأمطار فاقت معدلاتها السنوية في جميع المحطات المناخية، فقد بلغ في محطة صويلح نحو ١٢٥٧,٩ ملم ما نسبته ٢٦٦,٦٪ من المعدل العام البالغ ٤٧١,٨ ملم، تليها محطتا مطار عمان المدني والسلط، حيث بلغ نحو ٥٤٦,٥ ملم، ١١٢٦,٨ ملم وهو ما نسبته ٢٢٠,٨٪، ٢١٠,٧٪ على التوالي، بينما في محطات إربد ورأس منيف وجرش فبلغ المجموع السنوي نحو ٨٩٢,٩ ملم، 1139.8 ملم، ٦٦٨,٧ ملم ما نسبته ١٩٨,٨٪، ١٩٦,١٪، ١٨٨,٥٪ على التوالي، وعلى مستوى منطقة الدراسة وصلت إلى ٢١٣,٦٪ من المعدل العام وهي نسبة مرتفعة جداً.

وأما فيما يتعلق بنسبة التزايد للأمطار فقد بلغت في صويلح نحو ١٦٦,٦٪ فوق المعدل العام، في حين بلغت في مطار عمان المدني والسلط ١٢٠,٨٪، ١١٠,٧٪ على التوالي، أما في إربد ورأس منيف وجرش فبلغت ٩٨,٨٪، ٩٦,١٪، ٨٨,٥٪ على التوالي، وعلى مستوى منطقة الدراسة بلغت نسبة التزايد للأمطار نحو ١١٣,٦٪ فوق معدلها العام، وهي نسبة تزايد عالية جداً.

الجدول ٢١. مجموع الأمطار والنسبة المئوية من المعدل العام للموسم المطري

١٩٩٩/١٩٩٨

الموسم المطري ١٩٩٩/١٩٩٨				الخطة
المعدل العام	النسبة المئوية للتناقص %	النسبة من المعدل العام %	مجموع الأمطار (مم)	
449.2	51.7	48.3	216.8	إبد
581.2	54.8	45.2	262.7	رأس منيف
354.7	44.4	55.6	197.2	جرش
534.8	54.0	46.0	246.1	السلط
471.8	54.9	45.1	212.6	صويلح
247.5	55.4	44.6	110.5	مطار عمان المدني
439.9	52.5	47.5	207.7	المعدل العام

إعداد الباحثين

الجدول ٢٢. مجموع الأمطار والنسبة المئوية من المعدل العام للموسم المطري

١٩٩٢/١٩٩١

الموسم المطري ١٩٩٢/١٩٩١				الخطة
المعدل العام	النسبة المئوية للتزايد %	النسبة من المعدل العام %	مجموع الأمطار (مم)	
449.2	98.8	198.8	892.9	إربد
581.2	96.1	196.1	1139.8	رأس منيف
354.7	88.5	188.5	668.7	جرش
534.8	110.7	210.7	1126.8	السلط
471.8	166.6	266.6	1257.9	صويلح
247.5	120.8	220.8	546.5	مطار عمان المدني
439.9	113.6	213.6	938.8	المعدل العام

إعداد الباحثين

- يتبين من الجدول ٢٣ أن هناك فرقا واضحا بين عدد الأيام الماطرة للموسم المطري ١٩٩٩/١٩٩٨، وموسم ١٩٩٢/١٩٩١، فقد بلغت عدد الأيام الماطرة في رأس منيف نحو ٣١ يوماً لموسم ١٩٩٩/١٩٩٨، و٧٩ يوماً لموسم ١٩٩٢/١٩٩١ بفارق ٤٨ يوماً بين الموسمين، وفي محطة صويلح بلغ الفرق بين الموسمين نحو ٤٤ يوماً، بينما تراوحت الفروقات في بقية المحطات بين ٣٥ - ٤١ يوماً، أما على مستوى المنطقة فبلغ الفارق نحو ٤٠ يوماً.

يمكن القول إن الموسم المطري ١٩٩٩/١٩٩٨، الذي يصنف بأنه شديد الجفاف جداً، والموسم المطري ١٩٩٢/١٩٩١ الذي يصنف بأنه شديد الرطوبة جداً خلال فترة الدراسة، وهذا ما يتفق مع دراسة بني دومي ٢٠٠٧، ودراسة الخطيب ٢٠٠١.

الجدول ٢٣. عدد الأيام الماطرة للموسم ١٩٩٢/١٩٩١، والموسم ١٩٩٩/١٩٩٨

المحطة	الفرق بين الموسمين	
	الموسم المطري ١٩٩٩/١٩٩٨	الموسم المطري ١٩٩٢/١٩٩١
	عدد الأيام الماطرة	عدد الأيام الماطرة
إزبد	22	57
رأس منيف	31	79
جرش	19	55
السلط	26	67
صويلح	23	67
مطار عمان المدني	25	63
المعدل العام	24	65

إعداد الباحثين

٥. الأوضاع السيнопتيكية المصاحبة لفترات الجفاف والرطوبة في منطقة

الدراسة:

يعزو كثير من الباحثين فترات الجفاف إلى ابتعاد المنخفضات الجوية عن شرقي البحر المتوسط وتوجهها نحو وسط أوروبا وشرقها، علماً بأن هذا التعليل فيه تبسيط كبير؛ فابتعاد المنخفضات الجوية وقلة الأمطار كلاهما نتيجتان لعامل آخر يؤثر فيهما معاً ويرتبط بطبيعة الأوضاع السيнопتيكية السائدة في طبقات الجو العليا ومواقع التواءات الدافئة والأحواض الباردة وعمقها واتجاهات محاورها وقوة مراكز الضغط الجوي في آسيا وأوروبا (شحادة، ١٩٩١، ص ١٣٠).

ويؤكد علماء المناخ على أنّ المنخفض العلوي الأطلسي هو العامل السيнопتيكي Synoptic الرئيس الذي يؤثر في حالة الطقس ليس فقط في حوض البحر المتوسط بجممله، بل يؤثر أيضاً في حالة الطقس في الأردن، ويظهر هذا المنخفض على خرائط الطقس العليا على شكل حوض علوي Trough يمتد باتجاه الشمال، ومرتفع علوي Ridge يمتد باتجاه الجنوب (الطراونه، ٢٠١٨، ص ١٧٩).

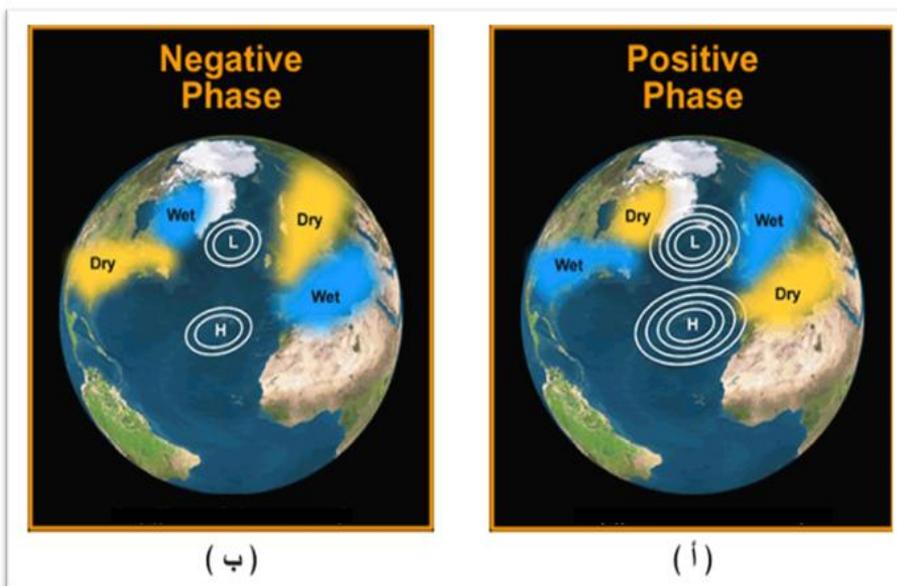
ويظهر هذا المنخفض على خرائط الطقس السطحية على شكل مركزين رئيسيين للنشاط الجوي، وهما: مركز المنخفض الأيسلندي الذي يقع أسفل الحوض العلوي، ومركز المرتفع الأزوري الذي يقع أسفل المتن العلوي (الشياب، ٢٠٢٠، ص ٩٧)، ويعرف بظاهرة تذبذب شمال الأطلسي (North

(Atlantic Oscillation)، ويقاس عبر قياس الاختلاف بين مركز الضغط المنخفض الأيسلندي ومركز الضغط المرتفع الأزوري عند مستوى سطح البحر، ويكون هذا الفارق في الضغط مؤشراً (NAO)، ويكون على حالتين موجبة وسالبة: في حالة التذبذب موجب (Positive NAO) أي يكون مركز الضغط المنخفض الأيسلندي ومركز الضغط المرتفع الأزوري قويين وتكون خطوط تساوي الضغط شديدة التحدر وتسود رياح غربية قوية ينتج عنها الأمطار في شمال أوروبا وسيادة ظروف الجفاف في حوض البحر المتوسط، الشكل ٢٣ أ، (سليمان، ٢٠٢٣، ص ٨٩)، أما عندما يكون المنخفض العلوي الأطلسي في حالة التذبذب السالب (Negative NAO) فإن مركزي الضغط المنخفض الأيسلندي ومركز الضغط المرتفع الأزوري ضعيفان، مما يجعل خطوط التساوي قليلة التحدر ومتباعدة، وتضعف الرياح الغربية وينتج عنها دخول المنخفضات الجوية المحملة بالأمطار إلى حوض البحر المتوسط، الشكل ٢٣ ب (المسند، ٢٠١٨، ص ١٦٠).

الشكل ٢٣ أ: المنخفض العلوي الأطلسي القوي في حالة موجبة +NAO

ب: المنخفض العلوي الأطلسي الضعيف في حالة سالبة -NAO

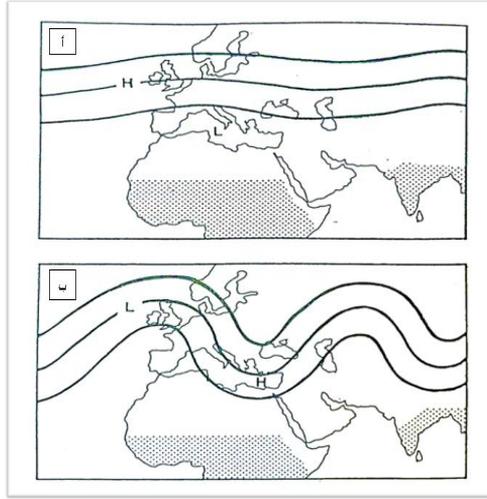
إعداد الباحثين اعتماداً على مرجع المسند، ٢٠١٨، ص ١٦٠



تعد الدورة الجوية العامة هي التي تتحكم في مسار المنخفضات الجوية وقلة الأمطار في شرق البحر المتوسط، والتغير في خصائص الدورة الجوية العامة ومواقعها يؤثر بشكل مباشر في أماكن حدوث الأمطار والجفاف في شرق حوض البحر المتوسط، حيث وجد (Winstanley, 1973) ارتباطاً قوياً بين الأمطار في منطقة البحر المتوسط وإفريقيا مع مسار المنخفضات الجوية وموقع الركود الاستوائية. ففي الدورة الجوية العامة القوية التي يزداد فيها طول الموجة ويقل ارتفاعها لتشكل جريانا أفقيا للرياح Zonal Flow وتسبب انتقال

منطقة الركود الاستوائية شمالاً مما يسمح بتوغل الرياح الموسمية أكثر إلى الشمال في أفريقيا وجنوب آسيا، ويحدث العكس في منطقة البحر المتوسط حيث تقل الأمطار ويسود الجفاف؛ نتيجة تحرك مسار المنخفضات الجوية شمالاً، الشكل ٢٤ أ. وفي الدورة الجوية الضعيفة التي يزداد فيها عمق الموجة ويقل ارتفاعها لتشكل جريان شمال - جنوب Meridional Flow حيث تتحرك منطقة الركود الاستوائية جنوباً ومسار المنخفضات الجوية جنوباً فتقل الأمطار الموسمية وتزداد في منطقة البحر المتوسط، شكل ٢٤ ب (غانم، ٢٠١٩، ص ٢٩).

الشكل ٢٤ أنماط الدورة الجوية العامة القوية والضعيفة



أ الدورة الجوية القوية تسمح بالتوغل الأمطار الموسمية شمالاً في الهند وأفريقيا
 ب الدورة الجوية الضعيفة تؤدي الى انخفاض الأمطار الموسمية في الهند وأفريقيا، وتزايدها في منطقة البحر المتوسط.

إعداد الباحثين اعتماداً على مرجع (غانم، التغيرات المناخية في الوطن العربي الماضي والحاضر والمستقبل (٢٠١٩، ص ٢٨)

إن ارتفاع درجة حرارة الأرض المتوقع سيزيد من قوة الدورة الجوية، بالتالي سيؤدي ذلك إلى تحرك مسارات المنخفضات الجوية الماطرة شمالاً نحو الأقطاب، مما سيؤدي إلى تغير مناخ كثير من الأقاليم المناخية نحو الأسوأ ومنها منطقة البحر المتوسط، عندها تقل الأمطار ويسود الجفاف بشكل أكبر في منطقة الدراسة (غانم، ٢٠١٠، ص ٣٤٠).

وأشار (شحادة، ١٩٩١، ص ١٣١) إلى أنَّ الأمطار في شرقي البحر المتوسط تتأثر بقوة المرتفع السيبيري وامتداده، فالأشهر التي تزداد فيها قوة المرتفع تكون أقل من المعدل، أما عندما يضعف ذلك المرتفع ينحسر تأثيره عن المنطقة فإنه يفسح المجال أمام تعمق المنخفضات الجوية وزيادة أمطارها.

لقد وجد (بني دومي، ٢٠٠٧، ص ١٣٥١) علاقة قوية بين المنظومة الضغطية لمستوى ضغط ٥٠٠ مليبار والمنظومة الضغطية السطحية المرتفعات والمنخفضات الجوية، وتبين أن ارتفاع مستوى ضغط ٥٠٠ مليبار عن المعدل يؤدي إلى تكوين انبعاجات علوية تسهم بدورها في تكوين مرتفعات جوية سطحية، تؤدي بالتالي إلى إغلاق المنطقة أمام الغربيات العليا Westerlies، والمنخفضات السطحية، مما يفتح المجال للرياح المدارية الجنوبية الشرقية الجافة التي غالباً ما يرافقها منخفضات جوية حرارية تؤدي إلى تناقص معدلات الأمطار ورفع درجة الحرارة وسيادة الجفاف في الأردن.

إن نمط الاقتران بين اتجاه محور الانبعاج والوضع الذي يكون عليه محور الأخدود عند مستوى ضغط ٥٠٠ مليبار، له دور فاعل في تحديد نوع الكتل الهوائية المتدفقة، وسرعة الهواء على طول المحور وقدرته على اختراق العروض المدارية باتجاه الجنوب، عندها تكون الاقترانات في نمط شمالي شرقي - جنوبي غربي أو شمالي - جنوبي، مع ميل المحور للأخدود جهة اليسار أو اليمين مما يعني ضعف قدرتها على تحريك المنظومة الجوية السطحية وتحفيزها، مما يضعف المنخفضات الجوية التي تتحرك ببطء باتجاه الشرق مما يجعلها ضحلة ومن ثم تتلاشى، ومن ثم تشكيل سنوات الجفاف في الأردن (بني دومي، ٢٠٠٠، ص ٣٦١).

النتائج والتوصيات

المناقشة والمساهمة العلمية

١. أظهرت نتائج مؤشر المطر المعياري SPI أنّ صنف معتدل الجفاف احتل المرتبة الأولى في جميع المحطات المناخية خلال المواسم المطرية، حيث بلغ أعلى تكرار له في محطة مطار عمان المدني، ورأس منيف، وجرش، وإربد، بلغ نحو ٢١، ٢٠، ١٩، ١٧ موسماً بنسبة ٥٢,٥، ٥٠، ٤٧,٥، ٤٢,٢٪ من مجموع التكرارات لبقية الأنماط على التوالي، أما في محطتي السلط، وصويلح فبلغ ١٤، ١٥ سنة بنسبة ٣٧، ٣٥٪ على التوالي. تتفق هذه النتيجة مع نتيجة دراسة (الجنابي، ٢٠٢٣) التي بينت أن صنف معتدل الجفاف سجل أعلى تكرار له في قضاء هيت بمجموع بلغ ٣٣ تكراراً. كما تتفق مع نتيجة دراسة (علي وخوري، ٢٠٢٢) التي توصلت إلى أنّ صنف معتدل الجفاف كان سائداً في حوض نهر مرقية- سوريا. وتختلف مع نتيجة دراسة (الغزوي والعنابي، ٢٠٢٤) التي بينت أن صنف معتدل الرطوبة هو الأعلى تكراراً في محطة الكوت.

٢. بينت نتائج مؤشر المطر المعياري أن هنالك تبايناً في عدد مواسم الجفاف على مستوى المحطات المناخية، فقد كانت محطة: رأس منيف، وجرش، ومطار عمان المدني أكثر المحطات عرضة للجفاف حيث بلغ عدد المواسم الجافة نحو ٢٣ موسماً جافاً لكل منهما، أما محطة صويلح فهي الأقل عرضة للجفاف سجلت نحو ١٩ موسماً جافاً. تتفق هذه النتيجة مع نتيجة دراسة (الزغلول

والحسبان، ٢٠١٨) التي توصلت إلى أنّ نسبة الجفاف لجميع المحطات المناخية المدروسة بلغت ٤٧,٧٪ مع وجود خمس سنوات جافة تماماً لجميع المحطات.

٣. بينت نتائج مؤشر المطر المعياري وجود تباين على مستوى فصلي في عدد مواسم الجفاف، فكان فصلاً الخريف والشتاء الأكثر من حيث عدد مواسم الجفاف بلغ نحو ٢٥ موسماً جافاً لكل منهما. في حين بلغ عدد مواسم الجفاف مساوية لعدد مواسم الرطوبة في فصل الربيع، تتفق هذه النتيجة مع نتيجة دراسة (سهلب، ٢٠٢٣) التي توصلت إلى أن فصل الخريف جاء بالمرتبة الأولى من حيث تكرار حالات الجفاف، وتبعه فصل الشتاء، ومن ثم فصل الربيع.

٤. أظهرت نتائج الدراسة وجود تزايد في عدد مواسم الجفاف في محطات الدراسة خلال المدة الثانية للمواسم المطرية الممتدة بين ٢٠٠٣/٢٠٠٤ - ٢٠٢٢/٢٠٢٣م، موازنة بالمدة الأولى الممتدة بين ١٩٨٣/١٩٨٤ - ٢٠٠٢/٢٠٠٣ وكان التزايد لصالح المدة الثانية البالغة ٢٠ موسماً مطرياً، حيث ازداد عدد المواسم الجافة من ١٠ إلى ١٢ موسماً في محطة إربد، تلتها محطة رأس منيف من ١١ إلى ١٢ موسماً، أما في محطة صويلح فبلغت من ٨ إلى ١١ موسماً، بينما في محطة مطار عمان المدني فبلغت من ١٠ إلى ١٣ موسماً. وتتفق هذه النتيجة مع نتيجة دراسة (زيتون ٢٠١٣) التي توصلت إلى ازدياد عدد حالات الجفاف خلال المدة الثانية من الدراسة وتراوححت بين ٢٢-٢٤ حالة في شمال الأردن.

٥. أظهرت المنحنيات البيانية للمتوسطات المتحركة الخماسية أن المدة الممتدة بين ٢٠٠٦/٢٠٠٥ - ٢٠١٦/٢٠١٧، هي الأطول والأشد جفافاً خلال فترة الدراسة الكاملة. وتتفق هذه النتيجة مع نتيجة دراسة (الصباحة، ٢٠٢٤) التي توصلت إلى أن المدة (٢٠٠٨-٢٠٢٠) هي أكثر السنوات جفافاً في الأردن.

٦. أوضحت الدراسة أن الموسم المطري ١٩٩٩/١٩٩٨ هو الموسم الأكثر جفافاً بحسب تصنيف المؤشر SPI، والموسم المطري ١٩٩٢/١٩٩١ هو الموسم الأكثر رطوبة خلال فترة الدراسة. تتفق هذه النتيجة مع نتيجة دراسة (الشياب، ٢٠٢٠) ومع دراسة (بني دومي، ٢٠٠٧) اللتان توصلتا إلى أنّ الموسم المطري (١٩٩٩/١٩٩٨) هو الموسم الأكثر جفافاً خلال مدة الدراسة.

التوصيات

بناءً على نتائج الدراسة فإنه يوصى بعدد من التوصيات من أهمها:

١. إنشاء المزيد من المحطات المناخية في منطقة الدراسة، مع تسهيل الحصول على البيانات المناخية للباحثين والأكاديميين.
٢. ضرورة التعاون المشترك بين المؤسسات الحكومية المعنية بمكافحة التصحر والجفاف في الأردن.
٣. توجه بإجراء المزيد من الدراسات التي تتعلق بالتغيرات المناخية والتنبؤ بمواسم الجفاف المناخي المتوقعة باستخدام أحدث الأساليب الإحصائية والتجريبية.

٤. يجب إصدار نشرات تحذيرية من قبل دائرة الأرصاد الجوية للمزارعين وقطاع المياه حول مخاطر الجفاف.

٥. العمل على زيادة الدعم للبحوث العلمية في إنتاج خرائط مخاطر الجفاف، وتقييم مواطن الضعف، والجوانب المتعلقة بإدارة الجفاف.

المصادر والمراجع:

أولاً: المراجع العربية:

- بلحوض، هاجر (٢٠١٥)، تقييم حالات الجفاف في حوض وادي الكرك باستخدام التقنيات الجغرافية الحديثة. رسالة ماجستير غير منشورة، جامعة مؤتة، الكرك، الأردن.
- بني دومي، محمد (٢٠٠٠)، اتجاه محور الاخدود والانبعاج فوق البحر المتوسط عند مستوى ضغط ٥٠٠ ملليبار لسنوات الجفاف في الأردن، مجلة جامعة مؤتة للبحوث والدراسات، ١(٥)، ٣٦١-٣٧٨.
- بني دومي، محمد (٢٠٠٧)، تحليل المناخ الشمولي في الأردن للسنة المطرية الجافة ١٩٩٨-١٩٩٩، أبحاث اليرموك- سلسلة العلوم الإنسانية والاجتماعية، ٢٣(٤)، ١٦٥-١٠٢٣.
- الجصاني، نسرین، جاسم، حوراء، الشمري، حسين، (٢٠٢١)، تحليل الجفاف باستخدام المؤشر القياسي لهطول المطر (SPI) ومؤشر الجفاف الاستطلاعي (RDI) في محافظة النجف للمدة (٢٠١٨-١٩٧٨)، مجلة البحوث العراقية/جامعة الكوفة، ٣٤(٣)، ٢٣٤-٢١١.
- الجنابي، حميد (٢٠٢٣)، التحليل المناخي للجفاف وأثره على الغطاء النباتي في قضاء هيت باستخدام نظم المعلومات الجغرافية، مجلة الانبار للعلوم الانسانية، ٢٠(١)، ٣٧٨-٣٥١.
- دائرة الأرصاد الجوية (٢٠٢٣)، النشرة السنوية للمعلومات المناخية في الأردن، بيانات غير منشورة، عمان: الأردن.

- الدزبي، سالار (٢٠٢١)، الجفاف المناخي في العراق الماضي والحاضر، ط(١)، بغداد، دار الآداب للطباعة والنشر والتوزيع.
- الرييحات، محمود (٢٠٠٥)، التوزيع الجغرافي لحالات الجفاف في المرتفعات الجبلية في الأردن خلال النصف الثاني من القرن العشرين. رسالة ماجستير غير منشورة، جامعة مؤتة، الكرك، الأردن.
- الزغلول، ميسون. الحسبان، يسرى (٢٠١٨)، تحليل فترات الجفاف في حوض نهر الزرقاء باستخدام المطر المعياري، ونظم المعلومات الجغرافية خلال المدة ١٩٨٣ - ٢٠١٥، المجلة الأردنية للعلوم الاجتماعية، ١١(٢)، ١٨٣-١٩٨.
- زيتون، محمد (٢٠١٣)، تقييم أثر التغير المناخي على الجفاف في شمال الأردن باستخدام الاستشعار عن بعد. أطروحة دكتوراه، الجامعة الأردنية، عمان، الأردن.
- زيتون، محمد. شحادة، نعمان (٢٠١٦) مؤشرات التغير المناخي في الأردن، مجلة الدراسات، ٤٣(٢)، ١١٨٣ - ١٢٠١.
- سليمان، محمود (٢٠٢٣)، أثر تذبذب شمال الأطلسي على الأمطار في منطقة طبرق للمدة ١٩٨٥ - ٢٠١٨م، مجلة كلية الآداب/ جامعة بنغازي، (٥٠)، ٨٨-١٠٩.
- سهلب، طارق (٢٠٢٣)، تقييم الجفاف باستخدام دليل المطر القياسي SPI ومؤشر الغطاء النباتي NDVI في محافظة بابل للمدة ١٩٧٧-٢٠٢١، مجلة الآداب والعلوم الانسانية، ٥(٢٧)، ٤٨٧ - ٥٠٩.

- الشُّجيري، عمر. الهدال، يوسف (٢٠١٩)، تحليل الجفاف المناخي الفصلي في العراق خلال المدة ١٩٥٢ - ٢٠١٧، مجلة بحوث الشرق الأوسط/ جامعة عين شمس، (٥١)، ٨٠ - ١١٦.
- شحادة، نعمان والزريقات، دلال (٢٠١٨)، الأخطار والكوارث البيئية، دار صفاء للنشر والتوزيع، عمان: الأردن.
- شحادة، نعمان، (١٩٩١)، مناخ الأردن، ط١، دار البشير، عمان، الأردن.
- الشيباب، صفاء (٢٠٢٠)، أثر تذبذبات شمال الأطلسي على الجفاف المناخي في الأردن. رسالة ماجستير غير منشورة، جامعة اليرموك، اربد، الأردن.
- الصباجحة، نوح (٢٠٢٣)، أثر التغير المناخي على مؤشر الجفاف في الأردن: بالتكامل بين النماذج الإحصائية ونظم المعلومات الجغرافية، مجلة الآداب: جامعة القاهرة، ١(٨٤)، ١ - ٤٤.
- الطراونه، فاطمه (٢٠١٨)، تأثير تذبذب دورة شمال الأطلسي على كميات الأمطار في الأردن خلال المدة ١٩٦٠ - ٢٠١٣، مجلة الدراسات/ العلوم الانسانية الاجتماعية، ٤٥(٤)، ١٧٥ - ١٩٠.
- العتاي، نادية (٢٠٢١)، تحليل الجغرافي للجفاف وأثره في الغطاءين النباتي والمائي في قضاء علي الغربي باستخدام مؤشر المطر المعياري SPI وقريتي NDVI وNDWI، مجلة ميسان للدراسات الاكاديمية/ العراق، (٤١)، ٣٩٣-٤١٥.
- علي، بشرى. خوري، وديع (٢٠٢٢)، العلاقة بين الجفاف الهيدرولوجي والجفاف المناخي في حوض نهر مرقية / سوريا، المجلة السورية للبحوث الزراعية، ٩(١)، ٢٠٩ - ٢١٩.

- عنبر، علي. شحادة، نعمان (٢٠٢٠)، النماذج المناخية والتغير المناخي في الحوض الشرقي للبحر المتوسط، مجلة جامعة النجاح/ فلسطين، ٣٤ (١)، ٧٦ - ١٠٦.
- العيساوي، خليل (٢٠٢٠)، تحليل أثر نوبات الجفاف المناخي على الغطاء النباتي باعتماد على مؤشر SPI وقرينة NDVI في محافظة الانبار اقليم الجزيرة باستخدام GIS، المجلة العراقية لدراسات الصحراء، ١٠ (١)، ١٣ - ٣٧.
- غانم، أحمد (٢٠١٠)، المناخ التطبيقي، ط١، عمان، دار المسيرة للنشر والتوزيع والطباعة.
- غانم، علي (٢٠١٩)، التغيرات المناخية في الوطن العربي الماضي والحاضر والمستقبل، ط١، عمان، دار حامد للنشر والتوزيع.
- الغزاوي، إيناس، العتايي، نادية (٢٠٢٤)، تحليل الجفاف المناخي وأثره في الغطاء النباتي في محافظة واسط باستخدام مؤشر SPI، وقرينتي BSI، و CI، مجلة رماح للبحوث والدراسات، (١٠٨)، ٩٢٦-٩٥٣.
- مخامرة، زياد. الحسبان، يسرى (٢٠١٤)، جغرافية الأردن، ط٢، عمان، دار وائل للنشر.
- المركز الجغرافي الملكي، (٢٠٢٣)، بيانات غير منشورة، عمان: الأردن.
- المسند، عبدالله (٢٠١٨)، أثر ظاهرة تذبذب شمال المحيط الأطلسي NOA على الأمطار في المملكة العربية السعودية، المجلة الجغرافية العربية، ٤٩ (٧١)، ١٥٧-١٩٤.
- وزارة المياه والري الأردنية (٢٠٢٣)، بيانات الأمطار غير منشورة، عمان: الأردن.
- وزارة المياه والري، سياسة قطاع المياه لإدارة الجفاف، (٢٠١٨).

Romanized Arabic references

- Balhoud, Hajar (2015). Drought Assessment in the Karak Valley Basin Using Modern Geographical Techniques. Unpublished master's Thesis, Mutah University, Karak, Jordan.
- Bani Domi, Muhammad (2000), "The Orientation of the Axis of the Rift and Indentation over the Mediterranean at 500 mb during Drought Years in Jordan," Mu'tah University Journal for Research and Studies, 1(5), 361-378.
- Bani Domi, Muhammad (2007), "A Holistic Climate Analysis in Jordan for the Dry Rainy Year 1998-1999," Yarmouk Research - Humanities and Social Sciences Series, 23(4), 165-1023.
- Al-Jassani, Nisreen, Jassim, Hawra, and Al-Shammari, Hussein (2021). Drought Analysis Using the Standardized Rainfall Index (SPI) and the Reconnaissance Drought Index (RDI) in Najaf Governorate for the Period (1978-2018). Iraqi Research Journal/University of Kufa, (34), 234-211.
- Al-Janabi, Hamid (2023). Climatic Analysis of Drought and Its Impact on Vegetation Cover in Hit District Using Geographic Information Systems. Anbar Journal of Humanities, 20(1), 351-378. Meteorological Department (2023). Annual Bulletin of Climate Information in Jordan. Unpublished Data. Amman: Jordan.
- Al-Dazhi, Salar (2021). Climatic Drought in Iraq, Past and Present. (1) Edition. Baghdad, Dar Al-Adab for Printing, Publishing, and Distribution.
- Al-Rabihat, Mahmoud (2005), The geographical distribution of drought cases in the mountainous highlands of Jordan during the second half of the twentieth century. Unpublished master's thesis, Mutah University, Karak, Jordan.
- Al-Zaghloul, Maysoun. Al-Hasban, Yusra (2018). Analysis of Drought Periods in the Zarqa River Basin Using Rainfall Standards

- and Geographic Information Systems (GIS) for the Period 1983–2015. *The Jordanian Journal of Social Sciences*, 11(2), 183–198.
- Zaytoun, Muhammad (2013). *Assessing the Impact of Climate Change on Drought in Northern Jordan Using Remote Sensing*. PhD Thesis, University of Jordan, Amman, Jordan.
 - Zaytoun, Muhammad. Shehadeh, Naaman (2016). *Climate Change Indicators in Jordan*. *Studies Journal*, 43(2), 1183–1201.
 - Suleiman, Mahmoud (2023). *The Impact of the North Atlantic Oscillation on Rainfall in the Tobruk Region for the Period 1985–2018*. *The Journal of the Faculty of Arts, University of Benghazi*, (50), 88–109.
 - Sahlab, Tariq (2023), *Drought Assessment Using Standardized Rainfall Index (SPI) and Normalized Dew Vegetation Index (NDVI) in Babylon Governorate for the period 1977-2021*, *Journal of Arts and Humanities*, 5(27), 487-509.
 - Al-Shujairi, Omar. Al-Hathal, Yousef (2019), *Analysis of Seasonal Climatic Drought in Iraq during the Period 1952–2017*, *Middle East Research Journal/Ain Shams University*, (51), 80–116.
- Shahada, Naaman, and Al-Zuraikat, Dalal (2018), *Environmental Hazards and Disasters*, Safaa Publishing and Distribution House, Amman: Jordan.
- Shahada, Naaman (1991), *Jordan's Climate*, 1st ed., Dar Al-Basheer, Amman, Jordan.
 - Al-Shiyab, Safaa (2020), *The Impact of the North Atlantic Oscillation on Climatic Drought in Jordan*. Unpublished master's Thesis, Yarmouk University, Irbid, Jordan.
 - Al-Sabbahah, Nouh (2023), *The Impact of Climate Change on the Drought Index in Jordan: Integrating Statistical Models and Geographic Information Systems*, *Journal of Arts, Cairo University*, 1(84), 1–44.
 - Al-Tarawneh, Fatima (2018), *The Impact of the North Atlantic Oscillation on Rainfall Amounts in Jordan during the Period 1960-2013*, *Journal of Studies/Social Humanities*, 45(4), 175-190.

- Al-Atabi, Nadia (2021), A Geographical Analysis of Drought and Its Impact on Vegetation and Water Cover in the Western Ali District Using the Standardized Rainfall Index (SPI) and the NDVI and NDWI Indices, *Maysan Journal of Academic Studies/Iraq*, (41), 393-415.
- Ali, Bushra. Khoury, Wadih (2022), The Relationship between Hydrological Drought and Climatic Drought in the Marqiyah River Basin/Syria, *Syrian Journal of Agricultural Research*, 9(1), 209-219.
- Anbar, Ali. Shahada, Naaman (2020), Climate Models and Climate Change in the Eastern Mediterranean Basin, *An-Najah University Journal/Palestine*, 34 (1), 76-106.
- Al-Issawi, Khalil (2020), Analyzing the Impact of Climatic Droughts on Vegetation Cover Using the SPI and NDVI Index in Anbar Governorate, Al-Jazeera Region, Using GIS, *Iraqi Journal of Desert Studies*, 10(1), 13–37.
- Ghanem, Ahmed (2010), *Applied Climatology*, 1st ed., Amman, Dar - Al-Masirah for Publishing, Distribution, and Printing.
- Ghanem, Ali (2019), *Climate Change in the Arab World: Past, Present, and Future*, 1st ed., Amman, Dar Hamed for Publishing and Distribution.
- Al-Ghazawi, Enas, and Al-Attabi, Nadia (2024), Analyzing Climatic Drought and Its Impact on Vegetation Cover in Wasit Governorate Using the SPI Index, the BSI Index, and the CI Index, *Ramah Journal of Research and Studies*, (108), 926–953.
- Mukhamreh, Ziyad. Al-Hasban, Yusra (2014), *Geography of Jordan*, 2nd ed., Amman, Wael Publishing House.
- Royal Geographical Center, (2023), unpublished data, Amman: Jordan.
- Al-Musnad, Abdullah (2018), The Impact of the North Atlantic Oscillation (NOA) on Rainfall in the Kingdom of Saudi Arabia, *Arab Geographical Journal*, 49(71), 157-194.
- Jordanian Ministry of Water and Irrigation (2023), Unpublished Rainfall Data, Amman: Jordan.

- Ministry of Water and Irrigation, Water Sector Policy for Drought Management, (2018).

ثانياً: المراجع الأجنبية:

- Kamruzzaman, Mohammad, et al. (2022), Spatiotemporal drought analysis in Bangladesh using the standardized precipitation index SPI and standardized precipitation evapotranspiration index SPEI, Scientific Reports, www.nature.com/scientificreports.

- McKee, T. B., N. J., Doesken, and J. Kleist, (1993), The Relationship of Drought Frequency and Duration to Time Seales. Preprints. Eight conf. on Applied Climatology, Anaheim California, USA, 179-184.

- Moccia, Benedetta. et al, (2022), SPI-Based Drought Classification in Italy: Influence of Different Probability Distribution Functions, MDPI stays neutral about jurisdictional claims in published maps and institutional affiliations.

- Oroud. IM. (2008). The impacts of climate change on water resources in Jordan. In: Zereini F. Hotzl H (eds) Climate changes and water resources in the Middle East and North Africa. Springer, Environmental Science and Engineering, Berlin.

- Pederson.D. (2008). Will climate change reduce or Increase Middle East Rainfall, Green Report, H.44.

- Winstanley, D, (1973), Recent rainfall trends in Africa the Middle East, and India. Nature, (243), 464 – 475.