ديناميةالتساقطاتالمطريةوتحليلفتراتالجفافبوحدةخريبكة(المغرب)ما بين 1981/1982 و2023/2024:دراسةإحصائيةومناخيةباستخداممؤشرالتساقطاتالموحد SPI

المصطفىلبيبي 1، بشرىحساني 2 محمدالراضي3
1 طالب باحث، مختبر ديناميةالمشاهدالمخاطروالتراث
كليةالآدابوالعلومالإنسانيةبنيملال، جامعةالسلطانمولايسليمان،
Lbaibi.mustapha10@gmail.com
2 أستاذةمشرفة، مختبر ديناميةالمشاهدالمخاطروالتراث
الكليةالمتعددةالتخصصاتبخريبكة، جامعةالسلطانمولايسليمان
b.hessani@usms.ma
3 أستاذمشرف، مختبر ديناميةالمشاهدالمخاطروالتراث
كليةالآدابوالعلومالإنسانيةبنيملال، جامعةالسلطانمولايسليمان
aradimohamed@gmail.com
المملكةالمغربية

الملخص:

تتناول هذه الدراسة الوضعية المناخية لوحدة خريبكة بوسط المغرب، من خلال تتبع وتحليل التساقطات المطرية خلال الفترة الممتدة بين 1981 و2023؛ تبرز الإشكالية في سياق التغيرات المناخية الراهنة التي تتميز بالتذبذب وعدم الانتظام، مما يطرح سؤالا جوهريا حول طبيعة الاتجاه العام للتساقطات المطرية بالمنطقة ومدى حدة وتواتر دورات الجفاف بها؛ تهدف الدراسة إلى تشخيص الحالة المناخية وتحديد فترات العجز والفائض المطري؛ اعتمدت الدراسة في جمع البيانات وتحليليها على السلسلة الإحصائية المطرية السنوية لفترة 43 سنة؛ وقد تم معالجة هذه البيانات باستخدام مؤشر التساقطات الموحد (SPI) ونظم المعلومات الجغرافية؛ كشفت النتائج عن هيمنة واضحة للمواسم ذات التساقطات المطرية العادية؛ بنسبة تراوحت ما بين 67.44% و74.41%، وهو ما يعكس الوضع الاعتيادي للمناخ شبه الجاف بالوحدة الذي يتسم أصلا بالتذبذب والندرة، ولا يعني بالضرورة وفرة مطرية؛ كما سجلت الدراسة حضورا للسنوات الرطبة بنسب متفاوتة، وتواترا لحالات الجفاف المتوسط، في حين أظهر التحليل الإحصائي غيابا تاما لحالات الجفاف المتطرف وفق مؤشر التساقطات الموحد خلال فترة الدراسة.

الكلمات المفاتيح: التساقطات المطرية، الجفاف، مؤشر SPI، خريبكة، التغيرات المناخية

© المؤلفون. مرخص بموجب Creative Commons Attribution-Non Commercial 4.0 (CC BY-NC 4.0) — يُسمح بإعادة الاستخدام غير التجاري مع نسبة المصدر
https://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0/

Dynamics of Rainfall and Analysis of Drought Periods in Khouribga Unit (Morocco) between 1981/1982 and 2023/2024: A Statistical and Climatic Study Using the Standardized Precipitation Index (SPI).

Abstract :

This climatological study investigates the dynamics of rainfall and the frequency of drought periods in the Khouribga region of Morocco over a period spanning from 1981 to 2024. As climate change increasingly threatens water resources in arid and semi-arid zones, this research provides a rigorous statistical and climatic analysis using the Standardized Precipitation Index (SPI). By processing daily and monthly precipitation data from the Khouribga meteorological station, the authors identify significant trends in rainfall variability and the increasing recurrence of extreme drought events. The SPI is utilized across various timescales to determine the onset, duration, and severity of dry spells, revealing a concerning pattern of successive deficit years. The study discusses the direct implications of these climatic fluctuations on the local ecosystems and economic activities, particularly the agricultural sector and the depletion of groundwater reserves. Furthermore, the paper highlights the strategic importance of understanding these rainfall patterns for territorial planning and the management of water scarcity in a region dominated by phosphate mining and rain-fed farming. The findings serve as a vital reference for decision-makers in developing adaptation strategies to mitigate the adverse effects of climate variability in central Morocco, advocating for sustainable water management policies and enhanced drought monitoring systems.

Keywords : Rainfall dynamics, drought analysis, SPI index, Khouribga, climate change

© المؤلفون. مرخص بموجب Creative Commons Attribution-Non Commercial 4.0 (CC BY-NC 4.0) — يُسمح بإعادة الاستخدام غير التجاري مع نسبة المصدر
https://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0/

Résumé :

Cette étude de recherche examine la situation climatique de l'unité de Khouribga, située dans le centre du Maroc, en suivant et analysant les précipitations durant la période s'étendant de 1981 à 2023. La problématique s'inscrit dans le contexte des changements climatiques actuels, caractérisés par des fluctuations et une irrégularité marquée, ce qui soulève une question fondamentale quant à la nature de la tendance générale des précipitations dans la zone et au degré de sévérité et de fréquence des cycles de sécheresse. L'étude a pour objectif principale de diagnostiquer la situation climatique et d'identifier les périodes de déficit et d'excédent pluviométrique. Pour la collecte et l'analyse des données, l'étude s'est appuyée sur la série statistique annuelle des précipitations couvrant 43 ans. Ces données ont été traitées à l'aide de l'indice de précipitations standardisé (SPI) et des systèmes d'information géographique. Les résultats révèlent une nette dominance des saisons caractérisées par des précipitations normales, avec des proportions comprises entre 67,44 % et 74,41 %. Cela reflète la situation habituelle du climat semi-aride de l'unité étudiée, intrinsèquement marqué par l'irrégularité et la rareté, sans pour autant signifier une abondance pluviométrique. L'étude a également enregistré la présence d'années humides dans des proportions variables, ainsi qu'une occurrence de cas de sécheresse modérée. En revanche, l'analyse statistique a démontré une absence totale de cas de sécheresse extrême selon l'indice de précipitations standardisé (SPI) au cours de la période d'étude.

Les mots clés : Dynamique ; Précipitations pluviométriques ; Indice standardisé des précipitations (SPI) ; Unité de Khouribga.

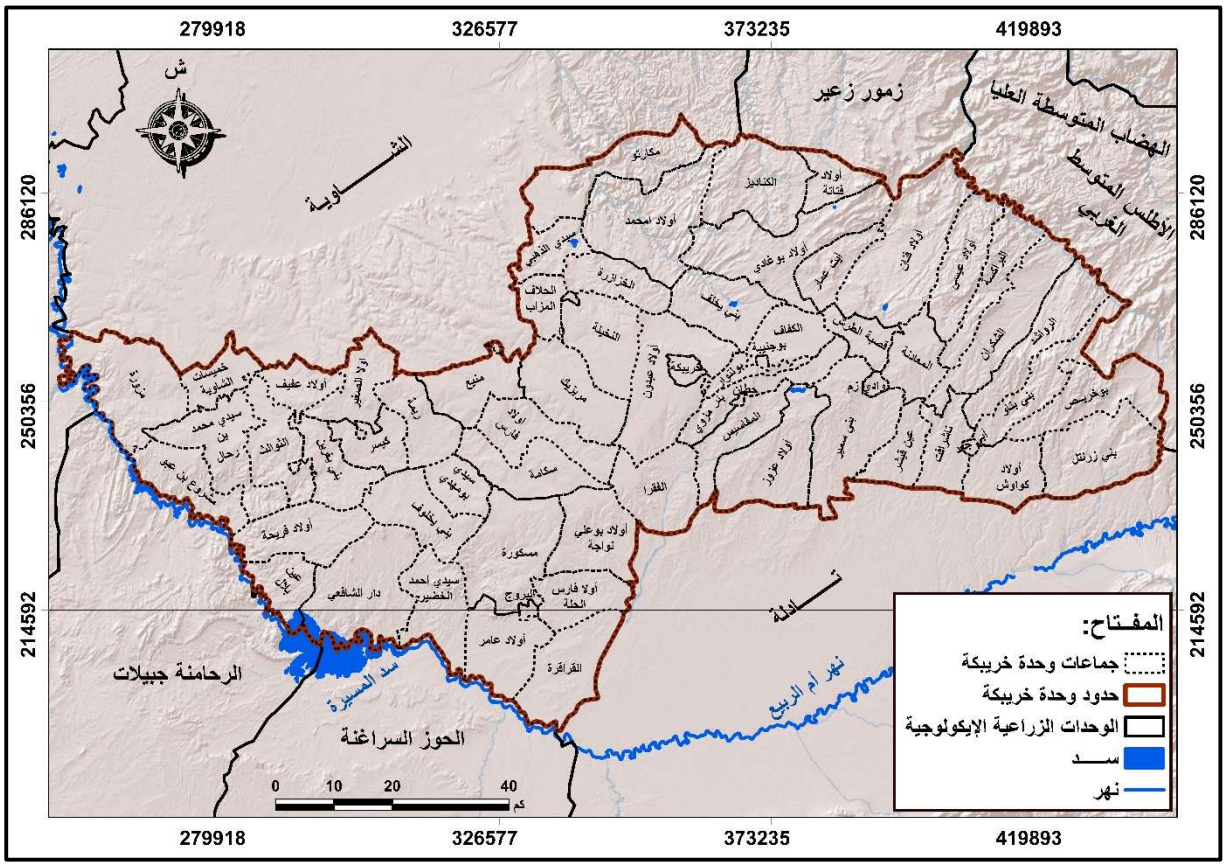
© المؤلفون. مرخص بموجب Creative Commons Attribution-Non Commercial 4.0 (CC BY-NC 4.0) — يُسمح بإعادة الاستخدام غير التجاري مع نسبة المصدر
https://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0/

مقدمة

تعد التقلبات المناخية، وفي مقدمتها التساقطات المطرية، أحد أبرز التحديات التي تواجه الأوساط شبه الجافة، حيث ترهن التوازنات الهيدرولوجية والفلاحية على حد سواء؛ وتعتبر وحدة خريبكة المنتمية للهضاب الآطلنتية بوسط المغرب، مختبرا جغرافيا لدراسة هذه الظواهر؛ نظرا لموقعها الانتقالي بين المؤثرات الأطلسية والقارية الداخلية، وما يترتب عن ذلك من تباين في التوزيع الزمني والمجالي للتساقطات المطرية؛ وفي ظل السياق العالمي المتسم بظاهرة الاحترار المناخي، أصبحت هذه الوحدة الترابية تشهد تزايدا ملحوظا في حدة وتواتر الظواهر المناخية المتطرفة، وعلى رأسها ظاهرة الجفاف التي أصبحت معطى بنيويا يؤثر على الموارد المائية والأنشطة الرعوية والزراعية بالمنطقة؛ إن فهم سلوك التساقطات المطرية يتطلب تحليلا إحصائيا علميا يتجاوز الوصف العام إلى رصد الاتجاهات العامة وفهم الدورات المناخية المتقلبة؛ من هذا المنطلق، تبرز أهمية استخدام مؤشر التساقطات الموحد (SPI) كأداة علمية دقيقة تسمح بتوصيف فترات الجفاف وتحديد شدتها، مدتها، ومجال تكرارها؛ وتغطي هذه الدراسة الفترة الممتدة ما بين 1982/1981 و2024/2023، وهي مدة زمنية كافية لرصد التحولات المناخية العميقة التر عرفها المغرب عموما، ووحدة خريبكة خصوصا.

1- تعريف مجال الدراسة

الخريطة (1): وحدات المعاينة المجالية ضمن الوحدة المجالية الفلاحية خريبكة



© المؤلفون. مرخص بموجب Creative Commons Attribution-Non Commercial 4.0 (CC BY-NC 4.0) — يُسمح بإعادة الاستخدام غير التجاري مع نسبة المصدر
https://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0/

المصدر: Atlas de l'Agriculture Marocaine ; 2008, P36، بتصرف؛ التقسيم الإداري للجماعات الترابية والأقاليم والجهات، المملكة المغربية 2015.

تتموضع وحدة خريبكة ضمن مجموعة الهضاب الأطلنتية الجافة وشبه الجافة بوسط المغرب، مشكلة مجالا انتقاليا بين السهول الساحلية والدير الآطلسي، حيث يغطي ترابها إقليم خريبكة وجزءا واسعا من إقليم سطات؛ وتتحدد هويتها الجغرافية بتقاطعها مع هضبة الفوسفات بتضاريس تتراوح بين مستويات هضبية منبسطة ومرتفعات شمالية يفوق علوها 1000 متر، مما يمنحها موضعا طبوغرافيا خاصا؛ وتحدها إيكولوجيا وحدات "زمور – زعير" و"الشاوية" من الشمال والشمال الغربي، و"الأطلس المتوسط الغربي" شرقا، ووحدات "تادلة" و"الحوز – السراغنة" من الجنوب والجنوب الشرقي"، ومجال "الرحامنة – الجبيلات" من جهتي الغرب والجنوب الغربي، لتهيمن عليها زراعة مطرية مقلالة ونشاط رعوي ينسجم مع خصائص مناخها المتميز بالندرة والتذبذب، وهو ما يجعلها وحدة سوسيو – مجالية متجانسة رغم تقاطع الانتماءات القبلية والإدارية.

2- المفاهيم المهيكلة:

التغير المطري: يميز تقرير الخبراء الدوليين بين التغير المناخي كتحول هيكلي طويل الأمد في الخصائص والمعدلات، وبين التغيرية المناخية التي تعبر عن تذبذبات ظرفية (موسمية أو سنوية) تتجلى في الظواهر المتطرفة[1]؛ وتعد التغيرية المطرية المكون الأبرز لهذه الدينامية؛ إذ تظهر الاختلافات الزمنية والمكانية للهطول الناتج عن عوامل طبيعية أو بشرية[2] وتكتسي هذه التغيرية صبغة إجرائية في الدراسات الجغرافية لكونها المحرك الأساسي للاختيارات الرعي – زراعية والمتحكم في مردودية المزروعات البورية، فضلا عن دورها في تحديد استجابة الأنظمة الهيدرولوجية، خاصة في حالات الفيضانات المفاجئة[3].

الجفاف: يعرف الباحث الجفاف بوصفه عجزا مؤقتا في الموارد المائية الطبيعية، يشمل التساقطات والجريان السطحي والمياه الباطنية، ويتميز بكونه ظاهرة غير دائمة ذات نطاق زمني محدد بين القصر والطول[4]؛ وفي سياق متصل، يعتبره "معجم الجغرافيا الفلاحية" فترة نقص مائي ناتجة عن عجز مطري ظرفي مقارنة بالمتوسطات الحسابية المسجلة على المدى البعيد[5].

- [1] GIEC ; 2013, Glossaire (Planton, S. (coord)), In : Changements climatiques : Les éléments scientifiques, Contribution du Groupe de travail I au cinquième Rapport d'évaluation du Groupe d'experts intergouvernemental sur l'évolution du climat, Cambridge University Press, Cambridge, Royaume-Uni et New York, NY, Etats-Unis d'Amérique, pp 185-204.
- [2] Bertrand D ; 2007, variabilité et tendances pluviométrique dans l'Ouest centrafricain, doctorat de Géographie et Gestion de l'environnement dans la spécialité "agro-climatologie et développement", l'Université d'Abomey Calavi au Bénin, p 13.
- [3] Saharia M., Kirstetter P., Vergara H., Gourley J., Emmanuel I & Andrieu H ; 2021, On the impact of rainfall spatial variability, geomorphology, and climatology on flash floods, Water Resources Research, 57 (9), p 1.
- [4] باحو، عبد العزيز، 2001، الجفاف المناخي بالمغرب: خصائصه وعلاقته بآليات الدورة الهوائية وأثره على زراعة الحبوب الرئيسية، دكتوراه دولة في الجغرافيا تخصص الجغرافيا الطبيعية، كلية الآداب والعلوم الإنسانية المحمدية، جامعة الحسن الثاني، المغرب، ص 33.
- [5] ضايض، حسن، 2021، في معجم الجغرافيا الفلاحية شرح وتفسير، الطبعة الأولى، طبعة آنفو – برانت، فاس، ص 80.

© المؤلفون. مرخص بموجب Creative Commons Attribution-Non Commercial 4.0 (CC BY-NC 4.0) — يُسمح بإعادة الاستخدام غير التجاري مع نسبة المصدر
https://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0/

3- السؤال الإشكالي:

أمام هذا التباين المناخي الذي يهم وحدة خريبكة، تبرز الحاجة لاستنطاق الإحصائيات المطرية ومعرفة حدة جفافها باستخدام مؤشر التساقطات الموحد (SPI)، قصد رصد التحولات التي مست هذا المجال؛ وهو ما يدفعنا إلى طرح السؤال الآتي: ما هي طبيعة الدينامية الزمنية للتساقطات المطرية بوحدة خريبكة، وإلى أي حد يعكس مؤشر التساقطات الموحد (SPI) حدة وتواتر دورات الجفاف بهذا المجال ما بين 1982/1981 و2024/2023؟

4- الفرضية العامة:

يفترض أن السلوك المطري بوحدة خريبكة يشهد منحى نحو التذبذب المتزايد مع هيمنة المواسم هيمنة واضحة للمواسم ذات التساقطات المطرية العادية، وهذا لا يعني وفرة مائية بقدر ما يؤكد على بنية المناخ شبه الجاف الذي يتميز بالندرة وتواتر دورات الجفاف المتوسط.

5- الأهداف:

تسعى هذه الورقة البحثية من خلال منطلقاتها إلى تحقيق مجموعة من الأهداف العملية، يمكن إجمالها فيما يلي:

- تشخيص الدينامية المناخية لوحدة خريبكة عبر تتبع السلوك الزمني للتساقطات المطرية، لرصد الاتجاه العام للسلسلة الإحصائية؛
- تحديد فترات العجز والفائض المطري وتصنيفها نوعيا وكميا باستخدام مؤشر التساقطات الموحد (SPI)، لتمييز سنوات الجفاف عن السنوات الرطبة وتحديد درجتها.

المنهجية

تستند الدراسة إلى تحليل السلسلة الإحصائية المطرية السنوية الممتدة على مدار 43 سنة (ما بين 1982/1981 و2024/2023) لرصد التغير المناخي؛ ولتحقيق دقة النتائج، تم توظيف مؤشر التساقطات الموحد (SPI) كأداة إحصائية قياسية لتحديد فترات الجفاف والوفرة المطرية ومستويات حدتها؛ كما اعتمد البحث على تقنيات نظم المعلومات الجغرافية (SIG) في المعالجة الخرائطية والتحليل المجالي للبيانات لربط المتغيرات ببيئتها المكانية.

النتائج

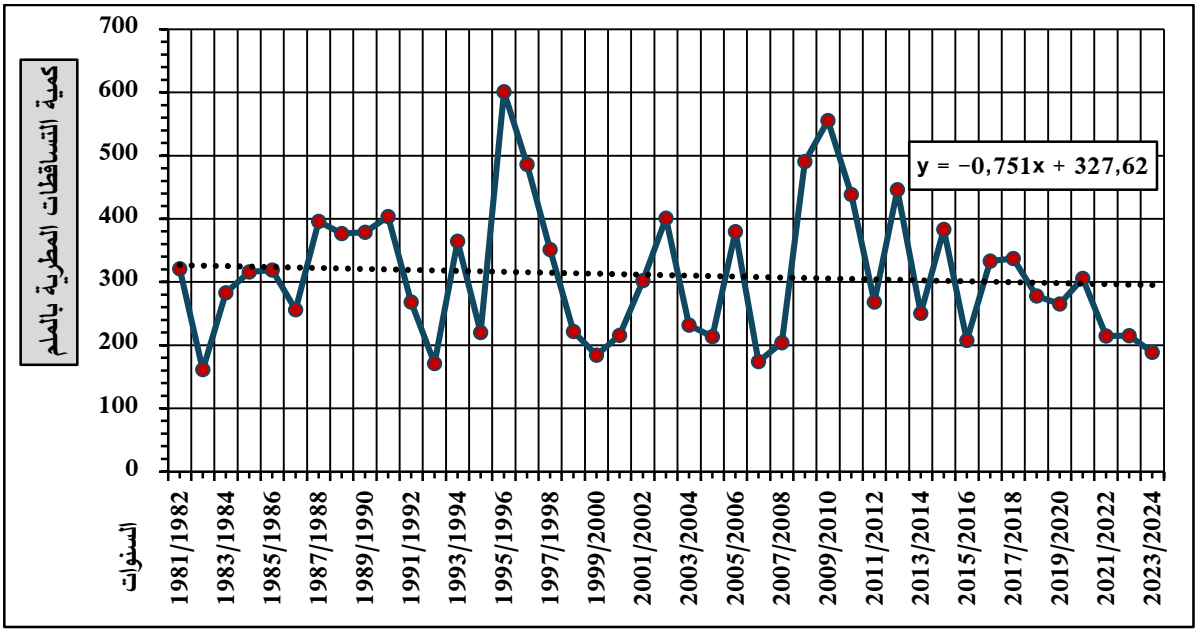
تتمحور نتائج الورقة البحثية حول تشخيص الدينامية المطرية بوحدة خريبكة ما بين 1982/1981 و2024/2023، من خلال رصد الاتجاه العام للتساقطات المطرية وتفسير توزيعها المجالي في ضوء المحددات الطبوغرافية والجغرافية للمنطقة؛ كما تسعى إلى تشخيص الوضعية المناخية بالاعتماد على مؤشر التساقطات الموحد (SPI)، لتحديد درجات الجفاف والرطوبة، ومدى تأثير ذلك على الوضعية البيئية بالمجال المدروس.

© المؤلفون. مرخص بموجب Creative Commons Attribution-Non Commercial 4.0 (CC BY-NC 4.0) — يُسمح بإعادة الاستخدام غير التجاري مع نسبة المصدر
https://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0/

أولا: النزعة العامة للتساقطات المطرية السنوية ما بين 1982/1981 و2024/2023 بوحدة خريبكة

1- التوزيع الزمني للتساقطات المطرية السنوية ما بين 1982/1981 و2024/2023

الرسم البياني (1): النزعة العامة لتطور التساقطات المطرية السنوية بمحطات وحدة خريبكة ما بين 1982/1981 و2024/2023



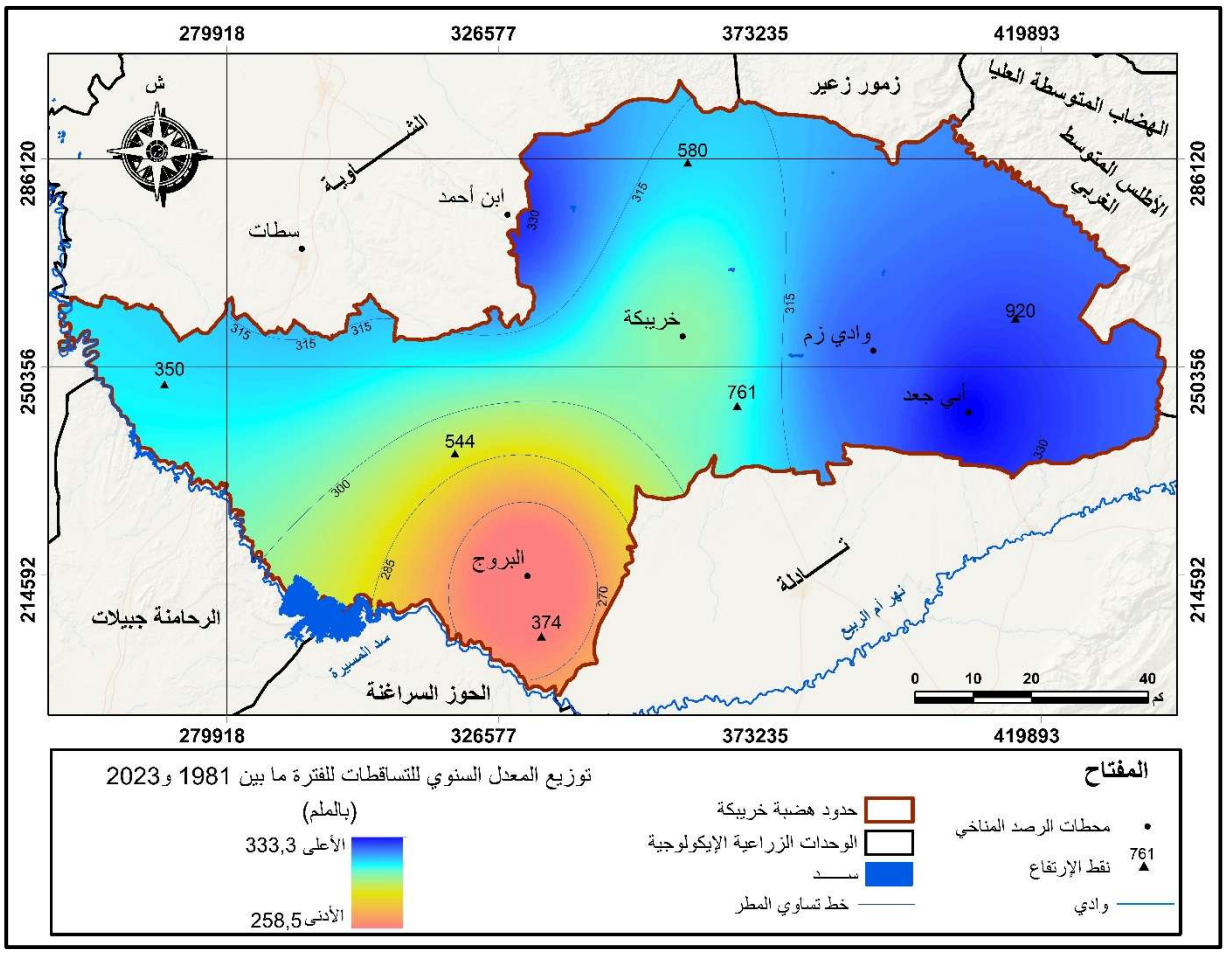
المصدر: المديرية الإقليمية للفلاحة بخريبكة؛ المديرية الإقليمية للفلاحة بسطات.

يكشف تحليل السلسلة الزمنية للتساقطات المطرية بمحطات وحدة خريبكة ما بين (1982/1981) و(2024/2023)، عن منحى تراجعي عام يظهر تعرض المنطقة لنزعة مناخية تتميز بالتراجع التدريجي في كميات الأمطار وخضوعها لسيرورة من المناخ الجاف؛ إذ تشير معادلة الانحدار الخطي للسلسلة المدروسة (y = -0,751x + 327,62) إلى وجود عجز مطري يقدر بنحو 0.75 ملم سنويا؛ ورغم أن هذا الانخفاض يبدو طفيفا من الناحية الكمية، إلا أن استمراريته تبين انتقال المجال نحو ظروف مناخية ومطرية أكثر جفافا؛ كما أن التغيرية المطرية السنوية، المتجلية في التفاوت الكبير بين السنوات الرطبة كما هو الشأن سنة 1996/1995 بما يقارب 601.3 ملم، وسنة 2010/2009 بحوالي 555.5 ملم، والسنوات الجافة مثل سنة 1983/1982 في حدود 161.1 ملم، وسنة 2024/2023 بما يبلغ 188.8 ملم، تؤشر على غياب انتظام النظام المطري، وهي سمة من سمات المناخات شبه الجافة التي تتخللها فترات اضطراب مطري حاد؛ ويلاحظ أنه منذ 2001/2000، انتقلت المنطقة إلى واقع مناخي جديد يتميز بتواتر سنوات الجفاف وانحسار الفترات المطرة، وهو ما يؤثر سلبا على النظام الفلاحي المعتمد على التساقطات المطرية؛ وبناء عليه، يمكن الجزم بأن محطات وحدة خريبكة تشهد اضطرابا مطريا تدريجيا يندرج ضمن السياق العالمي لتغير المناخ، مما يعمق هشاشة المنطقة اتجاه المخاطر البيئية خصوصا ظاهرة الجفاف.

© المؤلفون. مرخص بموجب Creative Commons Attribution-Non Commercial 4.0 (CC BY-NC 4.0) — يُسمح بإعادة الاستخدام غير التجاري مع نسبة المصدر
https://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0/

2- التوزيع المجالي للتساقطات المطرية السنوية ما بين 1982/1981 و2024/2023

الخريطة (2): التوزيع المجالي لمعدل التساقطات المطرية ما بين 1982/1981 و2024/2023



المصدر: المديرية الإقليمية للفلاحة بخريبكة، المديرية الإقليمية للفلاحة بسطات، معالجة شخصية ببرنامج ArcGIS.

يتبين من خلال التوزيع المجالي للتساقطات المطرية السنوية ما بين 1982/1981 و2024/2023، ظهر أن وحدة خريبكة تشكل نموذجا دالا لمجال شبه جاف يتسم بالتغير والتباين المجالي، وهي حالة توضح تداخل عوامل الموقع الجغرافي والتضاريس واتجاه الكتل الهوائية؛ وقد تبين أن المعدلات السنوية تتدرج من أعلى القيم بمحطة أبي جعد بمعدل (333.4 ملم)، تليها محطة بن أحمد (330.8 ملم)، ووادي زم بنحو (325.1 ملم)، ثم محطة خريبكة (301.6 ملم)، ومحطة سطات (316.9 ملم)، وأخيرا محطة البروج التي لم تتجاوز (258.5 ملم)؛ وقد ظهر أن المجال خضع لتغيرية مطرية قوية، تجلت في تناوب واضح بين سنوات الرطوبة الاستثنائية (1996/1995، 1997/1996، 2009/2008، 2010/2009) التي تجاوزت خلالها المعدلات السنوية 500 ملم بعدد من المحطات، وسنوات الجفاف الحاد (1983/1982، 2000/1999، 2007/2006، و2023/2022) التي لم تتعد فيها الأمطار عتبة 150 ملم؛ ويتضح أن التساقطات لا تتوزع بشكل متجانس، إذ تميزت محطة خريبكة بتغيرية جعلت من معدلها أقرب إلى المتوسط؛ أما سطات، ورغم موقعها خارج الوحدة، فقد اتسمت بمعدلات أعلى من بعض المحطات الداخلية؛ بالمقابل، اتسمت محطة البروج بضعف التساقطات المطرية، حيث بقيت أغلب سنواتها ضمن خانة الجفاف المتوسط إلى الحاد؛

© المؤلفون. مرخص بموجب Creative Commons Attribution-Non Commercial 4.0 (CC BY-NC 4.0) — يُسمح بإعادة الاستخدام غير التجاري مع نسبة المصدر
https://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0/

ويرجع هذا التباين للمؤثرات الطبيعية والمناخية؛ إذ أن المحطات الواقعة على ارتفاعات بارزة كأبي الجعد ووادي زم تميل إلى استقبال كميات مهمة من الأمطار نتيجة صعود الكتل الهوائية الرطبة، بخلاف محطات منخفضة كالبروج؛ كما أن موقع الوحدة شرق جبال الأطلس يجعلها في وضعية جغرافية فاصلة بين تأثيرين متباينين: أطلنتي رطب يهم بالأساس الشمال الغربي (سطات وبن أحمد)، وقاري جاف يتسرب من الجنوب والجنوب الشرقي؛ وتعد خريبكة ووادي زم منطقتين انتقاليتين بين هذين التأثيرين، ما يفسر اعتدال معدلاتهما المطرية مقارنة بالمجالات الشمالية والجنوبية؛ كما تتداخل هذه المحددات مع التيارات الغربية الشتوية التي تمثل المزود الرئيسي للمنطقة بالأمطار؛ وبهذا تتجلى وحدة خريبكة كمجال متباين، يتقاطع فيه المعطى التضاريسي مع المحددات المناخية لتتولد وضعية مطرية غير متجانسة.

ثانيا: دراسة الوضعية المناخية بوحدة خريبكة حسب مؤشر التساقطات الموحد

يعد مؤشر التساقطات الموحد (Standardized Precipitation Index – SPI) من أبرز الأدوات الإحصائية المعتمدة عالميا لتقييم وقياس شدة الجفاف المناخي، نظرا لدقته في رصد وتحليل السلوك المطري وتحديد فترات العجز المطري على المدى القصير والمتوسط والبعيد؛ وقد صاغ (McKee T B, Doesken N J, & Kleist J ; 1993)[1] هذا المؤشر بناء على قاعدة الانحرافات المعيارية للقيم المطرية، وفق النموذج الرياضي الآتي: **SPI=(Pi–Pm)/S**

حيث:

SPI: مؤشر التساقطات الموحد؛

Pi: كمية التساقطات المطرية خلال السنة المدروسة (بالملمتر)؛

Pm: المعدل العام للتساقطات خلال السلسلة الزمنية المرجعية؛

S: الانحراف المعياري للتساقطات المطرية.

جدول (1): تصنيف السنوات الرطبة والجافة والعادية حسب قيمة مؤشر التساقطات الموحد

قيمة مؤشر التساقطات المطرية الموحد	طبيعة السنة
أكثر من 2	سنة استثنائية الرطوبة
(1.50 – 1.99)	سنة رطبة جدا
(1 – 1.49)	سنة متوسطة الرطوبة
(- 0.99 – 0.99)	سنة عادية
(-1.49 – - 1)	سنة متوسطة الجفاف
(-1.99 – - 1.50)	سنة جافة جدا
أكثر من 2-	سنة استثنائية الجفاف

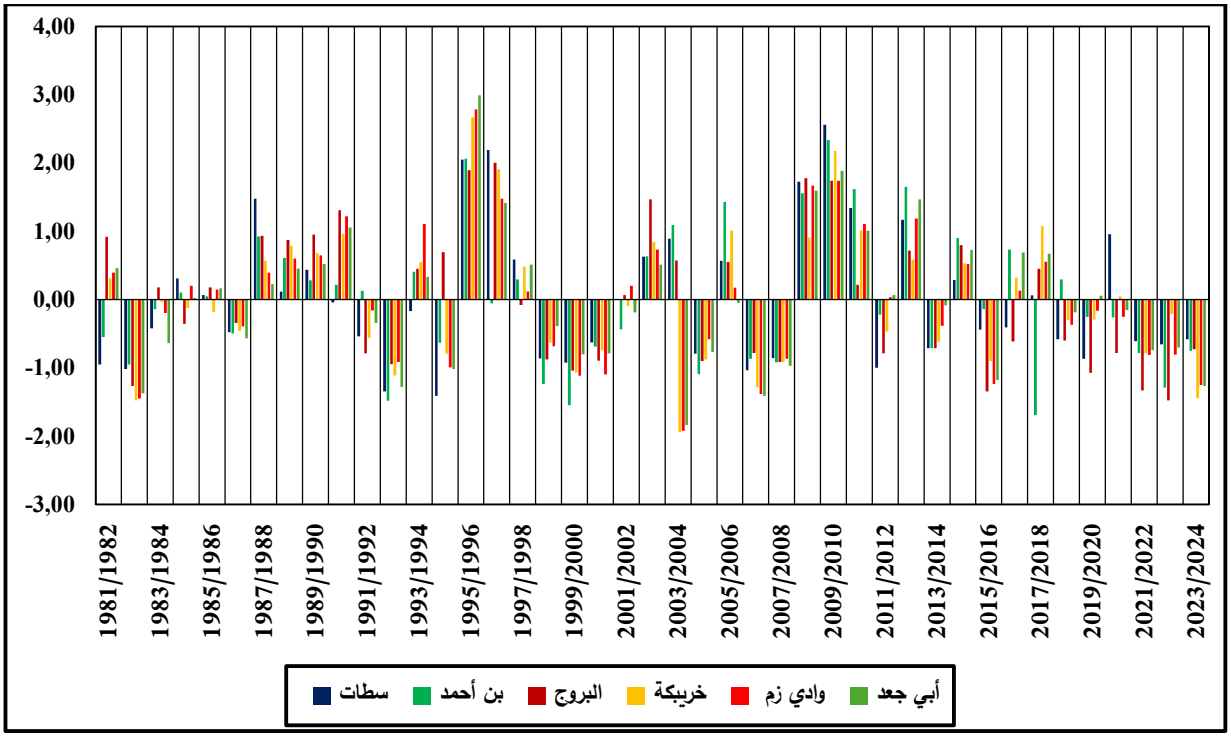
المصدر: Organisation météorologique mondiale ; 2012

[1] McKee T B., Doesken N & Kleist J ; 1993, The relationship of drought frequency and duration to time scale, In Proceedings of the Eighth Conference on Applied Climatology, Anaheim, California, January 17-22, 1993, Boston, MA: American Meteorological Society, pp 179-184.

© المؤلفون. مرخص بموجب Creative Commons Attribution-Non Commercial 4.0 (CC BY-NC 4.0) — يُسمح بإعادة الاستخدام غير التجاري مع نسبة المصدر
https://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0/

تتجلى أهمية هذا المؤشـر بشـكل خاص في المجالات الفلاحية البورية،كوحدة خريبكة، التي تشـهد تغيرية مطرية قوية، حيث سيتم الاعتماد على محطات سطات، بن أحمد، البروج، خريبكة، وادي زم، أبي جعد:

الرسم البياني (2): التطور السنوي للأمطار بمحطات مجال الدراسة حسب مؤشر التساقطات الموحد SPI



المصدر: تطبيق مؤشر التساقطات الموحد SPI.

الجدول (2): صنف السنوات حسب مؤشر التساقطات الموحد بمحطات مجال الدراسة ما بين 1982/1981 و2024/2023

عتبات السنوات حسب مؤشر التساقطات	نسبة التردد (%)					
	سطات	بن أحمد	البروج	خريبكة	وادي زم	أبي جعد
تساقطات مطرية استثنائية	6,97	4,65	2,32	4,65	2,32	2,32
تساقطات مطرية شديدة	2,32	6,97	6,97	2,32	4,65	4,65
تساقطات مطرية متوسطة	6,97	4,65	4,65	6,97	11,62	9,30

© المؤلفون. مرخص بموجب Creative Commons Attribution-Non Commercial 4.0 (CC BY-NC 4.0) — يُسمح بإعادة الاستخدام غير التجاري مع نسبة المصدر
https://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0/

تساقطات مطرية عادية	72,09	69,76	72,09	74,41	67,44	67,44
جفاف متوسط	11,62	9,30	13,95	11,62	11,62	13,95
جفاف شديد	0	4,65	0	00	2,32	2,32
جفاف متطرف	0	0	0	00	00	00

المصدر: تطبيق مؤشر التساقطات الموحد SPI.

توضح المعطيات الإحصائية المستخلصة من الرسم البياني والجدول حسب مؤشر التساقطات الموحد (SPI) للفترة الممتدة من (1982/1981) إلى (2024/2023) بمجمل مجال الدراسة ومحطاته، تباينا موسميا في الترددات، مع سيادة واضحة للمواسم ذات التساقطات المطرية العادية التي طغت على مجمل السلسلة المطرية المدروسة، حيث تراوحت نسبتها بين 67.44% بمحطتي وادي زم وأبي الجعد، و74.41% بمحطة خريبكة؛ غير أن هذا الصنف من التساقطات المطرية العادية، لا يعني وفرة مطرية، بل يبين معدلات مطرية اعتيادية بالنظر إلى الطابع شبه الجاف للمجال المدروس، أي أنها تمثل الوضع المطري المتوسط في سياق مناخي يطغى عليه الجفاف المناخي والتذبذب؛ وتبرز السنوات ذات التساقطات المطرية المتوسطة بنسبة مهمة بمحطتي وادي زم بحوالي 11.62%، وأبي الجعد بنحو 9.30%، ما يظهر ميلا نسبيا نحو الاستقرار؛ أما السنوات الرطبة ذات الطابع الاستثنائي أو الشديد، فقد تكررت بنسب متفاوتة؛ إذ بلغت 6.97% بمحطة سطات بالنسبة للتساقطات الاستثنائية، و6.97% بمحطتي بن أحمد والبروج بالنسبة للتساقطات الشديدة، مما يدل على وجود سنوات تجاوزت فيها المعدلات المطرية المستويات الطبيعية؛ في المقابل، لم تخل السلسلة الزمنية من السنوات الجافة، حيث سجل الجفاف المتوسط حضورا مهما، إذ تراوحت نسبة تردده بين 9.30% و13.95%، خاصة في محطتي البروج وأبي الجعد؛ كما سجلت حالات الجفاف الشديد بشكل محدود، لا تتجاوز نسبة تردده 4.65%، فيما لم ترصد أي حالة ضمن خانة الجفاف المتطرف؛ ويستخلص من خلال هذه المعطيات أن الطابع العام لمناخ وحدة خريبكة وجوارها يتأرجح بين التساقطات المطرية العادية وتواتر محدود لسنوات الجفاف أو الفائض المطري، بما يؤشر على دينامية مطرية موسومة بتقلبات موسمية ومجالية.

الخلاصات:

أوضحت المعطيات المطرية السنوية على بمحطات وحدة خريبكة تذبذبا وتغيرية قوية بين المواسم، مع تواتر سنوات مطيرة نسبيا وأخرى جافة، ما يظهر صفة المناخ شبه الجاف المنفرد بالتغيرية المطرية العالية؛ كما تختلف النزعات بين المحطات، حيث تتجه بعض المحطات المرتفعة مثل خريبكة، ووادي زم، وأبي جعد إلى تسجيل كميات مطرية أكبر، في حين تشهد محطات منخفضة مثل البروج تراجعا تدريجيا، كما تجسد المحطتان الانتقاليتان سطات وبن أحمد تنوعا بين التأثيرات الأطلسية الرطبة والقارية الجافة.

تظهر نتائج مؤشر التساقطات الموحد (SPI) بوحدة خريبكة ومحطاتها عن تغيرية موسمية في الترددات، مع سيادة واضحة للمواسم ذات التساقطات العادية، التي تراوحت نسبتها بين 67.44% و74.41%؛ ويشير ذلك إلى أن هذه التساقطات

© المؤلفون. مرخص بموجب Creative Commons Attribution-Non Commercial 4.0 (CC BY-NC 4.0) — يُسمح بإعادة الاستخدام غير التجاري مع نسبة المصدر
https://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0/

العادية تمثل الوضع المألوف للمناخ شبه الجاف بالمنطقة، ولا تعكس بالضرورة وفرة مطرية، بل تجسد المعدلات المتوسطة المعتادة المعهودة في هذا المناخ الذي يغلب عليه الجفاف والتذبذب؛ كما تسجل بعض المحطات نسبة مهمة من التساقطات، تقارب 11.62%، ورصدت السنوات الرطبة بنسب متفاوتة، إلى جانب تواتر للجفاف المتوسط، في حين لم تسجل أي حالة للجفاف المتطرف.

© المؤلفون. مرخص بموجب Creative Commons Attribution-Non Commercial 4.0 (CC BY-NC 4.0) — يُسمح بإعادة الاستخدام غير التجاري مع نسبة المصدر
https://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0/

المراجع والمصادر:

- باحو، عبد العزيز، 2001، الجفاف المناخي بالمغرب: خصـائصـه وعلاقته بآليات الدورة الهوائية وأثره على زراعة الحبوب الرئيسـية، دكتوراه دولة في الجغرافيا تخصص الجغرافيا الطبيعية، كلية الآداب والعلوم الإنسانية المحمدية، جامعة الحسن الثاني، المغرب، ص 33.
- ضايض، حسن، 2021، في معجم الجغرافيا الفلاحية شرح وتفسير، الطبعة الأولى، طبعة آنفو – برانت، فاس، ص 80.
- Bertrand D ; 2007, variabilité et tendances pluviométrique dans l'Ouest centrafricain, doctorat de Géographie et Gestion de l'environnement dans la spécialité "agro-climatologie et développement", l'Université d'Abomey Calavi au Bénin, p 13.
- GIEC ; 2013, Glossaire (Planton, S. (coord)), In : Changements climatiques : Les éléments scientifiques, Contribution du Groupe de travail I au cinquième Rapport d'évaluation du Groupe d'experts intergouvernemental sur l'évolution du climat, Cambridge University Press, Cambridge, Royaume-Uni et New York, NY, Etats-Unis d'Amérique, pp 185-204.
- McKee T B., Doesken N & Kleist J ; 1993, The relationship of drought frequency and duration to time scale, In Proceedings of the Eighth Conference on Applied Climatology, Anaheim, California, January 17-22, 1993, Boston, MA : American Meteorological Society, pp 179-184.
- Saharia M., Kirstetter P., Vergara H., Gourley J., Emmanuel I & Andrieu H ; 2021, On the impact of rainfall spatial variability, geomorphology, and climatology on flash floods, Water Resources Research, 57 (9), p 1.
- Organisation météorologique mondiale, 2012, Guide d'utilisation de l'indice de précipitations normalisé.
- التقسيم الإداري الرقمي للجماعات الترابية والأقاليم والجهات، المملكة المغربية 2015.
- الإحصاء العام للسكان والسكنى لسنة 2014.
- شبكة مقاييس التساقطات المطرية بين 1982/1981 و2024/2023.
- La source : Royaume du Maroc Ministère de l'Agriculture et de la Pèche Maritime ; 2008, Atlas de l'Agriculture Marocaine, Document de Synthèse, Conseil Général du Développement Agricole.

© المؤلفون. مرخص بموجب Creative Commons Attribution-Non Commercial 4.0 (CC BY-NC 4.0) — يُسمح بإعادة الاستخدام غير التجاري مع نسبة المصدر
https://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0/