Journal of Nature, Life and Applied Sciences (JNSLAS) • Vol 7, Issue 2 (2023) • P: 102 – 92
https://journals.ajsrp.com/index.php/jnslas
ISSN: 2522-3356 (Online) • ISSN: 2522-3356 (Print)

Rainfall variability and the risk of climatic drought in the Tensift basin (Morocco)

Dr. El-Hawari Jawad*[1] , Prof. El-Ghachi Mohamed[1] , Mr. Bouhafa Youness[1] , Mr. Sinbri Abd-Ellatif[1]

[1] Department of Geography | University of Sultane Moulay Slimane | Morocco

Received:
12/01/2023

Revised:
23/01/2023

Accepted:
09/03/2023

Published:
30/06/2023

* Corresponding author:
jawad.elhawari@gmail.com

Citation: El-Hawari, J., El-Ghachi, M., Bouhafa, Y., & Sinbri, A. (2023). Rainfall variability and the risk of climatic drought in the Tensift basin (Morocco). *Journal of natural sciences, life and applied sciences, 7(2),* 92–102 . https://doi.org/10.26389/AJSRP.W120123

2023 © AISRP • Arab Institute of Sciences & Research Publishing (AISRP), Palestine, all rights reserved.

• **Open Access**

This article is an open access article distributed under the terms and conditions of the Creative Commons Attribution (CC BY-NC) license

Abstract: Drought is a natural phenomenon whose impact is directly reflected on human activities in general and economic activities (agricultural, industrial), whose success is closely linked to water resources (surface, underground). Which means that any decrease in water intake rates will greatly threaten those activities, so the phenomenon of drought has become one of the most threatening natural risks to natural resources in Morocco. From this point of view, the aim of this study to demonstrate the impact of this phenomenon based on the temporal and spatial variation of rainfall data at the level of the Tensift basin during the period from 1972 to 2015 on the one hand. In addition, to study the phenomenon of drought using a statistical series of monthly rainfall consisting of three meteorological stations (Aghbalou, Chichawa, Adamna), which represent the three parts of the basin (upper, middle Basin and estuary). On the other hand, in the drought analysis in the studied area, we relied on the Standardized Precipitation Index technique calculated over several times. This allowed us to characterize the fluctuations of this phenomenon, which have become more pronounced over the past decades. As for the results, over the studied period (1972-2015), a significant difference was observed in the periods of drought at the studied stations, for example, 08 consecutive periods of drought were observed at Aghbalou Station, 11 consecutive periods of drought at Chichawa station, and then 09 consecutive periods of drought at Adamna station.

Keywords: Tensift basin, series of rains, drought, SPI, dry periods, wet periods.

التغايرية المطرية وخطر الجفاف المناخي بحوض تانسيفت (المغرب)

الدكتور / الهواري جواد*[1] ، الأستاذ الدكتور / الغاشي محمد[1]، أ. بوحافة يونس[1]، أ. السنبري عبد اللطيف[1]

[1] شعبة الجغرافيا | جامعة السلطان مولاي سليمان | المغرب

المستخلص: يعد الجفاف ظاهرة طبيعية ينعكس تأثيرها بشكل مباشر على الانشطة البشرية بشكل عام والانشطة الاقتصادية (الزراعية، الصناعية) التي يرتبط نجاحها بالموارد المائية (السطحية، الجوفية) ارتباطا وثيقاً، وهذا يعني ان اي تناقص في معدلات الوارد المائي سيهدد تلك الانشطة بشكل كبير، لهذا باتت ظاهرة الجفاف من أكثر المخاطر الطبيعية تهديدا للموارد الطبيعية بالمغرب. ومن هذا المنطلق يروم الباحث في دراسته هذه، إلى بيان أثر هذه الظاهرة معتمدا على التباين الزمني والمكاني للبيانات المطرية على مستوى حوض تانسيفت خلال الفترة الممتدة من 1972 إلى 2015 من جهة، ودراسة ظاهرة الجفاف باستخدام سلسلة احصائية للتساقطات المطرية الشهرية المكونة من ثلاث محطات أرصاد جوية (أغبالو، شيشاوة، أدامنا)، وهي محطات تمثل الأجزاء الثلاثة للحوض (العالية ووسط الحوض والمصب). ومن جهة اخرى لقد اعتمدنا في تحليل الجفاف بالمنطقة المدروسة على تقنية مؤشر الموحد للتساقطات (Standardized Precipitation Index) محسوبة على عدة فترات زمنية. هذا سمح لنا بتوصيف تقلبات هذه الظاهرة، التي أصبحت أكثر وضوحا خلال العقود الماضية . أما على مستوى أهم النتائج، فقد لوحظ على طول المدة الزمنية المدروسة (1972-2015)، تباين مهم في فترات الجفاف بالمحطات المدروسة، فمثلا، لوحظت 08 فترات متوالية للجفاف بمحطة أغبالو، و11 فترة متوالية للجفاف بمحطة شيشاوة، ثم 09 فترات متوالية للجفاف بمحطة أدامنا.

الكلمات المفتاحية: حوض تانسيفت، سلسلة الأمطار، الجفاف، مؤشر الموحد للتساقطات، فترات جافة، فترات رطبة.

1- مقدمة

يعد الجفاف ظاهرة طبيعية معقدة لم يتفق الباحثون على وضع تعريف محدد لها، لكن يمكننا وصفها بأنها حدوث عجز في وفرة المياه مقارنة بالحالة الطبيعية في منطقة ما ضمن مدة زمنية محددة (Beaudin et al, 2007). وان هذا لا يمكن الوصول إليه إلا باستخدام مؤشرات رياضية للوصول إلى نتائج تتسم بالدقة، من هذا المنطلق وضع الباحثين بعض المؤشرات التي يمكن عن طريقها تحديد أنواع الجفاف المختلفة (المناخي والفلاحي والهيدرولوجي)، وشدته، ومدته، ومداه المكاني واحتمال تكراره كذلك. وتستند معظم هذه المؤشرات إلى مفهومين هما: السنة العادية، والعتبة التي تشير إلى الجفاف.

ووفقا لما جاء في تقارير المنظمة العالمية للأرصاد الجوية (OMM)، بين عامي (1967 – 1991) بلغ عدد الاشخاص الذين تضرروا من جراء عمليات الجفاف ت حوالي 1.4 وتوفي ما يقارب 1.3 مليار شخص لأسباب تتعلق بالجفاف بشكل مباشر أو غير مباشر. ووفقا للسيناريوهات المرسومة للتغيرات المناخية، فمن المرجح أن يزداد حدوث الجفاف وتأثيره في السنوات القادمة، لا سيما في ظل الضغط الديمغرافي المتزايد، وبالتالي زيادة الضغط على البيئة.

وتشير الدراسات الحديثة المبنية على الحقائق العلمية والرياضية التي درست طبيعة مناخ المغرب خلال القرن الماضي، انه عانى من جفاف شديد أثر على موارده المائية من وجهة نظر نوعية وكمية. وان حالة الجفاف تلك ليست الأولى على صعيد التاريخ فقد شهد المغرب العديد من حالات الجفاف متفاوتة الشدة؛ بعضها كان لها في بعض الأحيان تداعيات دراماتيكية على الظروف المعيشية للسكان خاصة في أوائل ثمانينيات القرن الماضي (Naciri, 1985).

توجد العديد من مؤشرات الجفاف التي يتم استعمالها في جميع أنحاء العالم لأغراض مختلفة لا يتسع المجال لذكرها كلها، ويمكن الإشارة هنا إلى مؤشر الموحد للتساقطات (Standardized Precipitation Index) الذي استخدم على نطاق واسع والذي يتطلب بيانات الأمطار فقط، والميزة الرئيسية لي (SPI) هي البساطة، في حين أن محدوديته تتجلى في استخدام مؤشر واحد من عناصر المناخ لوصف الجفاف المناخي. في هذه الدراسة سنقتصر فقط على تقييم الجفاف المناخي بحوض تانسيفت باستخدام مؤشر الموحد للتساقطات.

2- اشكالية الدراسة

نظرا للخاصية المناخية التي تميز مجال الدراسة عامة والمتمثلة في قلة التساقطات المطرية وعدم انتظامها، يفاقم هذا الوضع توالي سنوات الجفاف من حين لآخر، كما حدث في عدة سنوات من القرن الماضي وحتى الى يومنا هذا (2019-2020-2021-2022)، كل هذا ترتب عنه اهتمام كبير من ساكنة المنطقة بمصادر المياه وإلى الحاجة الى تنويعها والتأقلم مع هذه الوضعية المناخية.

تأسيسا على ما سبق، تتمحور اشكالية الدراسة حول تحليل وتحديد خصائص الجفاف المطري والتذبذب في حجم التساقطات السنوية والفصلية. وحيث إن اقتصاد المنطقة جزء كبير منه يعتمد أساسا على الزراعة البورية، فإن الجفاف المناخي حاليا يشكل تهديدا طبيعيا على مصادر المياه وعلى النشاط الزراعي، وبالتالي التوازنات السوسيو-اقتصادية بالمنطقة.

جاء اختيار هذا الموضوع لدوافع ذاتية وموضوعية، فالأسباب الذاتية تكمن في كون هذه الدراسة تدخل ضمن الاهتمامات الشخصية بحكم التخصص في مجال الجغرافيا المناخية. فيما تتجلى الدوافع الموضوعية في جوانب عدة، لعل أهمها: أولا، ما تواجهه المغرب منذ ثمانينيات القرن 20، كما هو الحال بالنسبة لحوض تانسيفت من أزمات مناخية والتي يعتبر الجفاف من أشدها تأثيرا على المنطقة. أخيرا، نظرا لما تثيره هذه الظاهرة المناخية حاليا من اهتمام كبير من طرف الرأي العام المحلي والوطني بحكم ما تخلفه من انعكاسات سلبية في عدة ميادين.

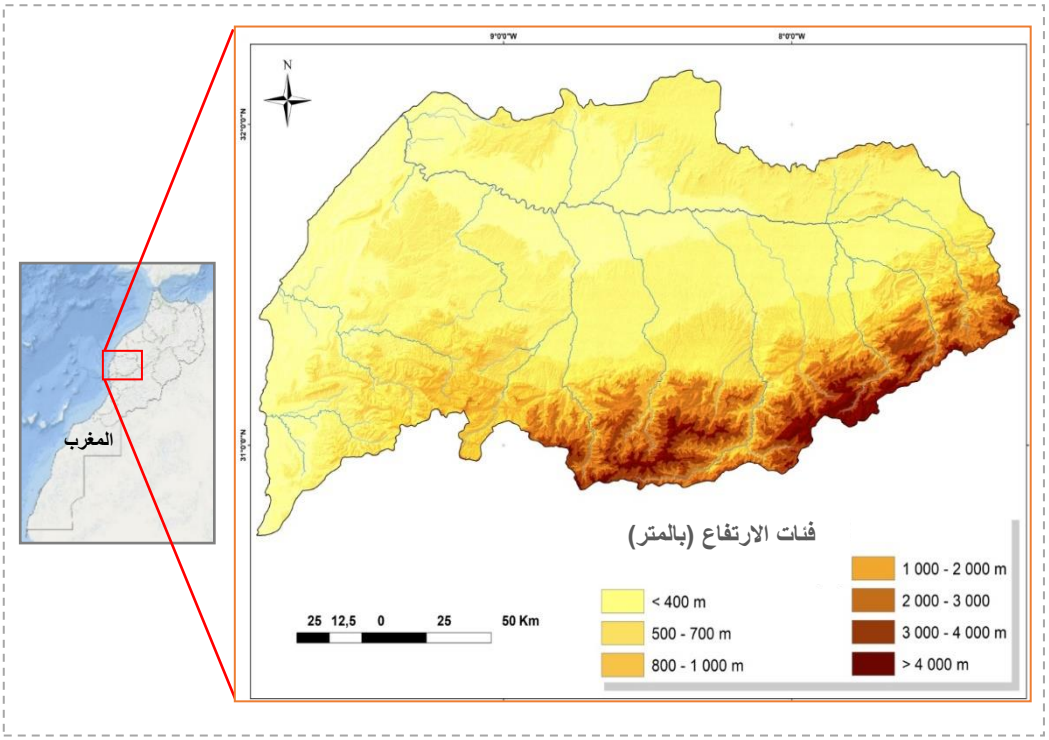
3- الدراسات السابقة حول موضوع الدراسة

الهدف من وراء هذه الخطوة محاولة الاطلاع على بعض الدراسات الأكاديمية التي أنجزت حول موضوع ومجال الدراسة. في هذا السياق، حاولنا الوقوف على أحدث الدراسات التي تناولت هذا الموضوع للتعرف أكثر على ظاهرة الجفاف وتأثيراتها بالمنطقة ومقاربتها مقاربة شمولية، الا ان الاكراه الذي يواجه أغلب الباحثين في هذا الصدد هو إمكانية الولوج لهذه الدراسات المنجزة حول الموضوع إما بحكم أنها مؤدى عنها، أو بحكم صعوبة او استحالة الوصول إليها في ظل غياب منصة رقمية تتيح الولوج إليها.

في هذا الصدد، فوفقا لبعض الدراسات التي تمكنا من الحصول عليها والتي تناولت موضوع الجفاف بحوض تانسيفت. فإن مجال الدراسة، عرف تقلبا كبيرا في مؤشر هطول الأمطار من سنة لأخرى، وتطورا مهما لكميات هطول الأمطار التي تمثل دورات رطبة (أي قبل عام 1975)، تليها فترة طويلة من الجفاف بين عامي 1975 و2004، وهو ما أظهرته الدراسة التي قامت بها الباحثة (Fniguire, 2012). كما ابرزت نفس الباحثة في دراسة أخرى (Fniguire, 2017)، أن المؤشرات المناخية الأكثر تطرفا تختلف زمنيا ومكانيا مع تدرج واضح من المناطق الجبلية نحو المناطق السهلية. وعلاوة على ذلك، تشير هذه الدراسة إلى اتجاهات عامة نحو الانخفاض في عدد الأيام التي تزيد فيها كمية الأمطار عن 10 أو 20 ملم. في حين سجلت مؤشرات درجات الحرارة اتجاهات عامة نحو الارتفاع ذات دلالة إحصائية في جميع المحطات. في حين، تظهر بعض الدراسات الاخرى مثل (رياض وآخرون، 2006) و (Saidi et al, 2022) من خلال تحليل البيانات المناخية لحوض تانسيفت بين عامي 1975 و2000، أن الميل العام نحو الزيادة في درجات الحرارة، خاصة مع بداية ثمانينيات القرن الماضي (1980)، فضلا عن الانخفاض الكبير في معدلات هطول الأمطار والتدفق السطحي. كما أظهرت هذه الدراسات أيضا أن التباين الموسمي والسنوي الكبير لمتوسط هطول الأمطار والانخفاض العام في متوسط التدفقات كان بشكل خاص بين عامي 1980 و1986.

4- الموقع الجغرافي لحوض تانسيفت

يشكل حوض تانسيفت أحد أحواض المغرب التي تتميز بتركز الأنشطة الاجتماعية والاقتصادية الهامة. يقع هذا الحوض في وسط المغرب، بين دائرتي عرض °32-'10و°30-'50 درجة شمالا وخطي طول °9-'25 و°7-'12 درجة غربا. حيث يشغل مساحة تقدر بحوالي 25200 كم^2، أي حوالي 3.5 ٪ من إجمالي مساحة المملكة. يحده من الغرب المحيط الأطلسي وجبال الأطلس من الشرق، ويحده من الجنوب خط التلال بسلسلة جبال الأطلس الكبير، ومن الشمال كتلة من الجبال الصغيرة المسماة " جبيلات " بارتفاع أقل من 1000 متر، ومن الشرق الخط الفاصل الذي يفصل حوض تانسيفت عن حوض تساوت رافد نهر أم الربيع ومن الغرب المحيط الأطلسي.



الخريطة رقم (1): الموقع الجغرافي لحوض تانسيفت

5- منهجية ومعطيات البحث

1-5 المنهجية المعتمدة

اتبع الباحث المنهج الوصفي والتحليلي كونه المنهج المناسب لدراسته التي اتخذت محورين لمعالجة معطيات البيانات المطرية وهما: المعالجة المسبقة والمعالجة الفعلية، المعالجة المسبقة هي مرحلة إعداد بيانات هطول الأمطار وهذا يتطلب المزيد من الاهتمام واليقظة. خلال هذه المرحلة، من الضروري تحديد نقاط القوة والضعف في سلسلة هطول الأمطار من أجل إجراء التصحيحات اللازمة للمرحلة النهائية. وبالتالي، الكشف عن القيم المتطرفة والثغرات الموجودة على مستوى البيانات المستعملة في هذه الدراسة. بينما تلخص الفراغات الموجودة داخل السلسلة الاحصائية البيانات المفقودة في السلسلة. بالإضافة إلى ذلك، تم تطبيق اختبارات تجانس السلسلة لتسليط الضوء على الفواصل الإحصائية على مستوى سلسلة الأمطار المسجلة بواسطة المحطات المدروسة. تم تطبيق في هذه الدراسة الاختبارات على مقياسين زمنيين (سنوي وشهري)، وهي اختبارات التجانس ل Pettitt (1979)، Lee Heghinian (1977)، Buishand (1984) وإجراء تجزئة Hubert. كما تم فحص البيانات والمعطيات الوصفية للمحطات المناخية المعتمدة، وذلك من خلال فحص شدة هطول الأمطار وكذلك الجفاف من خلال حساب العتبات الإحصائية (90 ٪ و95 ٪ و99٪) التي تتكيف مع سياق المناخ المحلي.

ولدراسة وتقييم الجفاف المناخي بحوض تانسيفت سيتم اعتماد مؤشر الموحد للتساقطات (Standardized Precipitation Index)، يعتمد هذا المؤشر(SPI) على حساب بيانات التساقطات المطرية لفترة طويلة (30 سنة على الأقل). تم تطوير هذا المؤشر (SPI) في عام 1993 من قبل (McKee, et al., 1993) من جامعة ولاية كولورادو لتحديد النقص في التساقطات المطرية، وهو فعال أيضا في تحليل تعاقب الفترات الرطبة والجافة، ويمكن حساب مؤشر الموحد للتساقطات خلال فترات زمنية مختلفة (شهر أو شهرين أو ستة أشهر أوسنة)، وقد تم حساب هذا المؤشر بواسطة المعادلة التالية : $ISP = (Pi - Pm)/\sigma$

Pi: التساقطات السنوية

Pm: متوسط التساقطات السنوية

σ: الانحراف المعياري

الجدول رقم (1): قيم مؤشر الموحد للتساقطات(SPI).

فئات الجفاف	قيم SPI
شديد الرطوبة جدا	أكثر من 2
شديد رطوبة	من 1.5 الى 1.99
متوسط رطوبة	من 1 الى 1.49
معتدل الرطوبة	من 0.99- الى 0.99
جاف معتدل	من 1- الى 1.49-
شديد الجفاف	من 1.5- الى 1.99-
شديد الجفاف جدا	2- أو أقل

2-5 المعطيات المعتمدة في الدراسة

تعتبر المعطيات والبيانات التي تسجلها محطات القياس المصدر الأكثر موثوقية للكشف عن تغير المناخ الحالي. في الواقع، فإن معطيات وبيانات التساقطات المطرية التي تم جمعها تأتي أساسا من وكالة الحوض المائي لتانسيفت. تمتد هذه المعطيات الاحصائية التي سنستخدمها على مدى 43 عاما (1972-2015). وهي تمثل الأجزاء الثلاثة من الحوض (المنبع والوسط والمصب). تطلب اختلاف وتباين جودة ومدة السجلات اختيار المحطات بناء على ثلاثة معايير: مدة السجل (ينبغي أن تغطي أكبر فترة زمنية ممكنة)، وأهمية الفجوات (أقل عدد ممكن من البيانات المفقودة) فيها، وكذلك موقعها الجغرافي بالنسبة للحوض.

تظهر قائمة محطات التساقطات المطرية التي تمت دراستها في الجدول أدناه. يوضح هذا الأخير الخصائص الرئيسية للمحطات الثلاثة المدروسة.

الجدول رقم (2): خصائص محطات التساقطات المطرية المدروسة

الحوض	المحطات	الاحداثيات			الموقع	الفترة المدروسة	كمية الامطار المتجمعة/ملم
		خط العرض	خط الطول	الارتفاع (متر)			
تانسيفت	أغبالو	31,32	-7,75	1070	المنبع	1970 - 2015	530
	شيشاوة	31,59	-8,78	340	وسط	1972 - 2015	184
	أدامنا	31,46	-9,68	70	المصب	1978 - 2015	327

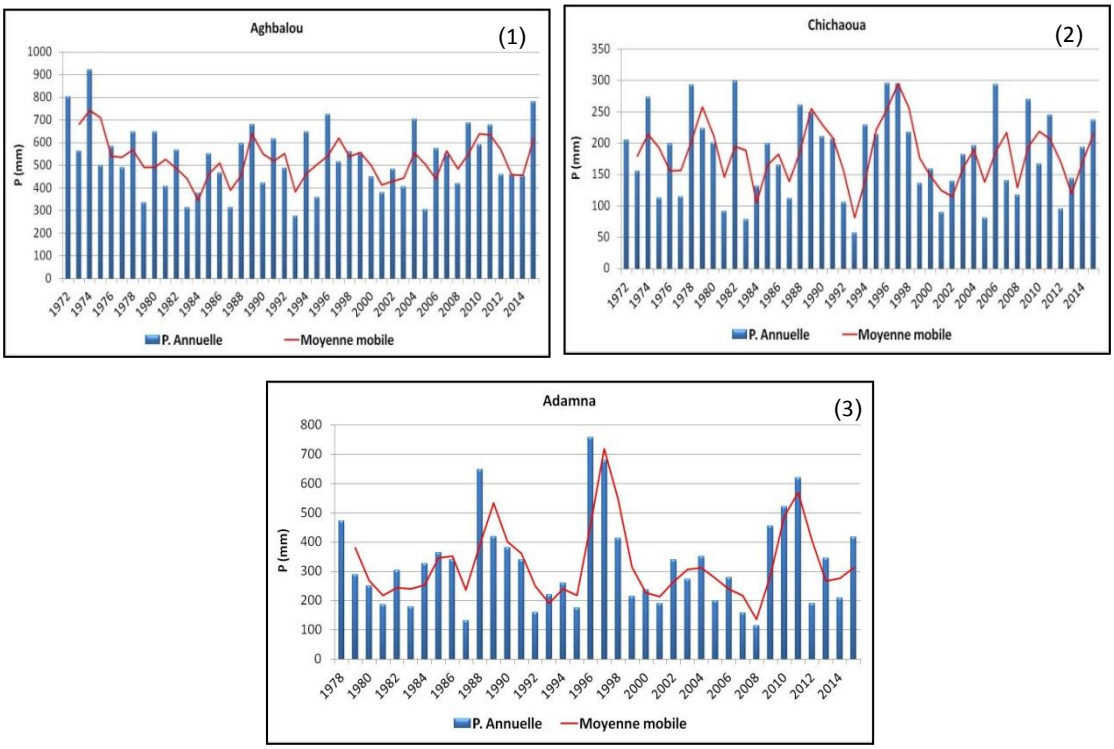
6- النتائج والمناقشة

6-1-دراسة التساقطات المطرية بحوض تانسيفت

6-1-1-توزيع التساقطات المطرية على المستوى السنوي

لدراسة هذه الاخيرة وتحليلها، اعتمدنا على سلسلة احصائية تمتد من 1972 الى 2015، وذلك بهدف معرفة مدى انتظام التساقطات المطرية من عدمها على المستوى السنوي. من خلال دراسة توزيع التساقطات المطرية السنوية لمدة 43 سنة، نلاحظ من خلال النتائج المحصل عليها، أن التوزيع السنوي للتساقطات المطرية بالمحطات الثلاث المدروسة، يعرف تباينا كبيرا من سنة لأخرى، وعلى العموم يظهر تحليل التساقطات المطرية السنوي لمحطات أغبالو وشيشاوة وأدامنا، والتي تمثل الأجزاء الثلاثة لحوض تانسيفت (المنبع والوسط والمصب)، مدى عدم الانتظام

والتباين الزمني والمكاني على طول الفترة الزمنية المدروسة، حيث بلغ معدل التساقطات المطرية السنوي 530 ملم بمحطة أغبالو، و327 ملم بمحطة أدامنا، وحوالي 184 ملم بمحطة شيشاوة. كما أظهرت النتائج أن هناك اختلاف وتباين في كمية التساقطات المطرية السنوية بشكل ملحوظ من محطة إلى أخرى، اذ بلغ معدل التساقطات المطرية السنوية حوالي 921 ملم بمحطة أغبالو(المنبع)، و299 ملم بمحطة شيشاوة (الوسط) و758 ملم بمحطة أدامنا (المصب)، في حين وصل الفرق بين الحد الأقصى للتساقطات بالمحطات الثلاث إلى حوالي 622 ملم، وهو ما يفسر مدى تباين التساقطات المطرية بين مناطق الحوض الثلاث. من وجهة نظر إحصائية، إذا اعتبرنا السنوات التي تقل عن المتوسط سنوات جافة، نلاحظ أنه من بين 44 عاما تمت دراستها، فإن 22 عاما أقل من المتوسط (سنوات الجفاف) لمحطة أغبالو، و21 عاما بمحطة شيشاوة، وأخيرا 20 عاما بمحطة أدامنا للفترة ما بين 1978-2015 (المبيان 3.2.1).



المبيان رقم (1-2-3): توزيع التساقطات المطرية السنوية بمحطة أغبالو، شيشاوة وأدامنا(1972-2015).

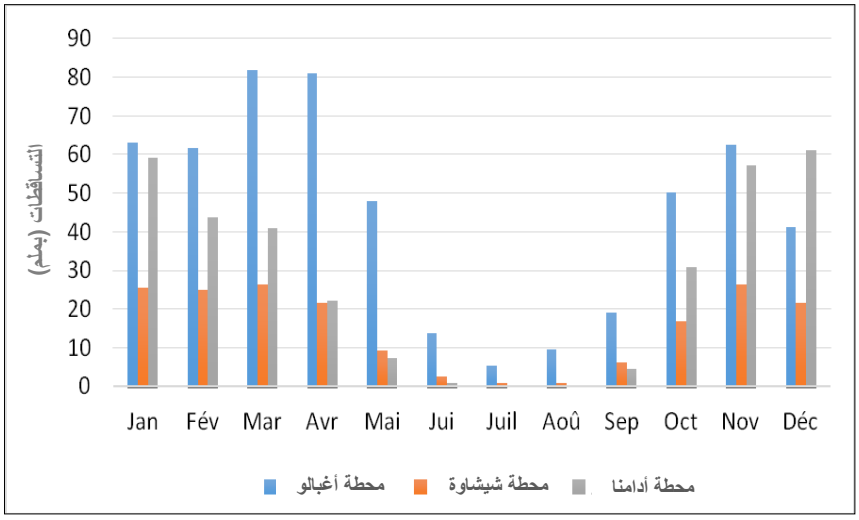
يعبر المبيان أعلاه عن التساقطات المطرية السنوية بمحطة أغبالو، شيشاوة وأدامنا خلال الفترة الممتدة من 1972 الى 2015. تظهر النتائج المحصل عليها أن منطقة عالية الحوض (محطة أغبالو) تتلقى أكبر كمية تساقطات مطرية مقارنة مع باقي مناطق الحوض، حيث تجاوزت كمية التساقطات المطرية بهذه المنطقة حوالي 900 ملم، بينما يسجل الجزء الداخلي من الحوض أضعف كمية تساقطات مطرية طيلة السلسلة الاحصائية (محطة شيشاوة).

6-1-2 -توزيع التساقطات المطرية على المستوى الشهري

بعد دراسة تغيرات التساقطات المطرية السنوية بالمحطات الثلاث المدروسة، تساءلنا عن مدى طبيعة توزيع هذه التساقطات المطرية على المستوى الشهري داخل نفس المحطات وخلال نفس المدة الزمنية المدروسة. لهذا سنحاول الاجابة عن هذا التساؤل من خلال دراسة تحليلية للتساقطات المطرية الشهرية.

لفهم طبيعة توزيع التساقطات المطرية خلال الفترة الممتدة من 1972 إلى عام 2015، عملنا على دراسة وتحليل معطيات التساقطات المطرية الشهرية. إن الهدف من هذا التحليل هو الحصول على فكرة عن طبيعة التوزيع

الشهري لهذه التساقطات. في الواقع، فإن التباين الشهري للأمطار يجعل من الممكن فهم التوزيع الزمني لمدخلات التساقطات المطرية الشهرية بحوض تانسيفت بشكل أفضل، وتحديد التقلبات في كمية هطول الأمطار خلال العام.



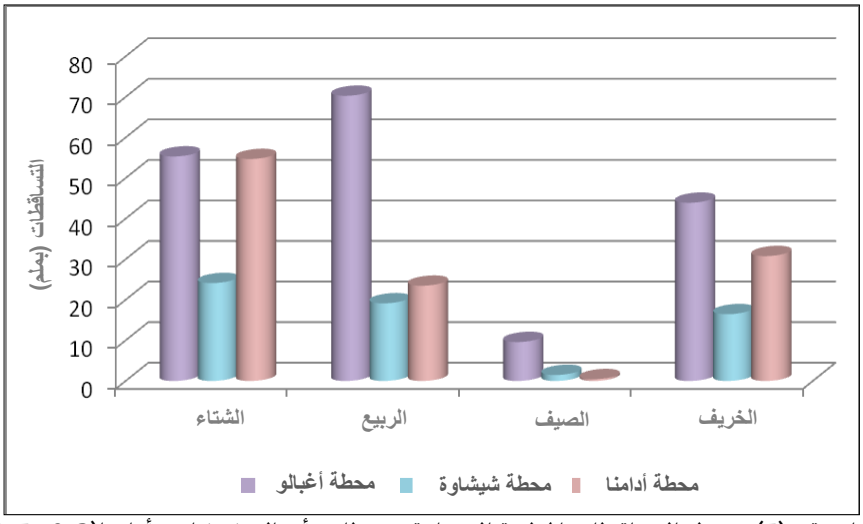
المبيان رقم (4): معدل التساقطات المطرية الشهري بمحطات: أغبالو شيشاوة وأدامنا(1972-2015).

بعد تحليل المعطيات أعلاه (المبيان 4)، الملاحظ أن التساقطات المطرية الشهرية بالمحطات الثلاث، تعرف توزيعا غير متكافئ ما بين الشهور داخل نفس المحطة ومن محطة لأخرى، هذا يسلط الضوء على التباين القوي في توزيع التساقطات المطرية الشهرية على مستوى المحطات الثلاث. في الواقع، يمكننا تصنيف فترتين متميزتين تتناقضان بشدة من حيث هطول الأمطار.

- ✓ **الفترة من أكتوبر إلى أبريل:** تعد هذه الفترة أهم الفترات التي تشهد فيها المحطات الثلاث أكبر كمية من التساقطات المطرية: 82 ملم لشهر ديسمبر (أغبالو)، و59 ملم لشهر يناير (أدامنا) و26 ملم لشهر مارس ونوفمبر (أدامنا)، وتبقى هذه الأشهر تقريبا الأكثر رطوبة وتلقيا للأمطار، في حين يتم تخزين أغلبية التساقطات في شكل ثلوج خاصة بأعالي الجبال.
- ✓ **الفترة من يونيو إلى سبتمبر:** هطول الأمطار أقل بكثير مما كان عليه خلال الفترة الاولى (تتراوح بين 19 ملم و5 ملم في محطة أغبالو ولا تتجاوز 9 ملم في محطة شيشاوة وأدامنا)، حيث يمكن أن تنعدم خاصة في فصل الصيف (0 ملم).

5-1-3-توزيع التساقطات المطرية على المستوى الفصلي

تم حساب معدل التساقطات المطرية الفصلية من خلال البيانات الشهرية للمحطات المدروسة. التساقطات المطرية في فصل الخريف هي مجموع أشهر سبتمبر وأكتوبر ونوفمبر. التساقطات المطرية في فصل الشتاء هي مجموع هطول الأمطار في أشهر ديسمبر ويناير وفبراير. التساقطات المطرية في فصل الربيع هي مجموع هطول الأمطار في أشهر مارس وأبريل ومايو. التساقطات المطرية في فصل الصيف هي مجموع هطول الأمطار في أشهر يونيو ويوليو وأغسطس. ويبين المبيان رقم (5) التوزيع الفصلي لهطول الأمطار في المحطات الثلاث. يمكننا أن نرى أن هطول الأمطار أكثر وفرة في الشتاء بالمحطات الثلاث. يعد فصل الصيف الموسم الأكثر جفافا مع هطول الأمطار أقل من 10 ملم بالمحطات الثلاثة.



المبيان رقم (5): معدل التساقطات المطرية الفصلية بمحطات: أغبالو شيشاوة وأدامنا(1972-2015).

تم تلخيص التباين الفصلي في كمية التساقطات المطرية بالمحطات الثلاث في الجدول التالي:

الجدول رقم (3): الأمطار الفصلية ومساهمتها في المتوسط السنوي للأمطار: أغبالو شيشاوة وأدامنا(1972-2015).

المحطات	المساهمة(%)	الخريف	الصيف	الربيع	الشتاء
شيشاوة	(ملم) معدل التساقطات المطرية	16	1	19	24
	المساهمة(%)	26,22	1,63	31,14	39,34
أغبالو	(ملم) معدل التساقطات المطرية	44	10	70	55
	المساهمة(%)	24,58	5,58	39,10	30,72
أدامنا	(ملم) معدل التساقطات المطرية	31	0	23	55
	المساهمة(%)	28,44	0	21,10	50,46

يوضح الجدول أعلاه، أن فصل الشتاء هو الموسم الذي يستقبل الحد الأقصى من الأمطار بمحطة شيشاوة (39٪)، وأدامنا (50٪)، بينما فصل الربيع هو الموسم الذي يستقبل الحد الأقصى من الأمطار بمحطة أغبالو (39٪). بينما يظل الصيف هو الفصل الأكثر جفافا حيث تتراوح المساهمة بين 5 إلى 0 ٪ من إجمالي الأمطار السنوية.

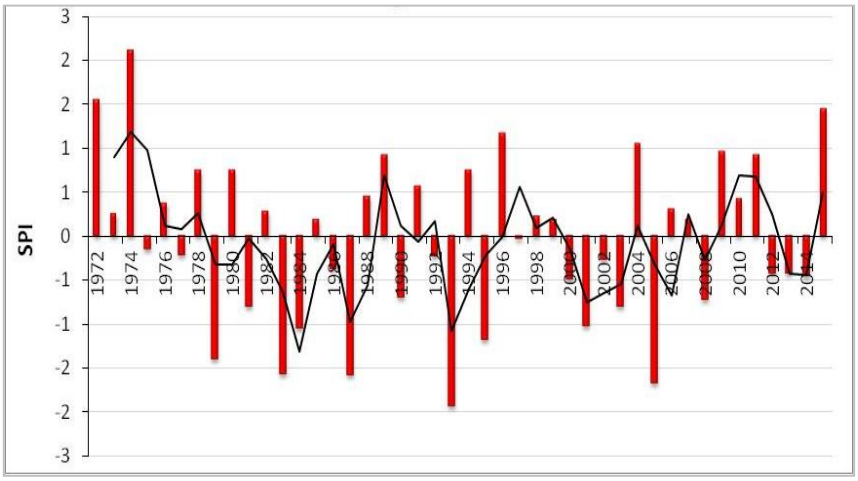
2-6-دراسة وتحليل الجفاف المناخي بحوض تانسيفت باعتماد مؤشر الموحد للتساقطات (SPI)

من أجل إجراء تحليل دقيق على مستوى محطات هطول الأمطار المختارة في هذه الدراسة (1972-2015)، ولتقييم الاختلافات في التساقطات المطرية السنوي بشكل أفضل، قمنا بحساب مؤشر الجفاف *(SPI)*.

1-2-6-نتائج مؤشر الموحد للتساقطات (SPI) بالمحطات الثلاث: أغبالو، شيشاوة وأدامنا

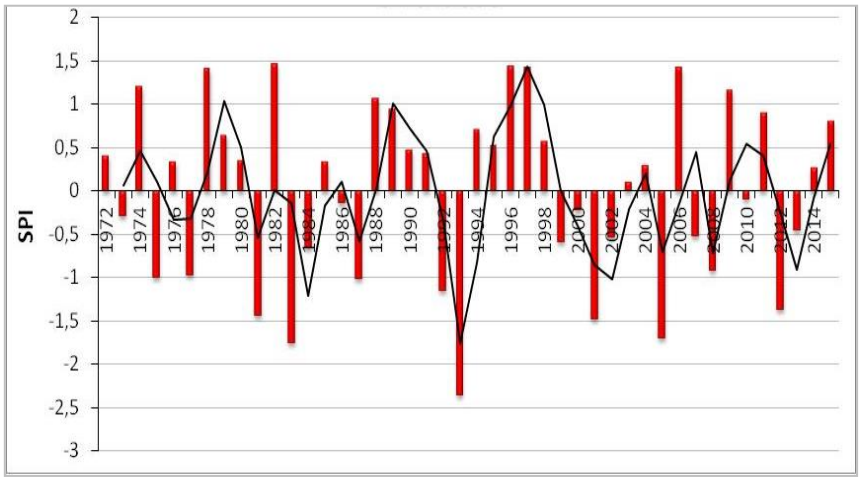
يظهر تحليل قيم مؤشر الجفاف (SPI) بالنسبة للمحطات الثلاث وخلال الفترة الممتدة من 1972-2015، أنه قبل عام 1980، لوحظ عدد قليل جدا من فترات توالي الجفاف في معظم المحطات المدروسة. وهكذا، من سنة 1972 إلى سنة 2015، لوحظ 08 فترات متوالية للجفاف بمحطة أغبالو، و11 فترة متوالية للجفاف بمحطة شيشاوة، ثم 09 فترات متوالية للجفاف بمحطة أدامنا. وفي الواقع، كشف المؤشر الإحصائي للجفاف (SPI) أن الفترة الممتدة من 1983 إلى 1984 بحوض تانسيفت شهدت عجزا كبيرا في كميات هطول الأمطار. على العموم، يظهر قيم مؤشر الجفاف(SPI) في الفترة الممتدة من 1972 إلى 2015 تناوب بين الفترات الجافة والفترات الرطبة. ويلاحظ أيضا، أن الحد الأقصى لفترات الجفاف بمنطقة الدراسة هذه لا تقل عن 4 سنوات جفاف متتالية.

بالنسبة لمحطة أغبالو، شهدت هذه المحطة فترات جفاف مكونة من سنتين متتاليتين على الأقل من الجفاف (1984-1983 و1987-1986)، مع أعلى قيم في سنوات 1979 و1983 و1987 و1993 و2005، تميزت هذه الفترات بجفاف شديد حسب قيم مؤشر الموحد للتساقطات(SPI). بينما تعتبر الفترات 1974-1972 و1989-1988 و1999-1996 و2011-2009 فترات رطبة عموما. شهدت هذه المحطة أيضا فترات من 3 و4 سنوات جفاف متتالية قريبة من المعتاد (1977-1975 و2014-2012 و2000-1997). في الواقع، يمكن القول، أن هذه المحطة تتميز بعدم انتظام المكاني والزماني للتساقطات المطرية.



المبيان رقم (6): تطور جفاف باستخدام مؤشر (SPI) بمحطات أغبالو (1972-2015).

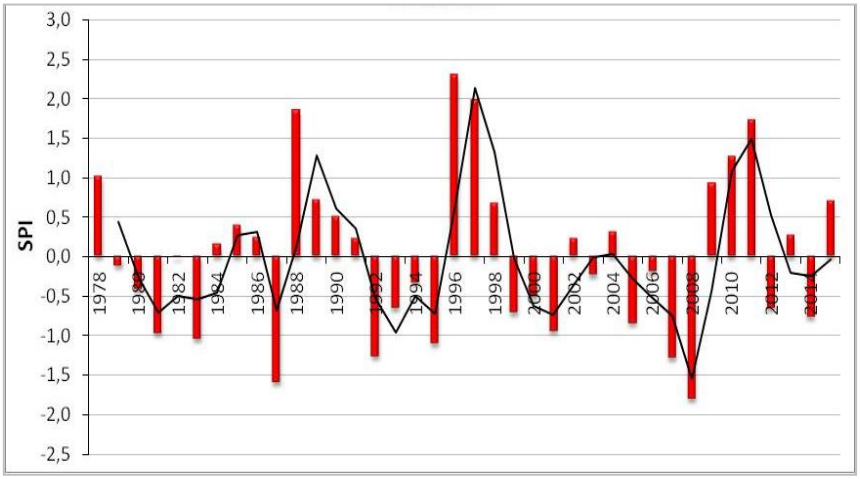
أما بالنسبة لمحطة شيشاوة، فنلاحظ من خلال النتائج المحصل عليها تناوب بين الفترات الرطبة والجافة مع سلسلة من الفترات الرطبة والعادية نسبيا التي تتجاوز أحيانا 5 سنوات، والتي تم تسجيلها في الفترات 1991-1988 و1998-1994 و1980-1978. في حين، قد شهدت هذا المحطة أيضا فترات جفاف مكونة من سنتين متتاليتين من الجفاف (1984-1983، 1993-1992 و2002-2001)، مع أعلى قيم في 1981 و1983 و1993 و2001 و2005، وقد تميزت هذه الفترات بأنواع قوية وشديدة من الجفاف .



المبيان رقم (7): تطور الجفاف المناخي باستخدام مؤشر (SPI) بمحطة شيشاوة (1972-2015).

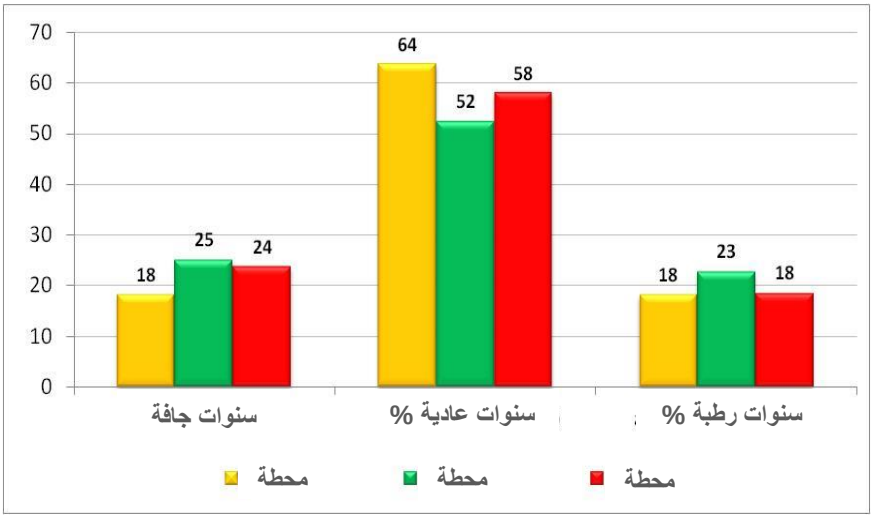
كشف تحليل قيم مؤشر الجفاف (SPI) لمحطة أدامنا، أن هذه المحطة شهدت عجزا كبيرا في هطول الأمطار خلال ثمانينيات القرن الماضي مع أعلى قيم في سنوات 1987 و1992 و2007 و2008. تميزت هذه السنوات بجفاف قوي وشديد. خلال الفترة من 1978-2015، سجلت محطة أدامنا المزيد من توالي سنوات الجفاف، حيث شهدت

فترات من سنتين متتاليتين من الجفاف (1992-1993 و2007-2008)، مع فترات عادية نسبيا من 3 و4 سنوات متتالية (1984-1986, 1989-1991, 2002-2004, 2012-2015).



المبيان رقم (8): تطور الجفاف المناخي باستخدام مؤشر (SPI) بمحطة أدامنا (1972-2015)

من ناحية أخرى، فإن نسبة السنوات الجافة والرطبة بحوض تانسيفت لا تتجاوز عتبة 25 ٪ خلال الفترة 1972/2015. كما نلاحظ هيمنة السنوات القريبة من المعتاد، والتي تبلغ نسبتها حوالي 60 ٪ (المبيان 9).



المبيان رقم (9): النسبة المئوية للسنوات الجافة والعادية والرطبة بالمحطات الثلاث لحوض تانسيفت (1972-2015).

في ختام هذه الدراسة، يمكن القول إن مبدأ التغايرية المناخية بحوض تانسيفت يتحقق من خلال تناوب السنوات الرطبة والجافة فيما يتعلق بتطور مؤشرات هطول الأمطار. فعلى مستوى الحوض كله، سجلت مؤشرات سلبية لهطول الأمطار خلال الفترة المدروسة، سبقتها بضع سنوات رطبة تتخللها سنوات جافة. تبرز دراسة قيم مؤشر الموحد للتساقطات(SPI) على مستوى حوض تانسيفت عموما فترتين، تبدأ السنوات الوفرة نسبيا من عام 1988 حتى عام 1998، وتأتي بعد سنوات العجز بين عامي 1999 و2008، وهي فترات تتخللها سنوات جافة أو رطبة. في حين أن الفترة الممتدة بين 1996-1998 تعد فترة رطبة بشكل ملحوظ، وبينما تعد سنوات 1983 و1993 سنوات شديدة الجفاف على مستوى المحطات الثلاث.

خاتمة

يتبين من خلال تحليل نتائج البحث، أن حوض تانسيفت يتميز بتباين وعدم الانتظام المكاني والزمني للتساقطات المطرية، كما تبين أن هذا الحوض يتعرض لمناخ متغير بين الرطوبة النسبية والجفاف الشديد بفترات متعاقبة تشكل السمة العامة لبيئة الحوض. أبرزت دراسة قيم مؤشر الجفاف (SPI) على مستوى حوض تانسيفت عموما فترتين، تبدأ السنوات الوفرة نسبيا من عام 1988 حتى عام 1998، تليها بعد ذلك سنوات العجز بين عامي 1999 و2008، بينما تتخللها سنوات جافة أو رطبة حسب الفترة. في حين أن الفترة بين 1996-1998 تعد فترة رطبة، والسنوات 1983 و1993 فترات شديدة الجفاف على مستوى المحطات الثلاث. وبالتالي، فإن الزيادة الملحوظة في عجز المياه في الصيف ناتجة عن زيادة في التبخر والنتح المحتمل. يسمح لنا هذا العجز الحاصل في الموارد المائية في يومنا هذا، بتسليط الضوء على الضغط الذي يمارس على الموارد المائية بحوض تانسيفت.

قائمة المراجع

- Buishand, T. A. (1984): "Tests for detecting a shift in the mean of hydrological time series". J. Hydrol. 58, 51-69.
- Emberger. L (1955) : "Une classification biogéographique des climats". Recueil des travaux des laboratoires de botanique. Géologie et zoologie de la faculté des scien. De Montpellier. 1955. Fascic, 7. pp, 3-43.
- F. Fniguire, N. Laftouhi, N. Khalil (2017): "Spatial and temporal analysis of the drought vulnerability and risks over eight decades in a semi-arid region (Tensift basin: Morocco), " Published 1 October 2017, Environmental Science, Theoretical and Applied Climatology.
- F. Fniguire, N. Laftouhi, Z. Zamrane, (2012) : "Some impacts of climatic variability in the Tensift Basin (Morocco) ". GSA annual Meeting, Charlotte, NC, USA.
- GIEC. (2007): "Impacts adaptation and vulnerability, Summary for policymakers. Contribution of Working Group II to the fourth assessment report of the Intergovernmental Panel on climate change". www.ipcc.ch.
- Lee, A. F., & Heghinian, S. M. (1977): "A Shift of the Mean Level in a Sequence of Independent Normal Random Variables". A Bayesian Approach. Technometrics, 19(4), 503-506.
- M. Saidi, F. Fniguire, N. Laftouhi, (2022): "hydrological model CEQUEAU in a semi-arid mountainous area: a case study of Ourika watershed, Marrakech Atlas, Morocco", Published 31 January 2022, Environmental Science, Euro-Mediterranean Journal for Environmental Integration.
- Naciri M., (1985) : "Calamité naturelles et fatalité historique", Actes de la conférence sécheresse, gestion des eaux et production alimentaire, Agadir, pp. 83-101.
- Pettitt. AN (1979): "A non-parametric approach to the change-point problem". Applied Statistics. Volume 28(2), pp. 126-135.