HNSJ Humanities & Natural Sciences Journal
ISSN: (e) 2709-0833
www.hnjournal.net

مجلة العلوم الإنسانية والطبيعية
مجلة علمية محكمة (التصنيف: NSP)
معامل التأثير للعام 2022 = 4.91

عنوان البحث

دراسة وتحليل آثار التغايرية المناخية على الموارد المائية بمنطقة تازة

بوعيش حسين [1] والعمراني سكينة [2] والعمراني عبد الواحد [3]

[1] طالب باحث، مختبر المجال، التاريخ، الدينامية، والتنمية المستدامة، الكلية متعددة التخصصات تازة
hossin.bouaiche@usmba.ac.ma

[2] حاصلة على شهادة الدكتوراه في الجغرافيا، كلية الآداب والعلوم الانسانية، جامعة ابن زهر، أكادير؛

[3] أستاذ باحث، مختبر المجال، التاريخ، الدينامية، والتنمية المستدامة، الكلية متعددة التخصصات تازة

HNSJ, 2024, 5(12); https://doi.org/10.53796/hnsj512/19

تاريخ النشر: 2024/12/01م تاريخ القبول: 2024/11/20م

المستخلص

يعتبر الجفاف من أكثر الظواهر الكونية تكرارا، إذ يؤثر على العديد من الدول، ومنها المغرب؛ ويخلف الجفاف آثارًا وانعكاسات سلبية على الاقتصاد والبيئة. تهدف هذه الدراسة إبراز خصائص ومظاهر الجفاف في منطقة تازة، وتحديد الفترات الجافة وتصنيف درجة خطورتها، وتتبع انعكاساتها السلبية على الحصيلة المائية السنوية. .وفي هذا السياق، فقد شهدت منطقة عالية حوض إيناون تكرارا لحالات الجفاف خلال العقود الأخيرة، مع تسجيل ارتفاع نسبي في درجة الحرارة وتراجع في كمية التساقطات المطرية، مما انعكس سلبا على المجال والإنسان وعلى الموارد المائية. لإعداد هذه الورقة البحثية، اعتمدنا على المنهج الجغرافي من خلال الوصف الإحصائي للمعطيات مناخية، والتي تشمل التساقطات ودرجة الحرارة، بالإضافة إلى حساب بعض المؤشرات مثل مؤشر الانحراف عن المعدل ومؤشر القياس المطر (SPI) . توصلت هذه الدراسة إلى مجموعة من النتائج: أولا، أن منطقة تازة غنية بالإمكانات المائية، إلا أنها تواجه تحدي يرتبط بالتغايرية المناخية المستمرة؛ وثانيا، أن تكميم التأثيرات التي تتعرض لها الموارد المائية بالمنطقة من خلال تطبيق مجموعة من المؤشرات الإحصائية من شأنه أن يسهم في تشخيص الوضعية قصد تجاوزها؛ وثالثا، أن الحصيلة المائية السلبية تفرض ضرورة عقلنة استعمال الماء والتكيف مع تردد حالات الجفاف عبر استخدام تقنيات تقتصد في استعماله.

الكلمات المفتاحية: الجفاف، الموارد المائية، مؤشر القياس المطري SPI، منطقة تازة.

RESEARCH TITLE

STUDY AND ANALYSIS OF THE EFFECTS OF CLIMATE HETEROGENEITY ON WATER RESOURCES IN THE TAZA REGION

HNSJ, 2024, 5(12); https://doi.org/10.53796/hnsj512/1

Published at 01/12/2024 **Accepted at 15/11/2024**

Abstract

This article highlights that drought is one of the most frequent hydroclimatic phenomena, affecting numerous countries, with Morocco as a case in point. Drought has significant negative impacts and repercussions on both the economy and the environment. This study aims to analyze the characteristics and manifestations of drought in the Taza region, identify dry periods, assess their severity, and evaluate their adverse effects on the annual water budget. In this context, the Upper Inaouen watershed has experienced recurrent droughts in recent decades, characterized by a relative rise in temperature and a decline in rainfall, which have adversely impacted the environment, human activities, and water resources. To achieve these objectives, we adopted a geographical methodology involving the statistical analysis of climatic data, such as rainfall and temperature, along with the calculation of specific indicators, including the Deviation from Mean Indicator and the Standardized Precipitation Index (SPI). The main findings of this study are as follows: First, the Taza region possesses abundant water resources but faces persistent challenges related to climate variability. Second, quantifying the impacts on water resources through the use of statistical indicators provides valuable insights for diagnosing and addressing these challenges. Third, the negative water budget underscores the need to rationalize water use and adapt to recurring drought events through the implementation of water-saving techniques.

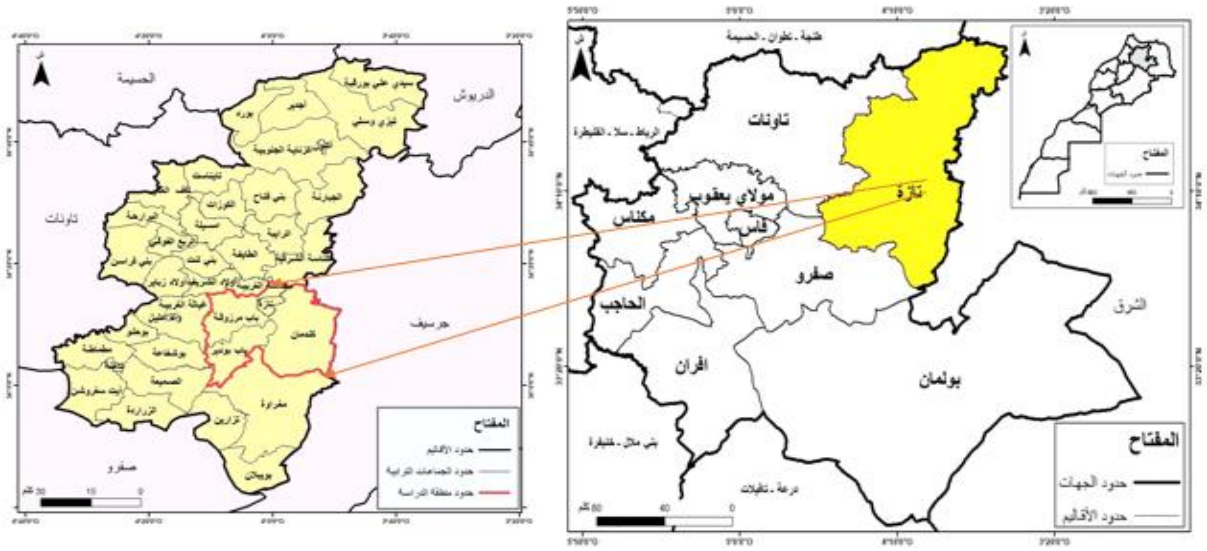
Key Words: Drought, water resources, Standardized Precipitation Index (SPI), water ressources, Taza region

مقدمة

أصبحت التغايرية المناخية، في السنوات الأخيرة، واقعا ملموسا، إذ أن تأثيراتها وانعكاساتها امتدت في مختلف مناطق العالم؛ ذلك أنها تعد من أبرز الإشكالات البيئية التي تتطلب الدراسة والتتبع، لما لها من تأثيرات على الموارد المائية. وقد فرض هذا الموضوع نفسه بقوة خلال العقود الأخيرة، حيث أصبح مجالا جديرا بالاهتمام والمتابعة من قبل الباحثين ومختلف الفاعلين.

وفي هذا السياق، فمنطقة تازة تواجه إشكالية التغايرية المناخية، مثل باقي المناطق المغربية. كما تشهد المنطقة ترددا للحالات الهيدرولوجية الأكثر تطرفا، خاصة الجفاف، الذي يؤدي إلى ندرة الموارد المائية. وقد تعرضت المنطقة خلال فترة الثمانينيات والتسعينيات من القرن الماضي لأخطر حالات الجفاف المناخي، التي كانت لها انعكاسات سلبية على وضعية الموارد المائية بالمنطقة. وهكذا، فقد نتج عن التغايرية المناخية خلال السنوات الأخيرة عجز مطري، وتكرار لفترات جفاف طويلة امتدت لأكثر من سنتين متتاليتين. وقد سُجل في منطقة الدراسة تراجعٌ في حجم الكميات المطرية والثلجية، إضافة إلى عدم انتظامها زمانيا ومكانيا، إلى جانب ارتفاع نسبي في درجة الحرارة.

الخريطة رقم01: توطين منطقة الدراسة وطنيا وجهويا وإقليميا



تنتمي منطقة الدراسة إداريا إلى إقليم تازة، وتمتد على مساحة تُقدر بحوالي 752 كلم². وتشمل تراب جماعات تازة، باب مرزوقة، كلدمان، وباب بودير. أما من الناحية الطبيعية، فهي جزء من عالية حوض واد إيناون، الذي يعتبر أحد روافد حوض واد سبو.

تتميز منطقة الدراسة بموضع طبوغرافي فريد، فهي تشكل منطقة تحول بين حوض ملوية من جهة الشرق، وحوض سبو من جهة الغرب، كما تعتبر منطقة التقاء وحدتين تضارسيتين معقدتين من حيث البنية والخصائص المرفولوجية، حيث يمتد جنوبا الأطلس المتوسط الشمالي الشرقي، وشمالا تلال مقدمة جبال الريف. هذا الأمر يجعل مناخ المنطقة، يتميز بتباين فصلي جد قوي، وتساقطات غير منتظمة في الزمان والمكان، وهذه خصائص المناخ المتوسطي، حيث يسود شتاء دافئ وممطر وصيف حار وجاف؛ فخلال الفصل المطير تتلقى المنطقة التأثيرات المحيطية التي تعطي تساقطات مهمة، أما خلال فصل الصيف تتعرض المنطقة للتأثيرات القارية الجافة التي تنتج عنها حرارة مرتفعة (فاطمة النجاري، محمد الرفيق،2021، ص13). كما تتميز المنطقة بهبوب رياح الشرقي الجافة والحارة خلال فصل الصيف، والرياح الغربية الرطبة والدافئة خلال الفصل المطير.

1. المعطيات المناخية ومنهجية العمل

1.1- المعطيات المناخية المعتمدة في الدراسة

تتوفر منطقة الدراسة على مجموعة من المحطات المناخية، تتوزع بشكل مختلف ومتباين، حيث اعتمدنا على محطات تازة، وباب مرزوقة، وباب بودير. يرجع اختيار هذه المحطات، لتوفرها على معطيات إحصائية لفترات طويلة ولتوزيعها المجالي بشكل منظم. حيث تم الاعتماد على معطيات مناخية مطرية خلال الفترة الممتدة ما بين 1981 و2022، وهي معطيات مناخية حصلنا عليها من وكالة الحوض المائي سبو. تركز المعالجة الإحصائية المعتمدة في هذه الدراسة على تحليل التغيرات المطرية البيسنوية. ودراسة وتحليل السنوات الجافة وتصنيف درجة حدتها وترددها وتأثيرها على الحصيلة المائية السنوية.

الجدول رقم 01: المحطات المناخية المعتمد عليها في الدراسة المناخية

المحطة	X	Y	Z
تازة	625711	403721	458
باب بودير	617700	386000	1568
باب مروزقة	615850	400850	368

المصدر: مديرية التجهيز والماء، 2023

2.1- منهجية العمل

تقتضي دراسة موضوع أثر التغايرية المناخية على الموارد المائية، اتباع منهجية عمل خاصة، عبر توظيف بعض المؤشرات التي تساعد على تحديد الفترات الجافة وذات عجز مطري كبير، وكذلك السنوات الرطبة والجافة، ومنها: مؤشر المطر القياسيSPI (Standardized Precipitation Index). يعتبر هذا المؤشر من أهم التقنيات الإحصائية المعتمدة لدراسة مظاهر الجفاف، وذلك اعتمادا على معطيات مطرية لفترة طويلة لا تقل عن 30 سنة. وقد وظف هذا المؤشر من طرف(Mckee et al, 1993) في مناطق مختلفة من العالم. وتبنته المنظمة العالمية للمناخ سنة 2009 واعتبرته أهم مؤشر علمي لقياس درجة خطورة الجفاف المناخي في أي منطقة من العالم، ويتطلب هذا المؤشر التوفر على معطيات مناخية مطرية سنوية، ويمكن هذا المؤشر من تصنيف السنوات الجافة والسنوات الرطبة؛ مقارنة بالمعدل السنوي للتساقطات المطرية. ولحساب هذا المؤشر نطبق العلاقة الآتية:

$$SPI = \frac{(\mathrm{Xi} - \mathrm{Xm})}{\mathrm{Si}}$$

حيث إن:

Xi :مجموع التساقطات المطرية خلال سنة؛

X m: معدل التساقطات المطرية السنوية خلال الفترة المدروسة؛

Si :الانحراف المعياري للتساقطات المطرية خلال الفترة المدروسة؛

وضع (Mckee et al, 1993) تصنيفا لمؤشر المطر القياسي SPI حيث حدد ثمانية أصناف أو درجات تتوزع

ما بين الفائض في حجم الرطوبة وحالة الجفاف الحاد جدا، كما هو مبين في الجدول الآتي:

الجدول رقم02: تصنيف مؤشر المطر القياسي حسب (Mckee et al, 1993)

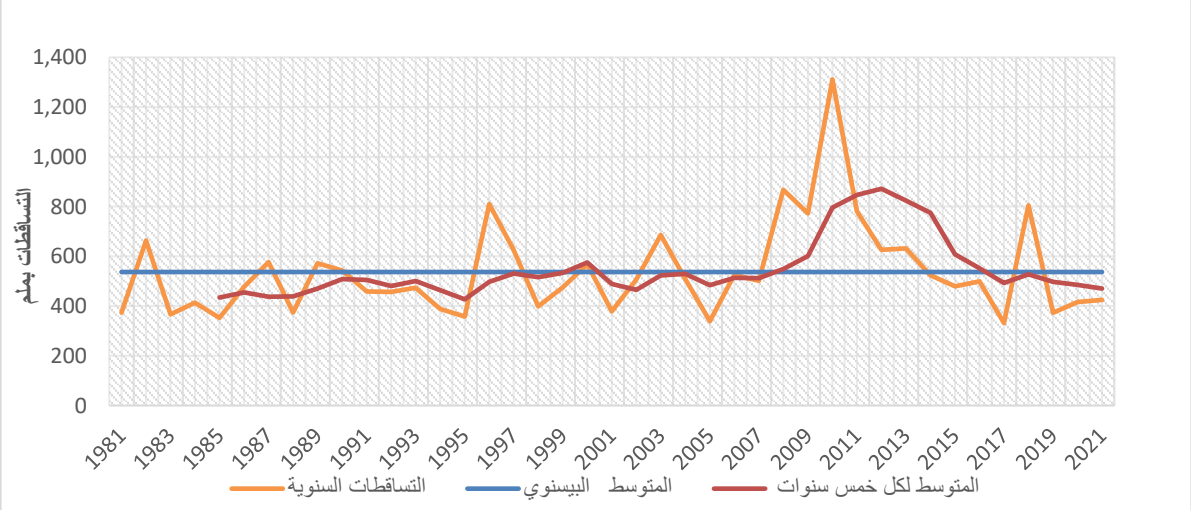
قيم مؤشر المطر القياسي SPI	التصنيف
أكبر من أو يساوي 2	شديد الرطوبة جدا
ما بين 1.99 و 1.5	شديد الرطوبة
ما بين 1.49 و 1	متوسط الرطوبة
ما بين 0.99 و 0.99−	يقارب المعدل
ما بين 1- و 1.49-	جفاف متوسط
ما بين 1.5- و 1.99-	جفاف حاد
أكبر من أو يساوي 2-	جفاف حاد جدا

2. تقديم النتائج ومناقشتها

1.2− التغايرية البيسنوية للتساقطات

تقوم التغايرية البيسنوية للتساقطات المطرية على حساب مجموع التساقطات السنوية خلال فترة زمنية تفوق 30 سنة، فنحن بصدد دراسة تغايرية زمنية تمتد من 1981 إلى 2022 بالمحطات المناخية الموجودة داخل منطقة الدراسة. ويعرف التوزيع السنوي للتساقطات المطرية بمنطقة الدراسة تباينا كبيرا من سنة لأخرى، مع تسجيل توالي سنوات جافة وأخرى رطبة، كما تختلف المعدلات المتوسطية للتساقطات من محطة إلى أخرى، حيث يسجل المعدل السنوي في محطة باب بودير 680 ملم، بينما في محطة تازة يسجل 536 ملم؛ وفي محطة باب مرزوقة 483 ملم. ويبدو من خلال دراسة المتوسطات العامة للتساقطات المطرية، أن هناك تغيرات وتباينات واضحة يكمن رصدها على المستوى الزمني، حيث تأتي كل سنة بكميات مختلفة عن السنة التي سبقتها. وبشكل عام يمكن أن نستخلص أن النظام السنوي للتساقطات بمنطقة الدراسة يتميز بتعاقب سنوات رطبة وأخرى جافة.

المبيان رقم 01: التغيرات البيسنوية للتساقطات المطرية للفترة الممتدة من 1981 إلى 2022 بمحطة تازة



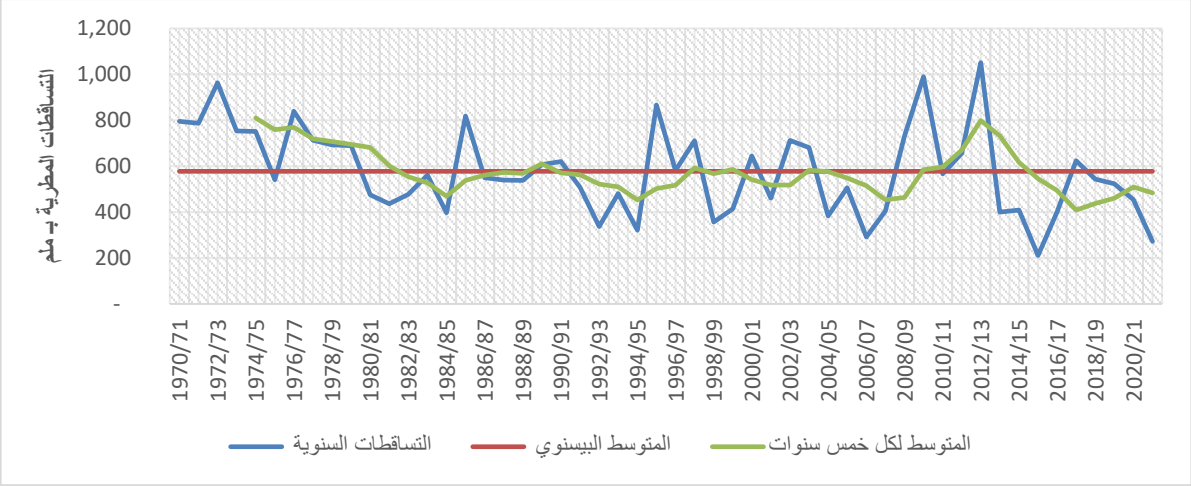
مصدر المعطيات: مديرية التجهيز والماء بتازة، 2023

شهدت منطقة تازة تغايرية بيسنوية واضحة، حيث إن هناك سنوات ترتفع فيها كمية التساقطات المطرية،

مقابل الانخفاض في أخرى؛ ففي فترة الثمانيات انخفضت كمية التساقطات بشكل كبير جدا، مقارنة مع باقي الفترات السابقة، حيث إن معظم تساقطات هذه المرحلة تراوحت ما بين 393 ملم و433 ملم باستثناء 1982 التي عرفت 720 ملم من التساقطات، كما أن معظم سنوات هذه الفترة سجلت نسب أقل من المعدل البيسنوي؛ الشيء الذي يجعنا نستنتج أن هذه الفترة كانت شبه جافة.

وخلال فترة التسعينات تميزت التساقطات بنوع من عدم الانتظام؛ حيث سجلت أدنى قيمة 221 ملم سنة 1995، وأعلى قيمة 939 ملم سنة 1996، إلا أن هذه الفترة شهدت سنوات جفاف أكثر من العقد السابق. وخلال العقد الأول من الألفية الثالثة، عرفت هذه المرحلة تساقطات مطرية متوسطة حيث سجلت أدنى قيمة 318 ملم سنة 2007، وأعلى قيمة 813 ملم سنة 2004. أما خلال العقد الثاني من الألفية الثالثة نلاحظ تراجع هام في مستوى التساقطات المطرية، هذا الأمر الذي انعكس بشكل سلبي على الحصيلة المائية. وعموما نستخلص أن التوزيع البيسنوي للتساقطات يتميز بعدم الانتظام، وهذه سمة من سمات المناخ الجاف إلى شبه الجاف. كما تتضح أهمية هذه الاختلافات البيسنوية في مجموع كمية التساقطات التي تتلقاها المحطة. يظهر من خلال ملاحظة سلسلة قياس التساقطات المطرية السنوية أن منطقة الدراسة تعرف تفاوتات بيسنوية كبيرة جدا، ذلك أن كمية الأمطار القصوى تفوق 1000 ملم، بينما تقل عن 200 ملم في بعض السنوات.

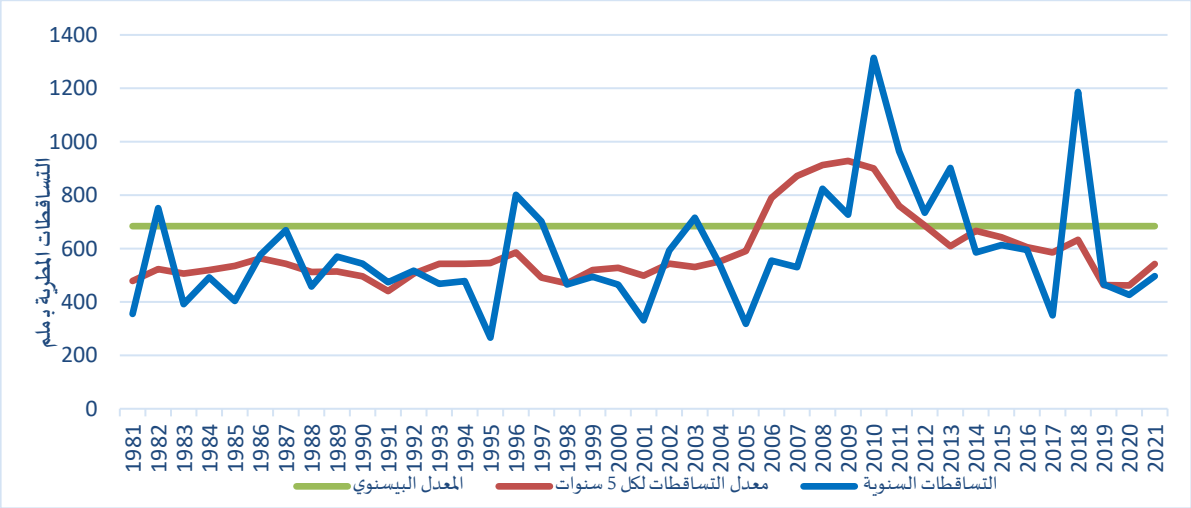
مبيان رقم 02: التغيرات البيسنوية للتساقطات المطرية بمحطة باب مرزوقة



مصدر المعطيات: مديرية التجهيز والماء بتازة، 2023

سجلت محطة باب مرزوقة تغيرات بيسنوية هامة على مستوى التساقطات المطرية، حيث تفوق 800 ملم سنويا في بعض السنوات، في المقابل تقل عن 400 ملم سنويا في سنوات أخرى، كما أن المتوسط السنوي يسجل 585 ملم سنويا. ومن خلال ملاحظة المبيان يتبن أن محطة باب مرزوقة شهدت تراجع على مستوى التساقطات السنوية منذ بداية 1970سنة إلى غاية سنة 1995، ثم بعد ذلك عرف المعدل السنوي تذبذبا على مستوى كمية الساقطات المسجلة؛ سنة ترتفع وسنة تنخفض، وعموما شهدت هذه المحطة تراجع على مستوى التساقطات السنوية.

مبيان رقم 03: التغيرات البيسنوية للتساقطات المطرية بمنطقة الدراسة بمحطة باب بودير



مصدر المعطيات: مديرية التجهيز والماء بتازة، 2023

تسجل محطة باب بودير معدلات بيسنوية أكثر من المحطتين السابقتين، حيث يسجل المعدل البيسنوي قيمة 680 ملم؛ كما تسجل القيمة القصوى للتساقطات السنوية أكثر من 1200 ملم، والقيمة الدنيا 300 ملم، وعموما تتلقى محطة باب بودير تساقطات مطرية أكثر مقارنة بباقي المحطات الأخرى، كما تعرف هي الأخرى تفاوتات بيسنوية هامة. إن تتبع التوزيع السنوي للساقطات المطرية عند المحطات الموجودة بمنطقة الدراسة، بين أن المنطقة تعرف تعاقب المواسم الرطبة والجافة بشكل متواتر، لكن في السنوات الأخيرة نلاحظ تكرر السنوات الجافة أكثر من السنوات الرطبة. كما أن دراسة متوسط التساقطات المطرية السنوية أعطى لنا فكرة عن الواردات المائية التي تستقبلها المنطقة، حيث إن هذا التوزيع البيسنوي بين مدى أهمية التفاوت الزمني والمكاني للتساقطات؛ غير أن الاعتماد على التوزيع البيسنوي للتساقطات يبقى غير كاف، ولن يمكننا من فهم وإدراك الحقيقة الهيدرولوجية، بل يجب كذلك دراسة نظام التساقطات الفصلي والشهري وحتى اليومي؛ والتي يمكنها أن تساعدنا على تفسير نظام جريان المياه السطحية ووضعية المياه الجوفية.

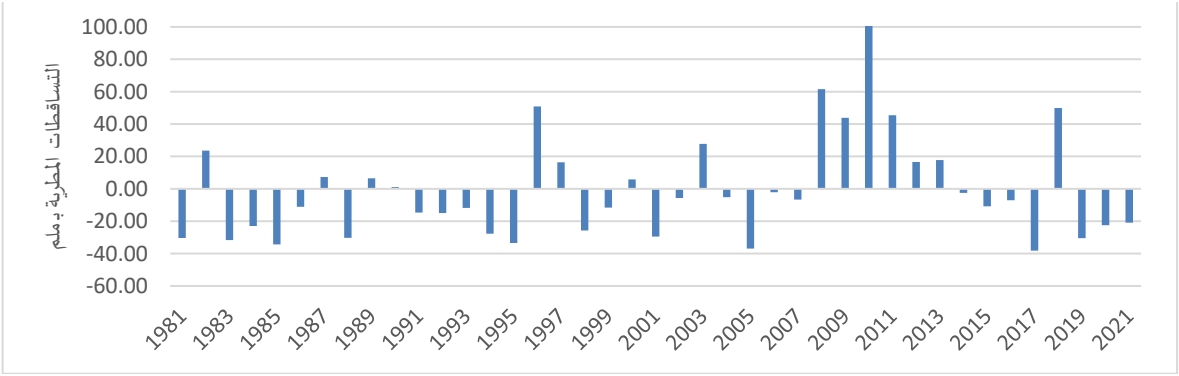
2.2- مؤشر الانحراف عن المتوسط

إن دراسة مؤشر الانحراف عن المعدل ستمكننا من تحديد السنوات الرطبة والجافة، بالمحطات الثلاثة المدروسة، ويمكن استخلاص هذا المؤشر، من خلال تطبيق العلاقة الآتية:

$$IP = Pi - médiane$$

حيث إن: Pi: التساقطات السنوية؛ Médiane : القيمة الوسطية

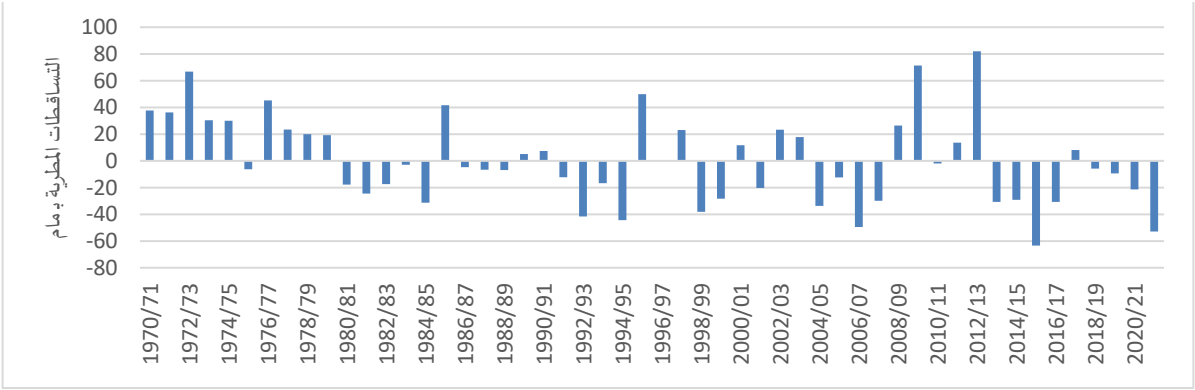
المبيان رقم 04: مؤشر الانحراف عن المعدل بمحطة الرصد تازة



مصدر المعطيات: مديرية التجهيز والماء بتازة، 2023

نلاحظ من خلال دراسة معطيات المحطة المناخية لمحطة الرصد تازة، أن توزيع السنوات الرطبة والسنوات الجافة يطغى عليه نوع من التباين، حيث عرفت مدينة تازة توالي وتعاقب السنوات الرطبة، وفترات أخرى جافة، حيث بلغ عدد السنوات الجافة 23 سنة والسنوات الرطبة 24 سنة، أما السنوات العادية فتمثلت في سنتين خلال الفترة المدروسة.

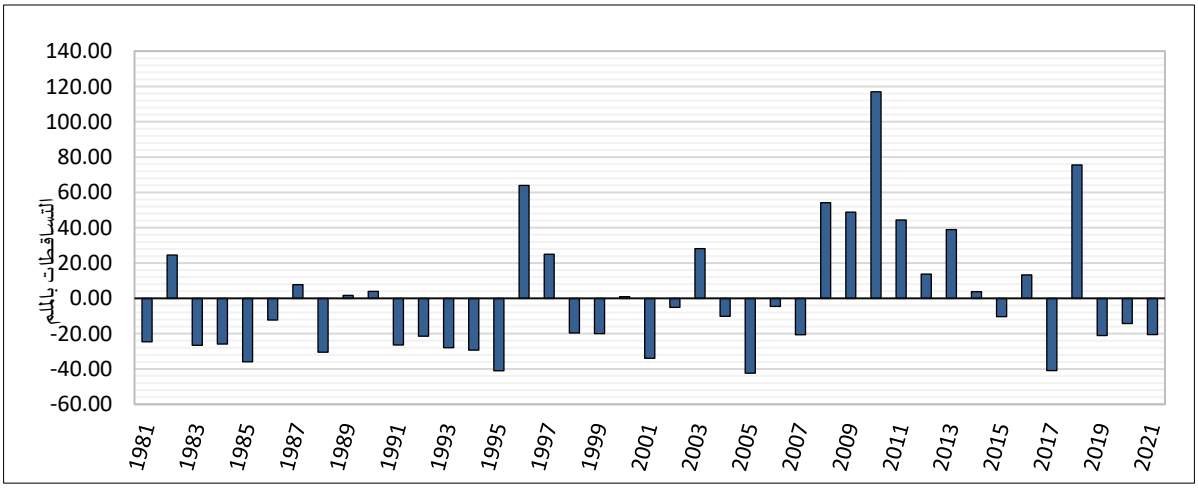
المبيان رقم05: معدل الانحراف عن المعدل بمحطة الرصد باب مرزوقة



مصدر المعطيات: مديرية التجهيز والماء بتازة، 2023

إن توزيع السنوات الرطبة والجافة يعرف تباينات واضحة بمنطقة تازة، حيث هناك توالي للسنوات الجافة والرطبة؛ إذ سجلت هذه المحطة ما بين 1970 و2021؛ 22 سنة رطبة؛ مقابل 29 سنة جافة؛ ومن تم نستخلص أن محطة باب مرزوقة تتميز بهيمنة تردد للسنوات الجافة على حساب السنوات الرطبة.

المبيان رقم 06: معدل الانحراف عن المعدل بمحطة باب بودير



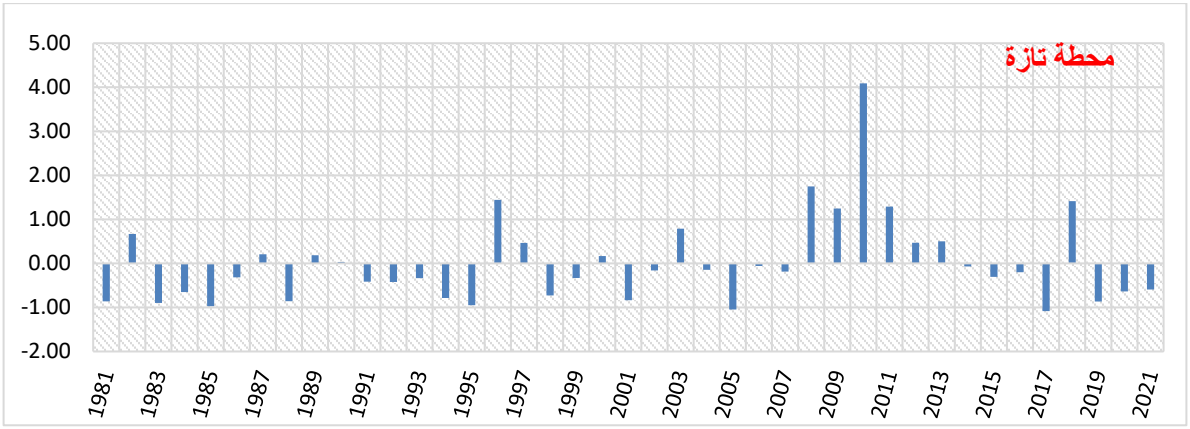
مصدر المعطيات: مديرية التجهيز والماء بتازة، 2023

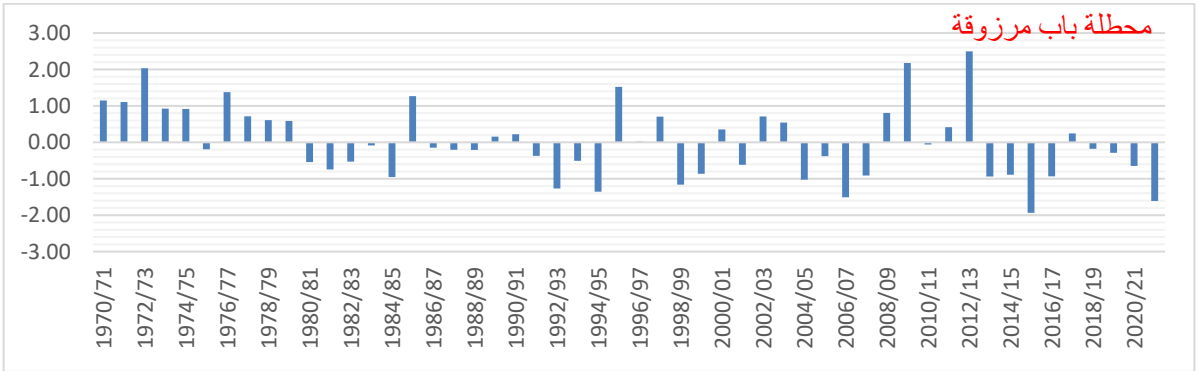
يتضح أن محطة الرصد باب بودير ما بين سنة 1981 و2022. قد سجلت 17 سنة رطبة؛ مقابل 24 سنة جافة. علما أن منطقة باب بودير من أكثر المناطق استقبالا للتساقطات، وتسجيل عدد السنوات الجافة أكثر من السنوات الرطبة. يبرز هذا الوضع تراجع حجم التساقطات المطرية في العقود الأخيرة؛ هذا الأمر انعكس سلبا على الحصيلة المائية بالمنطقة، حيث نضبت مجموعة من العيون، كما تراجع صبيب بعض الوديان، إذ تحولت من حالة الجريان الدائم إلى المؤقت. عموما من خلال مؤشر الانحراف عن المعدل للمحطات المناخية الثلاث، نستخلص أن منطقة الدراسة تسجل عدد السنوات الجافة، أكثر من السنوات الرطبة، هذا الوضع ينعكس بشكل سلبي على الحصيلة المائية، ويؤدي إلى تراجع الإمكانات المائية بمنطقة الدراسة.

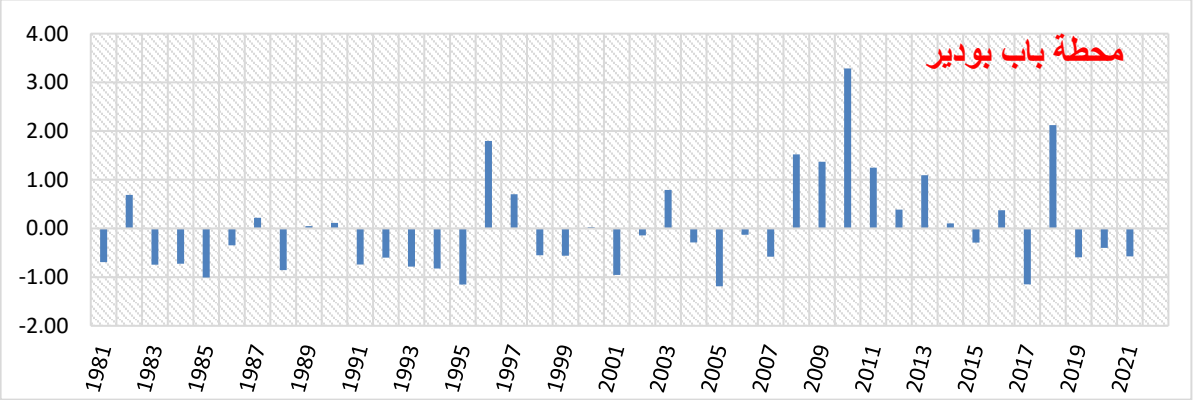
3.2- مؤشر المطر القياسي SPI

تمثل السنوات الجافة بمحطة تازة 63 % من مجموع سنوات الفترة المدروسة، وتمثل السنوات الرطبة 37 %؛ أما على مستوى محطة باب مرزوقة تمثل السنوات الجافة 70 % والسنوات الرطبة بـ 30 %، بمحطة باب بودير، وتمثل السنوات الرطبة 42 % والسنوات الجافة 58%.

المبيانات رقم07، 08، 09: مؤشر المطر القياسي SPI بالمحطات المدروسة بمنطقة تازة







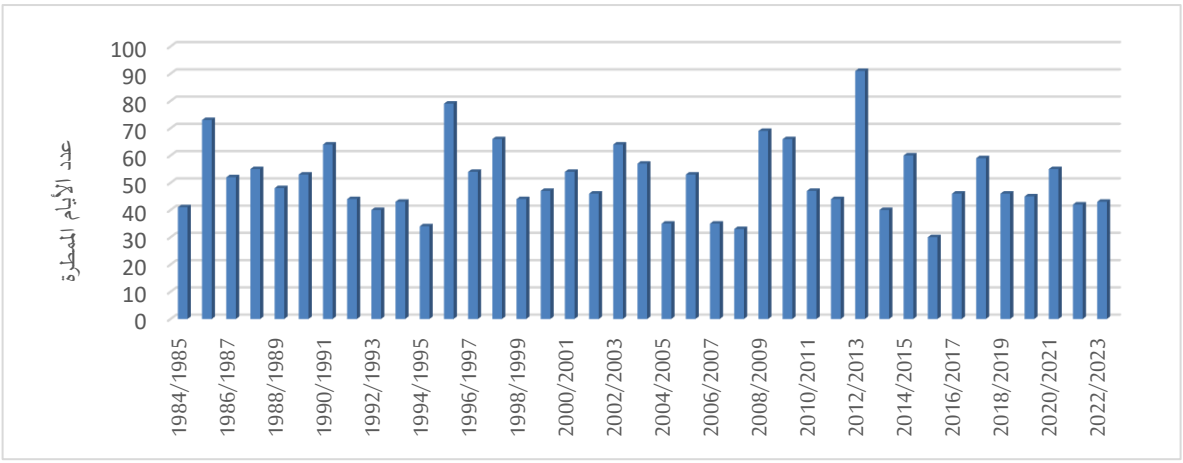
مصدر المعطيات: مديرية التجهيز والماء بتازة، 2023

تبرز المعطيات المسجلة خلال هذه الفترة بشكل عام عدم الانتظام المطري، وسيادة السنوات الجافة. فعدد السنوات التي تسجل قيما تحت الصفر أكثر من عدد السنوات التي تسجل قيما موجبة. فبالنسبة لمحطة تازة سجلت 15 سنة رطبة، مقابل 26 سنة جافة خلال الفترة الزمنية الممتدة من 1981 و2022. وعلى مستوى محطة باب مرزوقة فقد سجلت 22 سنة رطبة، مقابل 29 سنة جافة خلال الفترة الزمنية الممتدة من 1981 إلى 2022. وعلى مستوى محطة باب بودير 24 سنة جافة؛ مقابل 16 سنة رطبة.

4.2- التساقطات اليومية والمتواليات الممطرة

دراسة التساقطات اليومية والمتتاليات الممطرة، تمكننا من ضبط التوزيع الزمني الفعلي للأمطار، لكن الإكراه المطروح هو غياب مثل هذه المعطيات وعدم توفرها في المحطات المناخية، حيث إن معظم المحطات لا تتوفر على المعطيات اليومية. ومن خلال دراسة وتحليل المعطيات اليومية للتساقطات المتوفرة، تبين أن عدد الأيام الممطرة، يطبعه هو الأخر عدم الانتظام المجالي والزماني.

المبيان رقم10: عدد الأيام الممطرة بمحطة مدينة تازة



مصدر المعطيات: مديرية التجهيز والماء بتازة، 2023

يسجل عدد الأيام الممطرة تباينات واضحة من سنة إلى أخرى، حيث يتراوح عدد هذه الأيام ما بين 30 يوم إلى 90 يوم ممطر، ويبقى عدد الأيام الممطرة في السنة قليل جدا مقارنة بعدد أيام السنة، حيث سجل خلال موسم 2013/2012 90 يوم ممطر، وما يقارب 80 يوما خلال موسم 1997/1996، فين حسن سجل موسم 2017/2016 أقل

من 30 يوم ممطر. نلاحظ من خلال المعطيات المتوفرة، أن الأيام الممطرة الطويلة تشكل نسبة قليلة مقارنة بالمتتاليات المطرية القصيرة، كما أن هذه الأرقام تختلف من محطة إلى أخرى؛ إن الحديث عن عدد الأيام الممطرة بشكل مستمر يجرنا إلى التعرف حجم الواردات المائية، لهذا فإن ضعف الحصيلة المائية يعود إلى وجود تساقطات مطرية محدودة في الزمان المكان.

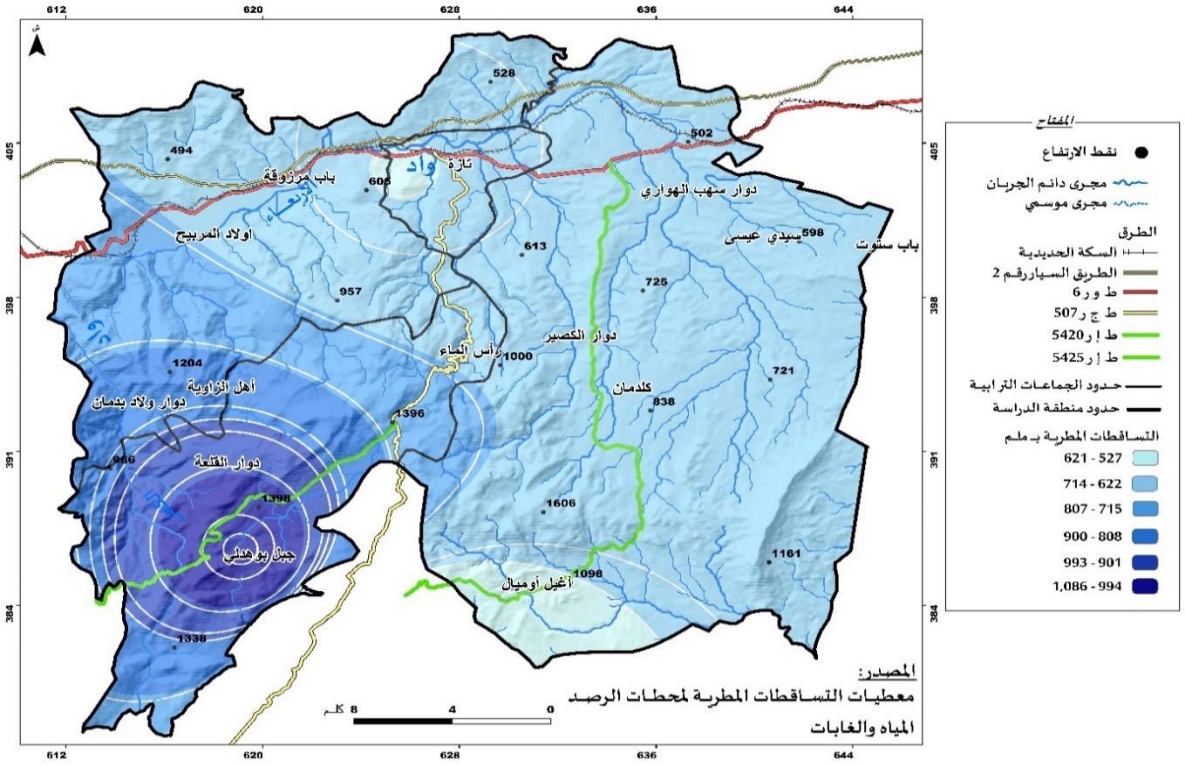
3.4- التوزيع الجغرافي للتساقطات بمنطقة الدراسة

تتلقى منطقة تازة تساقطات على مدار السنة، ينزل بعضها على شكل أمطار والبعض الأخر على شكل ثلوج في المرتفعات التي تفوق 1500 م، ويلعب التنوع التضاريسي دورا بارزا في توزيع التساقطات، حيث أن المناطق الجنوبية من منطقة الدراسة والتي تتميز بارتفاعات مهمة، تتلقى كميات مطرية تفوق 1200 ملم سنويا، أما المناطق الشمالية من الحوض فتستقبل كمية أقل بكثير، وهكذا يمكن تقسيم منطقة الدراسة إلى جزئين:

الجزء الأول: يشهد تساقطات تفوق 1000 ملم سنويا، ويشمل المنطقة الجنوبية من منطقة الدراسة المتمثلة في منطقة تازكة، وباب بودير، وهي منطقة رطبة، ويعود ذلك إلى عامل الارتفاع، الذي يتحكم في توزيع التساقطات، حيث إن المنطقة الأكثر استقبالا للتساقطات هي كتلة تازكة، أما بالنسبة للارتفاعات المتوسطة أو الضعيفة فتأثيرها يظل ضعيفا.

الجزء الثاني: الذي يتلقى أقل من 800 ملم سنويا، يشمل باقي المناطق في منطقة الدراسة، يمتد في النصف الشمالي من منطقة الدراسة.

الخريطة رقم 02: التوزيع المجالي للتساقطات المطرية بمنطقة الدراسة



يظهر من خلال الخريطة رقم 02 التباين الكبير على مستوى توزيع التساقطات بين النصف الجنوبي

والشمالي، حيث إن منطقة الأطلس المتوسط تتلقى كميات مهمة مقارنة بتلال مقدمة جبال الريف. إن التغايرية المجالية للتساقطات المطرية بمنطقة الدراسة، يتحكم فيها عاملي الارتفاع وتوجيه السفوح، حيث إن السفوح الموجه نحو الغرب والشمال تتلقى تأثيرات رطبة، عكس السفوح الشرقية، وبالتالي تستقبل كميات أقل من التساقطات.

3. الفرشة المائية الباطنية بمنطقة الدراسة

لتحديد مدى تأثير التغايرية المناخية على الموارد المائية، قمنا بتحليل المعطيات المرتبطة بمستوى الفرشات المائية، لمعرفة مستوى التراجع، وتتوفر منطقة الدراسة على مجموعة من الفرشات المائية ومن أهمها: الفرشة المائية تازة، والفرشة مائية ماكوسة والفرشة المائية لممر فاس تازة. تشكل المياه الجوفية جزءا مهما من الرصيد المائي بمنطقة الدراسة، ولقد سمحت الوضعية البنيوية لمنطقة الدراسة، بتخزين عدة مستويات مائية نذكر أهمها بالتتابع من الأسفل إلى الأعلى:

- الطبقة المائية للأطلس المتوسط الممتدة في الصخور الكلسية والدلوميتة، وتوجد بها موارد مائية محدودة؛
- الطبقة المائية لممر فاس تازة والمتركزة في الصخور الكلسية وتوجد بها موارد مائية مهمة؛
- الطبقات المائية لمنطقة تازة وتتكون من ثلاث وحدات صغيرة (ماكوسة–تازة–رأس الماء وعين لعناصر) وتوجد بها موارد مائية محدودة.

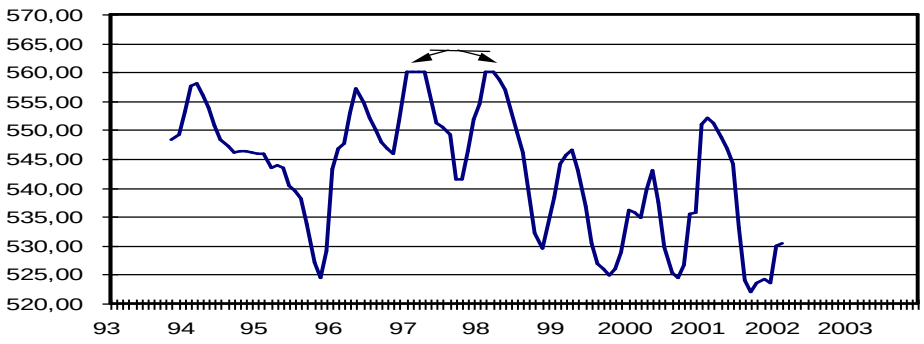
الجدول رقم03: الطبقات المائية الجوفية في منطقة الدراسة

الطبقة المائية	المساحة بكلم^2	الواردات (م م^3/ سنة)	الاستغلال (م م^3/ سنة)
ممر فاس تازة	800	267	16
طبقة تازة	325	10	10

المصدر: المديرية الإقليمية للتجهيز مصلحة المياه 2016

تتوفر منطقة الدراسة على إمكانات مائية باطنية مهمة، ويتجلى ذلك من خلال الطبقة المائية لتازة؛ وطبقة الأطلس المتوسط؛ لكن في الوقت نفسه تتعرض هذه الفرشة الباطنية للاستغلال مكثف، نتيجة توالي سنوات الجفاف مما ينعكس على حجم الواردات المائية، في المقابل يتزايد حجم الاستغلال سنة تلوى الأخرى. أدى هذا الوضع إلى تراجع مخزون الفرشة المائية الباطنة، خاصة فرشة تازة، كما هو موضح في المبيان أسفله.

مبيان رقم11: تتبع تطور مستوى الفرشة الباطنية لتازة من خلال ثقب رقم 762/ 16



المصدر: وكالة الحوض المائي سبو، 2023

يتضح أن مستوى الفرشة الباطنية بتازة في تراجع مستمر ويعود ذلك الى الضغط الذي يمارس على هذه الفرشات الباطنية، جراء الضخ المفرط مقابل ضعف على مستوى القدرة التجددية بفعل تراجع كميات التساقطات في السنوات الأخيرة.

4. تيارات الرياح وتأثيرها على الحصيلة المائية

إذا كان للرطوبة النسبية دور أساسي في تحديد قدرة الغلاف الجوي على التبخر، فإن الرياح يمكن أن تقوم بدور الكابح لهذه القدرة، كما يمكن أن تقوم بتقويتها، وذلك بالارتباط مع دواميتها (السرعة) ومع طبيعتها (مصدرها، جافة أم رطبة) (المحداد، 2003، ص95). تتميز منطقة الدراسة، على مستوى الرياح، بهبوب رياح تارة شرقية وتارة غربية، إذ تؤثر هذه الرياح على رطوبة الغلاف الجوي، حيث تزيد من أهمية التبخر أو تقلل منها حسب درجة سرعتها ومصدرها وطبيعتها، حيث تكون رطبة أو جافة حسب مصدرها (مبسوط، 2018، ص34). على مستوى منطقة الدراسة تهب رياح مختلفة القوة والاتجاه، لها انعكاسات على الموارد المائية، فخلال فصل الشتاء تهب رياح غربية رطبة تؤدي إلى حدوث اضطراب جوي مصحوب بالتساقطات المطرية، بينما في فصل الصيف تهب رياح جافة وحارة من الجنوب الشرقي، تدعى محليا بالشركي؛ وهي رياح تدوم فترة طويلة من السنة؛ مما يؤدي إلى ارتفاع في درجة الحرارة والزيادة في نسبة التبخر وتجفيف التربة . وهكذا، يؤثر التبخر على المياه السطحية والباطنية وعلى الحياة النباتية؛ خاصة في فصل الصيف وأثناء هبوب الرياح الجافة. تأتي أهمية الرياح باعتبارها عنصرا ناقلا للحرارة والرطوبة في الوقت نفسه، مما يؤثر على التربة، والغطاء النباتي. كما نسجل بأن منطقة الدراسة تتلقى الرياح الشمالية الغربية وهي رياح باردة ورطبة في فصل الشتاء، آتية من المحيط الأطلسي، تساهم بشكل مباشر في حدوث اضطرابات جوية وانخفاض درجة الحرارة، وبالتالي حدوث التساقطات المطرية والثلجية، أما خلال فصل الصيف تشهد المنطقة رياح شرقية حارة وجافة، تودي إلى حدوث ارتفاع في درجة الحرارة.

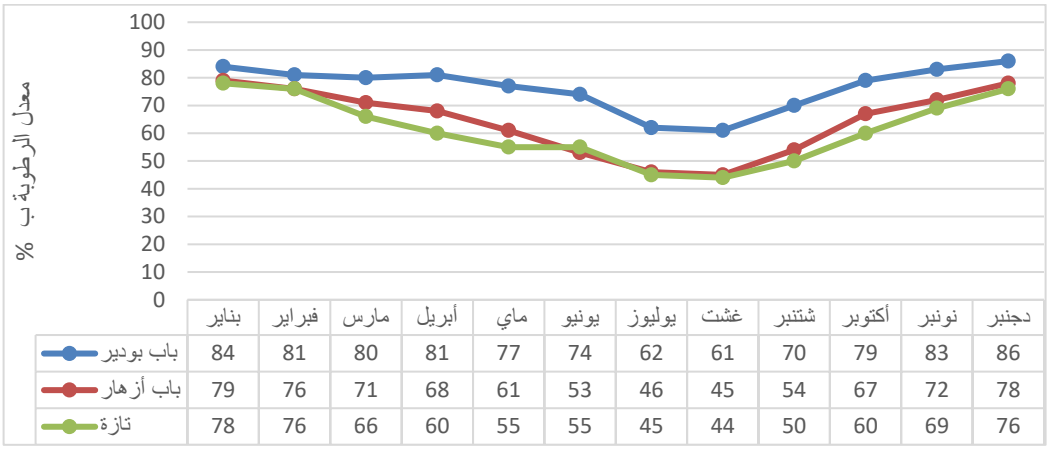
5. الرطوبة النسبية والتبخر وعلاقتهما بالحصيلة المائية

1.5- الرطوبة النسية

تعتبر معطيات الرطوبة النسبية أساسية جدا في عملية ضبط الحصيلة المائية، وتدل معطيات الرطوبة النسبية المتوفرة حول منطقة الدراسة، أن معدلات الرطوبة تسجل تفاوتات كبيرة حسب الفصول، حيث تنخفض الرطوبة النسبة خلال فصل الصيف، وترتفع نسبة الرطوبة خلال فصل الشتاء، ويمكن القول إن الرطوبة النسبة تضطلع بدور مهم في تحديد نسب التبخر والنتح، ومن ثم ضبط تغيرات الحصيلة المائية.

كما أن الرطوبة النسبية، تتغير عكسيا مع درجة الحرارة، خاصة وأن المنطقة تطبعها القارية، على اعتبار أن الرطوبة تعتبر أساسية في ضبط الحصيلة المائية داخل منطقة الدراسة. تدل معطيات الرطوبة النسبية المتوفرة حول المنطقة اعتمادا على محطة تازة وباب بودير، بأن المتوسطات تعرف تغيرات بيسنوية واضحة كما هو موضح في المبيان. الرطوبة النسبة يمكن أن تتراوح ما بين 0 و100، بمعنى أنها تتأرجح ما بين الجفاف النسبي الصيفي وتشبع الهواء ببخار الماء في الشتاء، وتتغير الرطوبة النسبة بالموازاة مع درجة الحرارة.

المبيان رقم12: التوزيع الشهري للرطوبة النسبة حسب شهور السنة



	بناير	فبراير	مارس	أبريل	ماي	يونيو	يوليوز	غشت	شتنبر	أكتوبر	نونبر	دجنبر
باب بودير	84	81	80	81	77	74	62	61	70	79	83	86
باب أزهار	79	76	71	68	61	53	46	45	54	67	72	78
تازة	78	76	66	60	55	55	45	44	50	60	69	76

المصدر: معطيات المديرية الجهوية للمياه والغابات ومحاربة التصحر بتازة،2013

تسجل الرطوبة نسب مرتفعة خلال الفصل الرطب عند كل المحطات، مع تسجيل نسب قصوى خلال شهري دجنبر ويناير، حيث تفوق النسبة 76 % في كل المحطات، ويفسر هذا الوضع بكون المنطقة تكون خلال هذه الفترة واقعة تحت تأثير التيارات المحيطية الرطبة، بينما تبدأ الرطوبة النسبة في الانخفاض خلال شهر ماي، إذ تصل إلى أدنى مستوياتها خلال شهري يوليوز وغشت، حيث تسجل في باب بودير نسبة 61 %، بينما تسجل في محطة تازة فقط 44 % خلال شهر غشت. وعموما الرطوبة النسبة تسجل مستويات أعلى في محطة باب بودير مقارنة بمحطة تازة ويعود ذلك إلى عامل الارتفاع.

2.5- التبخر والنتح

يعتبر إحدى أهم مراحل الدورة المائية، وتتم هذه العملية فوق كل المسطحات المائية، كما تتم من خلال النباتات وتسمى النتح، حيث يفقد سطح الأرض كميات هائلة من المياه بفعل عملتي التبخر والنتح. وتتدرج منطقة الدراسة وهوامشها ضمن المجالات التي تتراوح فيها الكمية المتبخرة سنويا ما بين 800 و1400 ملم سنويا، ومن خلال الجدول رقم04 يصل معدل التبخر بمحطة باب بودير إلى 849 ملم، و1362 ملم بمحطة تازة، و2084 بمحطة فج الطواهر، كما أن نسبة التبخر ترتبط بعدة عوامل أهمها؛ درجة الحرارة الدنيا والقصوى، والرطوبة النسبة، وسرعة الرياح، وكثافة الغطاء النباتي...

الجدول رقم 04: التوزيع الشهري والفصلي للتبخر في بعض المحطات بمنطقة الدراسة ب ملم

المحطة	الشهور												المعدل السنوي
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	ب ملم
باب بودير	22	26	37	54	77	116	140	151	100	61	41	24	849
تازة	58	87	121	135	191	273	355	302	238	160	88	57	2065
فج الطواهر	56	85	119	130	189	285	362	308	244	163	87	56	2084

المصدر: معطيات المديرية الجهوية للمياه والغابات ومحاربة التصحر بتازة

تعرف كمية التبخر تغايرية شهرية واضح من شهر إلى أخر، ذلك أن نسبة التبخر تبلغ أقصى قيمها خلال

أشهر الصيف في جميع المحطات، كما تسجل أدنى قيمها خلال فصل الشتاء. كما أن نسبة التبخر تسجل نسبا مرتفعة بكل من فج الطواهر وتازة مقارنة بباب بودير، حيث يصل معدل التبخر السنوي بباب بودير 849 ملم، مقابل 2065 بتازة و2084 بفج الطواهر. أما على مستوى التوزيع الفصلي، فقد تبين أن التبخر يبلغ ذروته خلال فصل الصيف الحار من شهر ماي إلى غاية شهر شتنبر، بينما تنخفض نسب التبخر خلال الفصل المطير، وتساهم في حدة التبخر طول مدة التشميس وهبوب الرياح الشرقية الجافة، كما أن ارتفاع درجة الحرارة يعد عاملا مباشرا يساهم في الرفع من نسبة التبخر.

5. الميزانية المائية بمنطقة الدراسة

لمعرفة خصائص ومميزات مناخ أي منطقة فوق سطح الأرض، لابد من القيام بدراسة الميزانية المائية للمحطات المناخية التي تتوفر عليها المنطقة، وهي دراسة بالغة الأهمية، لأن نتائجها تمكن من تصنيف الأقاليم المناخية ومعرفة الحصيلة المناخية (BC[1]) أي حاصل الفرق بين ما يعرضه الجو من تساقطات (P[2])، وما يتطلبه الجو من تبخر ونتح (ETP[3]) وتكون الميزانية المائية إيجابية إذا كان الحاصل ETP أصغر من P، وسلبية إذا حصلنا على نتيجة عكسية. ومن أجل معرفة الميزانية المائية، وتتبع تطورها قمنا بمقارنة المعطيات المتوفرة من تساقطات، ونتح وتبخر محتمل وفعلي خلال فترتين زمنيتين من أجل إبراز تطور الحصيلة المائية بمنطقة الدراسة.

الجدول رقم 05: الحصيلة المائية ببعض محطات منطقة الدراسة (1971 – 2013)

المحطة	الحصيلة المائية	شتنبر	أكتوبر	نونبر	دجنبر	يناير	فبراير	مارس	أبريل	ماي	يونيو	يوليوز	غشت	السنة
تازة	التساقطات بملم	17,6	49,9	79,8	95,1	86,7	78,6	75,8	70,5	36,3	8,8	0,8	1,4	601,4
	تبخر النتح المحتمل	102,3	64	39,3	24,4	23,1	32,4	44,3	57,6	79,3	120,6	139,2	143	869
	تبخر النتح الفعلي	18	50,7	39,3	24,4	23,1	32,4	44,3	57,6	35,9	8,4	0,8	1,4	336,4
باب مرزوقة	التساقطات بملم	15,3	48,3	71,5	77,3	73,4	78	69,6	72,2	39	8	1	2,1	555
	تبخر النتح المحتمل	104,8	73,8	52,5	36,4	30,9	36,1	48,2	59	88	128,4	145	148	951,4
	تبخر النتح الفعلي	15,3	48,3	52,5	99,1	30,9	36,1	48,2	59	39	8	1	2,1	376,5
باب بودير	التساقطات بملم	44,4	91,7	158	142,6	138	109	131,8	99,6	60,5	13,9	2,2	7,7	999,5
	تبخر النتح المحتمل	69,4	43,4	28	13,5	15,2	21,2	34,6	51,4	65,5	95,8	101,2	107	646,4
	تبخر النتح الفعلي	44,4	43,4	28	13,5	15,2	21,2	34,6	51,4	60,5	13,9	2,2	7,7	335,9

مصدر المعطيات: وكالة حوض سبو ومديرية التجهيز والماء بتازة (بتصرف)

نستخلص أن هناك ارتفاعا على مستوى نسب التبخر والنتح المحتمل والفعلي في كل المحطات، خاصة خلال الفترة الممتدة من شهر أبريل إلى غاية شهر شتنبر؛ ويعود ذلك إلى ارتفاع درجة الحرارة، كما أن نسب التبخر والنتح الفعلي تسجل قيما مرتفعة بكل من محطة تازة وباب مرزوقة، أكثر من محطة باب بودير؛ ويفسر

[1] BC : هي حاصل الفرق بين التساقطات والتبخر

[2] P : التساقطات

[3] ETP: التبخر والتبخر النتح المحتمل

ذلك بعامل الارتفاع. كما يمكن أن نسجل أن كل المحطات شهدت تراجعا على مستوى كمية التساقطات سواء على مستوى الشهور أو المعدل السنوي الذي شهد بدوره تراجعا مهما، وينعكس هذا الامر بشكل سلبي على الحصيلة المائية.

ومن أجل تحديد وضعية الحصيلة المائية، وإبراز مظاهر الخصاص المائي بمنطقة الدراسة؛ واعتمادا على المعطيات المتوفرة والتي تمكنا من الحصول عليها؛ قمنا بالمقارنة بين فترتين زمنيتين متساويتين؛ حيث خلصنا إلى أن تبخر النتح الفعلي السنوي في المحطات المدروسة؛ بلغ على التوالي بين الفترتين 300.4 ملم و301.4 ملم بمحطة تازة؛ وعلى مستوى محطة باب مرزوقة فقد سجل في المرحلة الأولى 301 وفي المرحلة الثانية حصل تراجع طفيف 297 ملم، على مستوى محطة باب بودير فقد سجل 312 ملم في المرحلة الأولى وفي المرحلة الثانية سجل 317. كما تبين الحصيلة المائية، أن التبخر النتح الفعلي ينخفض بين نونبر وأبريل بمحطتي تازة وباب مرزوقة، وبين أكتوبر وماي بمحطة باب بودير، حيث يعادل تبخر النتح الممكن، والذي يبقى أقل من التساقطات المطرية، خلال هذه الفترة من السنة. كما أن تبخر النتح الفعلي سجل قيما أقل في الفترة الأولى (1971– 1991) مقارنة مع الفترة الثانية 1991– 2012)؛ ويعود هذا الأمر إلى ارتفاع في درجة الحرارة الذي عرفته المنطقة مقابل انخفاض تدريجي على مستوى التساقطات منذ 1971.

تتباين أهمية تبخر النتح الفعلي من محطة إلى أخرى داخل منطقة الدراسة؛ كما تتغير مع مرور الزمن، ذلك أنه من خلال المقارنة بين الفترتين نلاحظ ارتفاع قيم تبخر النتح الفعلي في الفترة الثانية أكثر من الفترة الأولى.

خاتمة

نستنتج انطلاقا مما سبق أن منطقة تازة تتسم بسيادة ظروف مناخية رطب وشبه رطب، إلى شبه جافة، حيث تخضع لمؤثرات قادمة من الشرق، وأخرى متوسطية وأطلسية. وتتميز التساقطات المطرية بعدم الانتظام، إذ تتركز ما بين أكتوبر وماي؛ ثم تقل الأمطار بشكل ملحوظ خلال الفترة الممتدة ما بين يونيو وشتنبر، وتسجل أقل كمية مطرية شهرية ما بين شهري غشت ويوليوز بأقل من 10 ملم. تتعرض المنطقة المدروسة أحيانا لتساقطات رعدية مركزة في شكل زخات مطرية عاصفية تتعدى عشرات المليمترات، حيث تتسبب في حدوث امتطاحات لحظة فجائية، مثل ما حصل صيف 2024، ويتراوح معدل عدد الأيام المطيرة داخل المنطقة ما بين 30 و90 يوما مطيرا.

تتوفر منطقة الدراسة على موارد مائية مهمة، تساهم في تزويد السكان بالماء الشروب وسقي بعض المجالات الفلاحية. ويعرف هذا المجال الجغرافي ضغطا كبيرا في مجالات استعمال الماء خاصة لأغراض فلاحية ومنزلية، وبفعل الاستغلال غير المعقلن وتوالي سنوات الجفاف، كما أنها سجلت عجزا مطريا خلال السنوات الثلاث الماضية. ساهمت هذه الوضعية بشكل كبير في تقلص الإمكانات المائية، وتراجع في مستوى الفرشات المائية بفعل الضخ المكثف. تفرض هذه الوضعية، ضرورة عقلنة استعمال الماء والتكيف مع تردد حالات الجفاف عبر استخدام تقنيات تقتصد في استعماله خاصة في سقي الأراضي الزراعية وفي سقي المساحات

الخضراء في المدن وفي المنشآت السياحية. عموما يمكن أن نستنتج من خلال تحليل معطيات التساقطات السنوية والفصلية والشهرية واليومية:

- عدم انتظام التوزيع الزماني والمكاني، ويظهر ذلك بشكل واضح على مستوى المعطيات البيسنوية، ومن دارسة مؤشر الانحراف عن المعدل والانحراف المعياري؛ حيث تبين أن السنوات الجافة أكثر ترددا من السنوات الرطبة، في ظل ارتفاع حدة استغلال الإنسان للموارد المائية المتاحة؛
- على مستوى التوزيع اليومي، تتميز منطقة الدراسة بمحدودية الأيام الممطرة، والتي تنتظم في شكل متتاليات مطرية قصيرة ومتفرقة، هذا الأمر ينعكس على الحصيلة المائية.

لائحة المراجع

- ✓ باحو عبد العزيز (2002): الجفاف المناخي بالمغرب: خصائصه وعلاقاته بآليات الدورة الهوائية وأثره على زراعة الحبوب الرئيسية. أطروحة دكتوراه الدولة، كلية الآداب بالمحمدية، 600ص.
- ✓ بريول رضوان (2018): مورفوديناميةالمجالات الكارستية بالطرف الشمالي الشرقي من الأطلس المتوسط الجبلي: بين الميكانيزمات الطبيعية والتدخلات البشرية (حالة حوض شيكر وهوامشه). أطروحة لنيل شهادة الدكتوراه في الجغرافيا، جامعة محمد الخامس، كلية الآداب والعلوم الإنسانية – الرباط، 479ص.
- ✓ الحافظ إدريس (2019): أثر التغايرية المناخية على الموارد المائية بحوض ملوية. ورد ضمن مؤلف جماعي تحت عنوان الموارد الطبيعية بالمغرب: التشخيص الاستغلال وآليات الحماية، ص ص: 27–45.
- ✓ الحافيظ إدريس (2015): الموارد المائية بالمغرب، الإمكانات والتدبير والتحديات، المطبعة الرقمية، وجدة، الطبعة الأولى، 448ص.
- ✓ الحافيظ إدريس وأقديم إبراهيم (2016): الماء والتحولات المجالية بحوض زكزل المغرب الشرقي، أشغال ندوة تنظيم وتهيئة المجال الريفي بالمغرب، الرباط، الصفحات .179–165.
- ✓ العمراني عبد الواحد (2014): أطلس العيون المائية بعالية حوض ورغة الأوسط ودورها في تنظيم المجال والمجتمع (حالة جماعات: عين مديونة وبوعادل وبني وليد). أطروحة لنيل شهادة الدكتوراه في الجغرافيا، جامعة سيدي محمد بن عبد الله، كلية الآداب والعلوم الإنسانية سايس– فاس، 378ص.
- ✓ العمراني عبد الواحد (2022): التكامل المنهجي والبحث الجغرافي، أي تطبيق على حالة التراث المائي بجنوب الريف الأوسط؟، الطبعة الأولى، مطبعة ووراقة بلال، فاس، 175ص.
- ✓ لخليلي عبد الجليل (2022): العرض والطلب على الماء في سياق التغير المناخي ورهان الصمود والتنمية الترابية" حالة جماعة زاكورة". بحث لنيل شهادة الماستر، الجغرافيا، جامعة القاضي عياض، كلية الآداب والعلوم الإنسانية. مراكش، ص 119.
- ✓ المحداد الحسن (2003): الماء والإنسان بحوض سوس إسهام في دراسة نظام مائي مغربي، الطبعة الأولى، مركز ابن تومرت للدراسات والنشر والتوثيق، أكادير، ص 498.

- ✓ نافع سميرة، نافع رشيدة (2020): الموارد المائية بالمغرب في ظل التغيرات المناخية: حالة إقليم بن سليمان جماعتي مليلة وأحلاف، المجلة المغربية للسياسات العمومية، العدد 26–27، ص ص 61–81.
- ✓ النجاري فاطمة، محمد الرفيق (2021): التغيرات المناخية بمدينة تازة وانعكاساتها على الموارد المائية. مقال في مؤلف جماعي، أعمال الندوة الوطنية في موضوع حوض سبو: المجال والمجتمع والتراث، مختبر المجال والتاريخ والدينامية والتنمية المستدامة، كلية متعددة التخصصات تازة، ص ص: 11 – 23.
- ✓ Boudada b., Sahbia h., Manssourib i., Manssouria t., et Boudebbouz b. (2015). Prédiction de la sécheresse dans le bassin d'inaouène en utilisant44 les réseaux de neurones et la régression linéaire multiple. Journal of sawis, volume n° 01, pp 13-18.
- ✓ Daki y., Zahour g., Lachgar r., el Hadi h. (2016). Caractérisation de la sècheresse climatique du bassin versant d'oum er rbia (Maroc) par le biais de l'indice de précipitation standardise (spi). européen scientifique journal, vol 12, n°14, pp 198-209.
- ✓ Driouech f. (2010). Distribution des précipitations hivernales sur le Maroc dans le cadre d'un changement climatique. Thèse de doctorat de l'institut national polytechnique de toulouse, 163 p.
- ✓ Khan s., Gabriel h. f., Rana t. (2008). standard precipitation index to track drought and assess impact of rainfall on water tables in irrigation areas. Irrigue drainage syst 22, pp159–177.