ISSN 2789-4843

مجلة ليبيا للدراسات الجغرافية

مجلة علمية محكمة تصدر عن الجمعية الجغرافية الليبية فرع المنطقة الوسطى

المجلد الخامس، العدد الأول، يناير 2025

WWW.LFGS.LY

مجلة ليبيا للدراسات الجغرافية

مجلة علمية محكمة نصف سنوية

تصدر عن الجمعية الجغرافية الليبية – فرع المنطقة الوسطى

المجلد الخامس، العدد الأول، يناير 2025م

رئيس التحرير

أ. د. حسين مسعود أبومدينة

أعضاء هيئة التحرير

أ. د. عبدالسلام أحمد الحاج	الاكاديمية الليبية/ بني وليد - ليبيا
د. عمر امحمد علي عنيبه	جامعة مصراتة - ليبيا
د. سليمان يحيى السبيعي	جامعة سرت - ليبيا
د. محمود أحمد زاقوب	جامعة الجفرة - ليبيا
د. بشير عبدالله بشير	المركز الوطني للأرصاد الجوية - ليبيا
د. علي مصطفى سليم	جامعة مصراتة - ليبيا
د. نوح محمد علي الصبابحة	جامعة اليرموك - الاردن
د. محمد عبدالمعتمد عبدالرسول	جامعة الوادي الجديد - مصر

المراجعة اللغوية

د. فوزية أحمد عبدالحفيظ الواسع

مجلة ليبيا للدراسات الجغرافية

مجلة علمية محكمة نصف سنوية

تصدر عن الجمعية الجغرافية الليبية – فرع المنطقة الوسطى.

المجلد الخامس، العدد الأول : يناير 2025م

الموقع الإلكتروني للمجلة:

https://journal.su.edu.ly/index.php/jlgs
www.lfgs.ly

البريد الالكتروني:

Email: research@lfgs.ly
Email: jlgs@su.edu.ly

الدعم الفني والالكتروني:
أ . د. جمال سالم النعاس
د. صلاح محمد اجبارة م . سفيان سالم الشعالي

الغلاف من تصميم : أ. د. جمال سالم النعاس/ جامعة عمر المختار

دار الكتب الوطنية بنغازي - ليبيا

رقم الإيداع القانوني 557 / 2021م

ISSN 2789 - 4843

العنوان: الجمعية الجغرافية الليبية / فرع المنطقة الوسطى

مدينة سرت – ليبيا

حقوق الطبع والنشر محفوظة لمجلة ليبيا للدراسات الجغرافية

جميع البحوث والآراء التي تنشر في المجلة لا تعبر إلا عن وجهة نظر أصحابها ، ولا تعكس بالضرورة رأي هيئة تحرير المجلة.

أعضاء الهيئة الاستشارية للمجلة:

أ .د. منصور محمد الكيخيا	رئيس الجمعية الجغرافية الليبية
أ. د. مفتاح علي دخيل	نائب رئيس الجمعية الجغرافية الليبية
أ. د. أبوالقاسم محمد العزابي	جامعة طرابلس - ليبيا
أ. د. امحمد سيتي	جامعة هواري بومدين للعلوم والتكنولوجيا -الجزائر
أ. د. أنور فتح الله عبدالقادر اسماعيل	الاكاديمية الليبية/ درنة - ليبيا
أ. د. جمال سالم النعاس	جامعة عمر المختار - ليبيا
أ. د. جمعة رجب طنطيش	جامعة طرابلس - ليبيا
أ. د. جميل الحجري	جامعة منوبة - تونس
أ. د. حمزة علي أحمد خوالدة	الجامعة الأردنية - الأردن
أ. د. خالد محمد بن عمور	جامعة عمر المختار - ليبيا
أ. د. رشيدة نافع	جامعة الحسن الثاني - المغرب
أ. د. سميرة محمد العياطي	جامعة طرابلس - ليبيا
أ. د. عبدالحميد صالح بن خيال	جامعة بنغازي - ليبيا
أ. د. عبداللطيف حمود النافع	جامعة الامام محمد بن سعود الإسلامية-السعودية
أ. د. لطفي كمال عبده عزاز	جامعة المنوفية - مصر
أ. د. مازن عبدالرحمن جمعة الهيتي	جامعة الأنبار – العراق
أ. د. مجيد ملوك السامرائي	جامعة تكريت -العراق
أ. د. محمد حميميد محمد	الجامعة الاسمرية الإسلامية - ليبيا
أ. د. محمد مجدي مصطفى تراب	جامعة دمنهور - مصر
أ. د. مصطفى أحمد الفرجاني	جامعة الزاوية - ليبيا
أ. د. مصطفى منصور جهان	الاكاديمية الليبية/ مصراتة - ليبيا
أ. د. مفيدة أبوعجيلة بلق	الاكاديمية الليبية/ طرابلس - ليبيا
أ. د. ناجي عبدالله الزناتي	جامعة طرابلس - ليبيا
أ. د. نسرين علي السلامة	جامعة دمشق - سوريا
أ. د. الهادي البشير المغيربي	جامعة الزاوية - ليبيا
أ. د. الهادي عبدالسلام عليوان	جامعة المرقب - ليبيا

منهجية دراسة السلوك الهيدرولوجي للمنابع المائية (عين ايخوربا انموذجا) قياس، وتتبع وتحليل

https://doi.org/10.37375/jlgs.v5i1.3112

د. جواد الهواري
شعبة الجغرافيا/ كلية الآداب والعلوم الانسانية/ جامعة السلطان مولاي سليمان
j.elhawari@usms.ma

أ. برطوط أسامة
طالب باحث، الجغرافية الطبيعية / شعبة الجغرافيا
كلية الآداب والعلوم الانسانية/ جامعة السلطان مولاي سليمان
bartotoussama123@gmail.com

أ.د. محمد الغاشي
استاذ باحث، الجغرافية الطبيعية/ شعبة الجغرافيا
كلية الآداب والعلوم الانسانية/ جامعة السلطان مولاي سليمان
elghachi_mohamed@yahoo.fr

الملخص:

يعاني المغرب من تأثيرات التغير المناخي، شأنه في ذلك شأن بقية دول شمال إفريقيا التي تقع في واحدة من أكثر المناطق عرضة لخطر الجفاف وتكرار الظواهر الهيدرولوجية المتطرفة مثل الفيضانات والجفاف الشديد. وقد أدى ذلك إلى ندرة في الموارد المائية وتدهور في النظم البيئية، فضلاً عن هجرة السكان من المناطق الريفية إلى المدن.

وأسفر سنوات الجفاف خلال العقود الأخيرة عن نضوب العديد من العيون المائية، خاصة في المناطق الجافة وشبه الجافة. وهذا يعزى إلى الموقع الجغرافي للمغرب المتواجد بين نطاقين مناخيين مختلفين، نطاق معتدل بالشمال ونطاق حار بالجنوب، ولهذا يعتبر المغرب من بين الدول الأكثر عرضة لتراجع مواردها المائية. ففي منطقة عالية حوض أم الربيع، التي تشكل مجال الدراسة، تُعد المياه الجوفية جزءاً أساسياً من التراث المائي، باعتبارها خزانا مائيا للمغرب.

تهدف هذه الدراسة إلى تحليل السلوك الهيدرولوجي لعين "إيخوربا" خلال الفترة من نونبر (نوفمبر) 2023 إلى ماي (مايو) 2024. سيتم ذلك من خلال متابعة يومية لارتفاع مستوى المياه في العين، وإجراء عمليات متعددة لقياس صبيب المياه وإنشاء منحنى المعايرة، بهدف فهم طبيعة وآلية عمل هذا المنبع المائي.

الكلمات المفتاحية: حوض أم الربيع، عين «ايخوربا»، السلوك الهيدرولوجي، الصبيب، قياس، منحنى المعايرة.

Vol. 5, Issue.1, January 2025
ISSN 2789 - 4843
Journal of Libya for Geographical Studies
المجلد 5 العدد 1 ، يناير 2025م
مجلة ليبيا للدراسات الجغرافية

Methodology for Studying the Hydrological Behavior of Water Springs (Case Study: Ain Ikhorba): Measurement, Monitoring, and Analysis

Jawad El Hawari
PhD in Geography, Geography Department
Faculty of Arts and Humanities, Sultan Moulay Slimane University
j.elhawari@usms.ma

Osama Bartout
Research Student , Geography Department
bartotoussama123@gmail.com

Mohamed El Ghashi
Research Professor in Geography
elghachi_mohamed@yahoo.fr

Faculty of Arts and Humanities, Sultan Moulay Slimane University

Abstract:

Morocco, like other North African countries, is experiencing the effects of climate change, with its region being one of the most susceptible to drought and extreme hydrological events such as severe floods and droughts. This has led to water resource scarcity, ecosystem degradation, and a shift of populations from rural areas to urban centers.

The recurring droughts over recent decades have resulted in the depletion of many water springs, particularly in arid and semi-arid regions. Given its geographical location, Morocco is among the countries most vulnerable to declining water resources. In the Upper Oum Er-Rbia Basin, which is the focus of this study, groundwater is a crucial component of the region's water heritage, serving as a "water reservoir" for Morocco.

This study aims to analyze the hydrological behavior of Ain Ikhorba from November 2023 to May 2024. This will be achieved through daily monitoring of the water level in the spring, conducting multiple measurements of water flow, and creating a calibration curve to understand the nature and functioning of this water source.

***Keywords*:** Oum Er-Rbia Basin, Ain Ikhorba, hydrological behavior, flow, measurement, calibration curve.

مقدمة:

تعد المياه عنصراً استراتيجياً بالغ الأهمية في مختلف برامج التنمية الإقليمية على مستوى العالم، كونها مورداً طبيعياً أساسياً تعتمد عليه الأنشطة البشرية. ومع ذلك، فقد تفاقمت أزمة المياه نتيجة لتوالي سنوات الجفاف خلال العقود الأخيرة، مما أثر سلباً على الموارد المائية السطحية والجوفية بفعل التغير المناخي المتزايد، والتزايد السكاني السريع، والتكثيف الزراعي وغيره، مما أدى إلى تزايد الطلب على المياه (بوحامد، 2023). وفي السنوات الأخيرة، باتت المياه مهددة بشكل أكبر بالندرة والنضوب، خاصة في المناطق ذات المناخ شبه الجاف (الهواري، 2023).

ويعتبر المغرب من دول شمال إفريقيا الأكثر تأثراً بالجفاف المناخي، حيث شهد فترات متعددة من الجفاف أثرت بشكل متفاوت على المجالات الاقتصادية والاجتماعية وغيرها (El hawari et al, 2023). ووفقاً للتقرير الاخير لوزارة التجهيز والماء حول وضعية الموارد المائية بالمغرب والإجراءات والتدابير المتبعة لسنة 2023، فإن المغرب قد مر بسلسلة من فترات الجفاف الشديدة، من أبرزها تلك المسجلة في السنوات 1944، 1945، 1980، 1985، 1991، 1995، 1998، 2002، 2006، 2008، وكان أحدثها بين 2019 و2023، التي تعتبر أكثر فترات الجفاف حدة وأطولها منذ بدء عمليات مراقبة الأرصاد الجوية والهيدرولوجية. هذا التكرار لفترات الجفاف في العقود الأخيرة أدى إلى عواقب سلبية على حجم الموارد المائية في المغرب.

تشكل مياه العيون عنصرا محورياً في الإنتاج الزراعي والفلاحي بالمناطق شبه الجافة، حيث تساهم في تزويد مناطق مهمة بالمياه الضرورية للحياة، مما يخلق مشاهد على شكل أحزمة خضراء في بيئات قاحلة. ولهذا السبب، لعبت العيون المائية دوراً كبيراً في هيكلة المجتمعات الريفية، شكلت ركيزة أساسية لنشوء واستقرار التجمعات السكانية، وحملت بعض التجمعات أسماءها بسبب ارتباطها الوثيق بالمياه التي تحمل دلالات رمزية وثقافية مهمة لأفراد المجتمعات (بوحامد، 2023). وقد أدى تراجع صبيب مياه العيون في المنطقة إلى إحداث تحولات متعددة الأبعاد (اقتصادية، واجتماعية، وبيئية ومشهدية).

تهدف هذه الدراسة إلى تسليط الضوء على منهجية دراسة السلوك الهيدرولوجي للمنابع المائية، حيث سنعمل علة بسط جميع الخطوات المتبعة لقياس وتتبع وتحليل صبيب

مياه عين "إيخوربا" أنموذجا، خلال الفترة ما بين نونبر 2023 وماي 2024، لفهم النظام الهيدرولوجي لهذا المنبع المائي، وتحليل تأثير "التغايرية المطرية" على صبيبه.

أولاً: تقديم مجال الدراسة:

يقع حوض عين "إيخوربا" بين خطي عرض 32 درجة و50 دقيقة، و32 درجة و49 دقيقة شمال خط الاستواء، وبين خطي طول 6 درجات و18 دقيقة، و6 درجات و14 دقيقة غرب خط غرينتش، وتبلغ مساحته 6 كيلومترات مربعة، بينما يبلغ محيطه 11 كيلومتراً. من الناحية الهيدرولوجية، يتبع حوض زمكيل، الذي يمتد بين خطي عرض 32 درجة و49 دقيقة، و32 درجة و58 دقيقة شمال خط الاستواء، وبين خطي طول 6 درجات و26 دقيقة، و6 درجات و3 دقائق غرب خط غرينتش. تصل مساحة حوض زمكيل إلى 176 كيلومتراً مربعاً، ويبلغ محيطه 98.64 كيلومتراً، ويقع ضمن الحوض الأعلى لنهر أم الربيع، وهو ثاني أكبر الأنهار في المغرب بعد نهر سبو، وتحديداً في منطقة عالية مشرع الضحك.

ثانياً: الإشكالية والأهداف:

1: إشكالية الدراسة:

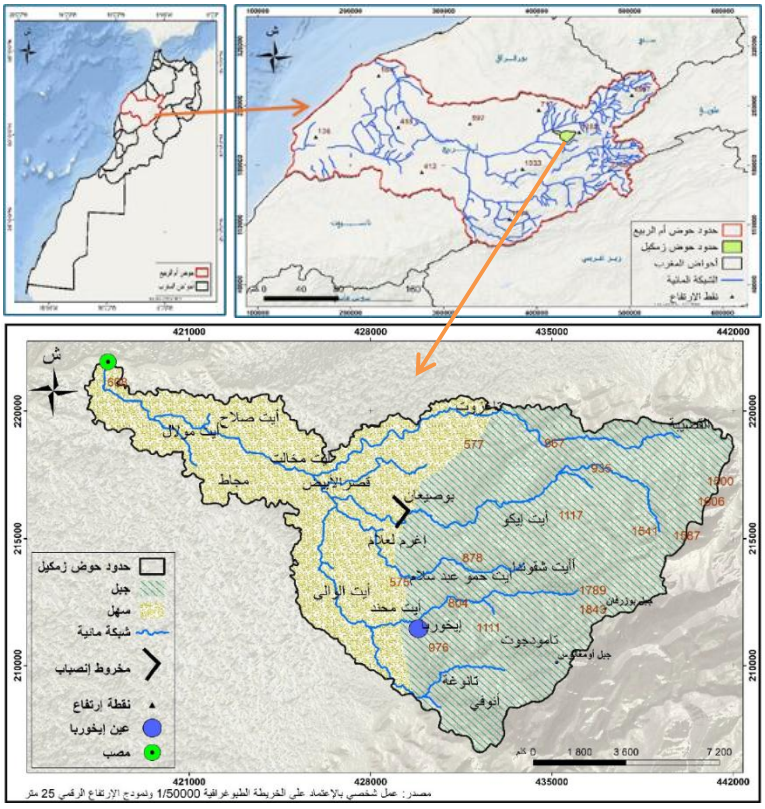
في المغرب، أصبحت أزمة المياه تطرق أبوابنا، وهو ما أصبح واضحًا خلال السنوات الست الأخيرة، حيث تناولت العديد من البلاغات الوزارية وضعية الموارد المائية في البلاد. هناك اتجاه مناخي نحو تغيير غير مسبوق، يتمثل في ضعف التساقطات المطرية وتكرار متزايد لفترات الجفاف، مما يؤثر ليس فقط على المجتمع المغربي، بل أيضًا على نظم بيئية بأكملها، مما يؤدي إلى اختفاء أنواع نباتية وحيوانية نعتمد عليها. كما نشهد انخفاضًا في مستويات المياه الجوفية، وزيادة متزايدة في الطلب على الموارد المائية... هذه هي الحالة المائية الراهنة في المغرب.

وعليه، أصبح التحكم في الموارد المائية في المغرب اليوم من أكبر التحديات التي تواجه البلاد لضمان استدامة هذا المورد. ورغم أن المغرب يمتلك مجموعة من العيون المائية، خاصة في منطقة حوض أم الربيع، إلا أن العديد من الدراسات تشير إلى أن معظم هذه العيون تشهد تراجعًا ملحوظًا في كميات تدفقها، بل إن بعضها جف تمامًا. في هذا السياق، يعد "حوض زمكيل" مجال دراستنا من بين الأحواض الوطنية الذي أصبحت عيونه تعاني أيضًا

من تراجع كبير في كميات تدفق المياه. وقد أثيرت إشكالية المياه بشكل واضح في هذا المجال، كما يتضح من خلال حالة عين "ايخوربا"، التي تُعتبر واحدة من العيون المائية الواقعة ضمن حوض زمكيل. إذ تواجه هذه العين، مثل غيرها، تراجعًا كبيرًا في تدفق مياهها في ظل الظروف المناخية الحالية، بالإضافة إلى الضغوط البشرية الناتجة عن تزايد الطلب على مياه العين لأغراض الشرب وسقي الأراضي الزراعية.

في هذا الإطار، تتمحور إشكالية هذه الدراسة حول تراجع كميات تدفق مياه عين "ايخوربا" في حوض زمكيل، في ظل الظروف المناخية الحالية والضغوط البشرية المتزايدة. تُظهر البيانات أن هذه العين، مثل العديد من العيون الأخرى في المغرب، تواجه تحديات كبيرة نتيجة لتغير المناخ والزيادة في الطلب على المياه، مما يستدعي دراسة تأثير هذه العوامل على الموارد المائية.

الشكل (1) الموقع الجغرافي لحوض عين «ايخوربا» (أم الربيع) – المغرب.



المصدر: عمل الباحث باستخدام (GIS,2023).

2: أهمية الدراسة:

- **فهم تغايرية الموارد المائية:** تقدم هذه الدراسة فهماً مبسطا للتغيرات في كميات تدفق المياه ونظرة حول تأثير العوامل المناخية والبشرية.
- **توفر هذه الدراسة بيانات علمية:** تساهم في تقديم بيانات هيدرومترية دقيقة حول وضعية مياه عين "ايخوربا"، مما يعزز من القدرة على اتخاذ قرارات مناسبة بشأن إدارة الموارد المائية.
- **تعزيز مفهوم الاستدامة:** من خلال فهم تحديات المياه، يمكن تطوير استراتيجيات تضمن استدامة الموارد المائية للأجيال القادمة.

3: أهداف الدراسة:

تعتبر عملية إنتاج البيانات الهيدرومترية أداة أساسية لفهم كيفية عمل الأحواض المائية التي تفتقر إلى محطات قياس دائمة. فهي تساهم، بطريقة مباشرة أو غير مباشرة، في عمليات اتخاذ القرار المتعلقة بإدارة الموارد المائية والمخاطر الهيدرولوجية. يهدف هذا العمل العلمي إلى توضيح منهجية إنتاج البيانات الهيدرومترية وإبراز "قوة التجربة الميدانية" في مجال الهيدرولوجيا. يمكن تجزيئ هذا الهدف العام على الشكل التالي:

- **قياس تتبع تغايرية تدفق مياه عين "ايخوربا":** تهدف الدراسة إلى قياس التغيرات في تدفق المياه في هذه العين على مدار فترة زمنية محددة.
- **تحليل تأثير التغيرات المناخية:** دراسة تأثير التغيرات المناخية على كميات تدفق المياه في حوض زمكيل، وكيفية تأثيرها على موارد المياه المحلية.
- **تقديم توصيات لإدارة الموارد المائية:** تقديم اقتراحات مبنية على النتائج التي سيتم الحصول عليها، للمساعدة في إدارة فعّالة ومستدامة للموارد المائية في المنطقة.
- **زيادة الوعي:** تعزيز الوعي حول أهمية الحفاظ على الموارد المائية والتحديات التي تواجهها بسبب التغيرات المناخية والضغط البشري.

ثالثا: المنهجية والأدوات المعتمدة في الدراسة:

1: المنهجية:

تعد عملية قياس وتتبع ارتفاع مستوى مياه عين "إيخوربا" من العمليات الأساسية في هذه الدراسة، حيث تكمن أهميتها في المساعدة على فهم السلوك الهيدرولوجي للعين على

المستويات الزمنية المختلفة (يومي، أسبوعي، شهري، سنوي). لذلك، سنقوم في هذه الدراسة بتنفيذ عملية قياس وتتبع يومي لارتفاع مياه العين، بالإضافة إلى القيام بزيارات ميدانية منتظمة لقياس صبيب العين، بهدف إنشاء قاعدة بيانات شاملة تغطي الفترة من نونبر 2023 إلى ماي 2024، مستخلصة بالكامل من العمل الميداني اليومي.

لإجراء هذه الدراسة الهيدرومترية وفهم تغايرية صبيب عين "إيخوربا"، سنعتمد على منهجية علمية دقيقة، تستند إلى معطيات تم جمعها من العمل الميداني اليومي. الهدف منها هو فهم الصبيب اليومي لهذا المنبع المائي. وسنتبع المنهجية المعتمدة الخطوات التالية:

- **التتبع اليومي لارتفاع مياه عين "إيخوربا"**: بهدف تكوين قاعدة بيانات حول التطور اليومي لارتفاع المياه في العين.
- **إجراء قياسات هيدرولوجية لصبيب عين "إيخوربا"**: عن طريق القيام بقياسات أسبوعية على الأقل باستخدام منهجية (Jaugeage au micro moulinet).
- **استخلاص البيانات المجمعة من العمل الميداني اليومي**: المتعلقة بكل من ارتفاع وصبيب مياه العين خلال الفترة المدروسة.
- **تحليل المعطيات الميدانية**: عبر إنشاء منحنى المعايرة لعين "إيخوربا"، الذي يوضح العلاقة بين ارتفاع الماء وصبيب العين.

2: الأدوات والتقنيات المعتمدة في الدراسة:

لإنجاز هذه الدراسة الهيدرومترية، سنعتمد على مجموعة من المعدات التي ستمكننا من تحديد ارتفاع وصبيب مياه عين "إيخوربا". من بين أهم المعدات المستخدمة:

أ: الميكرو–موليني"Micro-moulinet"

لقياس سرعة مياه عين "إيخوربا"، استخدمنا في هذه الدراسة جهاز الميكرو–موليني من نوع (OTT) والرقم (121244) مع مقياس مروحية بقطر 3 سم. تم اختيار هذا الجهاز نظرًا لضعف عمق المجرى المائي وانخفاض سرعة الماء. يعتمد الجهاز على العلاقة بين سرعة الماء ودوران المروحية، حيث يتم قياس سرعة الماء في نقطة معينة داخل المجرى من خلال تسجيل عدد دوران المروحية خلال 30 ثانية. تكون المروحية مثبتة على عمود يقوم في الوقت نفسه بقياس عمق الماء. يتم تسجيل عدد الدورات بواسطة جهاز استشعار رقمي يحسبها وفقًا للوقت المحدد سابقًا. يتم حساب سـرعة الماء في النقطة باستخدام معادلة قياس

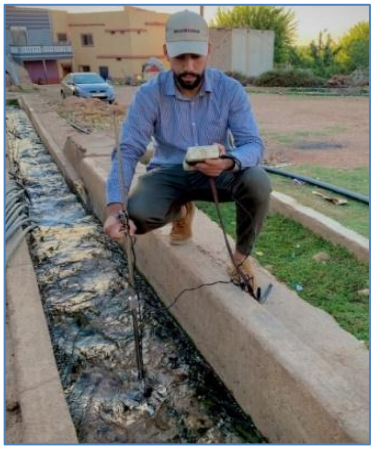
المروحية (C+V=K*n) (Bouhafa et al, 2022).

ب: سلم القياس"Echelle limnimétrique"

سلم القياس هو أداة تستخدم لقراءة وتسجيل مستوى ارتفاع الماء. يتألف من عارضة متدرجة بوحدات قياس بالسنتيمتر (cm)، ويمكن أن تكون هذه العارضة مصنوعة من الحديد، الخشب، البلاستيك، أو حتى كطلاء على عارضة إسمنتية داخل المجرى المائي. يتم وضع سلم القياس بشكل عمودي أو مائل داخل المجرى المائي، بحيث يسمح بقراءة مباشرة وواضحة لمستوى ارتفاع الماء.

الصورة 1: قياس علو الماء بواسطة سلم القياس

الصورة 2: قياس صبيب العين بواسطة الميكرو–مولينى



المصدر: عمل ميداني (اكتوبر ودجنبر 2023)

ج: اختيار المقطع العرضي لقياس علو الماء:

تُعد عملية اختيار المقطع العرضي لقياس ارتفاع الماء من العمليات الأساسية في هذه الدراسة الهيدرومترية. الاختيار الدقيق للمقطع العرضي للمجرى المائي يتيح الحصول على بيانات دقيقة حول قياسات وتتبع ارتفاع مياه عين "إيخوربا"، بينما قد يؤدي اختيار غير موفق إلى نتائج غير دقيقة. لضمان دقة وجودة المعطيات المستخلصة، يجب مراعاة مجموعة من الشروط عند اختيار المقطع العرضي، من أهمها:

- يجب أن يكون المقطع مستقراً وثابتاً ومنتظماً.
- يجب أن يكون المقطع خالياً من الشوائب مثل النباتات المائية، الأحجار، والطين.

- يجب أن يكون بعيداً عن المنعرجات، وأن يتميز بانخفاض في حركية الأمواج.
- يجب أن تكون منحنيات توزيع سرعة الماء في المقطع منتظمة على المستوى الأفقي والعمودي.
- يجب أن تكون خطوط التيار المائي متوازية مع جميع النقاط وعمودية على المستويات الأفقية.

الصور رقم 3 و4: صورة المقطع العرضي لمنطقة القياس

المصدر: عمل ميداني (فبراير 2023)

د :تثبيت سلم القياس بالموقع:

تعد عملية تثبيت سلم القياس خطوة حاسمة في هذه الدراسة. كما أشرنا سابقاً، فإن سلم القياس عبارة عن عارضة متدرجة بوحدات قياس بالسنتيمتر (cm)، يتم تثبيتها بشكل عمودي أو مائل بما يضمن قراءة مباشرة وواضحة لمستوى ارتفاع الماء في الموقع المختار (الصورة رقم 1). إذا كان السلم مائلاً، فيجب تصحيح الميل تدريجياً وفقاً لزاوية الانحناء بالنسبة للاتجاه العمودي. كما ينبغي التأكد من أن نقطة الصفر في سلم القياس توضع تحت أدنى مستوى لارتفاع الماء لضمان دقة القراءات (لحلو، 2018) .

هـ :شبكة التتبع والقياس:

لإنجاز هذا العمل، كان من الضروري التواجد اليومي في الموقع الذي تم فيه تثبيت سلم القياس لقراءة مستوى ارتفاع الماء والتقاط صور توثيقية لمنسوب الماء المسجل على سلم القياس. نظرًا لصعوبة الحضور اليومي المستمر إلى منطقة القياس، قمنا بتعيين شخص متطوع من شباب سكان المنطقة لتنفيذ هذه المهمة في الأيام التي يتعذر علينا الحضور فيها. يقوم

المتطوع بعملية القياس ثلاث مرات يومياً: في الصباح، في منتصف النهار، وفي المساء. يهدف هذا الإجراء إلى استخلاص متوسط ارتفاع الماء اليومي لعين "إيخوربا"، مما يساعدنا لاحقًا في تحليل صبيب هذه العين.

الجدول (1) الاحداثيات الطبوغرافية لعين «ايخوربا»

عين "«ايخوربا»"	X	Y	Z
	429871 (متر)	211436 (متر)	753 (متر)

المصدر: العمل الميداني (2023)

رابعاً: الصعوبات والتحديات الميدانية:

تتطلب دراسة موضوع الاشتغال الهيدرولوجي في مجال الجغرافيا الطبيعية، سواء كانت تتعلق بعين أو واد أو بحيرة، القيام بعمل ميداني مستمر ومنتظم لأخذ قياسات دقيقة لارتفاع وصبيب المياه. في إطار دراستنا لفهم السلوك الهيدرولوجي لعين "إيخوربا"، اعتمدنا بشكل كبير على العمل الميداني من خلال قياس ارتفاع وصبيب العين طوال الفترة من نوفمبر 2023 إلى مايو 2024. ومع ذلك، واجهنا عدة صعوبات في هذا المجال، من بينها:

- **صعوبة التنقل اليومي**: إذ يتطلب الأمر الانتقال بشكل متكرر إلى موقع القياس، مما يشكل تحدياً لوجستياً.
- **ارتفاع التكاليف المادية**: تتزايد التكاليف المرتبطة بالتنقل اليومي إلى منطقة القياس بسبب بُعد الموقع.
- **صعوبة قياس الصبيب خلال فترات الانخفاض الكبير**: قد يكون من الصعب تنفيذ القياسات بدقة في الفترات التي يشهد فيها الصبيب انخفاضاً ملحوظاً.

خامساً: النتائج والمناقشة:

بعد اختيار المقطع العرضي المناسب لتثبيت سلم قياس ارتفاع مياه عين "إيخوربا"، قمنا بأخذ قياسات يومية لارتفاع مياه العين، بالإضافة إلى إجراء زيارات لقياس صبيب العين على مدار حوالي 7 أشهر، من نوفمبر 2023 إلى مايو 2024. كان هدفنا من ذلك هو إنشاء منحنى المعايرة لعين "إيخوربا" لفهم طبيعة اشتغالها الهيدرولوجي.

1: قياس الصبيب لعين "إيخوربا":

كان اختيار أداة الميكرو-موليني لقياس صبيب عين "إيخوربا" مناسباً تماماً للشروط المطلوبة لعملية القياس. اعتمدنا بشكل كبير على مراقبة وتتبع ارتفاع الماء، الذي يعد مؤشراً هاما لتنظيم زيارات ميدانية لقياس الصبيب (الصورة رقم 2). خلال الفترات التي يشهد فيها ارتفاعاً، خصوصاً بعد تساقط الأمطار، كنا نقوم بتنظيم حملات لقياس الصبيب، حيث يكون هناك عادة تطور ملحوظ في الصبيب. استمرت هذه العملية على هذا النحو طوال فترة الدراسة، مما مكننا في النهاية من جمع قاعدة بيانات شاملة حول صبيب العين خلال الفترة من نوفمبر 2023 إلى مايو 2024.

2 :تتبع علو الماء وإنشاء قاعدة بيانات هيدرومترية:

بعد تثبيت سلم القياس "الليمنيمتر" في المقطع العرضي للمجرى الذي تم اختياره، قمنا يومياً بأخذ قياسات لارتفاع مياه عين "إيخوربا". لوحظ أن مستوى الماء كان يتغير بشكل ملحوظ من يوم إلى آخر؛ حيث كانت هناك أيام يسجل فيها ارتفاع في مستوى الماء وأيام أخرى يحدث فيها انخفاض (الصورة رقم 1). عملنا على تسجيل هذه التغيرات اليومية في ارتفاع مياه العين طوال فترة الدراسة، مما مكننا في النهاية من إنشاء قاعدة بيانات شاملة حول ارتفاع مياه عين "إيخوربا" خلال الفترة من نوفمبر 2023 إلى مايو 2024.

بعد الانتهاء من عملية القياس والتتبع لعلو وصبيب مياه عين "إيخوربا"، تمكّنا من استخلاص سلسلة إحصائية لارتفاع مياه العين، استناداً إلى البيانات التي جمعناها يومياً من العمل الميداني خلال فترة الدراسة. النتائج المعروضة توضحها البيانات الموجودة في الجدول أدناه:

الجدول (2) مستوى علو وصبيب مياه عين «ايخوربا».

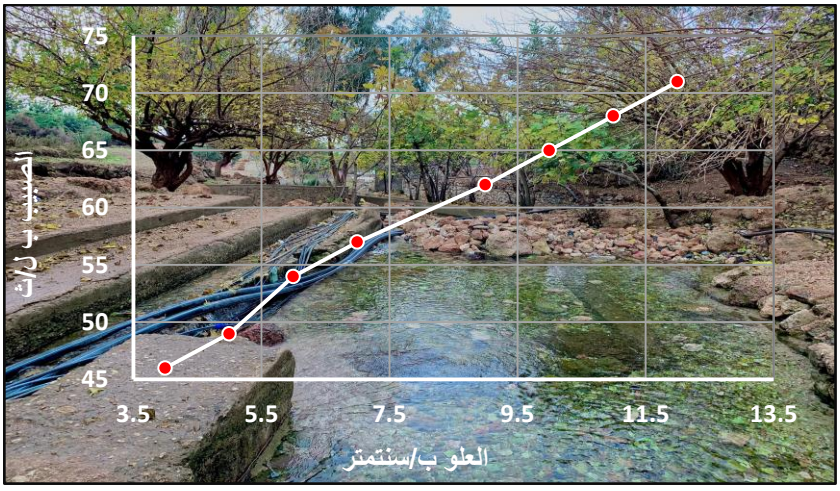
	11/01/ 2023	01/17/ 2023	02/09/ 2024	03/01/ 2024	03/03/ 2024	03/19/ 2024
العلو (بسنتم)	7	10	9	5	4	12
الصبيب (ل/ث)	57	65	62	45	46	71

المصدر: نتائج العمل الميداني (2023-2024).

3: إنشاء منحنى المعايرة:

بعد إتمام عملية تتبع وقياس ارتفاع مياه عين "إيخوربا" واستخلاص بيانات الصبيب اليومي خلال الفترة من نوفمبر 2023 إلى مايو 2024، قمنا بإنشاء منحنى المعايرة للعين. يعبر هذا المنحنى عن العلاقة بين ارتفاع وصبيب مياه العين على طول السلسلة الإحصائية التي تغطي فترة الدراسة. هدفنا من إنشاء منحنى المعايرة هو فهم السلوك الهيدرولوجي للعين وتحليل كيفية تغير الصبيب بناءً على اختلافات ارتفاع المياه خلال فترة الدراسة.

الشكل (2) منحنى المعايرة لعين «ايخوربا» ما بين نونبر(نوفمبر) 2023 وماي (مايو) 2024



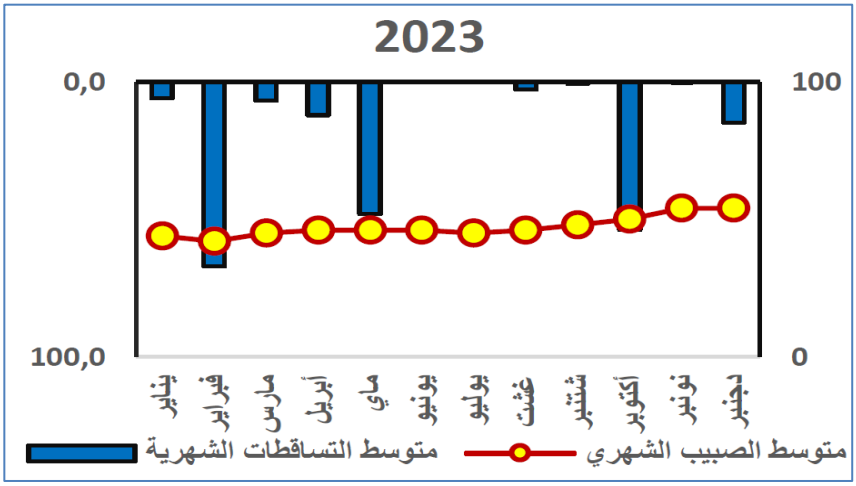
اعتمادًا على برنامج Excel، قمنا بإنشاء منحنى المعايرة الذي يعبر عن العلاقة بين ارتفاع وصبيب مياه عين "إيخوربا" خلال الفترة من نوفمبر 2023 إلى مايو 2024. يُستخدم هذا المنحنى كقاعدة بيانات تمكننا من تحديد صبيب العين بسهولة بناءً على قراءة ارتفاع المياه، مما يوفر الوقت والجهد ويجنب الحاجة لإعادة زيارة الموقع لقياس الصبيب من جديد.(El Orfi et al., 2021)

4 :استخلاص وتحليل تغايرية الصبيب:

من خلال تكرار عملية القياس والتتبع لارتفاع وصبيب مياه عين "إيخوربا"، تمكنا من الحصول على سلسلة إحصائية للصبيب خلال الفترة من نوفمبر 2023 إلى مايو 2024. تميز الصبيب خلال هذه الفترة بتذبذب ملحوظ؛ حيث شهدنا أياماً سجل فيها ارتفاعاً كبيراً

في الصبيب، وأياماً أخرى شهدت تراجعاً في قيمته. تظهر هذه التغيرات بوضوح في الشكل أدناه.

الشكل (3) العلاقة بين التساقطات المطرية والصبيب لمنبع عين «ايخوربا» لسنة 2023.



عند بدء عملية قياس الصبيب في نوفمبر 2023، كانت القيمة حوالي 57 لتر/الثانية، ثم ارتفعت إلى 62 لتر/الثانية في أواخر أكتوبر 2023، قبل أن تعود إلى 57 لتر/الثانية في أواخر يناير 2024. بعد ذلك، بدأ الصبيب في التراجع التدريجي ليصل إلى 48 لتر/الثانية، ثم انخفض أكثر إلى 41 لتر/الثانية في بداية مارس 2024، وهي أدنى قيمة صبيب سجلت خلال السلسلة الإحصائية التي استمرت حوالي 10 أيام من 4 إلى 14 مارس 2024. تم تسجيل أعلى قيمة صبيب قدرها 71 لتر/الثانية في الفترة من 19 إلى 21 مارس 2024، ثم تراجع الصبيب تدريجياً ليصل إلى 62 لتر/الثانية في أواخر مايو 2024.

تشير نتائج قياس وتتبع صبيب عين "إيخوربا" إلى تغايرية واضحة، حيث تختلف القيم بشكل ملحوظ بين الأيام. سجل أدنى صبيب في 3 مارس 2024، بقيمة 46 لتر/الثانية، التي كانت متوافقة مع علو ماء يبلغ 4 سنتيمترات. بينما تم رصد أقصى صبيب في 19 مارس 2024، والذي كان مرتبطاً بعلو ماء قدره 12 سنتيمترًا.

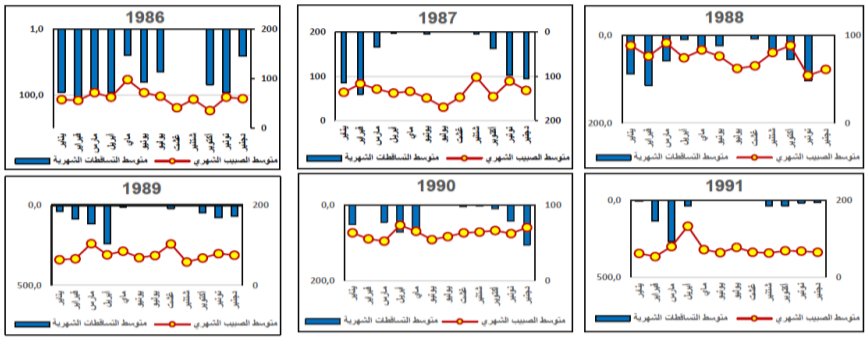
من خلال النتائج المحصل عليها (الشكل رقم 3)، نستنتج أن صبيب عين "إيخوربا" يتسم بتغايرية زمنية وعدم استقرار، ويعود ذلك إلى تأثير مجموعة من العوامل، بما في ذلك

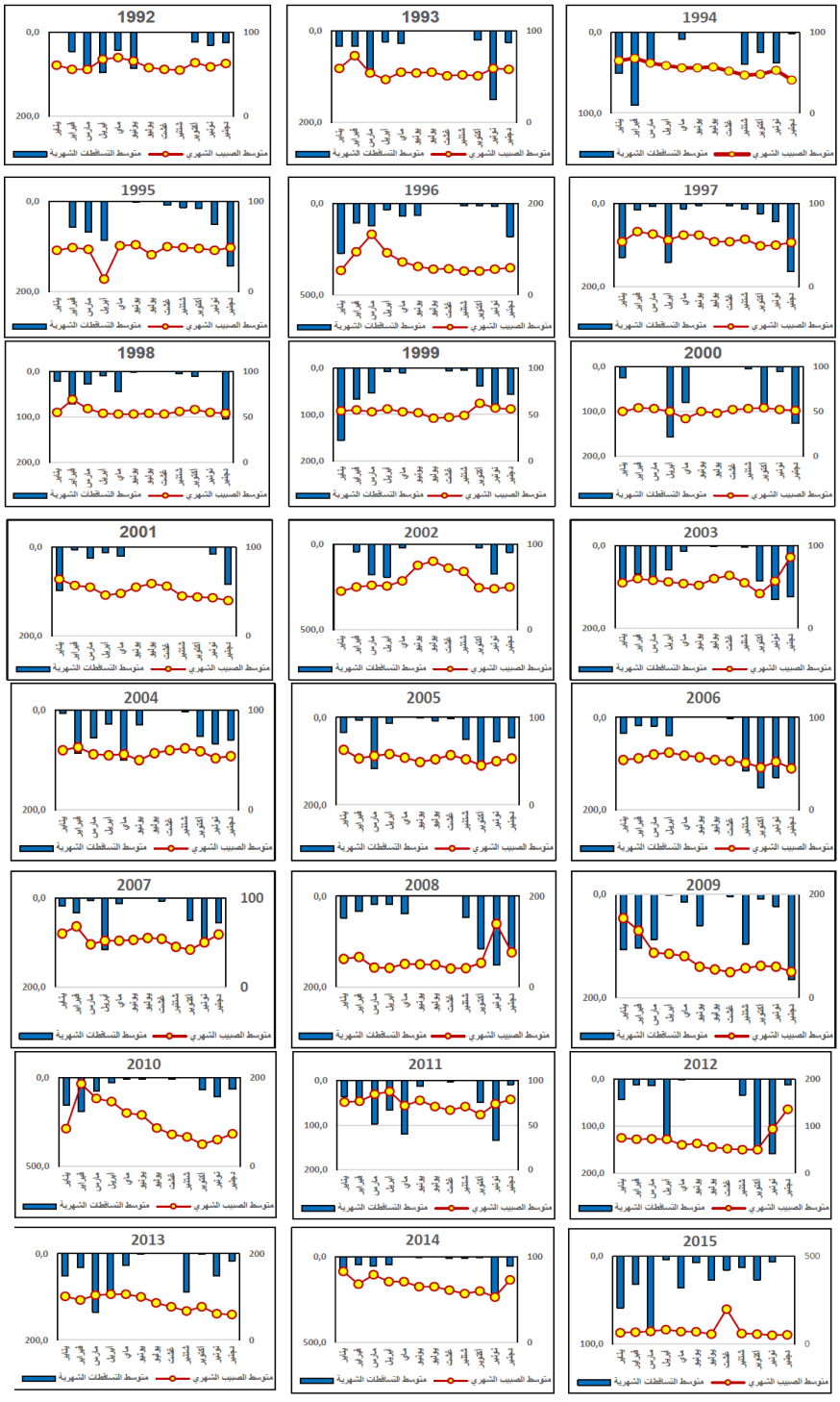
الجيولوجيا والطبوغرافيا والنباتات والتدخل البشري (الاستمارة الميدانية، 2023). ومع ذلك، يعتبر العامل المناخي، وخاصة تراجع التساقطات المطرية والثلجية، من أبرز العوامل المؤثرة على تغايرية صبيب العين (الشكل رقم 3).

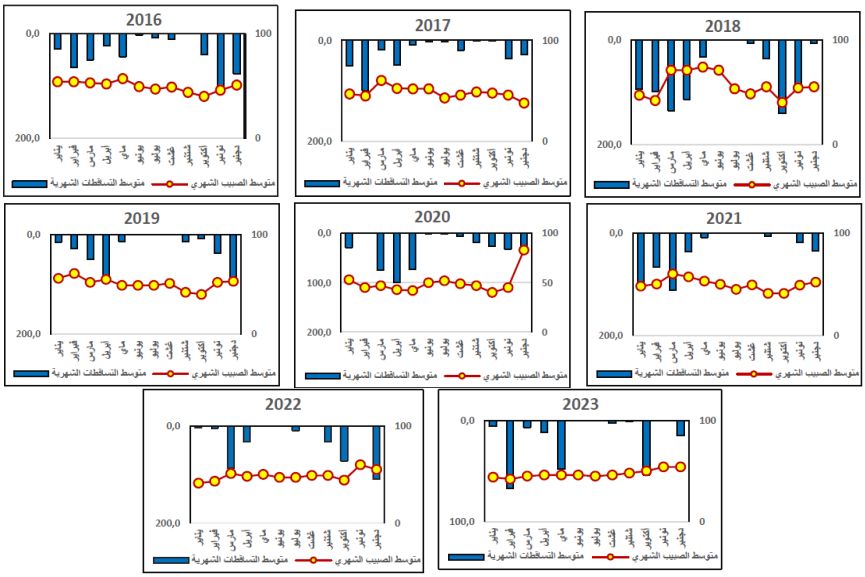
5: تحليل تباين النظام المطري وتأثيره على النظام الهيدرولوجي ما بين 1986 و2023:

تُعَدُّ دراسة النظام المطري ذات أهمية كبيرة في البحوث الهيدرولوجية، لاسيما عند دراسة الموارد المائية، لأنها تسهم في فهم العلاقة بين المناخ والموارد المائية، سواء من حيث العناصر المساهمة في الإمداد (الأمطار) أو العناصر التي تتسبب في الفقدان والإهدار (مثل درجة الحرارة والتبخر). يؤثر المناخ على الجانب الهيدرولوجي من خلال الجريان السطحي، حيث كلما زادت كميات الأمطار، كان لذلك تأثير إيجابي على مستوى مياه منبع عين "ايخوربا"، التي تتميز بتدفق ثابت. كما أن للمناخ تأثيرًا على السلوك الهيدرولوجي، لا سيما من خلال الأمطار الثلجية التي تغذي المياه الجوفية في حوض عين "ايخوربا"، مما يشكل العنصر الرئيسي في تدفق مياه هذا المنبع، خاصة خلال الفترة الصيفية. في هذا الإطار المتعلق بالنظام المطري، سنعمل على تقديم بعض البيانات المناخية لمحطة تاغزيرت في شكل رسوم بيانية لضمان وضوح وفعالية التعبير، بهدف تسليط الضوء على أثر التغيرات المطرية على الصبيب المائي لعين "ايخوربا". لتحقيق هذا الهدف، اعتمدنا على بيانات هطول الأمطار من محطة تاغزيرت، نظراً لقربها من منطقة الدراسة، والتي تغطي الفترة من 1986 إلى 2023 (37 سنة). الهدف الرئيسي من هذا العمل هو تحليل خصائص النظام المطري وتأثيره على تدفق مياه منبع عين "ايخوربا".

الشكل (4) العلاقة بين النظام المطري والنظام الهيدرولوجي لمصدر عين "ايخوربا" (1986–2023)




1992
1993
1994
1995
1996
1997
1998
1999
2000
2001
2002
2003
2004
2005
2006
2007
2008
2009
2010
2011
2012
2013
2014
2015
متوسط التساقطات الشهرية
متوسط الصبيب الشهري



من خلال تحليل النتائج المحصل عليها يتضح وجود علاقة تداخلية بين النظام المطري والنظام الهيدرولوجي، الشيء الذي يؤثر بشكل مباشر على تدفق مياه منبع عين "ايخوربا". حيث لوحظ أن تدفق الصبيب يزداد مباشرة بعد هطول الأمطار وينخفض بشكل مشابه عندما تتوقف الأمطار. يمكن تقسيم هذه العلاقة إلى ثلاث فترات رئيسية:

- الفترة من يناير إلى أبريل: خلال هذه الفترة، تزداد كميات الأمطار تدريجياً طوال سلسلة البيانات. تتراوح كميات الأمطار المرصودة بين 100 و300 مم على مدار سنوات عديدة. تؤدي هذه الزيادة في الأمطار إلى تأثير إيجابي على تدفق المصدر، الذي يتراوح بين 50 و200 لتر في الثانية، وهو قيمة ملحوظة تشير إلى زيادة كبيرة في التدفق خلال هذه الفترة.
- الفترة من يونيو إلى سبتمبر: تتميز هذه الفترة بانخفاض ملحوظ في كميات الأمطار، التي تقدر بين 0 و40 مم. يساهم هذا العجز في الأمطار بوضوح في تقليص تدفق المصدر، الذي يصل إلى حوالي 40 إلى 50 لتر في الثانية، مما يشير إلى فترة جفاف بالنسبة لمنبع عين "ايخوربا".
- الفترة من أكتوبر إلى ديسمبر: تميز هذه الفترة بزيادة تدريجية في كميات الأمطار طوال سلسلة البيانات، مع كميات تتراوح بين 10 و300 مم. تؤدي هذه الزيادة إلى تأثير

إيجابي على النظام الهيدرولوجي لمنبع عين "ايخوربا"، حيث يبدأ التدفق في الزيادة تدريجياً نتيجة للتغذية بالمياه من الأمطار المسجلة في المنطقة.

خاتمة:

في ختام هذا العمل، حاولنا تسليط الضوء على منهجية قياس وتتبع وتحليل صبيب عين "إيخوربا" من خلال تحليل بيانات الارتفاع والصبيب من نوفمبر 2023 إلى مايو 2024. تمكّنا من فهم بعض التغيرات الزمنية التي تميز صبيب العين، حيث أظهرت النتائج تذبذبات ملحوظة في الصبيب خلال الفترة المدروسة. تبين أن التغيرات في صبيب العين تتأثر بعدة عوامل بيئية ومناخية، بما في ذلك تراجع التساقطات المطرية والثلجية، فضلاً عن تأثيرات العوامل الجيولوجية والطبوغرافية والنباتية.

إن تحليل منحنى المعايرة الذي تم إنشاؤه يوفر أداة قيمة لفهم العلاقة بين ارتفاع المياه وصبيب العين، مما يسهم في تحسين إدارة الموارد المائية وتوقع التغيرات المستقبلية في الصبيب. كما تسلط الدراسة الضوء على الحاجة إلى استراتيجيات فعّالة لمراقبة وحماية الموارد المائية، لا سيما في المناطق التي تواجه تحديات مناخية وبيئية.

نتائج هذه الدراسة تسهم في توفير قاعدة بيانات هيدرومترية مهمة تدعم فهمنا لكيفية تفاعل المنابع المائية (العيون) مع التغيرات البيئية والمناخية، وتقدم رؤى حول كيفية التعامل مع التحديات المرتبطة بإدارة الموارد المائية في سياق تغييرات المناخ المتسارعة. نأمل أن تسهم هذه النتائج في تطوير سياسات وإجراءات أكثر فعالية لحماية وتعزيز استدامة الموارد المائية في المستقبل.

المصادر والمراجع:

- بوحامد، أحمد، الحاضري، خاليد (2023)، **مياه العيون في إقليم شيشاوة في المغرب بين الوفرة والنضوب: دراسة في العوامل والنتائج**. المجلة العربية للبحث العلمي.
- لحلو، نادية، الغاشي، محمد، الخالقي، يحي، (2018)، **الامتطاحات بالحوض الأعلى لنهر أم الربيع (عالية مشروع الضحك) ما بين (1934–2018) التحديد والقياس والتتبع والاستخلاص (المغرب)**، رسالة دكتوراه (منشورة)، شعبة الجغرافيا، كلية الآداب والعلوم الانسانية، جامعة السلكان مولاي سليمان، المغرب.

– الهواري، جواد، و بوحافة، يونس، و الغاشي، محمد، والسنبري، عبد اللطيف (2023)، **التغايرية المطرية وخطر الجفاف المناخي بحوض تانسيفت (المغرب)**، مجلة العلوم الطبيعية والحياتية والتطبيقية، مجلة علمية محكمة ربع سنوية.

- Bouhafa Y., El Hawari J., El Ghachi M., (2022) : **Le fonctionnement hydrologique de la source d'Assayoune Tagoundaft (Bassin de Tassaout-Maroc) en 2022 : suivi, mesure et interprétation**. Faculté des Lettres et des Sciences Humaines. Université Sultan Moulay Slimane Béni-Mellal, Monitoring I, ISBN : 978-9920-41-142-4. 12 pages.

- El Ghachi Mohamed. Qadem Ahmed et Khouldia, Nafia, (2017) : **Suivi et analyse des hauteurs d'eau et des débits de la source de Ain Asserdoune (Atlas de Béni-Mellal) dans un contexte du changement climatique (2016 à 2017). Colloque International : Les sources d'eau dans le bassin méditerranéen : hydrologie, valorisation et sauvegarde**, Faculté des Lettres et Sciences Humaines, Sais-Fès. Maroc, 149 pages.

- El Hawari, J., Bouhafa, Y., Sinbri, A., & El Ghachi, M. (2023a). **Climate Variability and Water Resources in the Souss-Massa Region**: A Study of Rainfall Patterns. African Journal of Advanced Pure and Applied Sciences (AJAPAS), 2(3), 288-295. https://aaasjournals.com/index.php/ajapas/index.

- El Orfi Tarik et El Ghachi Mohamed, (2021) : **Les sources du lac de l'Oum-Er-Rbia : méthodes hydrométriques et application (2019-2020)**. Faculté des Lettres et des Sciences Humaines. Université Sultan Moulay Slimane Béni-Mellal, Monitoring I, ISBN : 978 9920-9919-3-3. 15 pages.

- Nafia, Khouldia. El Ghachi, Mohamed. (2021), **Suivi hydrométrique de la source karstique d'Ain Asserdoune (Atlas de Béni-Mellal) : contribution à l'amélioration de la courbe de tarage de 2019**. Faculté des Lettres et des Sciences Humaines. Université Sultan Moulay Slimane Béni-Mellal. Monitoring I, ISBN : 978 9920-9919-3-3, p 26.