جامعة سيدي محمد بن عبد الله بفاس
ⵜⴰⵙⴷⴰⵡⵉⵜ ⵙⵉⴷⵉ ⵎⵓⵃⴰⵎⴷ ⴱⵏ ⵄⴱⴷⵍⵍⴰⵀ ⴱⴼⴰⵙ
UNIVERSITÉ SIDI MOHAMED BEN ABDELLAH DE FÈS
كلية الآداب والعلوم الإنسانية سايس – فاس
ⵜⴰⵖⵡⴰⵍⵜ ⵏ ⵜⵓⵔⵉⵔⵜ ⴰⵏⴰⵎⵓⵔⴰⵏ ⵜⵉⵏⵣⵡⵉⵏ ⵙⴰⵢⵙ - ⴼⴰⵙ
FACULTÉ DES LETTRES ET DES SCIENCES HUMAINES SAÏS-FÈS

مركز دراسات الدكتوراه: الآداب والعلوم الإنسانية والفنون وعلوم التربية

المختبر: المجال، التاريخ، الدينامية والتنمية المستدامة

تكوين الدكتوراه: الموارد والتهيئة والتنمية المجالية

محور: الدراسات الجغرافية

أطروحة لنيل الدكتوراه في الآداب والعلوم الإنسانية

في موضوع

إشكالية تدبير الموارد المائية في ظل التغيرات المناخية والضغط البشري بحوض زيز-غريس

-حالة واحات سهل تافيلالت-

إعداد الطالب الباحث: عبدلاوي عبدالاله

تحت إشراف الأستاذ: أعفير مصطفى

تاريخ المناقشة: الخميس **17** نونبر **2022**

لجنة المناقشة:

- الدكتور عبد الحميد جناتي إدريسي (كلية الآداب والعلوم الانسانية فاس– سايس) ..... رئيسا
- الدكتور عبد الواحد العمراني (الكلية متعددة التخصصات–تازة) ..... عضوا
- الدكتور عبد النور صديق (المدرسة العليا للأساتذة– الرباط) .....عضوا
- الدكتور مصطفى أعفير (كلية اللغات والفنون والعلوم الإنسانية أيت ملول –أكادير) .... مشرفا ومقررا

السنة الجامعية: **2022_ 2023**

كلمة شكر

قال تعالى ***(قَالَ هذا مِنْ فَضْلِ رَبّي لِيَبْلُوَنِي أَأَشْكُرُ أَمْ أَكْفُرُ وَمَنْ شَكَرَ فَإِنّما يَشْكُر لِنَفْسِهِ وَمَنْ كَفَرَ فَإِنّ رَبّي غَنِيّ كَرِيمٌ)*** *سورة النمل آية رقم 40*

الحمد الله الذي بيده ملكوت كل شيء وهو أرحم الراحمين، الحمد لله عز وجل الذي وفقنا لإنجاز هذا البحث حتى خرج إلى الوجود، راجيا أن يتقبله الله بقبول حسن إنَّه هو القريب المجيب، والصلاة والسلام على سيدنا محمد صلى الله عليه وسلم وعلى آله وصحبه أجمعين.

أتوجه بخالص الشكر والتقدير إلى الأستاذ الفاضل الدكتور **"أعفير مصطفى"** على سخائه في تولي إشرافه على هذا البحث، ولا أجد كلمات تكفي للتعبير عن امتناني له، فقد كان معلمًا ومرشدًا نبيلًا، عايش معنا مراحل هذا البحث لحظة بلحظة، وأظهر اهتمامه الدائم وتشجيعه لنا لمواصلة الدراسة بجد واجتهاد.

من جهة أخرى، أتقدم بجزيل الشكر لأساتذتي الكرام على الرعاية والاهتمام الذي قدموه لنا، والذي كان له دور كبير في مساعدتنا في إعداد هذا البحث، ونخص بالذكر أساتذة شعبة الجغرافيا في كلية متعددة التخصصات بتازة وكلية الآداب والعلوم الإنسانية سايس، فاس، على إرشاداتهم القيمة ودعمهم الشامل.

كما لا يفوتني أن أشكر أستاذي ومعلمي الدكتور**" لعوان محمد "**أستاذ الجغرافيا الطبيعية بكلية الآداب والعلوم الإنسانية سايس، الذي قدم لي المساعدة والدعم في إجراء الدراسة المجهرية والرسابية لعينات من الرمال بمختبر البحث "التحليلات الجيوبيئية والتهيئة والتنمية المستدامة".

وأيضا أتقدم بجزيل الشكر والامتنان إلى أستاذي **"مولاي الحسن المراني"** رئيس مركز الدراسات الابحاث الواحية بالجرف، الذي فتح صدره لأسئلتي، وتوفير العديد من المعطيات، وكذا الإرشادات القيمة التي ساعدتنا في إنجاز هذا البحث.

وسأكون ناكرا للجميل، إذا لم أتوجه بخالص التقدير لزملائي وأخص بالذكر الدكتور **عبدالصمد خويا**، ممن عايشوا معي لحظات تحضير هذا العمل.

كما لا يفوتني أن أتقدم بالشكر الجزيل، لكل الأطر التربوية والادارية وتلاميذ وتلميذات كل من إعدادية إيمي نولاون بمديرية ورززات، وإعدادية إكلي بمديرية الرشيدية.

عبدلاوي عبدالاله

الجرف: بتاريخ 2022/12/25

إهداء

أهدي هذا العمل المتواضع، بعد الله ورسوله (صلى الله عليه وسلم)، إلى من هو أعز علي من نفسي، إلى من رضاه مقبول عند الرحمن، إلى من استحق كل الإهداء وسار دروب الزمان وتحمل عنا العناء؛

"أبي العزيز "

إلى الشجرة التي أشبعت نفسي بثمار الحب وأظللتني بظلال الرعاية، إلى التي عانقت المحن من أجل سعادتنا وأذرفت الدموع من أجل ابتسامتنا، إلى التي تخفف الهم والكرب بمجرد رؤيتها، وعندما تغمرني الأحزان، أسبح في بحر حنانها لأجد الراحة. اللهم، ارزقني برها ورضاها؛

" أمي الحبيبة "

إلى الذين وقفوا بجانبي وضحوا من أجلي ....

" زوجتي الغالية وإبني ينيس "

إلى كل إخواني وأخواتي الأعزاء وكل أفراد عائلتي؛

إلى كل الأساتذة الذين ساهموا في تعلمي؛

إلى **رفقاء الحمامة البيضاء**

إلى كل الأصدقاء والصديقات؛

إلى كل من حملتهم الذاكرة ولم يسجلهم القلم، إلى كل هؤلاء أقدم ثمرة هذا البحث

عبدلاوي عبدالاله

مقدمة عامة

تعد قضية التغيرات المناخية وتأثيرها على الموارد المائية من القضايا الحيوية التي جذبت انتباه باحثين من مختلف المجالات. وقد دفع هذا الاهتمام الكبير الجهات الدولية إلى دق ناقوس الخطر والدعوة إلى عقد العديد من القمم والمؤتمرات الدولية التي تركز على قضايا المناخ. بدأ ذلك بأول مؤتمر للأطراف، المعروف بـ "كوب 1"، الذي عُقد في مدينة برلين الألمانية في عام 1995. ولاحقًا، نظم مؤتمر "كوب 22" في مدينة مراكش في نوفمبر 2016، تلاه آخر في مدينة غلاسكو بمملكة أسكوتلندا في 31 أكتوبر 2021، والذي جمع المشاركين لاتخاذ إجراءات للتخفيف من آثار ظاهرة الاحتباس الحراري والتكيف مع التغيرات المناخية.

تترتب على التغيرات المناخية تأثيرات جسيمة على الموارد الطبيعية وعلى سلوك وقيم الإنسان، ويظهر هذا التأثير بشكل واضح في المناطق الصحراوية والجافة وشبه الجافة، ولا سيما في المناطق النائية بالجنوب الشرقي للمغرب، حيث يكون لها تأثير كبير على الموارد المائية. وتعتبر هذه الموارد جزءًا أساسيًا للاستقرار السكاني في الواحات.

مثل الكثير من الدول النامية، يواجه المغرب تحديات كبيرة في تدبير واستخدام موارده المائية بصورة أكثر استدامة. منذ استقلاله، عمل المغرب على وضع استراتيجيات وخطط وطنية لتحسين تدبير الموارد المائية، مواجهة التحديات المتعلقة بالتغيرات المناخية، والتأثيرات المحتملة على حجم التساقط المطري. تم أيضًا القيام بإصلاحات مؤسساتية وتقنية في قطاع المياه بهدف تعزيز فعالية تدبير واستدامة استخدام الموارد المائية (الحافيظ، 2021).

يُعد عام 1967 نقطة البداية الحقيقية للسياسة المائية في المغرب، حيث تم إطلاقها عقب خطاب أرفود الذي أعلن فيه الملك الراحل الحسن الثاني عن برنامج كبير لبناء السدود. كانت هذه الجهود تستهدف بشكل رئيسي تحقيق ري مليون هكتار بحلول عام 2000، وتلبية احتياجات السكان المغاربة من مياه الشرب، بالإضافة إلى تلبية احتياجات القطاعات الإنتاجية الأخرى مثل الصناعة والسياحة. تم تحقيق هذه الأهداف في عام 1997 بإنشاء سد الوحدة، الذي يُعتبر ثاني أكبر سد في إفريقيا بسعة إجمالية تبلغ 4000 مليون متر مكعب.

عموما، لم يعد تراجع الموارد المائية يُفسر فقط بسبب التغيرات المناخية وسلسلة الجفاف الطويلة، بل أصبح الإنسان بدوره عاملاً نشطاً يسهم بشكل كبير في تراجع المياه، سواء على مستوى الكم أو النوع. وقد وصلت الأمور إلى حد أن مشكلة ندرة المياه أصبحت أمرًا يتطلب الاهتمام الجاد في جميع السياسات الاقتصادية والاجتماعية، فضلاً عن ضرورة إدماجها في وضع المخططات التنموية التي تهدف إلى تعزيز تطوير الإنسان بشكل عام.

يُعد حوض زيز-غريس بشكل عام وواحات سهل تافيلالت بشكل خاص نموذجًا للمناطق في المغرب التي تشهد ندرة في مواردها المائية. حيث يلعب هذا المورد الحيوي دورًا بارزًا في تحفيز النشاط الاقتصادي، ويُسهم بشكل كبير في استقرار السكان. في الوقت نفسه، يُعتبر عاملًا حاسمًا لكل جهد يستهدف تنمية وتطوير واحات الجنوب. ولا يزال هذا الموضوع يثير اهتمام المهتمين، والمسؤولين، وكذلك السكان المحليين على حد سواء.

ويشكل هذا الموضوع محور مشروع هذا البحث الموسوم بـ: **إشكالية تدبير الموارد المائية في ظل التغيرات المناخية والضغط البشري بحوض زيز-غريس، حالة واحات سهل تافيلالت**.

1- تقديم مجال الدراسة

1-1تحليل آثار التغيرات المناخية على موارد المياه في منطقة حوض زيز-غريس كمجال دراسي

يقع حوض زيز-غريس في الجنوب الشرقي للمغرب، جنوب شرق الأطلس الكبير وشرق الأطلس الصغير، وشمال حمادة كم كم. أما حسب الإحداثيات الجغرافية فيقع ما بين خطي عرض '30°59 و'32°62 شمال خط الاستواء، وما بين خطي طول 3°44 و'5°95 غرب خط غرينتش.

يحد مجال حوض زيز-غريس من الشمال حوض ملوية العليا ومن الشمال الغربي حوض أم الربيع وحوض درعة من الغرب ومن الشرق حوض واد كْير والحدود المغربية الجزائرية، وحوض لمعيدر من الجنوب الغربي (الخريطة رقم 1)، ويشكل هذا المجال الجزء الأعلى لحوض الداورة الذي ينتهي في الجنوب بحمادة كم كم نحو الأراضي الجزائرية بعد تصريف مياه حوض لمعيدر.

وتقدر مساحة حوض زيز-غريس حوالي 27096,6 كلم^2، منها 14244 كلم^2 بحوض زيز و12852,6 كلم^2 بحوض غريس، وتنتشر بالحوض مجموعة من الواحات المتناثرة على أطراف واد زيز ثم غريس، ومنها على السبيل المثال لا الحصر واحات سهل تافيلالت.

أما من الناحية الإدارية فالحوض يقع ضمن جهة درعة تافيلالت (الخريطة رقم 2) حسب التقسيم الجهوي لسنة 2015، وتصل المساحة التي يغطيها الحوض حوالي 30 % من مجموع مساحة الجهة، ويمتد على ثلاث أقاليم، وهي إقليم الرشيدية وتنغير ثم ميدلت، ويضم 9 جماعات حضرية، و54 جماعة قروية.

جدول رقم 1: الجماعات الحضرية والقروية التي يغطيها حوض زيز-غريس

إقليم الرشيدية	جماعات حضرية	**أرفود، الجرف، الرشيدية، مولاي علي الشريف، تنجداد، كلميمة**
	جماعات قروية	عرب الصباح غريس، عرب الصباح زيز، السيفا، فزنا، أوفوس، مدغرة، الرتب، الخنك، الريصاني، بني امحمد سجلماسة، الطاوس، سيدي علي، أغبالو أنكردوس، أملاكو، فركلة العليا، فركلة السفلى، غريس العلوي، غريس السفلي، ملعب، تاديغوست، مرزوكة، السفالات،
إقليم ميدلت	جماعات حضرية	**الريش**
	جماعات قروية	زاوية سيدي حمزة، أكوديم، كرامة، سيدي عياد، مزيزل، أموكر، غرس تيعلالين، أوتربت، بموزمو، لأيت زدك، أمرصيد، إملشيل، كير
إقليم تنغير	جماعات حضرية	**تنغير، بومالن دادس**
	جماعات قروية	أسول، تيلمي، أيت هاني، أيت فارس، أيت سدرات العليا، أيت سدرات السفلى، تاغزوت نايت عطى، تودغى العليا، تودغى السفلى، اميضر، واكليم، إكنوين، مصيصي، أيت ولال، أنمزي

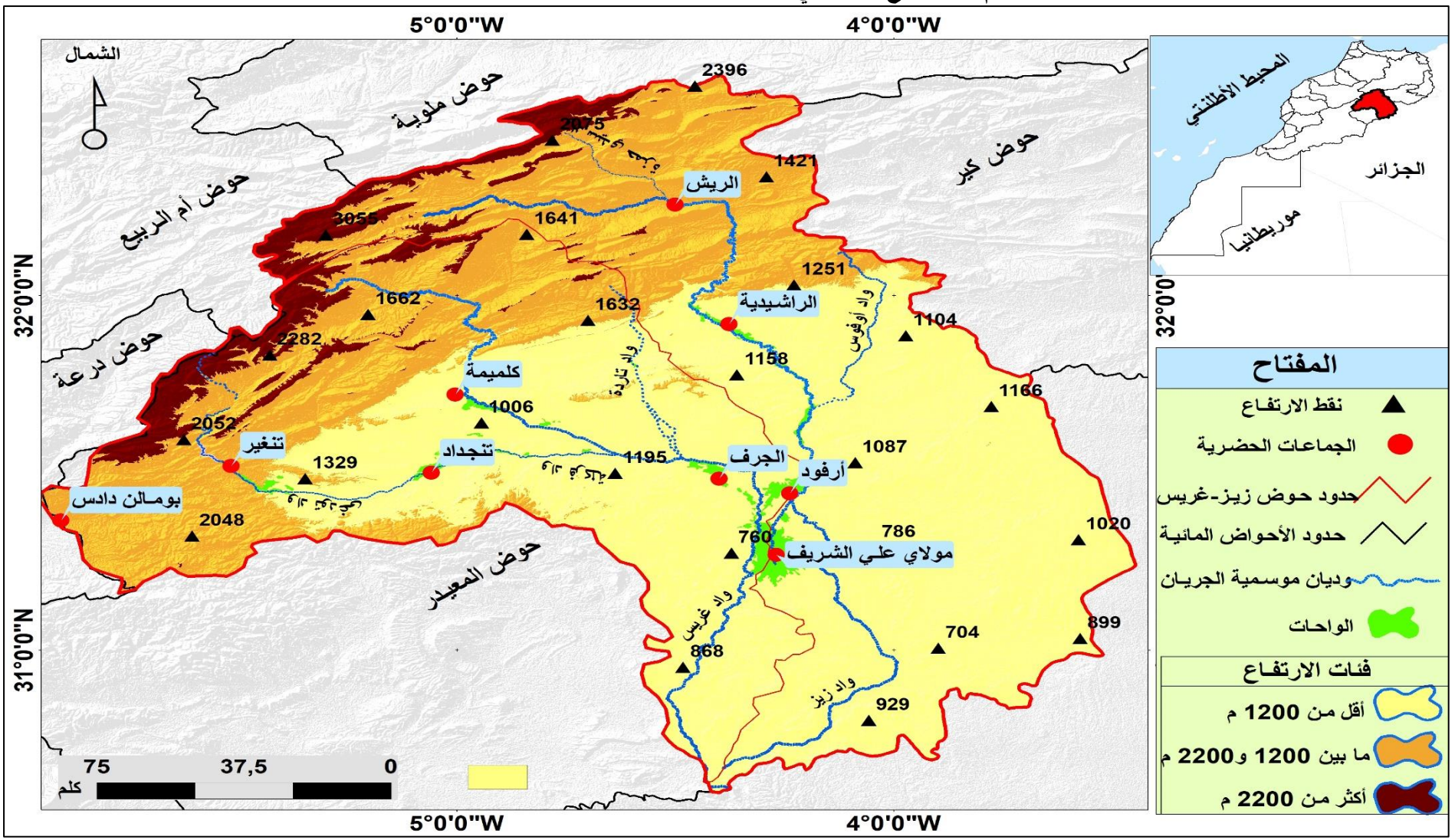
المصدر: التقسيم الجهوي لسنة،2015

يشكل حوض زيز-غريس وحدة جغرافية وهيدروغرافية مهمة بحيث لا تكتمل دراسة حوض زيز إلا بدراسة حوض غريس، لأن فائض مياه حوض غريس تحول لحوض زيز في منطقة سهل تافيلالت بواسطة "السد التحويلي لحميدة" و "السد التحويلي مولاي إبراهيم" عبر ساقيتين كبيرتين.

وتمتد الوحدة الهيدروغرافية على مجالين متباينين: الأول جبلي في الشمال (الأطلس الكبير الشرقي) والثاني إلى الجنوب وهو مجال هضبي صحراوي (الحمادات)، والمجال الجنوبي المغربي الذي ينتمي إلى الأخدود الإفريقي الذي يتكون من ثلاث وحدات رئيسية: حوض سوس وحوض ورزازات وحوض الرشيدية بوذنيب الذي يمتد فيه حوض زيز-غريس، وتشكلت هذه المنخفضات الثلاث بفعل الحركات التهدلية التي عرفها هذا المجال على طول الحادث الجنوب أطلسي(بنبراهيم،1992).

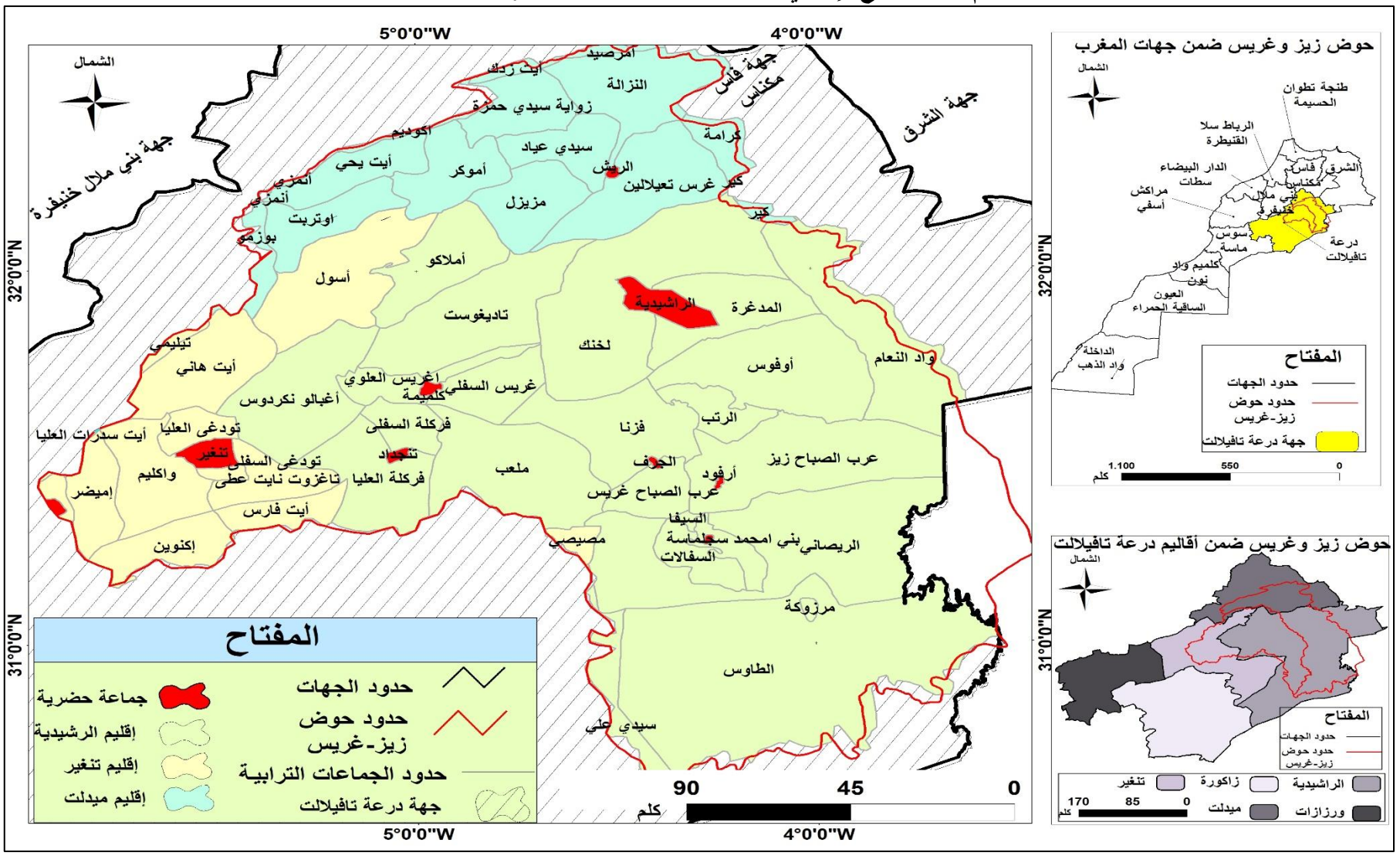
ويعتبر منخفض الرشيدية-بوذنيب الذي يدخل المجال المدروس ضمنه الجزء الأكثر اتساعا ضمن الأخدود الجنوب أطلسي بحوالي 350 كلم طولا، من تنغير بحوض غريس غرباً إلى بوعنان بحوض كير شرقاً، في حين يتسع عرضاً في خط طول بوذنيب (حوالي 75 كلم) ليقل في اتجاه الشرق .(CHAMAYOT et RUHARD ,1977)

خريطة رقم 1: الموقع الجغرافي لحوض زيز-غريس ضمن الأحواض المغربية



المصدر: نموذج الارتفاع الأرضي بتصرف SRTM 30 Métre

خريطة رقم 2 : الموقع الإداري لحوض زيز-غريس ضمن جهات المملكة المغربية

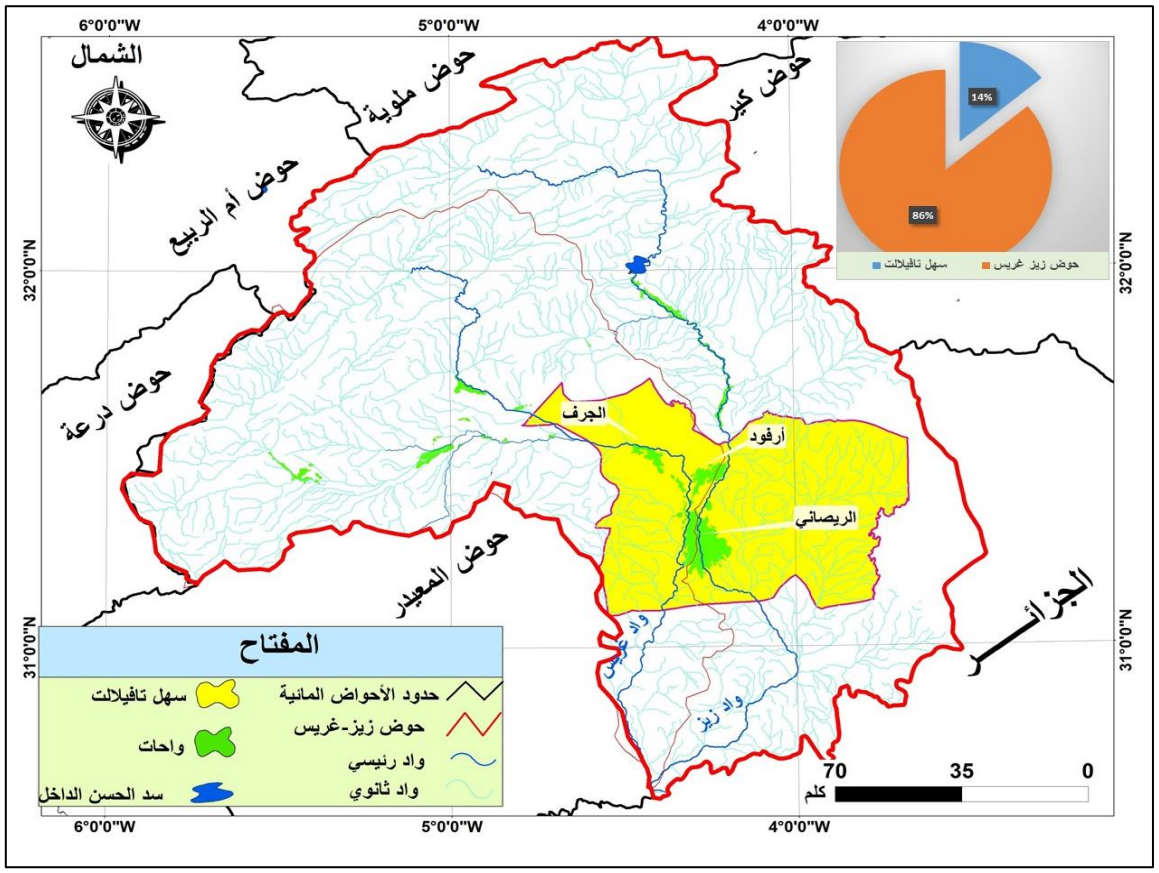


المصدر: التقسيم الجهوي الجديد 2015، بتصرف

2-1دراسة تأثير الضغط البشري على موارد المياه في منطقة سهل تافيلالت كمجال بحثي

يقع سهل تافيلالت في الجنوب الشرقي للمغرب، وفي سافلة حوض زيز-غريس، ما بين خطي عرض ’31°08 و ’31°71 شمال خط الاستواء وما بين خطي طول 3°66 و’4°79 غرب خط غرينتش، كما يتضح في الخريطة رقم (3)، ويضم مجموعة من الواحات المتفرقة والمتباينة على مستوى المساحة، حيث نجد واحات الريصاني وأرفود تتجمع في مساحة واسعة نظرا لوقوعها في منطقة سهلية عند اقتراب كل من واد زيز وواد غريس المنحدرين من الأطلس الكبير، أما واحات الجرف تبدو أكثر تشتتا وذات مساحة ضيقة، ويشكل السهل ما نسبته 14% من المساحة الكلية للحوض.

خريطة رقم 3 : الموقع الجغرافي لواحات سهل تافيلالت ضمن حوض زيز-غريس



المصدر: نموذج الارتفاع الأرضي MNT، والتقسيم الجهوي الجديد، لسنة 2015، بتصرف

أما من الناحية الإدارية فسهل تافيلالت ينتمي إلى جهة درعة تافيلالت، ضمن المجال الترابي لإقليم الرشيدية[1] كما هو موضح في الخريطة رقم (4)، وتصل مساحته حوالي 4526 كلم ² أي ما يمثل 17% من مساحة الإقليم، ويضم دائرتين هما الريصاني وأرفود ضمن أربع دوائر متواجدة بالإقليم ويتعلق الأمر بكل من الرشيدية وكلميمة ثم أرفود والريصاني.

[1] تجدر الاشارة إلى أن الإقليم عرف تعديلا ترابيا في سنة 2010 حيث أدمجت عدة جماعات من الاقليم في أقاليم جديدة ميدلت وتنغير فلم يبق في إقليم الرشيدية سوى 29جماعة من أصل 47، إذ أصبحت مساحة الإقليم حوالي 26921 كلم².

ويضم السهل سبع جماعات قروية (عرب صباح زيز، عرب الصباح غريس، فزنا، السيفا، بني امحمد سجلماسة، السفالات، الريصاني)، وثلاث جماعات حضرية (أرفود، الجرف ومولاي على الشريف).

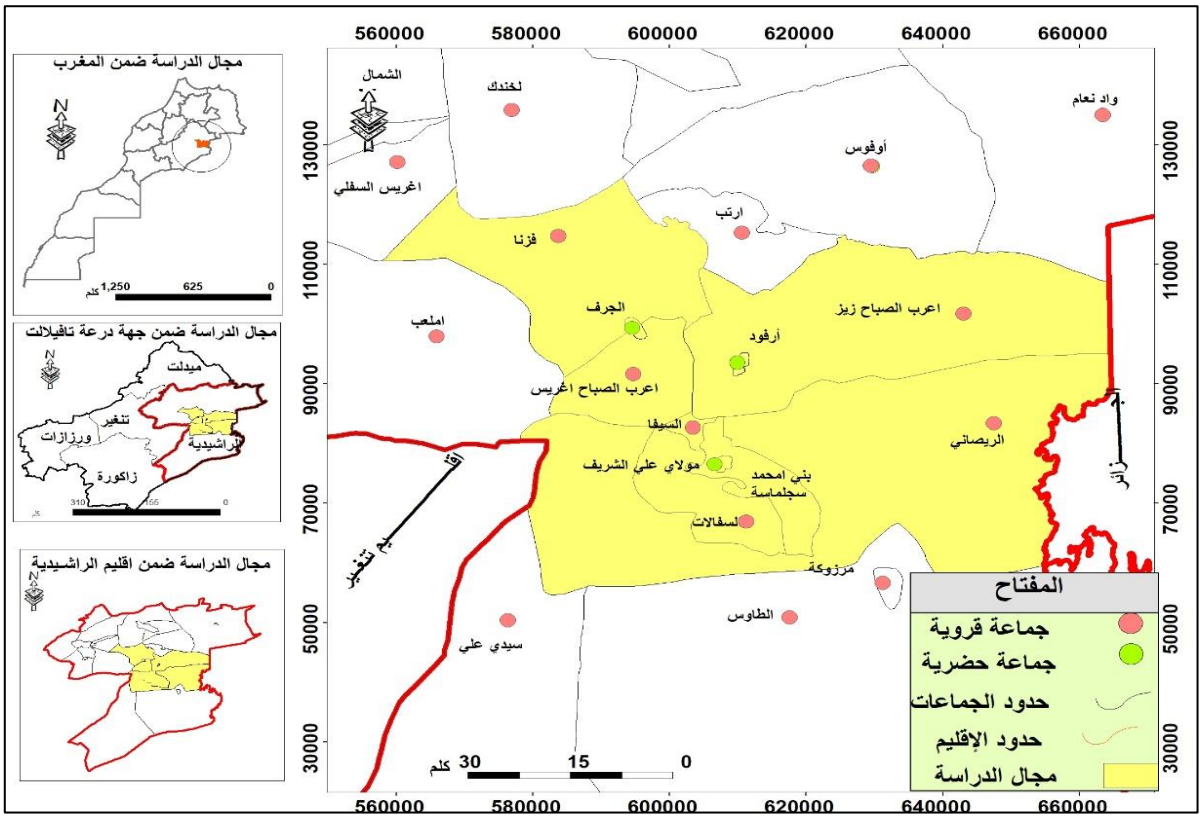
جدول رقم 2: عدد الجماعات ومساحتها بسهل تافيلالت

الجماعات	عدد السكان 2014	المساحة ب كلم²	النسبة المئوية%	الجماعات	عدد السكان 2014	المساحة ب كلم²	النسبة المئوية
أرفود	29279	5.73	0.13	فزنا	4477	753.66	16.65%
الجرف	12302	6.67	0.15	بني امحمد سجلماسة	14433	152.68	3.37%
مولا علي الشريف	22209	5.3	0.12	الريصاني	5010	1908.19	42.16%
عرب الصباح غريس	4397	260.4	5.75	السفالات	11483	226.65	5.01%
عرب الصباح زيز	19192	1185.28	26.19	السيفا	7035	21.65	0.48%
المجموع	87379	1463.38	32.33	المجموع	42438	3062.83	67.67%

المصدر: المندوبية السامية للتخطيط،2014، بتصرف

مجاليا يحد سهل تافيلالت من جهة الشمال كل من جماعات أوفوس ثم الرتب، وغربا بجماعات غريس السفلي، املعب، أما من الجنوب نجد جماعتي الطاوس ومرزوكة ومن الشرق الحدود الجزائرية.

خريطة رقم 4 : الموقع الإداري لسهل تافيلالت ضمن التراب الوطني المغربي



المصدر: التقسيم الجهوي الجديد لسنة 2015، عمالة الرشيدية، بتصرف

2- إشكالية البحث

تكتسي الموارد المائية أهمية حيوية في حوض زيز-غريس، حيث ساهمت في ظهور العديد من الواحات المتفرقة. فمنذ الاستيطان الأول لسكان هذه الواحات، اعتادوا على تعبئة المياه باستخدام أساليب متنوعة تتناسب مع الظروف الطبيعية والتحديات المناخية الصعبة. وذلك من خلال استغلال المياه السطحية الموسمية بالحواجز الترابية، وجمع مياه الفيض بواسطة السدود التحويلية أو البنى التحتية التقليدية مثل "الأكوك". كما يتم استثمار المياه الجوفية من خلال نظام "الخطارات"، وهي قنوات تحت أرضية تصرف مياه الفرشات تحت تأثير الجاذبية.

تُعد جميع هذه المنشآت التقليدية، مثل الحواجز الترابية والساقيات والخطارات والآبار، تصاميم مبتكرة تم تكييفها بشكل فعال مع الظروف المناخية الصعبة والإمكانيات المحلية. يتطلب تنفيذ هذه التصاميم مهارات دقيقة اكتسبها سكان هذه المناطق تدريجياً. تمثل هذه المهارات المعرفية موارد قيمة يجب العودة إليها في برامج التهيئة الموجهة نحو الواحات.

ومنذ سبعينات القرن الماضي إلى يومنا هذا، بدأ توزان الواحات يشهد اختلالا بنيويا، نتيجة تظافر اختلالات طبيعية وبشرية تشكل ضغطا كبيرا على الموارد المائية، ولعل ظاهرة التغيرات المناخية من أبرز هذه الاختلالات، والتي من أهم مظاهرها توالي سنوات الجفاف، وارتفاع درجات الحرارة ومعدلات التبخر، وكلها عوامل مركبة أدت إلى تراجع الموارد المائية كما وكيفا، الشيء الذي جعل حوض زيز-غريس وواحات سهل تافيلالت يسجلان حصيلة مائية سلبية، مما يسهم في تنامي العديد من الظواهر الطبيعية المقلقة، مثل ارتفاع نسبة الملوحة على التربة الزراعية وتفاقم ظاهرة التصحر وتراكم الرمال الذي يؤثر على العيون الخضراء والآبار.

نتيجة لتكرار سنوات الجفاف في المنطقة، شهدت واردات المياه السطحية انخفاضًا، مما دفع الفلاحين إلى الانتقال نحو استخدام المياه الجوفية التي زاد الطلب عليها بسبب توسع المساحات الزراعية خارج الواحات التقليدية. وعلى الجانب الآخر، استمرت عملية تغذية الفرشة المائية الباطنية بطيئة.

يسهم النمو الديمغرافي أيضًا في تفاقم المشكل، نظرًا لتغيرات الاستهلاك المائي التي تعتمد بشكل كبير على احتياجات النمو السكاني. كما يشكل القطاع السياحي، الذي شهد نموًا في السنوات الأخيرة، نموذجًا لاستهلاك الماء.

ومن هنا، نسعى من خلال هذا البحث إلى فهم العلاقة السببية بين تأثيرات ظاهرة التغيرات المناخية والأنشطة البشرية على استهلاك وتدبير الموارد المائية بحوض زيز-غريس. ولمعالجة الإشكالية العامة لهذا الموضوع، تم طرح سؤال محوري يتعلق بمدى **تأثير التغيرات المناخية والاستغلال البشري الكثيف على الموارد المائية بحوض زيز-غريس عامة وبسهل تافيلالت خاصة؟ ثم أساليب وأشكال التدبير وكيفيات التأقلم؟**

يمكن أن تنبثق من هذه الإشكالية العامة إشكالات محددة كالآتي:

- مدى تأثير التغيرات المناخية على نمط وتوزيع الأمطار في حوض زيز-غريس وكيف يؤثر ذلك على توفر المياه السطحية والجوفية؟
- كيف يؤثر النمو الديمغرافي وزيادة السكان على استهلاك وتوزيع المياه في المنطقة؟
- ما هو دور السياحة في استهلاك المياه وكيف يمكن توجيه هذا القطاع بشكل أكثر استدامة؟
- ما هي آليات التكيف والتأقلم الممكنة للسكان المحليين والفلاحين في ظل تغيرات المناخ وندرة الموارد المائية؟
- ما هي استراتيجيات وتقنيات تدبير المياه التي يمكن تبنيها لمواجهة تحديات ندرة المياه وتغيرات المناخ في حوض زيز-غريس؟
- هل هناك تقنيات جديدة أو مبتكرة يمكن تبنيها لتحسين استخدام وتدبير المياه في المنطقة؟

ولمعالجة هذا الإشكال تم طرح مجموعة من الفرضيات.

3- فرضيات البحث

عند دراسة مسألة تدبير الموارد المائية، لا يمكن إغفال دور العوامل الطبيعية والبشرية في التأثير عليها؛ إذ أن العوامل الطبيعية تضطلع بدور هام في وفرة أو ندرة المياه، كما أن دور الإنسان ومختلف الأنشطة التي يمارسها، تشكل في أحيان كثيرة حالة استنزاف وتدهور مائي، وعلى ضوء ذلك، يمكن صياغة فرضيات الدراسة على الشكل الآتي:

- يتسبب تغير نمط وتوزيع الأمطار نتيجة للتغيرات المناخية في حوض زيز-غريس في تقليل توفر المياه السطحية والجوفية في المنطقة.
- زيادة النمو الديمغرافي والسكان في المنطقة يزيد من الطلب على المياه ويؤدي إلى تدهور استدامة الموارد المائية.
- يسهم القطاع السياحي في زيادة استهلاك المياه في حوض زيز-غريس، ومن الممكن توجيه هذا القطاع نحو الاستدامة من خلال تبني ممارسات فعالة لتدبير المياه.
- التغيرات المناخية وندرة الموارد المائية تفرض على السكان المحليين والفلاحين الحاجة إلى اتخاذ تدابير تكيفية، مثل تبني تقنيات الزراعة المقاومة للجفاف وتحسين نظم الري.
- توجد تقنيات واستراتيجيات جديدة يمكن تبنيها لتحسين تدبير المياه في حوض زيز-غريس، مثل تطوير أنظمة الري الذكية وتوظيف تقنيات التحليل الجغرافي لتحسين إدارة الموارد المائية.

هذه الفرضيات تشكل أساساً للبحث والتحقيق لفهم أفضل للمشكلة وتحليل النتائج المحتملة التي يمكن أن تسفر عنها الدراسة.

4- أهداف البحث

بناءً على الأسئلة والفرضيات المقدمة، يمكن صياغة الأهداف للبحث كما يلي:

- تحليل تأثير التغيرات المناخية على نمط وتوزيع الأمطار في حوض زيز-غريس وتقييم كيفية تأثيرها على توفر المياه السطحية والجوفية في المنطقة.
- فهم تأثير النمو الديمغرافي وأنشطته على استهلاك وتوزيع المياه في المنطقة وتحديد السياسات والتدابير التي يمكن اتخاذها لتحقيق توازن بين احتياجات السكان واستدامة الموارد المائية.
- تقييم دور السياحة في استهلاك المياه واقتراح أساليب وتقنيات لتوجيه هذا القطاع نحو الاستدامة.
- عرض أشكال التدبير التقليدي والعصري للموارد المائية السطحية والجوفية بواحات سهل تافيلالت.
- تقديم استراتيجيات وتقنيات تدبير المياه التي يمكن تبنيها لمواجهة تحديات ندرة المياه وتغيرات المناخ في حوض زيز-غريس، بما في ذلك تطوير أنظمة الري الذكية واستخدام التقنيات الحديثة لتحليل وإدارة الموارد المائية.
- استكشاف وتقييم التقنيات الجديدة أو المبتكرة التي يمكن تبنيها لتحسين استخدام وتدبير المياه في المنطقة.

هذه الأهداف تعكس الجوانب المختلفة التي يمكن أن يتمحور حولها البحث لفهم أفضل للمشكلة وتقديم الحلول والتوصيات المناسبة لتحسين تدبير الموارد المائية في حوض زيز-غريس.

5- منهجية البحث

لدراسة إشكالية التغيرات المناخية وتأثيراتها على الموارد المائية، وجب علينا اتباع مناهج ومقاربات متعددة ومتنوعة تتناسب وطبيعة الإشكالية المدروسة، علما أن المنهج العلمي يعتبر وسيلة علمية تمكن الباحث من الكشف عن المعارف والحقائق والقوانين التي يسعى إلى إبرازها وتحقيقها، مع محاولة اختبارها للتأكد من صلاحيتها في مواقف أخرى، وتعميمها للوصول إلى "النظرية" التي هي هدف كل بحث علمي (كرزازي وآيت حمزة،2004)، وفي هذا الإطار تبنينا المناهج الآتية:

- **المنهج الاستنباطي:** من خلال الانطلاق من العام نحو الخاص، أي من مقياس كبير إلى مقياس صغير وذلك من أجل الإحاطة بمختلف جوانب إشكالية التغيرات المناخية، من المستوى الوطني إلى دراسة حوض زيز-غريس، ثم الانتقال إلى واحات سهل تافيلالت.
- **المنهج التاريخي (الزمني)** يكمن أهميته في تتبع تطور الظاهرة المدروسة على مستوى مجال معين، بهدف فهم وضعية الإشكالية والبحث عن جذورها التاريخية. تم الاعتماد في هذا البحث على استخدام أرشيف محطات الرصد للعناصر المناخية في منطقة الدراسة، لفترة زمنية تمتد من عام 1960 إلى عام 2019، نظرًا لأهميتها في تتبع حالة التساقط المطري ودرجات الحرارة والتعرف

على منحناهما، بالإضافة إلى مواكبة وضعية الصبيب. ساعدنا المنهج التاريخي أيضًا في دراسة الأعراف المحلية لتدبير الموارد المائية، وكيفية قدرة الإنسان على التكيف مع ظاهرة التغيرات المناخية.

❖ **المنهج الإحصائي:** خلال العقود الأخيرة، شهدت مناهج الجغرافيا تطورًا كبيرًا، حيث انتقلت من الدراسات الوصفية السطحية ذات الطابع المنوغرافي إلى الدراسات التحليلية التي تتميز بالطابع التركيبي والكمي. يكمن أهمية المنهج الإحصائي في تحليل البيانات المتعلقة بالمناخ، حيث تم استخدام هذا النهج في دراسة منحى كل من التساقطات المطرية ودرجات الحرارة والصبيب، بالإضافة إلى تحليل الحصيلة المائية، وكذلك تحليل البيانات التي تم جمعها من خلال الاستمارة الميدانية.

لذلك فالمنهجية المتبعة في الدراسة والإجابة على إشكالية البحث تمت وفق الخطوات الآتية:

☜ **العمل البيبليوغرافي:** وهي مرحلة ضرورية في الحقل المعرفي والعلمي الأكاديمي، قبل النزول إلى البحث الميداني والإجابة على الإشكالية المطروحة، تم فيها البحث عن الدراسات والكتب والأطروحات الجامعية التي عالجت الظواهر المناخية وتأثيراتها على الإنسان بصفة عامة، وقد تمت هذه العملية من خلال الزيارة المتكررة للكليات والمكتبات، والمشاركة في العديد من الندوات.

☜ **العمل الميداني**: يشكل البحث الميداني العمود الفقري للبحث الجغرافي، لكونه يجنبنا السقوط في الدراسة الوصفية التي تقتصر على التشخيص السطحي دون تحليل علل ومسببات الظواهر المعالجة، وتركيب نتائج نابعة من عمق الدراسة للواقع، وشمل العمل الميداني مجموعة من الأدوات نوردها على الشكل الآتي:

- **<u>الملاحظات والزيارات الميدانية:</u>** لا ريب أن الدراسة الميدانية هي حجر الزاوية في أية دراسة جغرافية، وعَيْنُ الجغرافي التي يرى بها مجاله، لكون الميدان هو المختبر الحقيقي لفهم مظاهر السطح وما يحتويه من عناصر طبيعية وبشرية (البوشيخي وأعفير،2016). وقد مكنتنا الدراسة الميدانية من الاحتكاك بمجال الدراسة والتعامل معه بنظرة نقدية وتشخيصية دقيقة، حيث توقفنا على تأثيرات المناخ والضغط البشري على الموارد المائية، وما رافق ذلك من تنشيط لمجموعة من المشاكل البيئية كالجفاف وزحف الرمال وتملح التربة، وتراجع منسوب المياه في الآبار، وتم توثيق ذلك من خلال قياس مستوى المياه بالآبار وأخذ عينات من الرمال لإخضاعها لدراسة الرسابية، مع التقاط العديد من الصور بالميدان.
- **<u>استمارات البحث:</u>** تعتبر الاستمارة الميدانية أحد أدوات البحث الجغرافي الأساسية التي تمكن من جمع معطيات متنوعة حول ظاهرة طبيعية أو سوسيو-اقتصادية محددة. قمنا بإعداد أربع استمارات متكاملة، حيث كانت كل استمارة موجهة لفئة معينة وتناولت محورًا من محاور الإشكالية الرئيسية.

تم جمع ما مجموعه 1479 استمارة، تم تعبئتها من قبل فريق علمي خلال الفترة من شهر يوليوز إلى شهر شتنبر لعام 2021. وفيما يلي أنواع الاستمارات التي تم إنجازها وطريقة اختيار العينات:

استمارة خاصة بالفلاحة وأثر التغيرات المناخية؛

تم استخدام الاستمارة للتعرف على الأنشطة الزراعية الممارسة في منطقة الدراسة، ولتحديد آثار التغيرات المناخية على القطاع الزراعي والواحي من وجهة نظر الفلاحين. شملت الاستمارة عينة مبحوثة تتكون من 100 فلاح، تم توزيعهم على عشر جماعات ترابية تشكل واحات سهل تافيلالت. تم اختيار هذا العدد بشكل عشوائي نظرًا لعدم توفر الإحصائيات المحينة لعدد الفلاحين في المنطقة، على الرغم من وجودها في الإحصاء الفلاحي لعام 1996. لكن تم تجاهل هذه الإحصائيات بسبب قدمها واحتمال وجود تغيرات في الأنشطة الاقتصادية داخل الواحات منذ ذلك الوقت. (ينظر ملحق الاستمارة رقم 1).

جدول رقم 3: توزيع عدد الاستمارات الموجه للفلاحين

الواحة	الجماعة	عدد الاستمارات	النسبة المئوية%
واحة الجرف	فزنا	14	14
	الجرف	17	17
	عرب الصباح غريس	12	12
واحة أرفود	عرب الصباح زيز	13	13
	السيفا	11	11
	أرفود	3	3
واحة الريصاني	الريصاني	10	10
	السفالات	9	9
	مولاي علي الشريف	2	2
	بني امحمد سجلماسة	9	9
المجموع		100	100

المصدر: الاستمارة الميدانية، 2021

استمارة موجهة لفئة مستعملي مياه الشرب وشبكة الصرف الصحي؛

تم إنجاز استمارة موجهة إلى أرباب الأسر لفهم نمط الاستهلاك المائي في منطقة الدراسة، وللمقارنة بين الجماعات الحضرية والجماعات القروية من حيث كميات المياه المستهلكة. تم اختيار عينة تشكل 5% من إجمالي عدد الأسر في المنطقة، وهو ما يعادل 1072 استمارة من بين 21431 أسرة. (يرجى الرجوع إلى ملحق الاستمارة رقم 3 للمزيد من التفاصيل).

جدول رقم 4 : توزيع عدد الاستمارات الموجة لمستعملي مياه الشرب والصرف الصحي

الجماعات	عدد الأسر	عدد الاستمارات	النسبة المئوية	العينة
الجرف (البلدية)	2227	111	10,39	5%
عرب صباح غريس	733	37	3,42	
فزنا	701	35	3,27	
أرفود (البلدية)	5547	277	25,88	
عرب صباح زيز	2850	143	13,30	
السيفا	1002	50	4,68	
مولاي علي الشريف (البلدية)	3799	190	17,73	
بني امحمد سجلماسة	2181	109	10,18	
الريصاني	650	33	3,03	
السفالات	1741	87	8,12	
المجموع	21431	1072	100	

المصدر: الإحصاء العام للسكان والسكنى 2014، والاستمارة الميدانية 2021

استمارة موجهة لفئة مستعملي مياه السقي؛

تم اعتماد استمارة موجهة لمستعملي مياه السقي في منطقة الدراسة، وتشمل المحاور التالية:

1. معلومات حول المستجوب مثل العمر، الجنس، والانتماء إلى الجماعة.
2. معلومات حول ملكية المياه، مثل الحصص المائية في الخطارات وعدد الآبار الخاصة وعمقها.
3. سلوكيات المستجوبين تجاه تدبير الوفرة من خلال مياه الفيض والندرة من خلال المياه الجوفية.
4. سلوكيات المستجوبين تجاه الاقتصاد في مياه السقي واستراتيجيات التكيف.
5. مقترحات لتجاوز مشكلة الماء والتكيف مع التغيرات المناخية. (يرجى الرجوع إلى ملحق الاستمارة رقم 2 للحصول على تفاصيل إضافية).

جدول رقم 5: توزيع عدد الاستمارات الموجة لمستعملي مياه السقي

الواحة	الجماعة	عدد الاستمارات	النسبة المئوية %
واحة الجرف	فزنا	43	14,3
	الجرف	34	11,3
	عرب الصباح غريس	37	12,3
واحة أرفود	عرب الصباح زيز	41	13,7
	السيفا	39	13,0
	أرفود	10	3,3
واحة الريصاني	الريصاني	29	9,7
	السفالات	27	9,0
	مولاي علي الشريف	10	3,3
	بني امحمد سجلماسة	30	10
المجموع		300	100

المصدر: الاستمارة الميدانية، 2021

استمارة موجهة لأصحاب الفنادق؛

نسعى وراء هذه الاستمارة إلى معرفة بنية وتجهيزات الفنادق المتواجدة بحوضي الدراسة، والتي تم حصرها في 7 فنادق تختلف حسب صنفها، كما تم تحديد أشكال استعمال مياه الشرب والسقي (ينظر ملحق الاستمارة رقم 4).

- **المقابلة:** "تعتبر استبيانا شفويا يقوم من خلاله الباحث بجمع معلومات وبيانات شفوية من المفحوص، وتختلف عن الاستبانة (الاستمارة) في أن الباحث هو الذي يكتب بنفسه إجابة المفحوص؛ فهي محادثة موجهة بين الباحث والمستجوب بهدف الوصول لأهداف الدراسة " (البوشيخي وأعفير،2016)، حيث تشكل تصريحات بعض مسؤولي التعاونيات والجمعيات المهتمة بالجانب البيئي والمائي، بالإضافة إلى الفلاحين المسنين طريقة لإيجاد مجموعة من الإجابات لبعض التساؤلات المطروحة.
- **المصالح الإدارية الوصية:** تكررت زياراتنا إلى الإدارات والمصالح المسؤولة عن تدبير الموارد المائية والشأن الزراعي على المستوى الوطني والجهوي والمحلي، بهدف الحصول على أكبر قدر ممكن من الوثائق والمعطيات التي تخص هذا الموضوع. استفدنا من وثائق وكتب المعهد الوطني للبحث الزراعي في الرباط والرشيدية، ووكالة الحوض المائي لكير زيز وغريس في الرشيدية، والمكتب الجهوي للاستثمار الفلاحي لتافيلالت في الرشيدية، بالإضافة إلى المراكز الفلاحية في الجماعات الترابية الجرف وأرفود والريصاني، والمديرية الإقليمية للمياه والغابات ومحاربة التصحر في الرشيدية.
- **العمل الخرائطي**

يضطلع توظيف نظم المعلومات الجغرافية والاستشعار عن بعد دور مهم في الإحاطة بجوانب إشكالية البحث(AAFIR et BOUBARRIA ,2016) ، من أبرز مميزاتها:

- **رصد** مختلف تطورات الظواهر الطبيعية والبشرية في الزمان والمكان بمجال الدراسة، بالاعتماد على مجموعة من الخرائط الطبوغرافية والصور الجوية خلال سنوات مختلفة، بفضل استغلال مرئيات الأقمار الاصطناعية التي يتم استقاؤها من خلال مجموعة من المواقع الإلكترونية المتاحة لأخذ الصور الجوية كالقمر الصناعي لاندسات (Landsat)[1].
- **ضبط مجال الدراسة** بتحديد مجموعة من الخصائص الطبيعية للمجال المدروس على مستوى تحديد الحوض المائي مجال الدراسة، واستنباط الشبكة المائية منه، بالإضافة إلى تحديد الوحدات التضاريسية والشبكة المائية، وهنا تم استعمال مجموعة من البرامج لإنتاج العديد من الخرائط، من قبيل برنام Arc gis 10.8 و Erdas imagine 8.4 و Google Earth.

[1] تجدر الإشارة إلى أن جميع صور الأقمار الاصطناعية المستخدمة في هذا العمل تم اختيارها من القمر الصناعي لاندسات بجميع أنواعه، نظرًا لتوفرها كصور مجانية ومتاحة عبر الإنترنت، من خلال الموقع الخاص بالهيئة الأمريكية للمسح الجيولوجي، الذي يغطي فترة زمنية تمتد من عام 1972 وحتى الوقت الحالي. يمكن الوصول إلى هذه الصور من خلال موقع https://earthexplorer.usgs.gov/.

6- حدود الدراسة

قبل القيام بأي بحث في علم الجغرافيا لابد من تحديد المقياس المراد التعامل معه، ويتعلق الأمر بتحديد الفترة الزمنية المدروسة والمجال المعني بالدراسة، وهي بالنسبة لهذا العمل تتحدد كما يلي:

- **الحدود المكانية**: بالنسبة للدراسة المناخية، تم الاعتماد على معطيات 12 محطة رصدية تقع ضمن حوض زيز-غريس، وذلك أخذا بعين الاعتبار التوزيع المجالي للمحطات والتمثيلية الإقليمية لها، من أجل تغطية كامل تراب الحوض واستحضار متغير التضاريس والارتفاع والقارية، اما دراسة الضغوط البشرية على الموارد المائية فتم الاقتصار على واحات سهل تافيلالت نموذجا داخل الحوض.
- **الحدود الزمنية**: همت الدراسة الفترة الممتدة من 1960 إلى 2019 (الدراسة المناخية)، من 2018 إلى سنة 2021 (الدراسة الميدانية).

7- بنية البحث

انطلاقا من موضوع البحث وإشكاليته، وارتباطا بالأهداف المسطرة والفرضيات المطروحة، يضم هذا العمل ثلاثة أقسام كبرى متكاملة ومترابطة، تضم تسعة فصول مهيكلة على الشكل الآتي:

مقدمة عامة

القسم الأول: الدراسة التحليلية للخصائص الطبيعية والبشرية بحوض زيز-غريس

الفصل الأول: خصائص طبيعية وبشرية ساهمت في التأثير سلبا على الموارد المائية بحوض زيز-غريس؛

الفصل الثاني: الدراسة النقدية للمعطيات المناخية من تساقطات مطرية ودرجة الحرارة ثم الرطوبة والتبخر؛

الفصل الثالث: الدراسة التحليلية للعناصر المناخية وانعكاساتها على الموارد المائية؛

القسم الثاني: آثار التغيرات المناخية على الموارد المائية بحوض زيز-غريس

الفصل الرابع: الدراسة التحليلية للموارد المائية السطحية والجوفية بحوض زيز-غريس؛

الفصل الخامس: آثار التغيرات المناخية على الاتجاه العام للعناصر المناخية بحوض زيز-غريس؛

الفصل السادس: تأثيرات التغيرات المناخية على واحات حوض زيز-غريس.

القسم الثالث: أنماط إنتاج واستهلاك المياه بواحات سهل تافيلالت، وأشكال التكيف مع التغيرات المناخية

الفصل السابع: أنماط تدبير مياه السقي بواحات سهل تافيلالت وأشكال التأقلم مع الندرة والوفرة؛

الفصل الثامن: أنماط تدبير مياه الشرب في واحات سهل تافيلالت، بالإضافة إلى أنماط الإنتاج والاستهلاك؛

الفصل التاسع: أشكال تكيف سكان واحات سهل تافيلالت مع ظاهرة التغيرات المناخية وندرة الموارد المائية.

خاتمة عامة.

8- دوافع اختيار موضوع الدراسة

تم اختيار موضوع "تدبير الموارد المائية في ظل التغيرات المناخية والضغط البشري بحوض زيز-غريس - حالة واحات سهل تافيلالت" بهدف المساهمة في تعزيز البحث العلمي حول هذه المنطقة المعزولة طبيعيًا واقتصاديًا.

إضافةً إلى ذلك، يظل موضوع ندرة المياه في الأوساط الصحراوية والجافة مهمًا ولم يحظَ بالاهتمام الكافي من المسؤولين والقائمين على الشأن العام المحلي. هذا يستدعي إعادة النظر في السياسات المائية المعتمدة وتطوير آليات جديدة لفهم العلاقات السببية بين التغيرات المناخية وأنماط استهلاك المياه، وكذلك بين تراجع هذه الموارد المائية وتدهور الحياة البيئية في المناطق الواقعة في الأماكن النائية.

يعتبر هذا الموضوع مهمًا لنا كسكان للمنطقة، حيث سيُسهم في فهم الظواهر الاجتماعية والاقتصادية المرتبطة بالموارد المائية، وسيُسهل أيضًا تحليل العلاقات الاجتماعية المعقدة في المناطق الواحية بشكلها الطبيعي وعلاقتها بالماء.

9- الصعوبات والتحديات

كأي عمل علمي أكاديمي، فقد اعترضت هذا العمل مجموعة من الصعوبات والعراقيل المتنوعة، خصوصا إذا كان البحث الجغرافي يتداخل فيه الجانب الطبيعي والبشري ثم الاجتماعي والاقتصادي.

- صعوبة الحصول على المعطيات العلمية والمعلومات المطلوبة من بعض المصالح الإدارية، وصعوبة التحرك بسهولة داخل مجال البحث والقيام بالاستمارة الميدانية، خاصة مع صعوبة الحصول على المعلومات الدقيقة من المستجوبين، وخاصة الفلاحين الذين قد يعانون من انتشار الأمية.
- صعوبة الحصول على القياسات المناخية مثل التساقطات المطرية ودرجات الحرارة من بعض الإدارات، بما في ذلك المديرية الوطنية للأرصاد الجوية، حيث يتم التحكم في توجهاتها بالنظر إلى المنطق التجاري، مما يجعل الباحثين عاجزين عن تأمين البيانات اللازمة لأبحاثهم، ويتعين عليهم الاكتفاء بالبيانات المتوفرة من مصادر بديلة مثل وكالة الحوض المائي كير وزيز غريس بالرشيدية.

هذه التحديات تعكس تعقيد العمل البحثي في المجال الجغرافي، حيث يتعين على الباحثين التغلب على العقبات الموجودة لضمان جودة البيانات ودقتها، وهو ما يتطلب تخطيطًا واسعًا وجهودًا مكثفة لتجاوز هذه التحديات وإتمام البحث بنجاح.

10- الدراسات السابقة

يعتبر كل من "MARGAT[1] "و"CHAMAYOU et RUHARD[2] " روادا للدراسات الهيدرولوجية والهيدروجيولوجية بمجال واحات تافيلالت وبسهلها على وجه التحديد، وفيما يلي أهم الدراسات والأبحاث الأكاديمية التي همت هذه المنطقة:

- **أطروحة الدكتوراه للأستاذ محمد ميوسي** الموسومة بـ" تافيلالت من أطروحة التراجع والأزمة إلى أطروحة التحول والاستمرار: أداء الواحات بين المقاربة المشهدية والشمولية: أية تنمية"[3] التي خلص من خلالها إلى أن مستقبل تافيلالت (الممتدة مجاليا من سد الحسن الداخل حتى واحات الريصاني جنوبا) يبشر باستمرارية الحياة؛ مستندا إلى التحولات التي تعرفها واحات تافيلالت من قبيل التكثيف الزراعي، انتشار التجديد السوسيو-اقتصادي، واحتضان الواحة لمراكز حضرية تعطي تنوعا اقتصاديا ومجالا لاستقطاب الساكنة الريفية الباحثة عن موارد مكملة مع ارتباطها بأرضها.
- الدراسة التي قامت بها **الباحثة SPOERRY Sylvie[4]**، حول " عودة المياه لخطارات الجرف بتافيلالت" حيث ركزت على التعريف بتقنية الخطارة لواحة الجرف بسهل تافيلالت، والتطرق لمختلف أشكال التدبير التقليدي للموارد المائية، لتخلص إلى أفاق الفلاحة في وقتنا الحالي والمستقبلي.
- الدراسة التي أعدها **STRIKKER Coert John**[5]، لنيل شهادة الماستر في كلية الهندسة المدنية في جامعة دفلت بهولندا، حيث قام بتشخيص النظام الهيدرولوجي لواحة الجرف بسهل تافيلالت، من أجل إنشاء نمذجة للموارد المائية، واعتمد في دراسته على أبحاث "MARGAT" بالإضافة إلى العمل الميداني، ليخلص في الأخير إلى أن منطقة الجرف عرفت تراجع في مستوى الفرشات المائية، الشيء الذي أدى إلى نضوب العديد من الخطارات.

---

[1] **MARGAT Jean (1962),** Mémoire explicatif de la carte hydrogéologique au 1/50000 de la plaine du Tafilalt.

[2] **CHAMAYOU (y) ET RUHARD J.P(1977)** : notes et mémoires du service géologique nº 231. Ressources en eau du Maroc tome 3. p. 224

[3] **ميوسي محمد، (2002).** " تافيلالت، من اطروحة التراجع والأزمة إلى اطروحة التحول والاستمرار: اداء الواحات بين المقاربتين المشهدية والشمولية: أي تنمية ". بحث لنيل دكتورة الدولة، جامعة محمد الخامس، كلية الآداب والعلوم الانسانية، أكدال، الرباط، 377 صفحة.

[4] **SPOERRY Sylvie (2007)** , Le retour en eau des khettaras de Jorf une oasis de Tafilalet, Sud-est du Maroc, Dynamique de gestion de l'eau, En vue de l'obtention du diplôme d'ingénieur en agronomie tropical de l'irc sup agro option gestion social de l'eau, SUPAFRO Institut des régions chaudes, Montpellier 140 p

[5] **STRIKKE Coert Johan r, (2014),** Groundwater modelling of the khettara area of Fezna-Jorf-Hannabou, Morocco, Delft University of Technology (TU Delft) Faculty Civil Engineering and Geo Sciences, Hollande, 211 p.

- الاطروحة التي أنجزها الباحث **عبد الكريم بنسالم**[1] حول "آثار التغيرات المناخية وسبل التكيف بواحات تافيلالت بالمغرب" تم تشخيص الهشاشة البيئية في منطقة تافيلالت عن طريق حساب مؤشر الهشاشة البيئية (EVI)، والذي يعتبر أداة توفر مقاربة جديدة لتدبير مشاكل البيئة. تم استخدام 50 مؤشرًا لتقييم العوامل الرئيسية المؤثرة في الهشاشة البيئية. أظهرت الدراسة أن منطقة الرشيدية تحمل درجة EVI تساوي 224، مما يصنف المنطقة كمنطقة معرضة للخطر.
- **أطروحة الباحث أكريمي عبد الكريم**[2] المخاطر البيئية بواحة تافيلالت: الدينامية والانعكاسات وآليات تدبير نموذج الفيضانات، وتم تقسيم هذا البحث إلى أربع أبواب، خصص الباب الأول لتشخيص الخصائص الطبيعية والبشرية، بينما الباب الثاني أنعرج حول المخاطر البيئية التي تهدد منطقة تافيلالت، أما البابين الثالث والرابع، خصصا على التحليل الإحصائي للظواهر الطبيعية، ثم وضع تصور حول تدارك المجال الفيلالي لهذه المخاطر.
- ولا يمكن أن نغفل الدراسات التي شملت موضوع بحثنا ومجال دراستنا، خاصة فيما يتعلق بالدراسات الطبيعية وتدبير الموارد المائية، ونذكر أعمال الأستاذ مصطفى أعفير[3]، والأستاذ باحو عبد العزيز[4]، والأستاذ الميموني إبراهيم[5]، بالإضافة الأستاذ لعوان محمد[6]، ثم الأستاذة الحارث خديجة[7].

11-المفاهيم المهيكلة للبحث

- **الواحة** : هي مصطلح مصري قديم (أزهار،1993) ، ويمكن الاشارة إلى أنه تعددت التعاريف حول تحديد مفهوم الواحة، لكن جلها يؤكد على وجود ثلاثة عناصر مميزة لها، وهي ندرة الماء وسيادة المناخ الجاف، إضافة إلى وجود الإنسان، الذي يحاول التعايش مع هذه الظروف الصعبة بتكييفها لخدمته قدر الإمكان. والواحة تعني "بقعة من الخضرة في مجال قاحل، تعتمد على السقي، (معجزة المياه Le miracle de l'eau) وذات زراعة متنوعة، وسكان مستقرون، وعلى عكس ما هو شائع لا تتوفر كل

---

[1] **BEN SALEM Abdelkrim, (2018),** vulnérabilité et l'Adaptation aux Changement climatiques dans l'osais de la région de Tafilalet au Maroc, Thèse de doctorat Université Cadi AYYAD, Faculté des Sciences SEMLALIA Marrakech, 250 p.

[2] أكريمي عبد الكريم، (2020)، المخاطر البيئية بواحة تافيلالت: الدينامية والانعكاسات وآليات التدبير نموذج الفيضانات، أطروحة دكتوراه كلية الآداب والعلوم الإنسانية ظهر المهراز-فاس، عدد الصفحات 357.

[3] **Mustapha AAFIR**, **(2006),** Les contraintes hydrologiques de l'aménagement du bassin versant du dades : une approche géopolitique du développement durable**,** Thèse de Doctorat, Université Sidi Mohamed Ben Abdellah Faculté des Lettres et Sciences humaines Saïs – Fès Université Paul Verlaine – Metz U.F.R Sciences Humaines et Arts.

[4] **باحو عبد العزيز، (2002)** الجفاف المناخي بالمغرب، خصائصه وعلاقاته بأليات الدورة الهوائية وأثره على زراعة الحبوب، أطروحة لنيل دكتوراه الدولة في الجغرافيا، تخصص الجغرافيا الطبيعية كلية الآداب والعلوم الانسانية المحمدية، 597صفحة.

[5] **الميموني إبراهيم، 2018**، أثر التغيرات المناخية والتحولات السوسيومجالية على تدبير الموارد المائية بواحات درعة الوسطى، أطروحة لنيل الدكتوراه في الجغرافية المناخية، جامعة الحسن الثاني، كلية الآداب والعلوم الإنسانية المحمدية،417 صفحة.

- [6] **Laaouane Mohammed,(2004).** Evolution des paysages géomorphologiques dans les Moyens Ziz et Gheris (Sud-Est marocain) : plate-forme physique et pressions anthropiques). Thèse pour l'obtention du doctorat d'Etats, Université Abdelmalek Saadi, FLSH Tétouan. 340 pages.

[7] **الحارث خديجة، (2002)** ظاهرة التصحر واستراتيجيات محاربة زحف الرمال بالجنوب الشرقي المغربي؛ نموذج القسم الغربي من حوض الرشيدية – بوذنيب "تافيلالت"، أطروحة لنيل دكتوراه الدولة في الجغرافيا، جامعة الحسن الثاني المحمدية، كلية الآداب والعلوم الإنسانية بن امسيك – الدار البيضاء، شعبة الجغرافيا

الواحات على نخيل"(بلفقيه،1988)، أما الاستاذ أيت حمزة فعرف الواحة بأنها "مجال أخضر يتميز بمناخ محلي ونظام زراعي كثيف ومتنوع وسط محيط قاحل (آيت حمزة،1993) " ليستنتج من التعريف الذي ذكره عدة تعاريف خاصة وهي:

- "التعريف الجغرافي: الواحة مجال أخضر وسط مجال قاحل؛
- التعريف الاقتصادي: الواحة مجال يتميز بكثافة وتنوع الأنشطة؛
- التعريف السكاني: الواحة مجال تتمركز فيه كثافات سكانية عالية مقارنة مع المجالات المجاورة؛
- التعريف المناخي: الواحة مجال أكثر رطوبة ولطافة من المجالات المجاورة".

ويضم المغرب مجالات عديدة للواحات تقع على مشارف الصحراء، وتمتد على مساحة تقدر ب 115.563 كيلومتر مربع، وتشمل هذه المنطقة مجالات محاذية للشريط الصحراوي تضم أربع مجموعات كبرى هي: الواحات الواقعة جنوب سوس ماسة درعة، وجنوب الأطلس الصغير، وواحات طاطا، وواحات درعة وروافده (ورزازات، زاكورة، فم الزكيد، أكدز، دادس)، وواحات حوض زيز-غريس (الرشيدية، الريصاني، وتنجداد، وكلميمة، والجرف...)، وواحة فكيك، وتتأسس جميع العلاقات الاجتماعية بها على أسس تنظيمية معقدة ترتبط بشكل كلي بوجود بالماء.

- **التغيرات المناخية :** يقصد بها كل تغير في المعطيات الرقمية والإحصائية لعناصر المناخ (التساقطات، الحرارة، الرياح...) والذي يؤثر على الحالة والوضعية الطبيعية للمناخ السائد في منطقة معينة؛ هذا التغير في عناصر المناخ يقتضي عملية الرصد والتتبع الدقيق لكل المؤشرات الإحصائية لمدة زمنية لا يجب أن تقل عن 30 سنة، وهذه المدة كافية لرصد طبيعة التغير والتحول الحاصل في عناصر المناخ (الكاشف،2014).

في حين تعرفها اتفاقية الأمم المتحدة الإطارية بشأن تغير المناخ في المادة الأولى بأنه: التغيرات التي يعزى بصورة مباشرة أو غير مباشرة إلى النشاط البشري، الذي يفضي إلى تغير في تكوين الغلاف الجوي العالمي، والذي يلاحظ -إلى جانب التقلب الطبيعي للمناخ -على مدى فترات زمنية متماثلة. وعلى ذلك فإن الاتفاقية الاطارية تميز بين (تغير المناخ) الذي يعزى إلى الأنشطة البشرية التي تغير من تركيب الغلاف الجوي، و(تقلبية المناخ) التي تعزى إلى أسباب طبيعية[1].

- **التأقلم أو التكيف المناخي:** هو" قدرة النظام الاجتماعي أو البيئي على امتصاص الاضطرابات مع الحفاظ على نفس بنيته الأساسية وطرق أدائه بالإضافة إلى حفاظه على قدرته الذاتية في التنظيم والتكيف مع أي ضغط أو تغيير" (GIEC,2007) . بينما تعرفه الأمم المتحدة بأنه" التعديل في النظم الطبيعية أو البشرية استجابةً للمحفزات/المؤثرات المناخية الحالية أو المتوقعة، أو تأثيراتها التي تؤدي إلى التخفيف من الضرر أو استغلال الفرص المفيدة" ويُعّرف التكيف مع التغير المناخي على أنه: "تعديلات يحركها

[1] Climate change, Synthesis report adopted at IPCC plenary WWVII, Valncia, Spain, 12-17 November 2007.

الإنسان في النظم الايكولوجية والاجتماعية أو الاقتصادية أو عملية سياسات، وذلك استجابةً لمؤثرات المناخ الفعلية أو المتوقعة وآثارها أو تأثيراتها (الأمم المتحدة،2012)" .

- **الموارد المائية:** يمثل مفهوم الموارد المائية كل المياه المتواجدة فوق سطح وباطن الأرض، وبعبارة أدق الرصيد المائي المتاح والقابل للاستغلال في أي وقت من طرف القطاعات السوسيو-اقتصادية؛ كما أن مفهوم الموارد المائية يحدد العلاقة بين الحاجيات المائية لمختلف الأنشطة البشرية والموارد المتاحة بالوسط الطبيعي(صباحي،2004). وتعتبر المياه من أهم الموارد الطبيعية، وتصنف إلى: الامطار، وهي المصدر الأساسي للماء على سطح الأرض؛ والمياه السطحية، وهي المياه التي تجري في الوديان والأنهار، والمياه الجوفية، وهي المياه المخزنة داخل طبقات الأرض. والمقصود بالموارد المائية، في دراستنا هذه، هو جميع استعمالات الماء بما ذلك الماء الشروب، والماء الموجه للفلاحة (الزراعة وتربية الماشية).

- **تدبير الموارد المائية**: يهدف إلى عقلنة استهلاك واستعمال المياه، وتزداد أهمية هذا الفعل في المناطق الجافة التي تتسم بندرة الموارد المائية، وهذا ما يفسر انتشار الواسع للتقنيات التقليدية المستعملة في استخراج المياه من باطن الأرض، وحمايتها من أي سوء استعمال، أو من قوة التبخر، كما أن المغرب عزز سياسة بناء السدود منذ فجر الاستقلال بغية تدبير وتعبئة كيمة كبيرة من المياه لمواجهة مخاطر التغيرات المناخية، خاصة الجفاف الذي يعتبر اليوم عنصرا حاسما في السياسة الاقتصادية للبلاد، سيما في القطاع الفلاحي الذي ما زال يعتبر العمود الفقري للاقتصاد المغربي والمشغل الأول للفئة النشيطة(صباحي،2004).

- **الضغط البشري**: يُقصد بالضغط البشري جميع أشكال الاستغلال اللاعقلاني للموارد المائية، سواء كانت تلك الموارد مستخدمة في ري الأراضي الزراعية، أو في الاستخدامات المنزلية، بالإضافة إلى استغلالها من قبل القطاعات الاقتصادية الأخرى مثل الصناعة والسياحة. يتضمن هذا الضغط البشري عادة استنزاف الموارد المائية دون النظر إلى الآثار البيئية المترتبة عن ذلك، مما يؤدي إلى تدهور البيئة المائية ونقص الموارد المتاحة في المستقبل.

القسم الأول: الخصائص الطبيعية والبشرية لحوض زيز-غريس: دراسة تحليلية

مقدمة القسم الأول

يُعتبر الماء عنصراً ضرورياً للحياة، ويحتل مكانة مهمة في المناطق الجافة وشبه الجافة والقاحلة نظراً لكونه مورداً محدوداً. ويندرج حوض زيز-غريس ضمن منظومة أحواض الجنوب الشرقي للمغرب، الممتدة من السفوح الجنوبية الشرقية للأطلس الكبير إلى الصحراء الشرقية. وهذه الأحواض تتميز عموما بتباين تضاريسها وانحداراتها المتوسطة والضعيفة، علاوة على قحولة مناخها وتواضع مواردها المائية، وكذا بسلوكها الهيدرولوجي الذي يتسم بالعنف أحيانا (حالات الفيض). وداخل حوض زيز-غريس يمتد سهل تافيلالت الذي تتقارب فيه وديان زيز وغريس لتشكل معا واد الداورة الذي يخترق الصحراء الشرقية بعد مروره عبر حمادة كم كم.

يعتبر هذا القسم توطئة عامة لمجال حوض زيز-غريس، ويهدف إلى التعرف على خصائصه الطبيعية والبشرية، حيث تُعد دراسة الخصائص الطبيعية، من طبوغرافيا وجيولوجيا ومناخ، مدخلاً أساسياً لأي دراسة جغرافية. وتحظى دراسة الخصائص البشرية بأهمية كبيرة أيضاً، حيث تتنوع ساكنتها وبيئتها وتوزيعها، بالإضافة إلى أشكال استغلالها للمجال وممارسات استخدام الموارد المحلية.

يتكون هذا القسم من ثلاثة فصول، حيث يُخصص **الفصل الأول** لدراسة الخصائص الطبيعية والبشرية لحوض زيز-غريس. أما **الفصل الثاني**، فيتناول الدراسة النقدية للمعطيات المناخية المستخدمة في البحث، والتي تشمل التساقطات المطرية، ودرجة الحرارة، والرطوبة النسبية، والتبخر. أما **الفصل الثالث**، فيركز على تحليل العناصر المناخية وتوزيعها الزمني والمكاني، واستنتاج علاقتها بوفرة أو ندرة الموارد المائية في حوض زيز-غريس.

الفصل الأول: خصائص طبيعية وبشرية ساهمت في التأثير سلبا على الموارد المائية بحوض زيز-غريس

مقدمة الفصل الأول

يتأثر توزيع السكان واستقرارهم بشكل كبير بتوفر الموارد الطبيعية في المنطقة. فعلى سبيل المثال، لا يمكن تصور قيام مجتمع مستقر دون توفر مصدر للمياه للشرب والسقي. وبالتالي، يُعتبر التوزيع الجغرافي للسكان والاستقرار في المنطقة يعتمدان بشكل كبير على توافر الموارد المائية، سواء من حيث الكمية أو الجودة.

في هذا **الفصل**، يهدف التركيز على عرض الخصائص الطبيعية والبشرية لحوض زيز-غريس، مع توضيح كيفية تأثيرهما على توزيع الموارد المائية في المنطقة. فالعوامل الطبيعية مثل التضاريس والتغيرات المناخية يمكن أن تؤثر على كمية وجودة المياه المتاحة. بالإضافة إلى ذلك، يُسلط الضوء على العوامل البشرية مثل استخدام المياه للسقي الزراعي والاستخدامات المنزلية والصناعية، وكيفية تأثيرها على توفر المياه في المنطقة.

بهذا، يتم تحليل علاقة بين الخصائص الطبيعية والبشرية لحوض زيز-غريس، وكيفية تأثيرهما على توافر وندرة الموارد المائية في المنطقة.

I. تأثير الخصائص الطبيعية على كمية وجودة الموارد المائية في حوض زيز-غريس

تتأثر الجريان المائي السطحي والمياه الجوفية بمجموعة من العوامل الطبيعية المختلفة، والتي تشمل العناصر المورفومترية والمورفولوجية والجيولوجية والعوامل المناخية والبيو جغرافية. وفيما يلي نظرة على أهمية وتأثير كل من هذه العوامل:

- **العناصر المورفومترية:** تتضمن الارتفاعات والميل والانحدارات والأشكال الطبيعية للأرض. تؤثر هذه العناصر على توزيع التساقط المطري وتوجيه الجريان المائي.
- **العناصر المورفولوجية:** تشمل الأودية، والجبال، والهضاب، والسهول. تلعب هذه العناصر دوراً في توجيه الجريان المائي وتجميع المياه في مناطق معينة.
- **العوامل الجيولوجية:** تتضمن طبيعة وخصائص الصخور والتربة والتشكيلات الجيولوجية الموجودة في المنطقة. تؤثر هذه العوامل على قدرة الصخور على احتجاز وتخزين المياه في الطبقات الجوفية وتوجيه الجريان.
- **العوامل المناخية**: يشمل ذلك كميات ونمطية التساقط المطري ودرجات الحرارة والرطوبة الجوية وسرعة الرياح. تؤثر هذه العوامل على حجم وتوزيع الأمطار وبالتالي على موارد المياه.
- **العوامل البيوجغرافية**: تشمل الغطاء النباتي، والنباتات، والحيوانات، والتربة. تؤثر هذه العوامل على كمية التبخر والتسرب وبالتالي على توافر المياه وجودتها.

تعمل هذه العوامل معاً لتحديد كمية وجودة المياه المتاحة في المنطقة وتوجيه الجريان المائي السطحي والمياه الجوفية.

1- الخصائص المورفومترية لحوض زيز-غريس

تختلف الخصائص المورفومترية (الهندسية) من حوض مائي لآخر، مما يعني أن لكل حوض مميزات خاصة تجعله يختلف عن الآخر رغم وحدة الانتماء الإقليمية، ومن بين الخصائص التي سنعمل على تحديدها بالنسبة لحوض زيز-غريس، هو تحديد شكل الحوض، ثم حساب مساحته، بالإضافة إلى تحديد الارتفاعات والانحدارات، وذلك من أجل استنتاج وضعية موارده المائية.

1-1- المساحة والمحيط La surface et le périmètre

لقياس مساحة ومحيط الحوض المائي، لابد من استخدام جهاز البلانميتر (Planimètre) على الخريطة الطبوغرافية، أوعن طريق الصور الجوية وصور الأقمار الاصطناعية (الحلو،2013). وتعتبر مساحة الحوض المائي ذات أهمية كبيرة، لأنها تؤثر بشكل مباشر في كثافة وحجم الجريان المائي.

وفيما يتعلق بمساحة الحوض المائي لزيز-غريس، فهي تصل إلى 27.096,6 كلم^2، أما محيط الحوض فيصل إلى 997,4 كلم، ويتضح من هنا أن المجال شاسع إلى حد ما، وهذا ما سنكتشفه من خلال الفوارق المجالية داخل الحوض على مستوى العديد من الخصوصيات الطبيعية والبشرية.

1-2المستطيل المعادل Rectangle Equivalent

بعد حساب مساحة ومحيط الحوض، لابد من حساب الطول والعرض، باعتبارهما أحد المتغيرات المورفومترية المهمة التي ترتبط بالعديد من الخصائص الأخرى المميزة للحوض المائي، من أجل الفهم الجيد للهيدرولوجيا بصفة عامة، فطول الحوض، يقصد به طول الخط المستقيم الذي يربط بين أعلى نقطة ضمن منطقة تقسيم المياه بعالية الحوض ونقطة المصب النهري (HORTON,1945)، أما عرض الحوض فيتم حسابه بالصيغة الآتية: $l = \frac{A}{L}$

إذن، طول الحوض هو 224,1 كلم، أما عرضه هو 120,9 كلم.

1-3 مؤشر التماسك أو التراص L'indice de compacité

يصطلح عليه أيضا ب "معدل الاستدارة" وهو يعكس مدى تقارب الحوض من الشكل الدائري وانتظام خط تقسيم المياه، فعندما يقارب معدل التماسك من "1" يكون تماسك الحوض قريبا من الشكل الدائري، وكلما زاد هذا المعدل عن "1" يتجه الحوض نحو الاستطالة؛ وهكذا تكون روافده قصيرة وتمتد على مسافات مستطيلة، ويتم حساب هذا المؤشر بالاعتماد على علاقة (GRAVELIUS)، وتكتب خاصية مؤشر التماسك بالصيغة الرياضية الآتية:

$$K_G = \frac{P}{2\sqrt{\pi A}} = 0{,}28\frac{P}{\sqrt{A}}$$

حيث إن K_G: تعني مؤشر التماسك، و P :محيط الحوض بالكلم، و A :مساحة الحوض بالكلم^2، و0,28 معامل ثابت.

$$K_G = 0{,}28\frac{997{,}4}{\sqrt{27096{,}6}} = 1{,}7$$

وهكذا فمعدل التماسك لحوض زيز-غريس هو 1,7، مما يعني ابتعاد شكل الحوض عن الشكل الدائري وعدم تجانسه.

4-1 -معامل الشكل

مؤشر يعطي فكرة عن مدى تناسق الشكل العام لأجزاء الحوض، وتنحصر قيمة معامل الشكل بين (0 – 1)، فانخفاض القيمة تدل على اقتراب شكل الحوض من المثلث، وارتفاعها يدل على الابتعاد عن شكل المثلث، ويتم حساب معامل الشكل بالصيغة الرياضية الآتية (HORTON,1945):

$$F = \frac{A}{L^2}$$

F : معامل الشكل، و A : مساحة الحوض بالكلم^2 / L^2 : طول الحوض

$$F = \frac{27096{,}6}{224{,}1^2} = 0{,}53$$

نستنتج من خلال هذا المؤشر المحصل عليه 0,53، ابتعاد شكل الحوض عن أطرافه وأن طوله أكبر من عرضه، مما ينعكس على التصريف المائي.

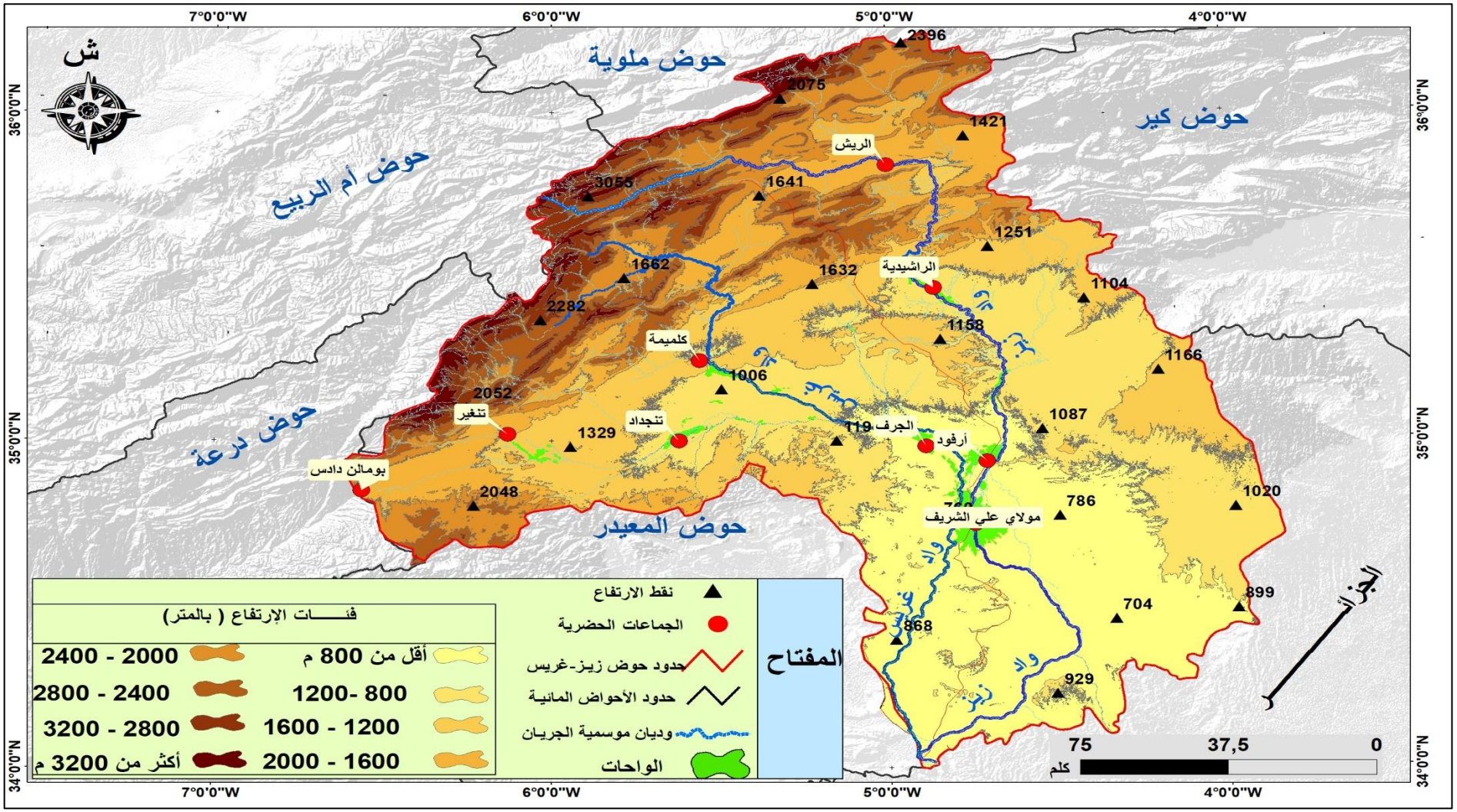
2- المؤشرات التضاريسية لحوض زيز-غريس

تعد دراسة الخصائص والمؤشرات التضاريسية ذات أهمية كبيرة في دراسة الأحواض المائية من الناحية الجيومرفولوجية والمورفومترية، لأن من خلال نتائجها يمكن فهم طبوغرافية الحوض وخصائصه البنيوية، ثم تحديد المرحلة الجيومرفولوجية التي يمر بها الحوض، وكذا فهم تطور وسلوك الشبكة المائية.

2-1-توزيع فئات الارتفاعات بالحوض المائي زيز-غريس

يتميز الحوض المائي زيز-غريس بارتفاعات مطلقة تصل 3576 متر كأقصى ارتفاع، كما يلاحظ أن المناطق الأكثر ارتفاعا تتواجد في الجهة الشمالية والشمالية الغربية للحوض كما هو مبين في الخريطة رقم (5)، في حين تسود الأقل ارتفاعا في الجهة الجنوبية وعلى جوانب وديان زيز وغريس، ما يبين أن الحوض المائي لوادي زيز وغريس يتميز بوعورة التضاريس في عاليته وشبه انبساطها في سافلته.

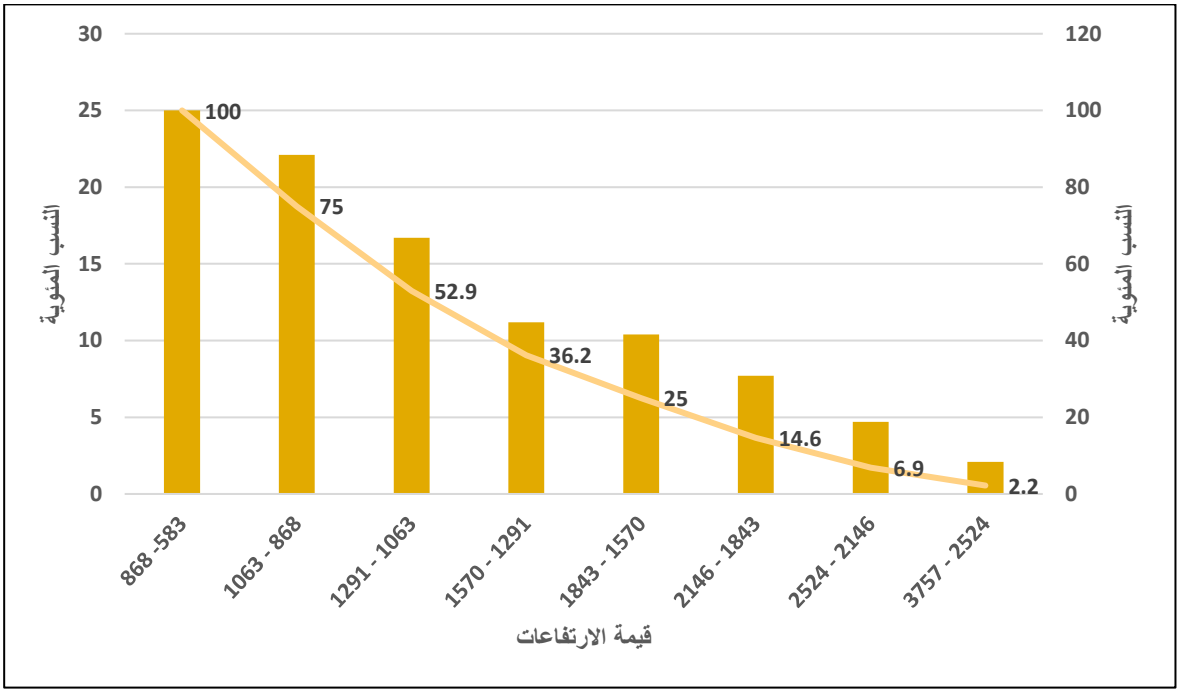
خريطة رقم 5 : فئات الارتفاعات بالحوض المائي زيز-غريس



المصدر: نموذج الإرتفاع الأرضي (SRTM 30 Métre) بتصرف

يتضح من خلال الشكل رقم (1) التوزيع غير المتساوي للفئات الارتفاعية في الحوض يعكس تنوع التضاريس والطبوغرافيا في المنطقة. فالفئة ذات الارتفاعات بين 583 و868 متر تشكل الجزء الأكبر من المساحة، وهي المهيمنة على استقبال الموارد المائية من الروافد والوديان الرئيسة القادمة من مناطق أعلى الحوض. أما الفئات الأخرى فتلعب دورًا مهمًا في تغذية المجاري المائية وتصريف المياه المتجمعة، مما يعكس التدرج في قيم الارتفاعات وتوزيع الموارد المائية في حوض زيز-غريس.

شكل رقم 1 :توزيع فئات الارتفاع حسب نسبة مساحتها بالحوض المائي زيز-غريس



المصدر: نموذج الإرتفاع الأرضي SRTM 30 Métre

2-2- قيمة الوعورة

تعد من القياسات المورفومترية التي تقيس العلاقة بين تضرس الحوض وكثافة التصريف، وتزداد قيمة الوعورة كلما زادت نسبة تضرس الحوض، إلى جانب زيادة أطوال الروافد المائية على حساب المساحة، والعكس صحيح، ولقد أوضح (STRAHLER,1964)، أنه كلما زادت كثافة التصريف والتضرس في الحوض كلما زادت قيمة الوعورة، ويتم حساب هذا المؤشر من خلال الصيغة الرياضية الآتية:

$$Rn = (Dd*H)/p$$

يعني أن:

Rn/ قيمة الوعورة؛

Dd / كثافة الجريان؛

h / منسوب أعلى ارتفاع في الحوض – منسوب أدنى نقطة في الحوض؛

p محيط الحوض.

وبتطبيق هذه العلاقة الرياضية على حوض زيز-غريس فقد بلغت 3,15 وهي قيمة مرتفعة، تدل على شدة تضرس الحوض في عاليته.

2-4-الانحدارات بحوض زيز-غريس

تشكل الانحدارات عنصرا هاما يجب دراسته ومعرفته، نظرا لأهميتها الكبيرة في الدراسات الجغرافية بصفة عامة، والجيومرفولوجية بصفة خاصة. كما تعتبر إحدى أهم مظاهر السطح التي يستدعي تحليلها استخدام أساليب قياسية وتحليلية، لأنها ذات علاقة وطيدة بالسلوك الهيدرولوجي لكل حوض.

وقد صنف (YOUNG ,1972) الانحدارات إلى خمس فئات هي كالآتي:

-انحدار شبه مستوي إلى خفيف جدا : ويتراوح فيه الانحدار ما بين (0 – 2°)

-انحدار خفيف : ويتراوح فيه الانحدار ما بين (2° -5°)

-انحدار متوسط : ويتراوح فيه الانحدار ما بين (5° – 10°)

-انحدار فوق المتوسط : ويتراوح فيه الانحدار ما بين (10° – 18°)

-انحدار شديد : ويتراوح فيه الانحدار ما بين (18° -30°)

-انحدار شديد جدا : ويتراوح فيه الانحدار ما بين (30° – 45°)

-منحدرات جرفية : وهي التي يزيد فيها الانحدار عن (45°)

وعملنا على تحديد متوسط الانحدار (La pente Moyenne)، وهو مؤشر يساعد على فهم خاصية كل حوض مائي على حدة، وبالاعتماد على هذا العامل يمكننا تكوين فكرة حول طبوغرافية الحوض، وللحصول على هذا المؤشر يجب أولا تحديد "الارتفاع الأقصى (HT Max) والارتفاع الأدنى (HT Min)" للحوض، وذلك بعد تحديد منحنى الفئات الطولية (Courbe Hypsométrique) وللحصول على النتيجة المتوخاة يجب تطبيق الصيغة الآتية:

$$\mathbf{Pm = Pt /L= H\ max – H\ min/L}$$

بحيث أن: **Pm** متوسط الانحدار ب كلم؛

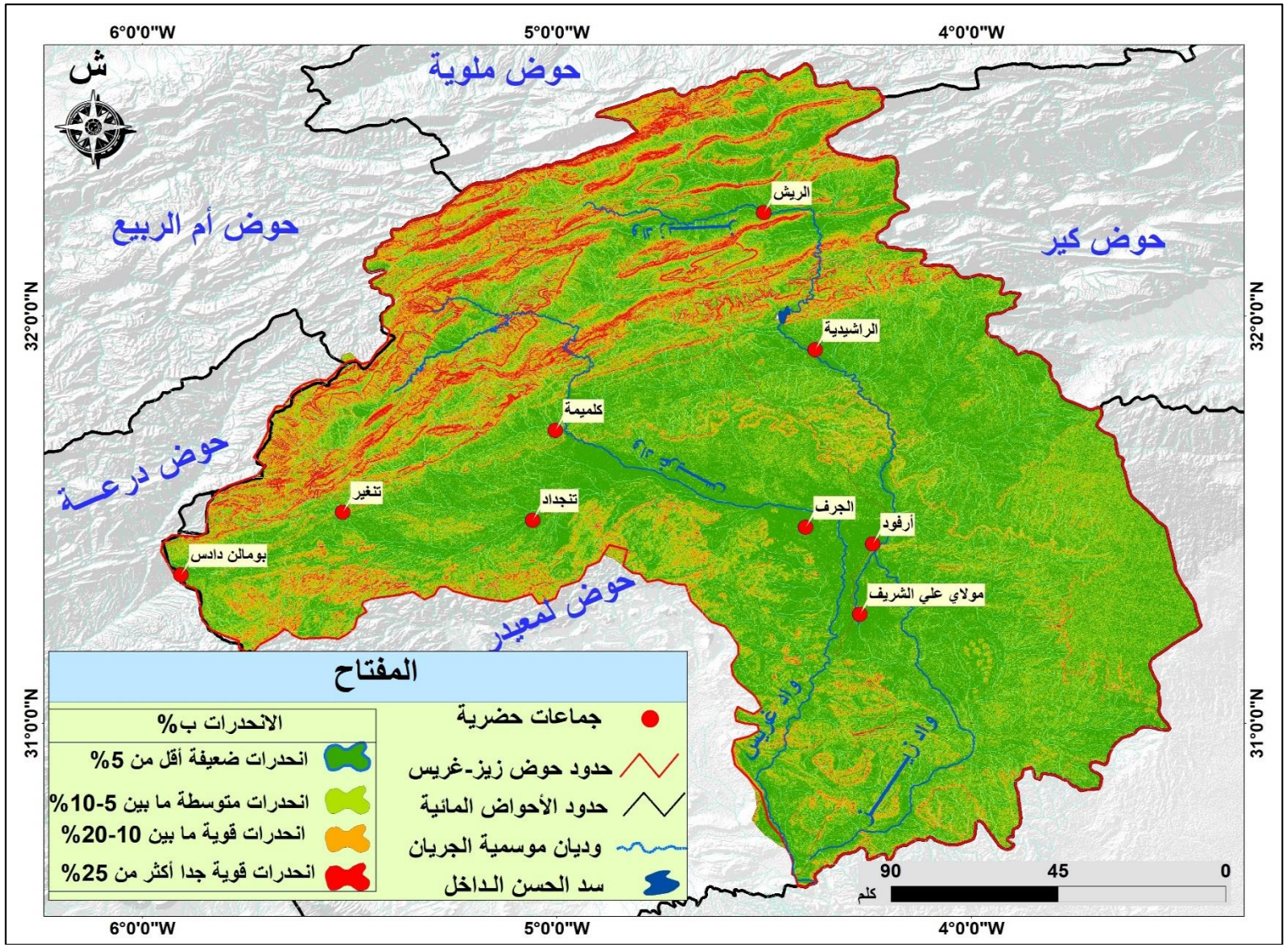
Pt الفارق بين أعلى وأخفض نقطة داخل الحوض بالمتر؛

Lطول المستطيل المعادل بالمتر.

إذن فمتوسط الانحدار هو كالاتي: **Pm= 3174/224,1=14,1**

يصل متوسط الانحدار بحوض زيز-غريس 14,1 متر/كلم، وهو رقم يوضح أن الانحدار بالحوض متوسط إلى ضعيف، الشيء الذي يؤكد أن سرعة الجريان المائي على العموم متوسطة، وتعمل على تغذية المجرى الرئيسي لوديان زيز وغريس، وتوضح الخريطة رقم (6) توزيع قيم الانحدارات

خريطة رقم 6 : توزيع الإنحدرات بحوض زيز-غريس



المصدر: نموذج الإرتفاع الأرضي (SRTM 30 Métre) بتصرف

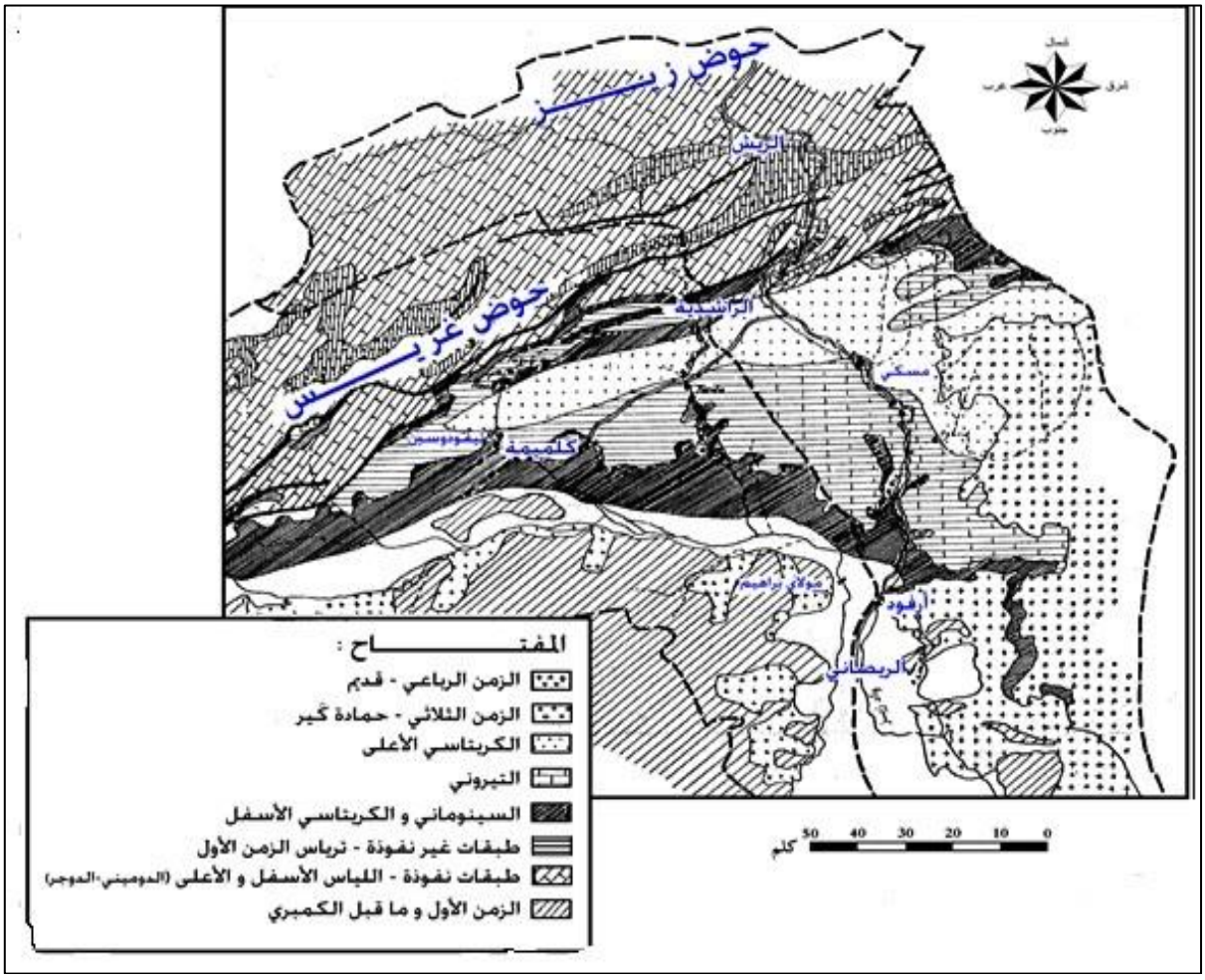
3- الخصائص الجيولوجية والجيومورفلوجية لحوض زيز-غريس

تتجلى أهمية التكوين الجيولوجي والمورفولوجي في التأثير إيجابا أو سلبا على الجريان المائي والطبقات المائية الجوفية في حوض معين، ويتمثل ذلك في مقدار انحدار سطوحه ونفاذيته وتوفره على صخور حبيسة تمكن من جمع المياه في الطبقات السفلي مكونة بذلك خزانات للمياه النافذة، كما تعتبر مسؤولة عن كثافة الشبكة الهيدروغرافية(ELMANSOUR ,1988) ، وتزود في نفس الوقت الوديان بالمواد الرسوبية العالقة.

3-1- جيولوجية معقدة لا تساعد على تخزين المياه

دراسة المعطيات الصخرية والبنائية لحوض زيز-غريس تعتبر جزءًا مهمًا من فهم المنظومة الجيولوجية في المنطقة. يتضح من الخريطة الجيولوجية للمغرب أن منطقة الدراسة تنتمي جيولوجيًا إلى الهوامش الجنوبية للأطلس الكبير الشرقي. وباستخدام الخريطة الجيولوجية بمقياس 1/1.000.000، تم تقسيم مجال الدراسة الموضح في الخريطة رقم (7) إلى أزمنة جيولوجية لتسهيل تحليل المعطيات الصخرية والبنائية وفهم السمات الجيولوجية للمنطقة بشكل أفضل.

خريطة رقم 7 : جيولوجية معقدة بحوض زيز-غريس



المصدر: خريطة الجيولوجية للمغرب بمقياس 1/1000000، والمنصور بريك(2012) ،بتصرف

3-1-1-الزمن الجيولوجي الأول

تُعتبر التكوينات الجيولوجية للزمن الأول مميزة بوجودها في هوامش الأطلس الكبير الشرقي، وتمتد أيضًا في الجنوب الغربي للحوض المائي زيز-غريس، بكتلة صاغرو وأوكنات. تشكل الأوكنات ذروة تعود إلى فترة ما قبل الكامبري، وتتنوع خصائص سفوحها بين السفوح الشمالية المائلة والتي تحمل انكسارات واحدة أو متعددة، والسفوح الجنوبية ذات البنية التوائية المعقدة للغاية.(RUHARD,1977) .

من حيث التكوينات والاستغرافية في المنطقة، فإن سلسلة الزمن الأول تتنوع في السمك والطبقات الصخرية. فالطبقات الكاربونية في حقبة الكاربوني تعتبر الأكبر سمكًا تقريبا 2000 متر، وتتألف أساسًا من سحنات كلسية وشيستية. أما حقبة الكامبري، بما في ذلك الأكادي والجيورجي، فتكون أصغر من حيث السمك، حيث لا تتجاوز سمكها 150 مترًا، وتتألف أساسًا من سحنات الكوارتز والكلس الدولوميتي. (RUHARD,1977).

3-1-2- الزمن الجيولوجي الثاني

تتواجد تكوينات الزمن الثاني في الحوض الكريطاسي لمحور الرشيدية بوذنيب ثم بحمادة مسكي. تعود هذه التكوينات إلى حقب السينوني والسينوماني والتوروني والسينوماني الأسفل، وتتكون أساساً من الشيست والشيست الحثي والطفل، وتغطي بالمارن الكلسي. تعرضت هذه التكوينات الصخرية لتعرية قوية خاصة في الفترات المطيرة من الزمنين الثاني والثالث، حيث تمت إزالتها في العديد من المناطق، مما سمح بتماس توضعات الرباعي مباشرة مع تكوينات الزمن الأول. السعيدي،2004).

وينقسم الزمن الثاني إلى ثلاث حقب جيولوجية تختلف من حيث تكويناتها الصخرية، ويتعلق الأمر:

- **حقبة الترياس:** - تتكون من ثلاث تكوينات، حيث تحتوي على سلسلة طينية مكونة من الرصيص (Conglomérat)، وتعلوها طبقات من الكوارتز والفلدسبات، ثم تأتي سلسلة من البازالت مختلطة مع طبقات من الكلس السيليسي، وأخيراً سلسلة من البازالت مغطاة بالطين الأحمر.
- **حقبة الجوراسي:** تتألف من طبقات من الحجر الرملي الكلسي الأحمر والأخضر والصلصال.
- **حقبة الكريطاسي:** تتكون من ثلاث طبقات من الأسفل إلى الأعلى على النحو التالي:
  1. الصلصال الأبيض والطين الأحمر في تكوينات السينوماني.
  2. تكوينات الكلس الفتاتية التي تغطي بدون انقطاع طبقة الصلصال والطين.
  3. التكوينات الفتاتية الدقيقة للكلس التي تعلو التريوني.

3-1-3- الزمن الجيولوجي الثالث

تتميز التكوينات الصخرية للزمن الجيولوجي الثالث في حوض زيز-غريس بوجودها في منطقة تودغى شمال مدينة تنغير. تتكون هذه التكوينات أساسًا من الكلس والحجر الرملي الكلسي الأقل تماسكًا، بالإضافة إلى الحجر الرملي الأبيض الهش والأقل تماسكًا. (BAKKI,2017).

3-1-4- الزمن الجيولوجي الرابع

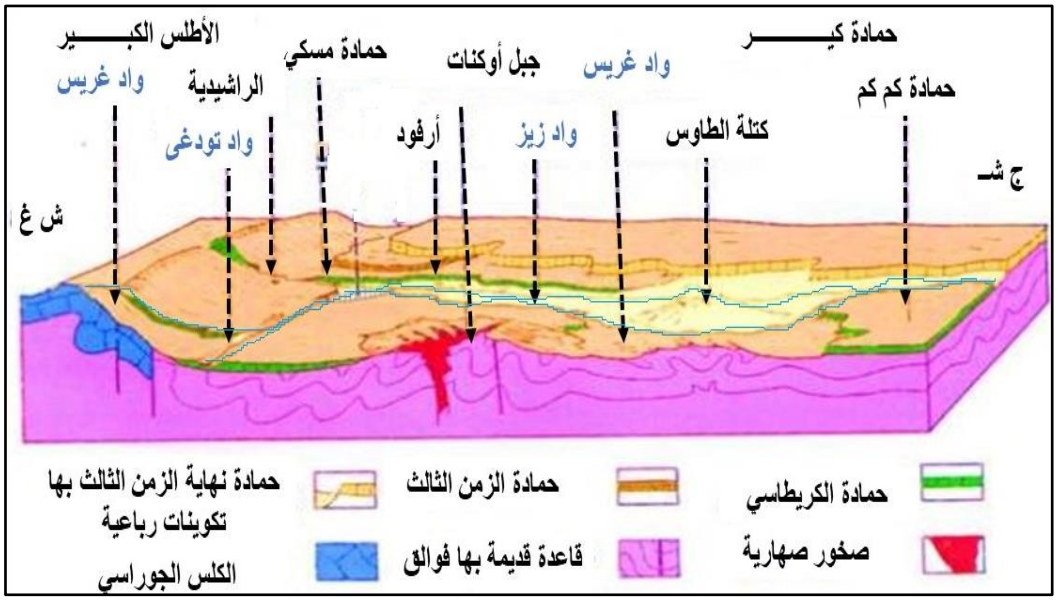
الزمن الرابع هو فترة في العمر الجيولوجي للقشرة الأرضية تبدأ منذ حوالي مليوني سنة. تعتبر هذه الفترة ذات أهمية كبيرة في تاريخ الأرض لأنها شهدت تغيرات سريعة في المناخ وظهور الإنسان. وقد جذبت الاهتمام الكبير من الباحثين الذين درسوا هذه الفترة لفهم خصائصها والتطورات التي حدثت خلالها، بالإضافة إلى تأثيرها على البيئة الطبيعية وعلى الإنسان كجزء من هذه البيئة.

منطقة تافيلالت في المغرب كانت محطة للدراسة والتحليل من قبل العديد من الباحثين في الزمن الرابع، مما أسهم في فهم تاريخ وتطور هذه المنطقة. (MARGAT,1962) و (BOUDAD,2012). حيث خلصت دراستهم إلى أن منخفض تافيلالت تعرض لسيرورات متعددة من التعرية على مر الحقب الجيولوجية، وعرف ترسب عدة توضعات تظهر على شكل طبقات من الملوي إلى الحالي، وأن طبيعة الترسيب أثرت على شكل التوضعات، وهكذا على شكل السطح. فسهل تافيلالت يتكون من طبقات رسوبية حديثة جد مستوية وضعيفة السمك، تشكلت بفعل نشاط الشبكة الهيدروغرافية لحوض زيز-غريس(السعيدي،2004).

تتنوع الصخور المكونة لرباعي تافيلالت، حيث يسيطر الطمي في أغلب الحالات وينتمي في العادة إلى توضعات السلطاني. يتميز الطمي بأنه ممزوج بعدد من الحبيبات الصخرية مثل حبيبات الرمل والطفل، مما يجعل لونه فاتحًا نسبيًا نتيجة لتصفيته بواسطة مياه الشبكة الهيدروغرافية لزيز وغريس. ويعود مصدر هذه التوضعات الطميية بشكل أساسي إلى التأثيرات النهرية، حيث تشير الأبحاث والدراسات الارسابية إلى أن سهل تافيلالت، وبشكل خاص جنوب الريصاني، كان يرتفع سنويًا بمقدار سنتيمتر واحد قبل بناء سد الحسن الداخل (أكريمي،2020).

ساهمت الدينامية التي عرفتها تافيلالت خلال الزمن الرابع في تشكيل المعالم المورفوبنيوية للمنطقة (رسم توضيحي رقم 1) المتميزة بالسمك الكبير والامتداد الواسع لتوضعات وادي زيز وغريس (BEN BRAHIM,2003)، والتي تشكل المجال المستغل في الزراعة.

رسم توضيحي رقم 1: مقطع يوضح بعض الوحدات المورفوبنيوية بحوض زيز-غريس



المصدر بتصرف بويحياوي عبدالعزيز و BEN BRAHIM, 2003

3-2- الوحدات المورفولوجية الكبرى بحوض زيز-غريس، أفرزت تضاريس متنوعة

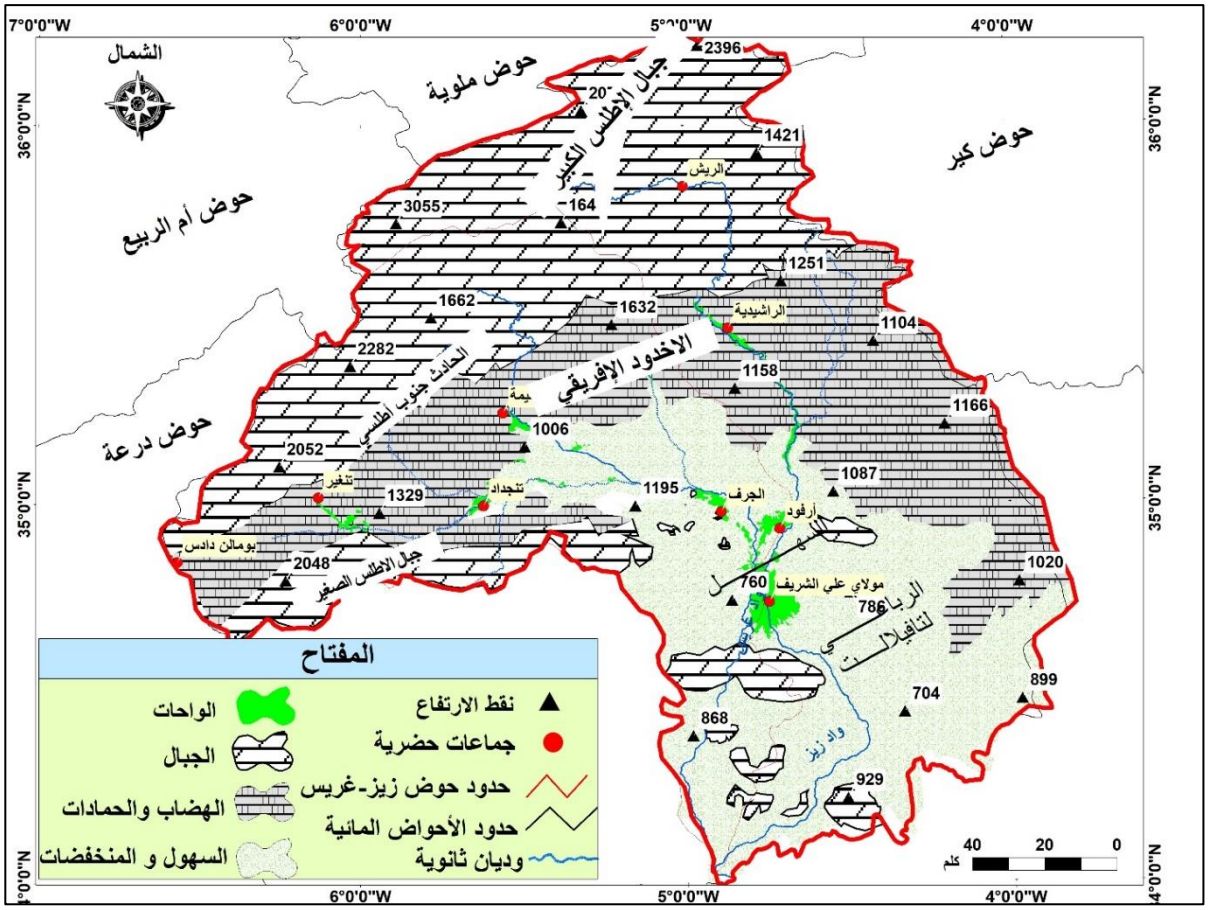
يمتد حوض زيز-غريس من الشمال نحو الجنوب على مجال متباين تضاريسيا وبنيويا وجيولوجيا، ويمتد على مختلف العصور من الناحية المورفولوجية. حيث يأخذ نشأته في جبال الأطلس الكبير الشرقية، مخترقا نطاق الأخدود الإفريقي الهضبي الذي يمتد جنوبه، ثم ينتهي بمجال الأطلس الصغير؛ وهو مجال سهلي، يشكل الحوض الرباعي لتافيلالت (MARGAT,1962) ويكون الحوض بهذا الامتداد مجموعة من المناظر الطبيعية المتنوعة والمختلفة، يوحد بينها مظاهر المناخ القاحل شبه الصحراوي إلى الصحراوي، والخريطة رقم (8) توضح الوحدات الجيومرفولوجية لحوض زيز-غريس.

بشكل عام، يتكون سطح حوض زيز-غريس من أربع وحدات جيومرفولوجية تتوزع بشكل متباين. تشمل هذه الوحدات الجيومرفولوجية:

1. **الأطلس الصغير:** يشكل الجزء الشمالي من حوض زيز-غريس ويتميز بتضاريسه الجبلية والمرتفعات.
2. **الأطلس الكبير:** يمتد شمالا من الأطلس الصغير ويشكل جزءًا كبيرًا من حوض زيز-غريس، ويتميز بتضاريسه الجبلية والهضابية.
3. **الحمادات:** تمتد هذه الوحدة بين الأطلس الكبير والحوض الرباعي لتافيلالت، وتتميز بتضاريس متوسطة الارتفاع.
4. **الحوض الرباعي لتافيلالت (السهول):** يشكل هذا الحوض السهول الواسعة في جنوب حوض زيز-غريس، وتتواجد فيه الواحات المنخفضة والمنبسطة.

تتفاوت هذه الوحدات في الارتفاعات والتضاريس والخصائص الجيولوجية، مما يمنح حوض زيز-غريس تنوعًا ملحوظًا في البيئات والمناظر الطبيعية.

خريطة رقم 8 : الوحدات الجيومرفولوجية بحوض زيز-غريس



المصدر: الخرائط الطبوغرافية (23 خريطة طبوغرافية تغطي الحوض)

3-2-1-هوامش الأطلس الصغير الشرقي

توضح المعلومات المقدمة من طرف وكالة الحوض المائي أن حوض زيز-غريس يتكون من صخور ما قبل الكامبري، وتشمل هذه الصخور مركبًا من الصخور الاندفاعية الكرانيتية مثل الريولت والأنديزيت، بالإضافة إلى السحنات الحثية. ومن الملاحظ أن توزيع السحنات الحثية في المنطقة يكون ضعيفًا.

وتظهر أهمية تكوينات الأطلس الصغير في منطقة الدراسة، حيث تشكل عالية لبعض الروافد اليمنى لكل من واد تودغى وغريس. هذا يعني أن الصخور والتكوينات الجيولوجية في الأطلس الصغير تسهم في تشكيل مسارات الأنهار والوديان في المنطقة، وبالتالي تؤثر على تصريف المياه وتوزيعها في حوض زيز-غريس (ABHGZR,2007)[1].

[1] إن الاختصار "ABHGZR" يشير إلى وكالة الحوض المائي لكير زيز وغريس. وبناءً على ذلك، ستقوم بتضمين هذا الاختصار في باقي فصول البحث بدلاً من تكرار اسم الوكالة كاملاً.

3-2-2-الأطلس الكبير الشرقي

توضح مجموعة من الدراسات أن هذا الجزء من حوض زيز-غريس يُعرف بالحادث الجنوبي الأطلسي، وهو يتكون من سلسلة من الأعراف والمنخفضات ذات أحجام وامتدادات مختلفة. يتكون السفح الجنوبي للأطلس الكبير بشكل رئيسي من الصخور الكاربوناتية مثل الكلس والدلومي التي تعود إلى الجوراسي الأسفل والأوسط. تشكل هذه السحنات مجموعة من العوارض وخطوط الانكسار، في حين تتكون المنخفضات بشكل رئيسي من الحث والطين والطفل (ABHGZR,2018).

تتراوح نسبة الانحدار في هذه المنطقة بين 30 و40 في المئة، مما يؤثر على سرعة تصريف المياه الدائم وانسياب المياه في حالات الفيضانات بغض النظر عن كمية الأمطار المتساقطة.

ويحد هذا الجزء من الحوض من الجنوب بالحادث الجنوب أطلسي، الذي يفصله عن الوحدة الثانية المعروفة بـ "الأخدود الإفريقي" أو "الحمادات".

3-2-3-الحمادات والهضاب الصحراوية

تظهر الحمادات ضمن الطبقات الكلسية الكريطاسية نتيجة لديناميات مرتبطة بطبيعة الجريان في المنطقة. تتوزع الحمادات في مجال الدراسة بين المرتفعات الجبلية للأطلس الكبير والصغير والمنخفضات الرباعية لتافيلالت. تشمل هذه الحمادات حمادة مسكي، والتي تعرف أيضًا بحمادة كريطاسي الأسفل. تمتد حمادة مسكي من منطقة تنغير غربًا حتى تختفي تحت تكوينات سهل تافيلالت، ثم تظهر من جديد شرق واد زيز، وتختفي تحت تكوينات حمادة كير وحمادة بوذنيب. تتراوح ارتفاعات الحمادة ما بين 1273 متر في منطقة أسامر تلوين و937 متر في عالية واد أوفوس، ويكون الانحدار العام للحمادات من الغرب نحو الشرق (أكريمي،2020).

أما الهضاب الصحراوية، فهي تشكل حادورات ترجع إلى الزمن الثاني والثالث، وقد عملت التعرية على إفراغها وتراجعها، مما أدى إلى تكوين التضاريس الهضبية المعروفة باسم الحمادات، مثل هضبة أجمار وهضبة تحجمت وأسمار تلوين في الغرب، بالإضافة إلى سهل مدغرة الذي يتداخل مع حمادة مسكي في الشرق. يحد هذا المجال من الشرق بحمادة كير وينتهي في اتجاه الجنوب بحافة كويسطا، التي تطل على منطقة سهل تافيلالت .(CHAMAYOU et RUHARD, 1977).

4-2-3 الوحدة السهلية والمنخفضات الرباعية

ترتبط وجود التضاريس السهلية بالتوضعات الرباعية، حيث تظهر في قعر منخفض تافيلالت تكوينات من الزمن الأول خصوصا في الجزء الجنوبي، وتكوينات الطبقات الحمراء الجوراسية الكريطاسية خاصة في الجزء الشمالي، وأيضًا في المناطق التي تفتقد إلى التوضعات السفحية والتكوينات الرملية. تُعتبر هذه المنخفضات المحاور التي تنشط بها عملية تحريك المواد نظرًا لطبيعة مياه الفيض. ينتشر في سهل تافيلالت مجموعة من الواحات المنتشرة على طول الوديان، حيث توجد في الضفة اليمنى

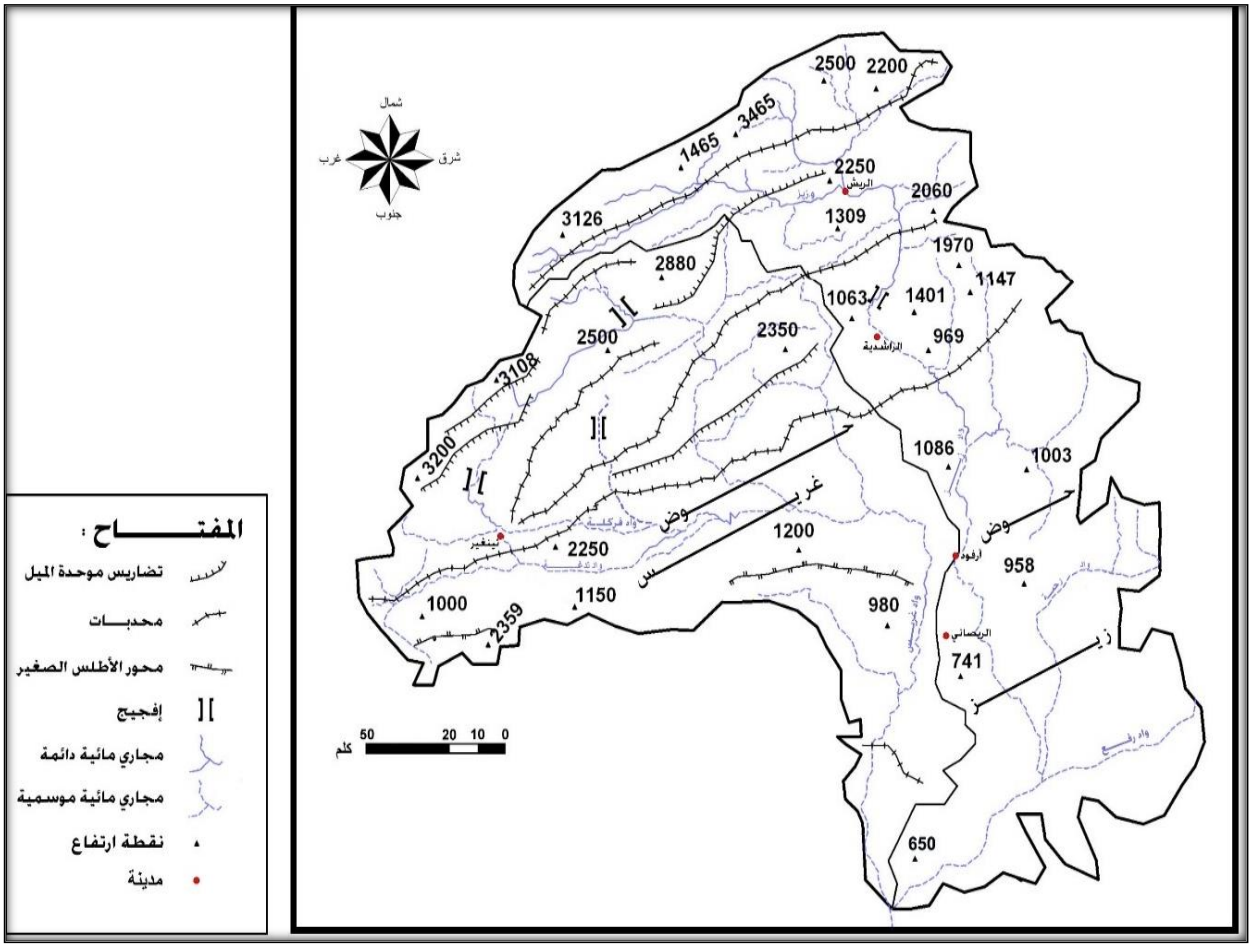
لوادي غريس كل من واحات الجرف مثل فزنا والعشورية والجرف وحنابوا، بينما تتواجد واحات أرفود مثل تيزيمي وولاد بوزيان والسيفا، وواحات الريصاني مثل قصر الجير وتنغراس والغرفة. ويخترق واد زيز هذه الواحات، حيث كان له الدور الأساسي في وضع حمولته الغرينية على ضفافه، مما ساهم في ظهور الواحات المذكورة (MARGAT,1962).

بسبب تسطح المنطقة وضعف انحدارها، يظل الجريان العام بطيئًا، مما يسمح للمياه بالانتشار على مساحات واسعة، وهذا يجعلها عرضة للتبخر بكثرة، خاصة خلال فترة الفيضانات. في الوقت نفسه، يساعد هذا الانتشار في تسريع عملية نفاذ المياه إلى الباطن، وذلك حسب نوعية وطبيعة الصخور الموجودة في المنطقة.

4-علاقة الشبكة الهيدروغرافية بالبنية الجيولوجية

تتميز الشبكة الهيدروغرافية للحوض الأعلى لزيز-غريس بعدم تطابقها الكبير للبنية (JOLY,1962).

خريطة رقم 9 : بنية الشبكة الهيدروغرافية في حوض زيز-غريس



المصدر بتصرف عن المنصور بريك (2012)

لكن هناك بعض المجاري التي تطابق البنية (الخريطة رقم 9) على أن تطور المجاري في هذا الاتجاه المعاكس لهذه السلاسل، والتي لا تستطيع اختراقها خلال التطور الجيولوجي إلا مجاري قوية

تكون في غالب الأحيان من خوانق غير منتظمة ذات طول متغير، بينما تتكون في المقعرات في الغالب ما بين هذه السلاسل مجاري مائية ثانوية ضعيفة الانحدار، تتجه نحو المجاري الرئيسية بصورة متعامدة تقريبا(ELMANSOUR,1988) .

5-مناخ سمته الجفاف والقارية انعكس سلبا على حجم الموارد المائية

تجدر الإشارة في بادئ الأمر أننا سنقدم بشكل مختصر فكرة عن المناخ السائد بمنطقة الدراسة في هذا الفصل، لنعود إليه في الفصل الثالث من أجل القيام بالدراسة التفصيلية والتحليلية للعناصر المناخية، من تساقطات مطرية ودرجة الحرارة بالإضافة إلى التبخر والرطوبة النسبية.

عموما إن انتماء أجزاء كبرى من حوض زيز-غريس إلى المجال الصحراوي، جعل مناخه قاري صحراوي وجاف إلى شبه جاف في عاليته، فتضاريس الأطلس الكبير الشرقي والأطلس الصغير المشرفة عليه، تعتبر بمثابة حواجز طبيعية تحول دون وصول التأثيرات المحيطية الغربية الرطبة، كما يتميز بتأثيره القاري **وبتساقطات سنوية** ضعيفة تتراوح ما بين 200 ملم بشمال الحوض وأقل من 50 ملم في جنوبه بمنطقة الطاوس (ABHGZR,2018).

أما **درجة الحرارة** فتختلف من الشمال نحو الجنوب، كما أنها تشتد خلال فصل الصيف، بحيث يمكن أن تتجاوز في بعض أيام شهر يوليوز عتبة 45 درجة مئوية خاصة بمنطقة الطاوس، أما خلال فصل الشتاء فإنها تنزل إلى ما دون الصفر.

كما تعرف المنطقة **نسبة تبخر** تبلغ في متوسطها السنوي 2500 ملم، إلا أن وجود أشجار النخيل وباقي الأشجار المثمرة الأخرى تمكن من إحداث ظروف مناخية خاصة بالواحات، مما يقلل من قساوة المناخ.

6-تربة فقيرة ومتدهورة

المياه والمناخ يعتبران عاملين أساسيين في تشكيل التربة، حيث تلعب الفيضانات دورًا مهمًا في تكوين التربة الزراعية في الواحات على طول الوديان. تجلب الفيضانات معها موادًا دقيقة تترسب على ضفاف الوديان، وتضيف عناصر مغذية مثل الطمي والمعادن، كما تساهم في غسل التربة من الأملاح وتجديدها. ومع ذلك، هناك جوانب سلبية لهذه المياه، حيث يمكن أن تؤدي إلى جرف التربة وتكوين قشرة صلبة عند جفافها، مما يؤدي في بعض الأحيان إلى تدمير التربة وتقليل قدرتها الإنتاجية (ORMVA-T,1980)، زيادة حدة هذه الظاهرة يرتبط بعوامل متعددة من بينها ضعف الغطاء النباتي، الذي يلعب دورًا في حماية التربة وتشجيع عمليات التعرية والانجراف.

علاوة على ذلك، قد تسهم التربة الطميية الرملية والصلصالية، والتربة الحجرية في الأراضي البورية في زيادة هذه الظاهرة، حيث يتوقف استثمار هذه الأتربة على عدة عوامل مثل الملوحة والتعرية والانجراف.

للتغلب على تأثيرات هذه الظواهر السلبية، يمكن اتباع بعض الإجراءات مثل زراعة النباتات لتعزيز تكوين الطبقة العلوية من التربة، وتقليل عمليات التعرية والانجراف. كما يمكن اتخاذ إجراءات لتحسين جودة التربة مثل التسميد والري المناسب، وتطبيق تقنيات حفظ الماء للحد من التبخر وتحسين مستوى الرطوبة في التربة. (ELMANSOUR,1988).

وتعتبر منطقة تافيلالت عامة منخفضا ناتج عن عمليات التعرية خلال الزمن الرابع، وتسود في المنطقة تربة ضعيفة ومالحة أحيانا، وتربة طميية إلى غرينية أحيانا أخرى، أما بواحات سهل تافيلالت فنجد تربة فيضية، ترسبت بفعل المجاري المائية لحوض زيز-غريس، حيث يغذيها واد زيز بالطمي الرمادي الممزوج بقليل من الصلصال، في حين يساهم واد غريس بتغذيتها بالطمي الأحمر الذي تغلب عليه مادة الصلصال والرمل(امحرزي،2019)، وهذا ناتج عن اختلاف الطبيعة الصخارية التي يخترقها كل من واد زيز وغريس، واختلاف الشعاب التي تغذي المنطقة.

عموما تزداد خصوبة التربة كلما اقتربنا من ضفاف الوديان، نظرا لتجددها المستمر بفعل الترسبات المرتبطة بامتطاحات الوديان. ويتراوح سمك الاتربة بجانب الوديان (زيز وغريس) ما بين 1 و9 أمتار(DIONE,2012) ، ويمكن الإشارة إلى أن الأتربة ترتفع فيها نسبة الأملاح (الصورة رقم 1) وتفتقر إلى البوتاسيوم والكالسيوم، مما جعل من الفلاحين محليا يلجؤون إلى الأسمدة العضوية التي تسمى محليا "الغبار"[1]، وفيما مضى أي قبل تشييد سد الحسن الداخل سنة 1971 كانت أراضي تافيلالت تسقى بمياه امتطاحات وادي زيز وغريس، وهذه المياه تحمل معها مواد مخصبة (طمي، غرين، ورمل...) تعرف محليا "بالرجيع"[2].

صورة رقم1: تملح التربة بواحة الجرف بسهل تافيلالت

المصدر: تصوير شخصي 15 أبريل 2021

[1] ، **الغبار:** هو سماد طبيعي ينتج بفضل تخمر فضلات الإنسان والحيوانات.

[2] **الرجيع:** هو الماء الذي يأتي به واد زيز وغريس بعد تهاطل الأمطار، والذي تختلط به الرمال بالتربة.

في الوقت الحالي، بسبب توالي سنوات الجفاف نتيجة التغيرات المناخية، بدأت طبقات من الملح تطفو على سطح الأرض. هذا الوضع يضطر معه الفلاحين إلى قلب للتربة في بداية شهر أكتوبر، في انتظار قطرات الأمطار المتوقعة أو تصريف مياه سد الحسن الداخل، لغسل الجزء العلوي من التربة من الملح والتخلص منه. وعموماً، تظل التربة في تافيلالت ذات كفاءة متوسطة وتمتاز بحساسيتها الكبيرة تجاه تدفق المياه الجارفة، نتيجة هشاشة هيكلها وانهيار بنيتها.(AHOSSI,2007) .

7-غطـاء نباتي سمته القلة والضعف مع سيادة الجفافيات

تتميز واحات تافيلالت حوض زيز-غريس، بحكم مناخها الصحراوي، بضعف الغطاء النباتي الذي ينتشر في الجبال المتحجرة والحمادات، ويتشكل في معظمه من خليط من الحشائش والأعشاب، تتخلله بعض الأشجار والشجيرات الشوكية المقاومة للجفاف، كما يُلاحظ الانتشار الواسع لبعض الأصناف ومحدودية بعض الأصناف الأخرى السعيدي،2004).

ويظهر بوضوح ضعف الغطاء النباتي وتباينه مجاليا عندما نجتاز أعراف وممرات جبال الأطلس الكبير من الشمال إلى الجنوب، حيث يتخذ المنظر الطبيعي شكلا متدهورا، إذ لا نجد على المنحدرات الجنوبية للأعراف الوسطى إلا بقايا بعض الأشجار المنقرضة وأحراش غابوية وجذوع الأشجار المختلفة من العرعار ومجموعات متناثرة من الأدغال، مع وجود بعض النباتات الشوكية في المناطق الرعوية، والتي صمدت أمام قطعان الماشية بعد انقراض نبات الشيح والحلفاء(ELMANSOUR,1988) .

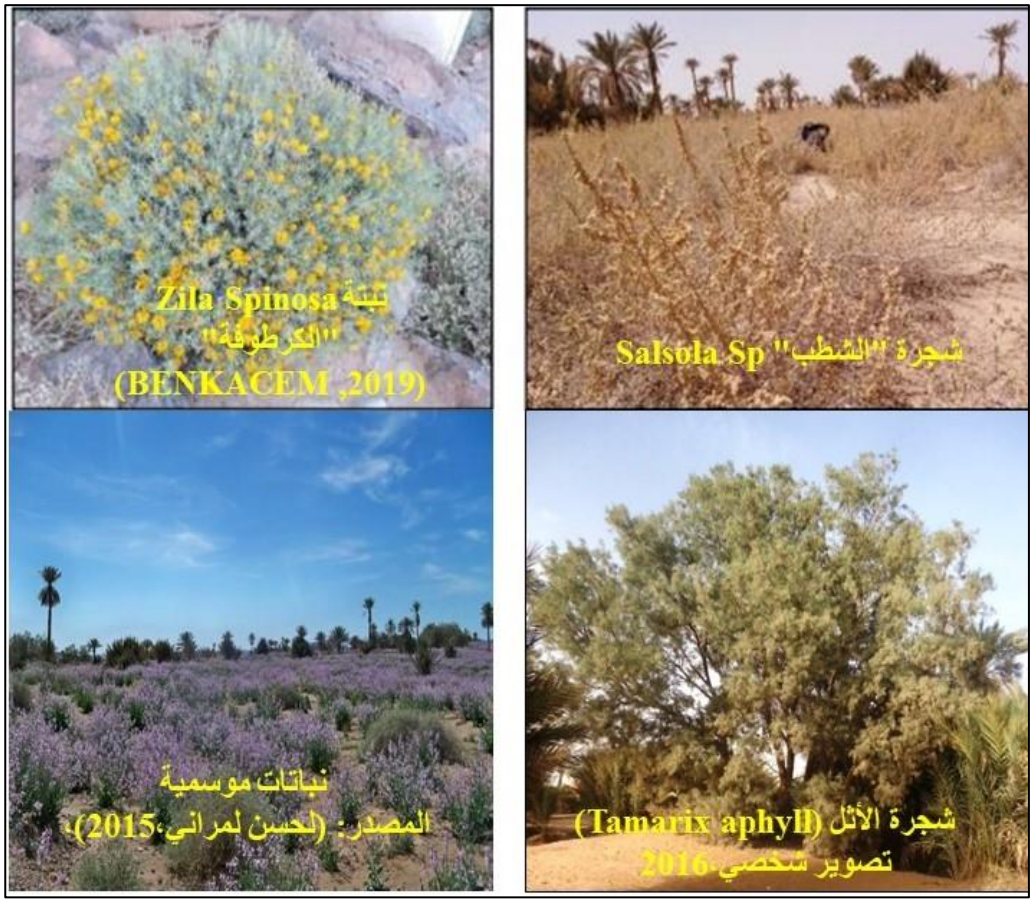
يُعتبر معظم التشكيلات النباتية السائدة في حوض زيز-غريس من فئة الجفافيات، حيث تشمل الأشجار قصيرة الساق مثل السدر والحرمل، والشجيرات الشوكية مثل الغسال والشيح والأزير. يُمكن التمييز بين النباتات القليلة وشبه المنعدمة والنباتات القزمية المتنوعة، بالإضافة إلى النباتات الأرضية التي تشمل الطرفاء (الأثل) والدفلى والسدرة (عقاوي،2006):

- **الطرفاء (الأثل):** تُعد أشجار الطرفاء من أشجار الواحات المعروفة، وتنمو بسرعة بسبب تكيفها مع الظروف القاسية للمناخ، وتُستخدم كحاجز للرمال نظرًا لقدرتها الفسيولوجية على التكيف مع البيئة.
- **الدفلى:** تنمو بالوديان وحول العيون المائية وفي الأماكن الرطبة داخل واحات تافيلالت، وتتميز بأوراقها المورقة.
- **السدرة:** تعتبر أكثر النباتات انتشارًا في المنطقة، وتوجد بشكل متناثر في الحمادات وتعتبر غذاءًا هامًا للحيوانات وتنتج ثمار النبق.

يضم الغطاء النباتي في حوض زيز-غريس وواحات سهل تافيلالت مجموعة متنوعة من النباتات التي تنتشر بشكل متفرق، بما في ذلك النبق والغسال والنجم والكرطوفة وتمرصات والقروية وعيشة ومان والمزوازة.

وبشكل عام، يُعرف الغطاء النباتي في هذه المنطقة بتراجعه في العقود الأخيرة نتيجة لتوالي فترات الجفاف والتصحر وتقدم الرمال، مما أثر على التربة وعلى التوازن البيئي.

لوحة رقم1: بعض التشكيلات النباتية بحوض زيز-غريس



المصدر: تصوير شخصي بتاريخ 15 أبريل 2021، ولحسن لمراني،2015 ثم BENKACEM.

II. الخصائص البشرية بحوض زيز-غريس، تركز حول الوديان والعيون المائية

يشكل حوض زيز-غريس تجمعًا سكنيًا كبيرًا يضم أكثر من 674,980 نسمة وفقًا لأحدث إحصائيات لعام 2014. يُعرف تطور عدد السكان بأنه مهم ومتنوع بين المدن والقرى داخل الحوض. يتوزع السكان على مساحة واسعة تبلغ حوالي 27096.6 كيلومتر مربع، وتتفاوت الكثافة السكانية من منطقة إلى أخرى، حيث يستقرون داخل الحوض وخارجه وفقًا لتوفر موارد العيش من أجل تأمين حياتهم.

يشارك السكان في أنشطة ومشاريع تنموية تهدف إلى تحسين مستوى حياتهم وتنمية المنطقة الواقعة بهم. تشمل هذه المشاريع جهودًا لتطوير البنية التحتية، وتحسين الخدمات الاجتماعية والصحية، وتعزيز فرص التعليم والتدريب، بالإضافة إلى تطوير القطاعات الاقتصادية المحلية مثل الزراعة والسياحة والصناعة، وذلك بهدف تعزيز الاستقرار الاقتصادي والاجتماعي في المنطقة.

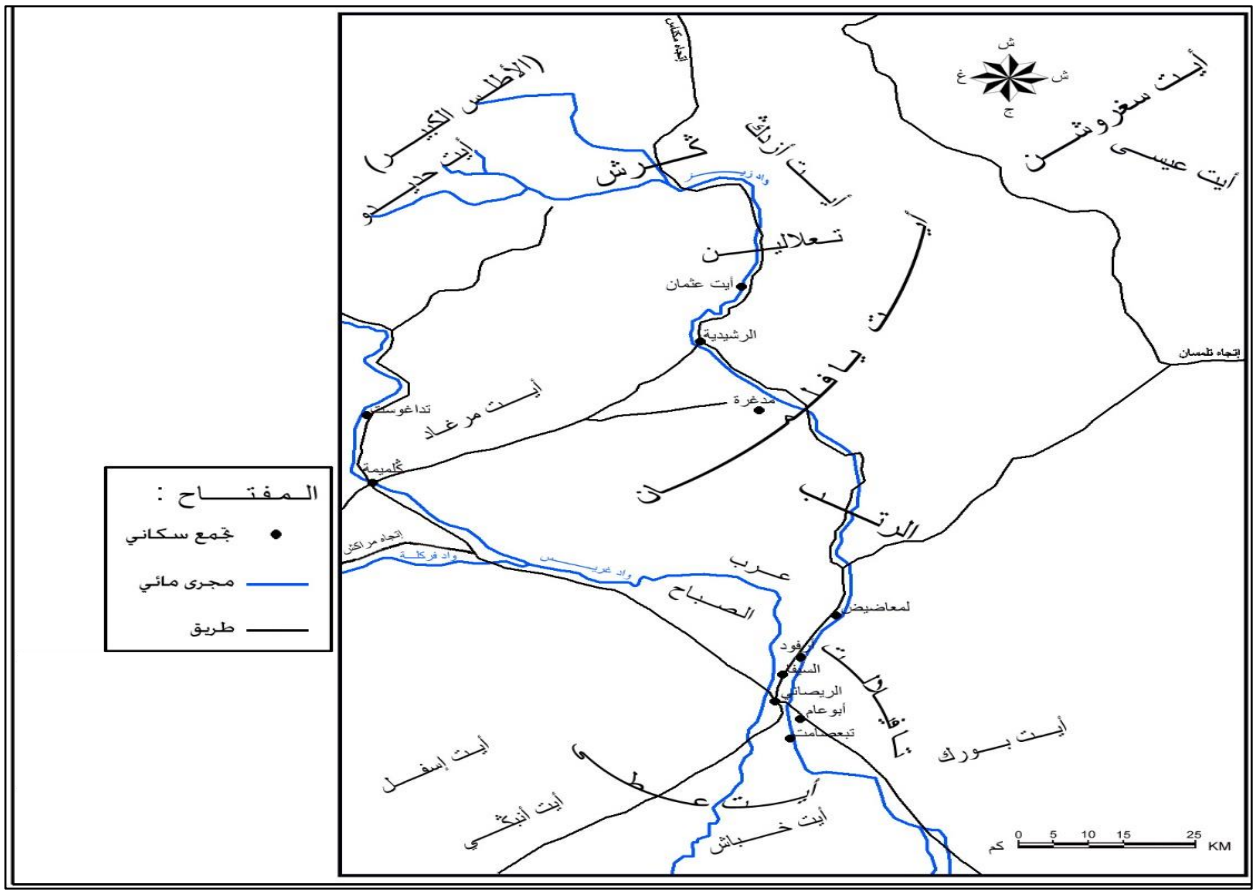
1- الاستقرار السكاني والتطور العرقي في حوض زيز-غريس وارتباطه بالماء

تُبين معظم الدراسات التاريخية أن تافيلالت عرفت استقرارا بشريا يرجع إلى فترة ما قبل التاريخ، إلا أن أوج ازدهارها كان مع مرحلة إشعاع مدينة سجلماسة التي تأسست سنة 757م في قلب واحة خصبة، كانت عبارة عن مراعي تستقبل عدد من الرحل، لتبادل منتوجاتهم في إطار موسم تجاري سنوي، وهو موقع استراتيجي آنذاك بالنسبة لمختلف مناطق شمال إفريقيا وبلاد السودان الغربي من جهة والمشرق الإسلامي من جهة ثانية، وقد ساعدها ذلك الموقع ولمدة طويلة في نشاط تجارة القوافل وتنظيم شبكتها، ورغم اندثار هذا الدور فإن سكانها تشبثوا بواحاتها التي ظهرت بفعل العمل الإنساني على طول أودية زيز وغريس، وهذا ما جعل معظم الأنشطة الممارسة مرتكزة أساسا على النشاط الفلاحي(تاوشيخت،1993) ، كما تعاطوا فيما بعد لأنشطة اقتصادية مختلفة ومتنوعة، تتمثل في التجارة وبعض الحرف التقليدية.

أما من حيث التركيبة القبلية، فيعتبر الأمازيغ السكان الأصليون في المنطقة، يتكونون من قبائل مختلفة تنتشر بمجموع الحوض، خاصة بالمناطق الجبلية والجنوبية الصحراوية (تاوشيخت،1993). ويمثل هذه المجموعة الأمازيغية حلف أيت يافلمان المكون من قبائل أيت مرغاد وأيت حديدو بحوض غريس وأيت ازدك وأيت خليفة بمنطقة الرشيدية، وحلف أيت عطا الرتب بين مسكي والدويرة. ونجد بمنطقة تافيلالت كما هو مبين في الخريطة رقم (10) مجموعة من القصور الهامشية والتي تنتمي لقبائل أيت عطا الصحراء وهم أيت خباش وأيت بورك، وكذلك أهل تودغى بالحوض الأعلى لواد تودغى.

أما القبائل العربية فتتمركز على العموم بالمناطق السهلية، والتي تتسع بها المساحات المسقية خاصة بمنطقة سهل تافيلالت جنوب حوض زيز-غريس، كما توجد بمناطق أخرى بالوسط والشمال، وتقطن بالمناطق الشمالية من سهل تافيلالت: تيزيمي ولمعاضيد والجرف، في حين تتمركز قبائل السفالات والزاوية والغرفة وأولاد إيفلي وبني محمد وتنجيوت في أقصى الجنوب (الخريطة رقم 10). وترجع بداية استقرار العرب بالمنطقة إلى عهد الفتوحات الإسلامية خلال النصف الثاني من القرن 7م(تاوشيخت،1993)، وأهم هذه المجموعات العلويون الذين قدموا من أرض الحجاز سنة 1266م، حيث نزح منها جدهم الحسن بن قاسم الملقب بالحسن الداخل، واستقروا بقصور سجلماسة، أساسا قصر أبوعام الذي يعد مركزهم الأساسي (بن منصور ع،1968).

خريطة رقم 10: توزيع القبائل بحوض زيز-غريس



المصدربتصرف. MEZZINE Larbi (1978) Tafilalt à travers 4 documents inédits au 17 et 18. Thèse de 3 è cycle p 990.

إلى جانب القبائل السالفة الذكر، هناك السكان اليهود الذين تعاطوا للتجارة وامتلكوا الأراضي والمنازل خاصة بالمراكز الحضرية، وكانوا يمتهنون إلى جانب التجارة الحرف التقليدية (MENESSON,1965).

ورغم اختلاف اللغات والتقاليد بين هاته المجموعات، فإنها استطاعت أن تتعايش داخل وسط واحد تجمعهم أهداف واحدة، هي البقاء والاستقرار، وتحقيق تنمية اقتصادية واجتماعية أساسها النشاط الفلاحي وبعض الحرف البسيطة المحلية.

تاريخيا، كان السكان يستمدون احتياجاتهم اليومية من المياه الشرب من مصادر متعددة، ولكن كانوا يواجهون تحديات كبيرة في الحصول على الماء خلال فترات الجفاف ونقص المياه. ومع ذلك، قاموا بالتصدي لهذه الظروف الطبيعية الصعبة بجهود جبارة، باستخدام مختلف الوسائل والطرق.

بدأت هذه الجهود في التغير مع بداية القرن العشرين، وتطورت بشكل ملحوظ خلال سنوات السبعينيات، حيث ظهرت ممارسات جديدة في مجال تدبير المياه. تضمنت هذه الممارسات توسيع شبكات توزيع المياه، وبناء خزانات لتخزين المياه، وتجهيز الآبار والآبار الجوفية.

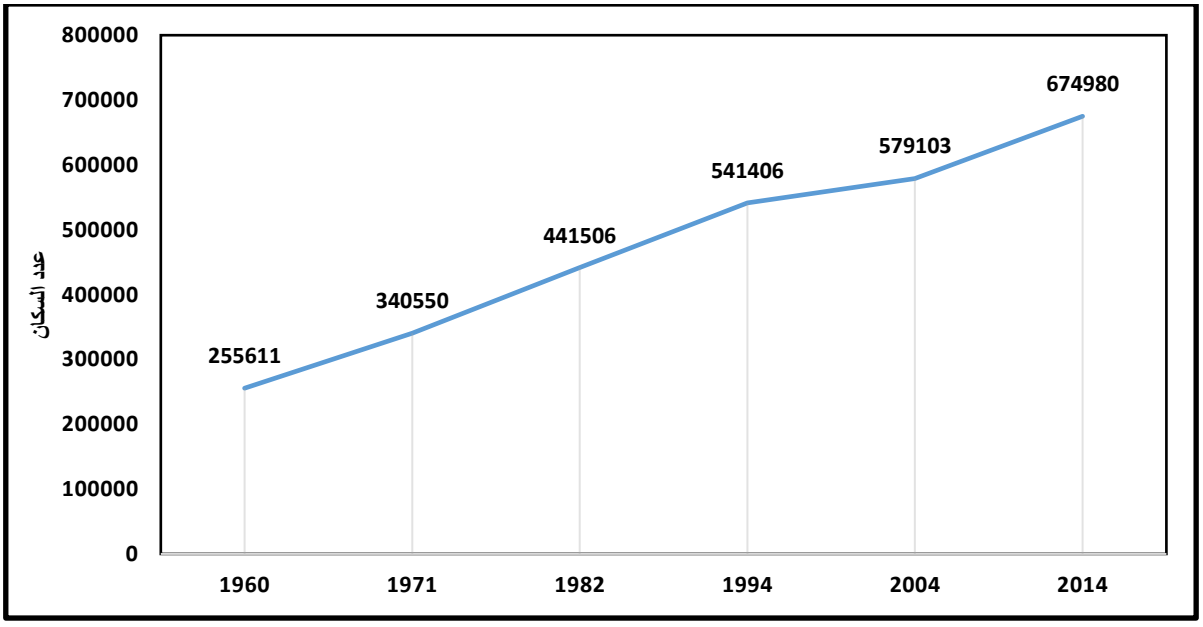
ومع ذلك، لم تكن هذه الجهود كافية لتلبية الاحتياجات المتزايدة للماء، وبلغ ذلك ذروته في عام 1985، عندما تم التدخل بشكل كبير من خلال بناء سدود لتخزين المياه وتوسيع شبكات التوزيع. (ONEP,2007).

2- تزايد سكاني ملحوظ بالجماعات الحضرية رغم هشاشة الموارد المتاحة

عدد سكان حوض زيز-غريس يشهد تزايدًا مستمرًا من سنة لأخرى، حيث بلغ عدد سكان المنطقة حسب الإحصاء الأخير لعام 2014 حوالي 674،980 نسمة، بزيادة ملحوظة عن العدد في عام 2004 الذي لم يتجاوز 579،103 نسمة. ويلاحظ أن عدد السكان حاليًا تجاوز نصف هذا الرقم بحوالي 255،611 نسمة في عام 1960، وهو ما يشير إلى تضاعف حجم السكان مرتين خلال فترة تبلغ 54 سنة.

يُظهر التزايد السكاني بشكل خاص بين الإحصاء الخاص بعام 1960 والذي لعام 1982، حيث كانت نسبة النمو الطبيعي تتجاوز 2.5%، بينما قلت وتيرة التزايد بين الفترة من عام 2004 إلى 2014 لتسجل نسبة نمو تقدر بحوالي 1.54% فقط. يجدر بالذكر أن هذه النسبة أعلى من معدل نمو السكان في المغرب بشكل عام، الذي بلغ 1.25%. وتعكس هذه الزيادة في النمو السكاني أيضًا الأعداد المتزايدة للمهاجرين، نتيجة للظروف الطبيعية غير الملائمة التي شهدتها المنطقة بين عامي 1980 و1984[1].

شكل رقم 2 : تطورعدد السكان في حوض زيز-غريس ما بين سنتي 1960 و2014

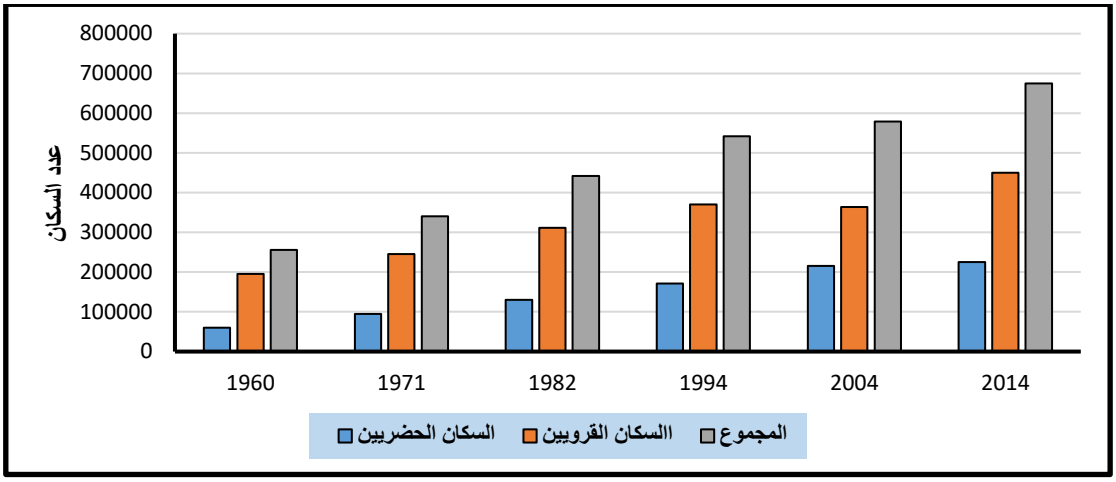


المصدر: -المندوبية السامية للتخطيط: الإحصاءات العامة للسكان والسكنى [1960-1971-1982-1994-2004-2014]

ويتزايد عدد السكان الحضريين بوتيرة أكبر من عدد القرويين، ويظهر ذلك جليا من خلال نسبة النمو التي تختلف بين سكان بعض الجماعات الترابية القروية والحضرية، كما هو مبين في الشكل رقم (3) والجدول رقم (6).

[1] المندوبية السامية للتخطيط: الإحصاءات العامة للسكان والسكنى [1960-1971-1982-1994-2004-2014]

شكل رقم 3 : تطور السكان الحضريين والقرويين في حوض زيز-غريس بين سنتي 1960 و2014



المصدر: -المندوبية السامية للتخطيط: الإحصاءات العامة للسكان والسكنى [1960-1971-1982-1994-2004-2014]

جدول رقم6: آختلاف تطورعددالسكان حسب بعض الجماعات الترابية بحوض زيز-غريس (1960-2014)

	الجماعات الترابية	1960	1971	1982	1994	2004	2014	نسبة النمو العامة 2014/1960
الجماعات القروية	مدغرة	9344	11856	15648	12207	13803	13803	0,73
	أيت هاني	5166	6579	7811	9054	9578	9578	1,15
	عرب صباح زيز	19619	22458	27465	18522	18332	19192	-0,04
	عرب صباح غريس	-	16374	19928	5060	4937	4397	-2,41
	بني محمد سجلماسة	18334	22836	31465	22600	16709	14433	-0,44
	السفالات	16667	20910	23221	22258	16163	11483	-0,69
الجماعات الحضرية	الرشيدية	6554	16775	27040	62542	76759	76759	4,66
	الريش	2455	4485	7136	13952	20155	20155	3,98
	أرفود	4491	5400	10124	18563	23637	29279	3,53
	تنغير	21081	25299	35627	30471	36391	36391	1,02
	كلميمة	1804	4056	5504	14026	16593	16593	4,19
	الجرف	12866	15210	18807	12143	12135	12302	-0,08

المصدر: -المندوبية السامية للتخطيط: الإحصاءات العامة للسكان والسكنى [1960-1971-1982-1994-2004-2014]

من الجدول رقم (6) يمكن استخلاص أن معدل النمو السكاني بطيء في بعض الجماعات الترابية وثابت إلى سلبي في البعض الآخر، حيث يشهد سكان الجماعات الواقعة جنوب حوض زيز انخفاضًا مستمرًا، وخاصة جماعات بني محمد سجلماسة والسفالات التي سجلت معدل نمو سلبي بنسب -0.44 و -0.69 على التوالي، بالإضافة إلى الجماعتين الترابيتين عرب صباح غريس والجرف في الحوض الأوسط والأسفل لغريس، حيث سجلت معدلات نمو سلبية بنسب -2.41 و -0.08 على التوالي.

تشكل الجماعات الترابية التي سجلت معدلات سالبة مجال سهل تافيلالت. يُعزى سبب تراجع النمو السكاني إلى قساوة الظروف المناخية وتقدم التصحر، مما دفع السكان إلى الهجرة نحو الجماعات الترابية القروية في الأحواض العليا أو الجماعات الحضرية القريبة.

لقد ساهم هذا النزوح بشكل كبير في التزايد الكبير الذي سجلته كل من الرشيدية وأرفود ثم الريش بين سنتي 1960 و2014، حيث تضاعف العدد حوالي 11 مرة تقريبًا في جماعة الرشيدية مثلاً.

يجدر بالإشارة إلى أن الماء يلعب دورًا أساسيًا في حركة السكان، حيث يبحثون عن أماكن يؤمنون فيها حاجياتهم اليومية بالدرجة الأولى. كانت فترات الجفاف بين عامي 1965 و1970 وبين عامي 1980 و1984 لها تأثير كبير في هجرة السكان داخل الحوض وخارجه.

يُعزى الاستقرار النسبي في تطور عدد السكان بين عامي 2004 و2014 إلى المشاريع التنموية مثل مشاريع السقي (الصغيرة والمتوسطة والكبيرة) وتوسيع شبكات المياه في المراكز الحضرية، مما ساهم في تثبيت السكان على الأقل جزئيًا أو مؤقتًا.

3- توزيع سكاني متباين مع تركيز حول نقاط المياه في حوض زيز-غريس

3-1- توزيع مجالي للسكان أكثر ارتباطا بمصادر الماء والانتاج الفلاحي

يتوزع السكان في حوض زيز-غريس وفقًا لتواجد نقاط الماء على طول الوديان، بما في ذلك وادي زيز-غريس ووادي تودغى ووادي فركلة. ويعكس هذا التركز السكاني على التحديات الطبيعية التي يواجهها السكان في هذه المناطق، حيث يسعون إلى تطوير بيئة متوازنة تمكنهم من التكيف وضمان الاستقرار والاستمرار، وسط سيادة مناخ صحراوي قاحل.

لوحة رقم 2: التجمع السكاني بواحتي تنغير(يسارا) وأولاد شاكر(يمينا) على وادي تودغى وزيز بحوض زيز-غريس

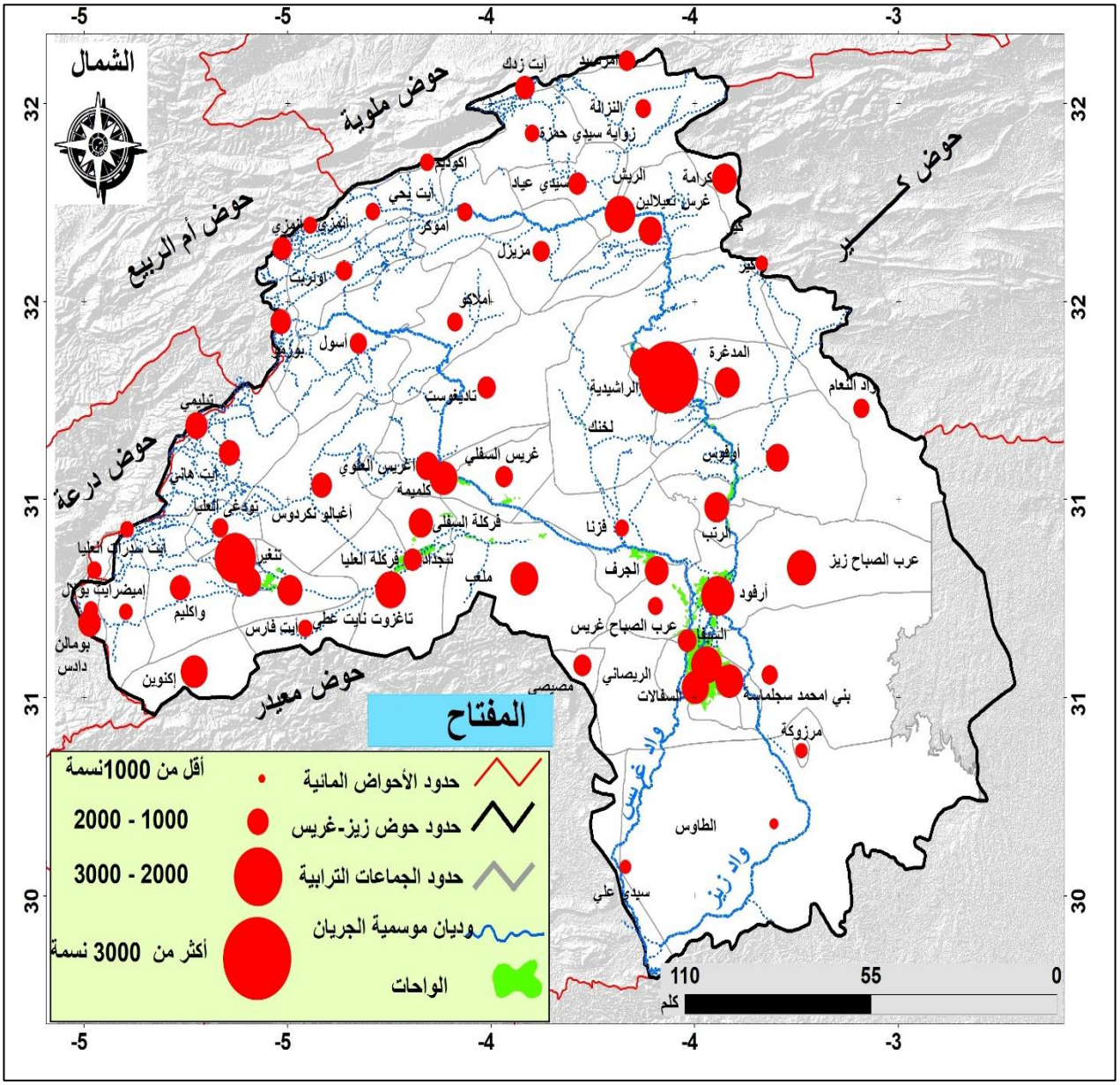
المصدر: الصورة الأولى (https://www.petitfute.com/) الصورة الثانية (https://ar.lesiteinfo.com/) بتصرف

يتمثل توزيع السكان في شريط طولي يمتد على طول الوادي على ضفتي المجرى الرئيسي. يعيش معظمهم في المناطق القروية ويسكنون القصور، ويتوسط هذا الشريط بعض المراكز الحضرية مثل الريش في الأعلى والرشيدية وتنغير في الحوض الأوسط والجرف وأرفود بسفلة الحوض. يستفيد السكان في هذه المناطق من مياه الفيضانات ومياه العيون، بالإضافة إلى المياه المخزنة في خزان سد الحسن الداخل بعد إنشائه..

تتخذ السكان نفس الامتداد حول وادي حوض غريس، ولكن بطريقة متفرقة خاصة في الحوض الأعلى نظرًا لصعوبة التضاريس، على عكس منطقة وادي تودغى حيث تتواجد واحة تنغير كما توضح اللوحة رقم (2). ونفس النمط يمكن ملاحظته عند التوجه نحو سفل حوض غريس، حيث تتجمع القصور في واحتي الجرف وحنابو.

يتوزع السكان على مجالي حوض زيز-غريس تحت تدبير ثلاث أقاليم وهي ميدلت والرشيدية ثم تنغير، بتسع جماعات ترابية حضرية و54 جماعة قروية. (الجدول رقم 1 والخريطة رقم 2 [1] والخريطة رقم 11).

خريطة رقم 11 : التوزيع المجالي للسكان بحوض زيز-غريس



المصدر: عمل شخصي باعتماد معطيات المندوبية السامية للتخطيط، 2014

[1] أنظر الصفحة رقم 4، في تقديم مجال الدراسة.

3-2- كثافة سكانية متباينة مع ارتفاعها بالمراكز الحضرية والمجالات الزراعية

إن السكان بالحوض يتوزعون حسب امتداد الوديان ويتركزون على شكل أشرطة ضيقة وهذا يتماشى مع مورفولوجية السطح. على الرغم من أن نسبة النمو الديمغرافي اعتبرت مرتفعة مقارنةً بالنسبة الوطنية (1.54% في حوض زيز-غريس و1.25% على مستوى البلاد)، إلا أن الكثافة السكانية في الكيلومتر المربع ضعيفة، حيث بلغت 24.91 نسمة/كلم مربع مقارنةً بالمستوى الوطني الذي بلغ 47.61 نسمة/كلم مربع في عام 2014، ووصلت إلى 51.32 نسمة/كلم مربع في عام 2021 (HCP,2022).

يرجع سبب قلة الكثافة السكانية في منطقة حوض زيز-غريس إلى أن الفلاحة هي وسيلة عيش أغلب السكان، وتقتصر على الواحات الموجودة في قعر أودية زيز-وغريس وتودغى الممتدة داخل مساحات شاسعة قاحلة. كما أن الأنشطة الصناعية تظل تقليدية ومحدودة في أغلبها.

مع ذلك، فإن الكثافة الزراعية، التي تحتسب بالنسبة للأراضي الصالحة للزراعة، قد تكون أكثر تعبيرًا وتمثيلاً، حيث ترتبط مباشرة بوفرة المياه. لأن قلتها أو انعدامها، سواء كانت موجهة للاستخدام المنزلي أو الزراعي، تحد من انتشار السكان في هذا المجال. وبصفة عامة، وبالنظر إلى الإمكانيات المحلية، تعتبر هذه الكثافة مرتفعة نسبيا حيث تراوح 13ن/الهكتار[1] في الحوض كاملا، وتختلف هذه الكثافة من واحة إلى أخرى، وذلك حسب اتساع المساحة وعدد السكان. وتعرف أيضا انخفاضا متزايدا بسبب نزوح السكان من المجال القروي نحو المجال الحضري.

4-يعرف حوض زيز-غريس هجرة داخلية وخارجية بفعل تعاقب فترات الجفاف

تعتبر الفلاحة النشاط الأساسي للسكان في حوض زيز-غريس، حيث تشغل نسبة تتعدى 60% من السكان النشيطين وفقًا لتقارير المكتب الجهوي للاستثمار الفلاحي لتافيلالت بالرشيدية. ومع ذلك، منذ عام 1960، بدأت هذه النسبة في الانخفاض بسبب الهجرة والاتجاه نحو قطاعات اقتصادية أخرى.

يعود ارتفاع عدد النازحين جزئياً إلى نقص المياه وتراجع واردات واد زيز وغريس، وهذا ناتج عن التذبذب المناخي وازدياد ضغط السكان على الماء.

زاد عدد المهاجرين بين عامي 1965 و1970 نتيجة لقرار اتخذته الدولة بتشجيع الهجرة نحو الدول الأوروبية، وذلك لصالح العمال المغاربة. يبلغ عدد النازحين من أحواض زيز-غريس-كَير-لمعيدر حوالي 73,389 خلال الفترة من 1994 إلى 2004، بمتوسط 7,339 مهاجرًا في السنة (المنصور،2012).

من تحليل هذه الظاهرة، نستنتج ملاحظتين أساسيتين:

[1] تم الحصول على الكثافة الزراعية عن طريق قسمة عدد سكان الحوض لعام 2014 على المساحة الصالحة للزراعة في الحوض، والتي تم استخراجها من الإحصاء الفلاحي لعام 1996..

- **الملاحظة الأولى** بنوعية النازحين من المناطق الريفية، حيث يشكلون غالبًا الفئة الشابة النشيطة. ينتج خروج هذه الفئة من المنطقة عن اللاتوازن النسبي على مستوى الأفراد الفاعلين في التنمية، مما يؤدي إلى تخليهم عن العمل في مجال الاقتصاد الواحي الذي يعتمد أساسًا على الفلاحة ويمثل مصدرًا أساسيًا للعيش.
- **الملاحظة الثانية** تتعلق بالوسط المستقبل الذي يجب أن يوفر البنية التحتية الكافية والمناسبة للمجموعات القادمة. يفرض هذا ضغطًا على سرعة إنجاز المشاريع والتهيئة العمرانية، وكذلك توفير العمل والغذاء، بما في ذلك الماء الصالح للشرب بنسب كافية.

وتشهد واحات سهل تافيلالت كنموذج ضمن حوض زيز-غريس حركة هجروية كبيرة نحو المدن الكبرى، وذلك بسبب عدة أسباب، بما في ذلك الظروف الطبيعية الصعبة وهشاشة البنية الاقتصادية، وعلى رأسها البنية الهيدرو-فلاحية التي تشكل المشكلة الأكبر لليد العاملة المحلية.

ومع ذلك، فإن ضعف امتصاص البنية الاقتصادية للفئة النشيطة الأكثر هيمنة على الهرم السكاني يجعل هذه الأخيرة تفضل الهجرة داخل الوطن أو خارجه. على سبيل المثال، أظهرت الدراسات أن 179 أسرة هاجرت من أصل 21,431 أسرة حسب إحصاء عام 2014، وتوزعت هذه الأسر بشكل متفاوت في مختلف الجماعات الترابية، حيث سجلت الجماعة الترابية السفالات أعلى معدل لهجرة الأسر بواقع 27 أسرة، تليها جماعة عرب الصباح غريس بمعدل وصل إلى 23 أسرة.

جدول رقم 7: عدد الأسر المهاجرة بالجماعات الترابية لسهل تافيلالت

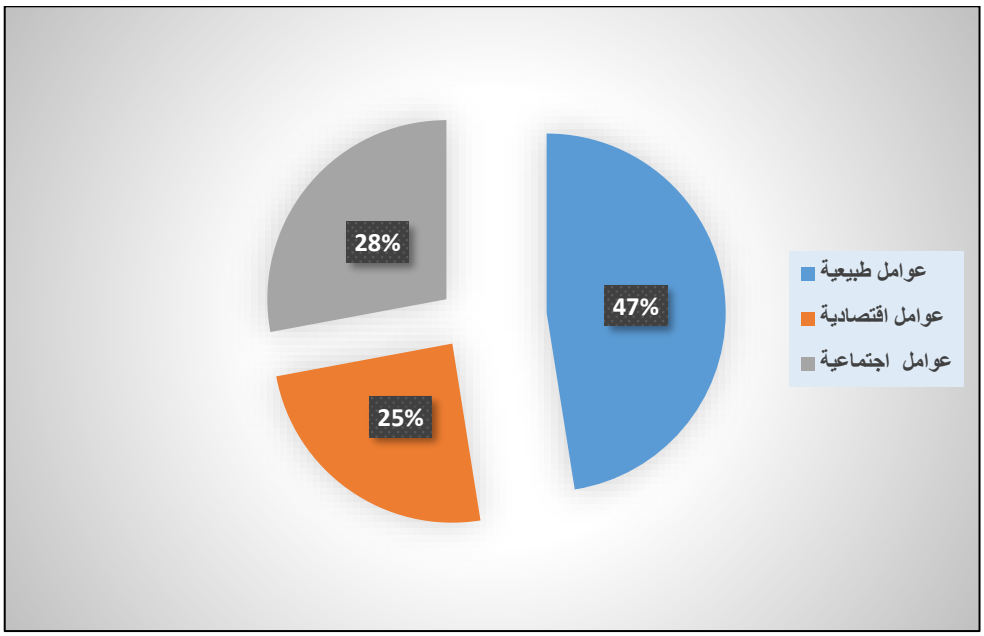
الجماعات الترابية	عدد الأسر[1]	عدد الأسر المهاجرة	الجماعات الترابية	عدد الأسر	عدد الأسر المهاجرة
أرفود(بلدية)	5547	11	فزنا	701	16
الجرف(بلدية)	2227	21	بني إمحمد سجلماسة	2181	14
مولاي علي الشريف (بلدية	3799	15	الريصاني	650	21
عرب الصباح غريس	733	23	السفالات	1741	27
عرب الصباح زيز	2850	15	السيفا	1002	16

المصدر: بحث ميداني، 2021

توضح العوامل المؤثرة في الهجرة من الواحات إلى المدن الداخلية أو خارج التراب الوطني عدة جوانب كما يوضح الشكل أسفله.

[1] تم استخلاص مجموع الأسر بمجال واحات تافيلالت من نتائج الإحصاء العام لسكان والسكنى لسنة 2014.

شكل رقم 4 : العوامل المفسرة للهجرة بواحات سهل تافيلالت



المصدر: العمل الميداني،2021

تلعب **العوامل الطبيعية**، مثل الظروف المناخية القاسية وتفشي ظاهرة التصحر والجفاف في السنوات الأخيرة، دورًا حيويًا في دفع السكان للهجرة من الواحات نحو الخارج (حوالي 47%). يُعزى هذا التحول إلى التغيرات المناخية وتراجع معدلات التساقطات وارتفاع درجات الحرارة، مما يؤثر سلبًا على موارد المياه السطحية والجوفية.

من جانبها، تُعد **العوامل الاقتصادية** محركًا رئيسيًا آخر للهجرة، حيث يلعب هيمنة القطاع الزراعي التقليدي والتراجع في أداء الزراعة المعاشية دورًا كبيرًا في تفاقم الأوضاع الاقتصادية للسكان. تقلص فرص العمل في الفلاحة وتدني الدخل يجبر الأسر على البحث عن فرص جديدة للعيش وهذا ما عبر عليه حوالي 25% من مجموع المهاجرين المستجوبين.

أما **العوامل الاجتماعية**، فتؤثر بشكل كبير على قرارات الهجرة، حيث يعاني السكان من تدهور الظروف المعيشية وتراجع الدخل بسبب ظروف الجفاف وانعدام الفرص الاقتصادية المحلية. تتطلب حياة أفضل وفرص عمل أكثر استقرارًا دافعًا قويًا للبحث عن حياة أفضل خارج الواحات.

هذه العوامل الطبيعية والاقتصادية والاجتماعية تشكل تحديات كبيرة تواجه السكان في الواحات وتدفعهم نحو الهجرة إلى مناطق أخرى توفر بيئة حياتية أكثر استقرارًا وفرصًا اقتصادية أفضل.

III. يتسم القطاع الاقتصادي بحوض زيز-غريس بالتنوع والهشاشة

يحتل القطاع الفلاحي موقعًا بارزًا في الهيكل الاقتصادي المحلي، حيث يشغل نسبة كبيرة من اليد العاملة ويعتبر مصدر رئيسي للعيش لغالبية الأسر. يعمل القطاع الفلاحي كمورد مهم للعمل النشيط،

بالرغم من تفضيل بعض الشباب للهجرة إلى المدن أو خارج البلاد، أو التوجه للعمل في قطاعات اقتصادية مختلفة.

1-الأنشطة الفلاحية معظمها معيشية تقليدية ومستهلكة للماء

ظهور النشاط الفلاحي بشكل كبير في منطقة حوض زيز-غريس لم يكن صدفة، بل يعود إلى وجود عدة عوامل تساعد على تعزيز هذا النشاط. أحد هذه العوامل هو وجود واحات النخيل على ضفاف وادي زيز وغريس، والتي استفادت من مياه الفيض، بالإضافة إلى استغلال المياه الجوفية. وبالتالي، بدأ السكان في الاهتمام بممارسة الزراعة كوسيلة للعيش، وتحول بعضها إلى زراعة تسويقية، مع التركيز على إنتاج التمور ذات الجودة العالية مثل المجهول والفقوس. علاوة على ذلك، بعد ظهور ضيعات جديدة خارج الواحة التقليدية وتجهيزها بأساليب سقي حديثة، مثل السقي بالتقطير، تحسنت دينامية الإنتاج الزراعي وزادت جودة المحاصيل المنتجة.

عمومًا، يعتبر القطاع الفلاحي والمنتجات الفلاحية المختلفة، على الرغم من ندرتها، مصدرًا متميزًا للموارد في منطقة حوض زيز-غريس، كما أشار إليه (أعفير، 2020)، يعتبر هذا القطاع مصدرًا رئيسيًا لدخل أغلبية الأسر التي تقطن على طول أودية هذه المنطقة. لا يزال القطاع الفلاحي يشهد سيادة الفلاحة المعاشية (الجدول رقم 8)، حيث تركز زراعة الحبوب والخضروات وعلف الماشية. تلعب هذه المزارع دورًا هامًا في تعزيز الاقتصاد المحلي. بالإضافة إلى ذلك، يمكننا ملاحظة في المستوى الثاني استخدام الساكنة لزراعة بعض الأشجار المثمرة مثل النخيل والزيتون وبعض الورديات مثل اللوز والتفاح.

أ-زراعة الحبوب، زراعة موسمية ترتبط بمياه الفيض

زراعة الحبوب تحظى بأهمية كبيرة بالواحات لأنها تمثل الغذاء الأساسي للسكان الذين يعتمدون على الإنتاج المحلي لتحقيق الاكتفاء الذاتي. ومع ذلك، نظرًا للتزايد السريع في عدد السكان وتذبذب الإنتاجية بين السنوات نتيجة للعوامل البيئية مثل المياه، يضطر السكان إلى الاعتماد على مصادر خارجية لتلبية احتياجاتهم. يتمثل ذلك في الحصول على الحبوب من المطاحن الصناعية داخل الحوض أو خارجه، أو من خلال نظام "البون" الذي يسمح للسكان بالحصول على أكياس من الطحين المدعم.[1].

[1] **"البون" أو "Bon"** هي كلمة فرنسية تستخدم في الدارجة المغربية، ومعناها بالعربية "ورقة لأجل". تُستخدم هذه الكلمة للإشارة إلى الوصل الذي يمنح حامله كمية من المواد الغذائية مثل الطحين، والسكر، والزيت، والقهوة. ويرتبط "البون" تاريخياً بالسنوات الجافة والمجاعات. وقد تم تنفيذه كإجراء من قبل نظام المستعمر الفرنسي لمواجهة أزمة الغذاء، وكان له رسمياً اسم "نظام التموين". وما زال يُطبق حتى اليوم في بعض الجماعات القروية والحضرية في حوض زيز-غريس.

جدول رقم 8 : المساحة و إنتاج الحبوب بأقاليم حوض زيز-غريس(الإنتاج الألف قنطار)

الأقاليم	2015/2014		2016/2015		2017/2016		2018/2017		2019/2018	
	المساحة (الهكتار)	الإنتاج (القنطار)	المساحة (الهكتار)	الإنتاج (القنطار)	المساحة (الهكتار)	الإنتاج (القنطار)	المساحة (الهكتار)	الإنتاج (القنطار)	المساحة (الهكتار)	الإنتاج (القنطار)
الرشيدية	17,3	632,4	8	80,7	32,3	717	7	159,4	26,9	663,1
ميدلت	40,2	815	39,8	576,9	26,9	486,2	38	638,3	67,7	890,1
تنغير	-	-	-	-	7,8	151	15,1	303	8,8	205,2
مجموع	57,5	1447,4	47,8	657,6	67	1354,2	60,1	1100,7	103,4	1758,4
متوسط الإنتاج في الهكتار	25,17 قنطار		13,75 قنطار		قنطار 20,21		18,31 قنطار		17 قنطار	

المصدر: النشرة الإحصائية السنوية للمغرب لسنوات 2015 و2016 و2017 ثم 2018 و2020، يتصرف.

يتراوح متوسط الإنتاجية في الأقاليم الثلاث حوالي 1263.66 قنطارًا في الفترة من 2014 إلى 2019، وتتراوح معدلات الإنتاج بين 13 و25 قنطارًا في الهكتار. يعزى هذا التباين الكبير في الإنتاجية إلى عدة عوامل، حيث إن الماء ليس العامل الوحيد المؤثر في الإنتاجية. يجب أيضًا أن نأخذ في الاعتبار دور المتدخلين الآخرين، مثل المكتب الجهوي للاستثمار الفلاحي لتافيلالت ومراكزه الفرعية.

لقد قام المكتب الجهوي والمراكز الفرعية بدور كبير في دعم الفلاحين من خلال وتوعيتهم بالتقنيات والطرق الحديثة للزراعة، بالإضافة إلى تدريبهم وتوجيههم وتنظيمهم ضمن تعاونيات وجمعيات مهنية وجمعيات تنمية فلاحية غير حكومية. ويبلغ عدد هذه التعاونيات والجمعيات 205 في المنطقة(المنصور،2012).

بصفة عامة، يُلاحظ تذبذبًا في الإنتاجية من سنة إلى أخرى كما يُوضح الجدول رقم (8). فعلى سبيل المثال، وصل أدنى معدل للإنتاج خلال الموسم الفلاحي 2016/2015 إلى حوالي 657.6 قنطارًا في السنة، بينما سُجل في الموسم 2019/2018 أعلى معدل إنتاج يبلغ حوالي 1758.4 قنطارًا في السنة. ومع ذلك، يعتبر هذا الإنتاج غير كافٍ مقارنةً مع التزايد المتزايد في عدد السكان الذين يحتاجون إلى كميات أكبر من المواد الغذائية.

أما بالنسبة لمتوسط استهلاك الماء في زراعة الحبوب، فإنه يتراوح بين 10,000 و11,000 متر مكعب لكل هكتار مزروع، وهذا يختلف حسب نوعية الحبوب ونوع التربة، وبشكل خاص بين الأحواض العليا والسفليّة. ويُلاحظ أن بعض واحات سهل تافيلالت تعتبر تربتها مالحة، مما يؤثر على استهلاك الماء في زراعتها (ORMAV-T ,2018).

ب- تمثل أشجار النخيل العمود الفقري للواحات

يُعتبر النخيل الركيزة الأساسية لاقتصاد المنطقة، حيث يُستخدم في الاستهلاك اليومي للسكان وتغذية الحيوانات. كما يُعتبر النخيل العمود الفقري لتحقيق التنمية الاقتصادية والمستدامة في المناطق الواحية، حيث يُسهم بشكل كبير في توفير مداخيل مهمة. ومع ذلك، يواجه النخيل عدة عوائق، بما في ذلك التعرض للإصابة بمرض البيوض الذي يؤثر على الأصناف الممتازة من النخيل "المجهول".

تتميز حوالي 75% من نخيل منطقة سهل تافيلالت بأنها مزروعة عن طريق "الزراعة بالنوى". هذا النوع من الزراعة يؤدي إلى إنتاج أكثر من 50% من منتجات التمور في المنطقة ذات جودة ضعيفة، وغالبًا ما لا تصلح إلا لتغذية الماشية (ORMVAT,2020).

جدول رقم 9: توزيع أشجار النخيل بواحات سهل تافيلالت لسنة 2019

الواحات	الجماعة	عدد أشجار النخيل	الكثافة (عدد النخيل في الهكتار)
واحة أرفود	عرب الصبا ح زيز	283077	478
	السيفا	33460	
	بلدية أرفود	22490	
	مجموع واحة أرفود	339 027	478
واحة الجرف	عرب الصبا ح غريس	47623	483
	بلدية الجرف	65553	
	فزنا	42320	
	مجموع واحة لجرف	155 496	483
واحة الريصاني	مولاي علي الشريف بلدية	15570	220
	بني امحمد سجلماسة	150010	
	السفالات	124500	
	الريصاني	65062	
	مجموع واحة الريصاني	355 142	220

SOURCE : O.R.M.V.A.T. (2020), Rapports d'activités annuels

يبين الجدول 9 أن الأشجار المنتجة للتمور في واحات سهل تافيلالت حاليًا لا تتجاوز 51% من العدد الإجمالي للنخيل. يعود ذلك جزئيًا إلى نقص مياه الري وتكرار سنوات الجفاف، مما يؤثر سلبًا على نمو النخيل وإنتاجها. بالإضافة إلى ذلك، يمكن أن يُعزى ذلك أيضًا إلى ضعف العناية بأشجار النخيل من قِبَل المزارعين الجدد الذين قد يفتقرون إلى الخبرة اللازمة في الرعاية الفعالة للأشجار.

2- قطاع الصناعة

تلعب الصناعة التقليدية دورًا أساسيًا في التنمية المحلية في حوض زيز-غريس، نظرًا لتنوع أنشطتها وانتشارها الجغرافي عبر مختلف مناطق الحوض، ولمساهمتها الفعالة في النشاط الاقتصادي والاجتماعي والثقافي. يُعتبر قطاع الصناعة التقليدية اليوم عاملاً من عوامل التنمية المحلية، مما يجعله قطاعًا واعدًا يستحق الاستثمار والتثمين.

من بين أبرز مؤهلات قطاع الصناعة التقليدية، يتمثل في قطاع الأحجار الرخامية والمستحثات المتواجدة في الريصاني وأرفود، حيث توجد مقالع الأحجار الخامة. كما يشمل ذلك صناعة الفخار في مناطق مثل كلميمة والريصاني وتنجداد وإكلي وأرفود، إلى جانب صناعة الطوب في الجرف، كما هو موضح في الصورة رقم 2. بالإضافة إلى ذلك، يُعتبر قطاع صناعة الجلد في الريصاني وتنجداد جزءًا مهمًا من الصناعة التقليدية في المنطقة.

صورة رقم 2: وحدة صناعية بواحة الجرف لصناعة طوب البناء الإسمنتي (Brique de ciment)

تصوير شخصي، 18 مارس 2021

إلى جانب ذلك، يتمتع الإقليم بالعديد من المؤهلات في قطاع النسيج التقليدي في مناطق مثل أرفود والرشيدية وتنجداد، وكذلك في مجال الحدادة والتلحيم في أرفود وتنجداد والريصاني والرشيدية، بالإضافة إلى صناعة المنتجات الخشبية في مختلف مدن وقرى الحوض. وعلى الرغم من تنوع وغنى الصناعة التقليدية، إلا أنها تعتمد إلى جانب قطاع الفلاحة على موارد مائية مهمة، خاصة في المناطق الحضرية بحوض زيز-غريس، كما يظهر ذلك من الجدول 10.

جدول رقم10: كمية الماء المستهلكة في الصناعة (م³/اليوم) بالجماعات الحضرية لحوض زيز-غريس

الجماعات الحضرية	الوضعية السابقة		الوضعية الحالية والحاجيات المستقبلية م³/اليوم	
	2004	2010	2020	2030
أرفود	323	406	500	604
الريش	3	4	4	4
الرشيدية	129	259	310	363
تنغير	122	201	236	274
كلميمة	13	37	42	49
تنجداد	11	60	76	93
الجرف	14	27	31	36
مولاي علي الشريف	80	112	130	151
المجموع	702	1113	1337	1584

المصدر بتصرف : ONEP 2007 Fiches demande en eau Errachidia

تتطلب الصناعات المشار إليها سابقًا كميات مهمة من المياه، خاصة في عمليات غسل المواد الخام، وتتطور كمية المياه المستخدمة ببطء يرتبط بطبيعة الإنتاج وحسب السنوات، وتتأثر بشكل كبير بتوفر المياه. يُظهر الجدول رقم (10) التفاوت الواضح في استهلاك الماء الصناعي في المدن، وذلك حسب مدى قربها من المناطق الصناعية وأهمية الأنشطة الصناعية الموجودة بها.

وتظل التوقعات للاحتياجات المستقبلية محدودة، حيث من المتوقع أن يتحول معدل الاستهلاك من 700 متر مكعب في اليوم في عام 2004 إلى 1584 متر مكعب في اليوم بحلول عام 2030. وترتبط هذه التوقعات بزيادة عدد السكان في المدن واحتياجات التصدير خارج الإقليم.

3-يستفيد القطاع السياحي من مؤهلات طبيعية مهمة، لكنه مستهلك جديد للموارد المائية

شهدت واحات حوض زيز-غريس خلال العقود الأخيرة تطورًا مهمًا في قطاع السياحة، وذلك خصوصًا بعد تراجع النشاط الفلاحي بفعل التحولات المناخية وعوامل أخرى مثل قساوة الظروف الطبيعية والتدخلات اللاعقلانية للعنصر البشري. تتمثل هذه الديناميات السياحية بشكل خاص في المناطق الواحية، حيث شهد تطورًا ملحوظًا في عدد المنشآت الفندقية بمختلف أشكالها وتصنيفاتها، كما هو موضح في الجدول رقم (11). بالإضافة إلى ذلك، شهدت الأنشطة الخدماتية والتجارية المرتبطة بالسياحة نموًا ملحوظًا.

جدول رقم 11: تطور الطاقة الإيوائية للمؤسسات المصنفة بإقليم الرشيدية

السنوات	عدد المنشآت السياحية	عدد الغرف	عدد الأسِرة
1982	5	231	450
1986	6	344	667
1990	8	364	807
2004	43	1432	3216
2015	90	2340	4946
2019	120	3161	8445

المصدر: جباري الحسين[1]، 1993 ومنوغرافية إقليم الرشيدية لسنة 2004، والنشرة الإحصائية للمغرب لسنتي 2015 و2020، بتصرف

من الجدول السابق، يمكننا استخلاص أن الاستثمارات السياحية في واحات إقليم الرشيدية، التي تشكل 40% من مساحة حوض زيز-غريس، قد شهدت تطورًا ملحوظًا. تقدم هذه الاستثمارات خلال السنوات الماضية عبر مراحل مختلفة.

بدأت هذه الاستثمارات في فترة الثمانينات، حيث ازداد عدد الفنادق إلى خمسة في ذلك الوقت، بمجموع أسرة يقدر بحوالي 450 سريرًا. ثم تحسنت حركية السياحة نسبيًا خلال التسعينات، ولكن النمو الحقيقي لم يحدث إلا مع بداية الألفية الثالثة.

في بداية الألفية الثالثة، شهد القطاع السياحي نموًا كبيرًا حيث تضاعفت الأنشطة السياحية والمنشآت المصاحبة لها بشكل كبير. وبلغ عدد المنشآت السياحية في المنطقة 120 منشأة، تضم ما يقرب من 3161 غرفة وتوفر ما يصل إلى 8445 سريرًا. ومع هذا النمو الكبير في القطاع السياحي، أصبح اليوم من أكبر المستهلكين للمياه محليًا (عبدلاوي عبدالغاني،2021).

ويرجع هذا الارتفاع الكبير في استهلاك المياه لوثيرة الإعداد السياحي وزيادة عدد الوافدين على المنطقة. فالزيادة في استهلاك المياه لا تنتج فقط عن توسع المجال السياحي وزيادة عدد الزوار، بل أيضًا عن طبيعة وعادات السياح واستهلاكهم الكبير للمياه، والتي تختلف عن عادات السكان المحليين واحتياجاتهم المائية الأقل(المحدادا،2003).

ونتيجة لهذا الوضع، تمثلت أحد التحديات الرئيسية في الخلل بين حجم الموارد المائية المتاحة وبين الطلب المتزايد على الماء بعد دخول القطاع السياحي كمنافس جديد للاستهلاك المائي للفلاحة.

تزايد الأنشطة السياحية في المناطق الجافة يثير العديد من التساؤلات حول قدرة تلبية الحاجة المتزايدة للماء لجميع القطاعات المستهلكة، خاصة في ظل ازدياد حدة الجفاف. ففي الوقت الذي يتزايد فيه

[1] **جباري الحسين (1993)**، القطاع السياحي بالرشيدية بين السلبي والايجابي، مجلة المجال والمجتمع بالواحات المغربية سلسلة الندوات. جامعة المولى اسماعيل كلية الآداب والعلوم الإنسانية بمكناس: ص 98.

الطلب على الماء، يبقى البحث عن تحسين كفاءة استخدام الموارد المائية غير كافٍ، ويتزايد الاهتمام أيضًا بإنشاء مشاريع ترفيهية تستهلك كميات كبيرة من المياه، مثل المسابح والحدائق العمومية والخاصة.

هذه المسألة تثير العديد من التساؤلات حول مستقبل الأمن المائي في هذه المناطق، حيث يتوازى بين ضيق الموارد المائية وزيادة الطلب. يجب على قطاع السياحة الاستفادة من الموارد المائية المتاحة بشكل مستدام، وعدم التأثير سلبًا على استدامتها. لذلك، يجب مراعاة خصوصيات الموارد الطبيعية المحلية في السياسات التنموية، والعمل على الحفاظ على هذه الموارد وتحسين استدامتها بشكل عقلاني (بريول وأعفير،2015).

صورة رقم3 : المسبح البلدي لمدينة أرفود مرفق ترفيهي يستهلك كميات كبيرة من المياه

المصدر: تصوير شخصي، 29ماي2019.

عموما، سنقوم في الفصل الثامن بتحليل نتائج الاستمارات واستخلاص النتائج المتعلقة بكميات المياه التي تستخدمها الفنادق في سهل تافيلالت، ثم تقدير كيفية تأثير هذا الاستهلاك على توفر المياه في المنطقة بشكل عام. يعتبر هذا الجانب من الدراسة أساسيًا لتطوير استراتيجيات مستقبلية تهدف إلى الحفاظ على الموارد المائية وضمان استدامتها في ظل زيادة الطلب المستمرة على المياه في السهل.

خاتمة الفصل الأول

تختلف المظاهر المورفولوجية والجيولوجية في حوض زيز-غريس، وتؤثر بشكل مباشر على الموارد المائية السطحية والجوفية في المنطقة. حيث تعتبر المناطق الجبلية ذات التكوين الكلسي الجوراسي مساعدة في تغذية المجاري المائية وتشكيل شبكة كارستية متواصلة ومهمة. وفي المقابل، تعتبر الصخور البازلتية والطفلية والطينية الأساس غير النافذ مما يساعد على تشكيل طبقات مائية جوفية.

تتميز الوديان في المنطقة بالانحدارات القوية، مما يساعد على ارتفاع حجم التعرية المائية، وهناك أيضا بالحوض تنشط التعرية الريحية من الجنوب نحو الشمال، مساهمة في تحريك الكثبان الرملية والزحف على مساحات واسعة من الحوض. ويجب أن نلاحظ أن المنطقة شهدت استقرارًا بشريًا منذ عدة قرون، حيث ينحدر السكان من أصول مختلفة مثل العرب والأمازيغ. كما تتميز المنطقة بأنشطة اقتصادية متنوعة، بين النشاط الفلاحي والصناعة التقليدية والقطاع السياحي.

ومع ذلك، يواجه القطاع الفلاحي، وبالتحديد، التنمية المستدامة للموارد المائية في المنطقة العديد من التحديات، مثل الإكراهات البيئية والتحديات التي تطرحها التغيرات المناخية. هذه التحديات تؤثر على الموارد الطبيعية في المنطقة وتشكل تناقضات اقتصادية واجتماعية. لذلك، يجب اتخاذ إجراءات للحفاظ على الموارد المائية وتحسين استدامتها، بالإضافة إلى تطوير استراتيجيات لمواجهة التحديات المستقبلية المتعلقة بالماء في المنطقة.

الفصل الثاني: الدراسة النقدية للمعطيات المناخية الموظفة في البحث

مقدمة الفصل الثاني

إن تحديد التوزيع المكاني لمحطات الرصد المناخي وجمع المعطيات الإحصائية الخاصة بها يعتبر خطوة أساسية لإجراء دراسة مناخية شاملة للحوض المائي. وهناك عدة خطوات محددة لإتمام هذه العملية بشكل متكامل:

تحديد مواقع محطات الرصد: يجب أولاً تحديد التوزيع المكاني لمحطات قياس التساقطات المطرية ودرجات الحرارة وغيرها من العوامل المناخية في الحوض المائي. يتم ذلك بشكل متوازن على الخريطة، مع مراعاة التنوع الجغرافي والمناخي للمنطقة.

جمع البيانات: يجب جمع البيانات الإحصائية لمدة زمنية طويلة، على الأقل 30 سنة، وذلك لضمان استقرار وموثوقية البيانات في دراسة المناخ. ينبغي أن تشمل البيانات معلومات حول التساقطات المطرية، درجات الحرارة، الرطوبة، سرعة الرياح وغيرها من العوامل المناخية الهامة.

مراجعة وتحليل البيانات: يتعين مراجعة البيانات المجمعة وتحليلها بعناية للتأكد من دقتها واكتمالها. يجب التركيز على تحديد الفجوات في البيانات وملؤها باستخدام التقنيات المتاحة.

تحديد المنطقة المناخية السائدة: يتم تحديد المنطقة المناخية السائدة في الحوض المائي بناءً على تصنيفات أمبيرجي أو أي نظام تصنيف مناسب آخر، وذلك باستخدام البيانات المحصلة ونتائج التحليلات.

باستكمال هذه الخطوات، يمكن الحصول على فهم شامل للمناخ في الحوض المائي لحوض زيز-غريس وتقدير تأثيره على الموارد المائية والاستفادة من هذه المعرفة في التخطيط وتدبير الموارد المائية بشكل فعال ومستدام.

I. تقديم محطات قياس العناصر المناخية وملء الثغرات

1- التوزيع المجالي لمحطات قياس التساقطات

لدراسة توزيع التساقطات المطرية على الصعيدين المكاني والزماني في حوض زيز-غريس، يتعين وجود مجموعة من محطات الرصد الجوي. يجب أن توزع هذه المحطات بشكل متساوٍ في الحوض، حيث إن ازدياد عدد المحطات يزداد التحكم والدقة في الدراسة. عموما، يتوفر حوض زيز-غريس على 22 محطة رصد، تختلف وظائفها وأهدافها، فبعضها يقيس العناصر المناخية مثل الحرارة والرطوبة والتبخر والرياح (حوالي 6 محطات)، بينما تقوم بقياس التساقطات المطرية (حوالي 16 محطة) والصبيب.

في هذا البحث، تم اختيار 12 محطة بشكل عام، مع مراعاة توزيعها المكاني وطول فترة القياس فيها (راجع الجدول رقم 12 والخريطة رقم 12). لا يعتبر هذا الاختيار عشوائيًا، بل يعتمد على عوامل أساسية:

1. موقع المحطات داخل الحوض.

2. طول الفترة التي تم فيها قياس البيانات في المحطات المختارة.

جدول رقم 12: الموقع الجغرافي لمحطات الرصد المطرية التي استندت عليها الدراسة

رقم المحطة	اسم المحطة	الحوض	خط الطول (المتر)	خط العرض (المتر)	الارتفاع	فترة القياسات المدروسة
696	**أيت بويجان**	غريس	485 600	104 450	1 350	2019 -1960
4160	**لحميدة**		602 100	101 950	825	**2016 -1960**
4680	**الجرف**		594 500	100 500	824	2019 -1960
5236	**مروتشة**		549 000	107 300	930	**2016 -1960**
7320	**تاديغوست**		543 500	140 600	1150	2019 -1960
7441	**أموكر**		526 900	155 600	1430	2019 -1960
3600	**أرفود**	زيز	615 055	104 365	823	2019 -1960
3887	**فم تيليشت**		579 677	192 724	1500	2019 -1960
4188	**سد الحسن الداخل**		588 802	156 028	1130	2019 -1960
4993	**الرشيدية**		591 230	148 970	1028	2019 -1960
5180	**مزيزل**		559 770	185 451	1441	2019 -1960
7936	**الطاوس**		634 100	35 700	680	2019 -1960

المصدر: وكالة الحوض المائي زيز غريس كير2020(ABHGZR) .

يوضح الجدول رقم 12 أهم المحطات المعتمدة في الدراسة، وذلك حسب خصائصها، سواء من حيث موقعها الجغرافي بالنسبة للحوض أو من حيث الارتفاع، إذ نميز ما بين 12 محطة متفاوتة في توزيعها وارتفاعها، حيث يصل ارتفاع أعلى محطة قياس إلى 1500متر ممثلة في محطة فم تيليشت، التي تقع في الجهة العليا لحوض زيز على واد سيدي حمزة أحد الروافد الرئيسية لواد زيز. تليها من حيث الأهمية في الارتفاع، محطة مزيزل التي تتواجد على واد زيز، وبالضبط على مقربة من خط تقسيم المياه الفاصل بين حوض زيز وغريس، وذلك على ارتفاع 1441متر.

أما أخفض محطة فتمثلها محطة الطاوس التي تتواجد في سافلة حوض زيز. تم وضع شبكة لجميع المحطات المعتمدة على الخريطة رقم 12، ومن خلالها يمكن استنتاج ما يلي:

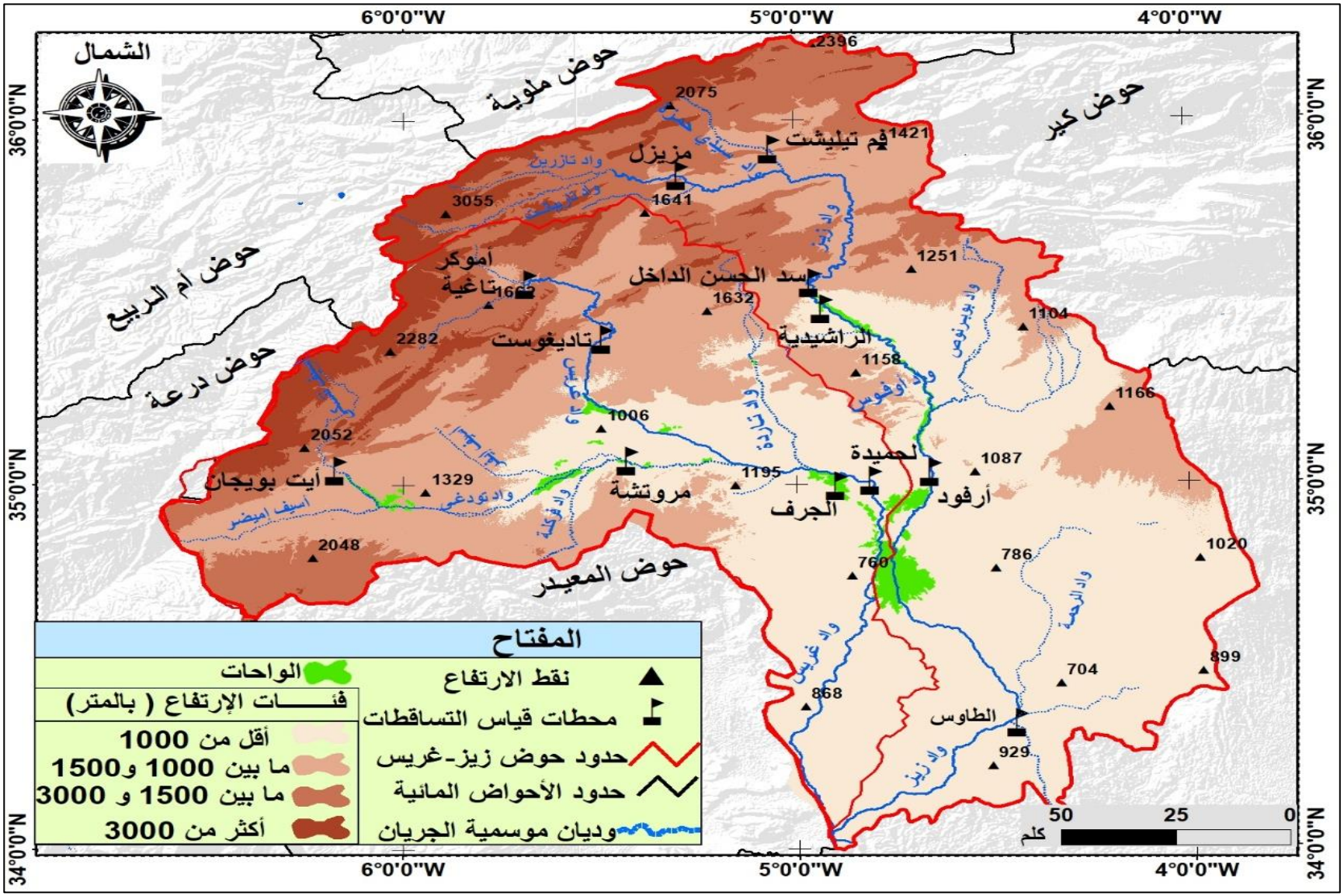
- توزيع المحطات على مجال حوض زيز-غريس يسمح بتدقيق كميات التساقطات المطرية.
- معظم المحطات الرصدية تسجل كميات التساقطات الشهرية السنوية.
- بعض المحطات تتركز بالقرب من المجاري المائية.
- توزيع المحطات بكثافة يسمح بدراسة العناصر المناخية داخل مجال حوض زيز-غريس ثم بسهل تافيلالت.

لوحة رقم 3: محطات قياس عناصر المناخ (المحطة 1 أموكر بحوض غريس، المحطة 2 أرفود بحوض زيز)

المصدر: تصوير شخصي في أبريل 2020، و BAKKI,2017 بتصرف

توجد عيوب في المحطات المختارة، تتمثل في عدم احترام بعضها لتوصيات المنظمة العالمية للأرصاد الجوية، مثل المراقبة التقنية بتردد معين. ويترتب على عدم احترام هذه التوصيات تأثير سلبي على دقة القياسات التي يتم رصدها. على سبيل المثال، توقفت محطات الرصد لحميدة ومروتشة التي توجد على واد غريس منذ عام 2016، ولم تخضع لأية صيانة أو تجديد. هذا الأمر يجعل من الصعب التحقق من كمية التساقطات المطرية في هذه المحطات بعد توقفها في السنة المذكورة.

خريطة رقم 12:التوزيع المجالي لمحطات قياس التساقطات المطرية في حوض زيز-غريس



المصدر بتصرف: وكالة الحوض المائي زيز غريس كير2020(ABHGZR) .

2-جرد وتدقيق المعطيات الناقصة

بعد فحصنا لبيانات التساقطات المطرية، تبين لنا وجود بعض الثغرات التي استدعت البحث عن طرق لتعويضها في غياب إمكانية الحصول عليها من مصادر أخرى، وذلك تماشيًا مع توصيات المنظمة العالمية للأرصاد الجوية كما جاء في دليلها للممارسات المناخية الموافق عليه في دورتها السابعة عشرة بجنيف في أبريل 2018. وقد أكدت هذه التوصيات على ضرورة اتباع مجموعة من القواعد، منها:

- عدم حساب القيم العادية أو المتوسطات للفترات إلا بعد التأكد من توافر ما لا يقل عن 80% من سنوات الرصد.
- عدم تجاوز عدد السنوات الناقصة ثلاث سنوات متتالية.

وبناءً على جردنا لبيانات المحطات المعتمدة في الدراسة، توصلنا إلى النتائج التالية الموضحة في الجدول التالي.

جدول رقم 13: فترات قياس التساقطات المطرية ومطابقتها للمعايير المعتمدة دوليا من طرف OMM

المحطات الرصدية	فترة القياسات المدروسة	مطابقة المحطة لتوصيات المنظمة العالمية للأرصاد الجوية
فم تيليشت	2019-1960	مطابقة
مزيزل	2019-1960	مطابقة
سد الحسن الداخل	2019-1960	مطابقة
الرشيدية	2019-1960	مطابقة
أرفود	2019-1960	مطابقة
الطاوس	2019-1960	مطابقة
أموكر تاغية	2019-1960	مطابقة
أيت بويجان	2019-1960	مطابقة
تاديغوست	2019-1960	مطابقة
مروتشة	**2016-1960**	مطابقة
لحميدة	**2016-1960**	مطابقة
الجرف	2019-1960	مطابقة

المصدر: وكالة الحوض المائي كيرزيزغريس،2020، بتصرف

تعد القياسات المناخية الناقصة من بين التحديات التي يواجهها الباحث في علم المناخ، وقد تمثلت هذه الفجوات في البيانات التي حصلنا عليها من وكالة الحوض المائي كير زيز وغريس، ويمكن نسبها إلى عدة عوامل:

- حدوث عطل في آلات ومعدات الرصد الجوي، مما أدى إلى توقفها عن العمل لفترة معينة.
- تكليف التقني المسؤول عن مراقبة البيانات وتسجيلها بمهام إدارية أخرى، وخاصةً خلال فصل الصيف حيث يكون العديد من الموظفين في إجازة، مما يؤدي إلى الإشراف المنخفض على البيانات المناخية.
- حدوث توقف مؤقت في تشغيل بعض المراصد مثل محطة لحميدة، أو تغيير المراقب، مما يؤدي إلى فجوات في البيانات المسجلة، بالإضافة إلى تلف وفقدان الوثائق وسجلات الرصد.

للتعامل مع هذه الفجوات، تم إجراء جرد أولي للمحطات التي تحتوي على ثغرات في القياسات الشهرية لكمية التساقطات، وفي الخطوة الثانية، تم ملء بعض هذه الفجوات بتقدير القياسات المطرية الشهرية الناقصة (أنظر الملحق رقم 2).

وجدير بالذكر، أن هناك طرقا عديدة لمعالجة المعطيات الناقصة وتقديرها، من بينها "طريقة التراجع الخطي البسيط" (السلوي،2006) "، ثم طريقة "المعامل بالنسبة للمعدل" وهي طريقة مستعملة دوليا؛ ولقد سبق كذلك أن استعملت من قبل مصلحة الأرصاد الجوية بالمغرب، وأعطت نتائج إيجابية مقبولة (باحو،2001). وتتلخص هذه الطريقة فيما يلي:

- ❖ أولا، يتم اختيار ثلاث محطات (D)، (C) و(B) متجاورة وقريبة من المحطة (A) التي تتخللها ثغرات. ويشترط أن يكون هناك ارتباط إحصائي إيجابي وقوي بين هذه المحطات الأربع، وهذا يعني ضرورة وجود تجانس مناخي بينهما، بحيث تنتمي إلى نفس الإقليم المناخي. كما يشترط أيضا أن تتوزع المحطات الثلاث المختارة لتقدير الكمية الناقصة على شكل مثلث، حول المحطة المراد ملء ثغراتها؛
- ❖ ثانيا، حساب معامل الكسر بالنسبة للمعدل السنوي، في كل محطة من المحطات الثلاث المختارة، وتتم هذه العملية بتقسيم الكمية المطرية الشهرية Bj وCj وDj الخاصة بالمحطات الثلاث على معدلاتها الشهرية NBو NCو ND؛
- ❖ أخيرا المرحلة الثالثة، نقوم بجمع الكسور الثلاثة، وتقسيمها على العدد 3 والحاصل يضرب في قيمة المعدل المطري الشهري الخاص بالمحطة ذات الثغرات. والنتيجة المحصلة هي الكمية المطرية التقديرية لملء الكمية الشهرية الناقصة.

وللتوضيح نستأنس بمثال عن محطة مزيزل حيث سنعوض كمية التساقطات لشهر فبراير من سنة 1986:

- أولا، تم اختيار محطات أموكر تاغية، فم تيليشت، وسد الحسن الداخل بحكم قربها من المحطة المعنية ووجود تجانس مناخي بين المحطات الأربع وتموضعها على شكل مثلث.
- ثانيا، قسمة قياس شهر فبراير على معدل فبراير لكل محطة على شكل الآتي:

$$(2/13.5) + (1.5/15.2) + (5.4/13.2) = 0.63$$

- ثالثا، قسمة الحاصل على 3 وضربه في قيمة معدل شهر فبراير لمحطة مزيزل:

(0.63/3) *12.07=**2,57** ملم

تظل النتائج التي تم الوصول إليها بعد ملء بعض الثغرات في بيانات المحطات المطرية تقديرية فقط، ولا تعكس الحقيقة الطبيعية بشكل مطلق، حيث قد تحمل جانبًا من الانحياز أو الخطأ. هذا يرجع إلى أن عملية ملء الثغرات تعتمد على تقديرات وتقنيات إحصائية، وقد تكون هذه التقديرات متأثرة بعوامل مثل اختيار الطريقة الإحصائية المستخدمة والمعلومات المتاحة.

وتجدر الإشارة إلى أننا قمنا بمقارنة النتائج التي توصلنا إليها بعد ملئ بعض الثغرات بالمحطات المطرية، مع الدراسة التي أنجزتها وكالة الحوض المائي كير زيز غريس لسنة 2018، بعنوان " تحيين المخطط المديري للتنمية المندمجة للموارد المائية بالأحواض المائية لكير زيز غريس ومعيدر" (ABHGZR,2018)، فوجدنا نتائج شبه متقاربة، لذلك اعتمدنا على المعطيات التي وفرتها هذه الأخيرة في دراستنا هذه.

II. اختبار تجانس معطيات محطات قياس التساقطات بحوض زيز-غريس

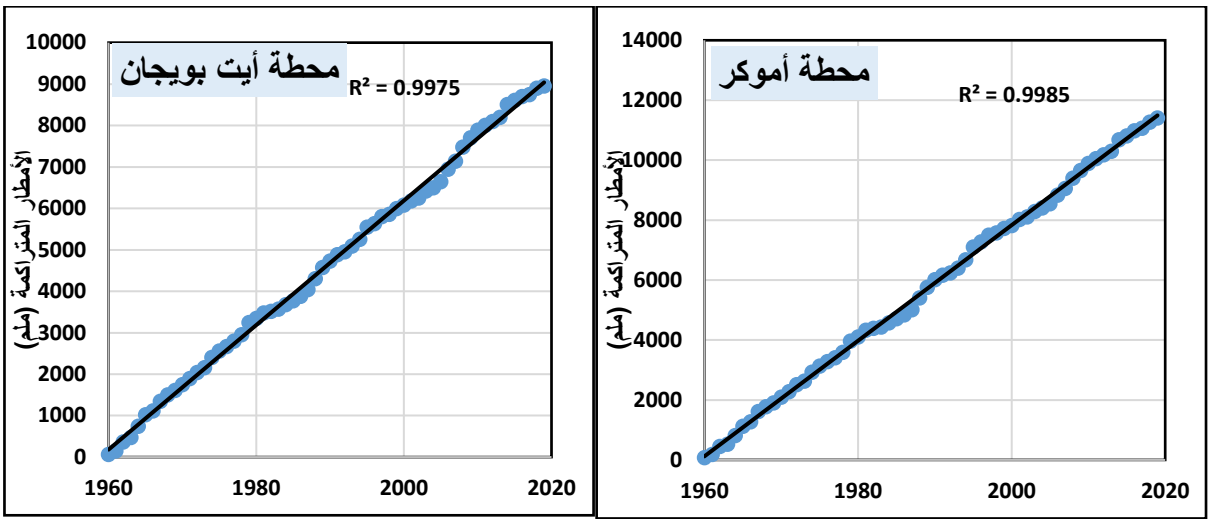
تتجه المنظمة العالمية للأرصاد الجوية نحو تعريف المعطيات المتجانسة كتلك التي يمكن تفسير تغيراتها واختلافاتها بسبب الظواهر المناخية فقط. وعلى الرغم من الافتراض بأن المؤسسات المسؤولة عن جمع هذه المعطيات، مثل المديرية الوطنية للأرصاد الجوية ووكالات الاحواض المائية، قد قامت باتباع هذه الخطوات، إلا أنه من الضروري إجراء اختبار التجانس في الدراسات المناخية لضمان الدقة والموثوقية.

تتوفر العديد من الطرق والتقنيات الإحصائية لاختبار تجانس سلاسل القياسات المناخية، حيث تنقسم عمومًا إلى طرق بيانية ورياضية. ورغم وجود تلك الطرائق الرياضية، إلا أنه تم الاعتماد في هذا البحث على الطرق البيانية، مع استخدام برنامج Khronostat للتحقق من تجانس المعطيات وضمان استخدامها بشكل فعّال.

1- الطريقة التراكمية

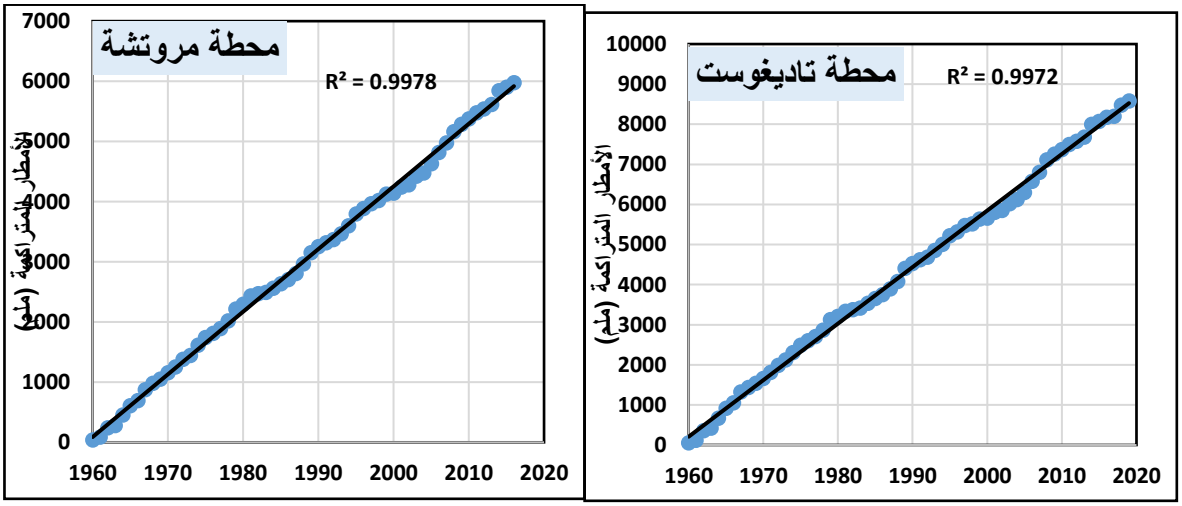
الطريقة التراكمية هي طريقة إحصائية بسيطة تعتمد على حساب المطر المتراكم السنوي بشكل تصاعدي من سنة إلى أخرى، ثم تمثيل هذه السلسلة في شكل منحنى. يتم وضع السنوات في محور الأفقي والقيم المطرية في محور العمودي. تكون البيانات متجانسة إذا كان المنحنى مستقيمًا أو قريبًا من المستقيم، مع عدم وجود اعوجاجات كبيرة. في حالة وجود اعوجاجات، فإن ذلك يشير إلى عدم تجانس البيانات (باحو، 2001).

الأشكال رقم 5 : اختبار تجانس القياسات المطرية بطريقة القيم المتراكمة بمحطتي أيت بويجان وأموكر



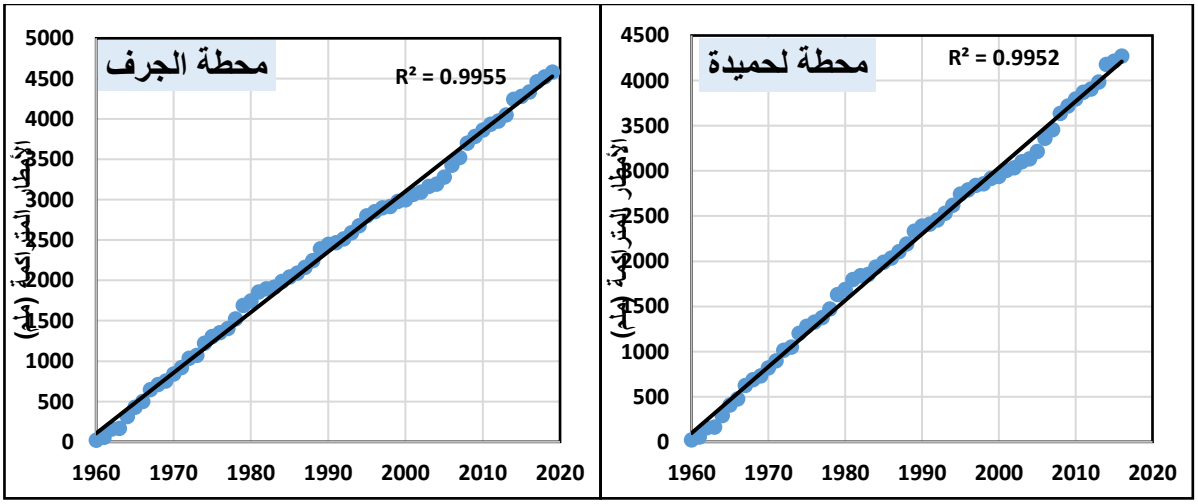
المصدر: وكالة الحوض المائي كيرزيز غريس،2020، بتصرف

الأشكال رقم 6 : اختبار تجانس القياسات المطرية بطريقة القيم المتراكمة بمحطات تاديغوست ومروتشة



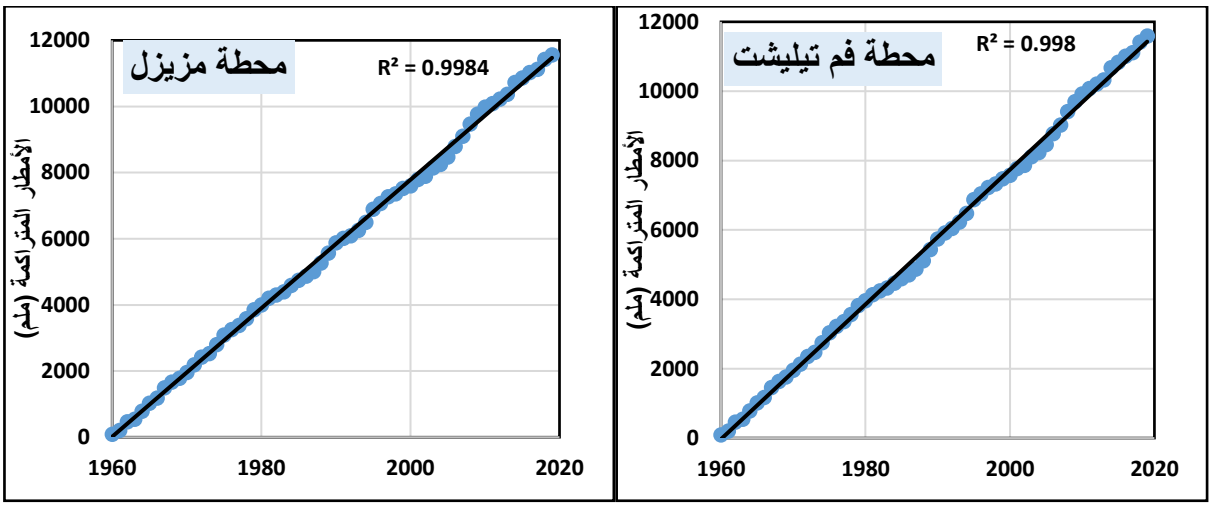
المصدر: وكالة الحوض المائي كيرزيز غريس،2020، بتصرف

الأشكال رقم 7 : اختبار تجانس القياسات المطرية بطريقة القيم المتراكمة بمحطات تاديغوست ومروتشة



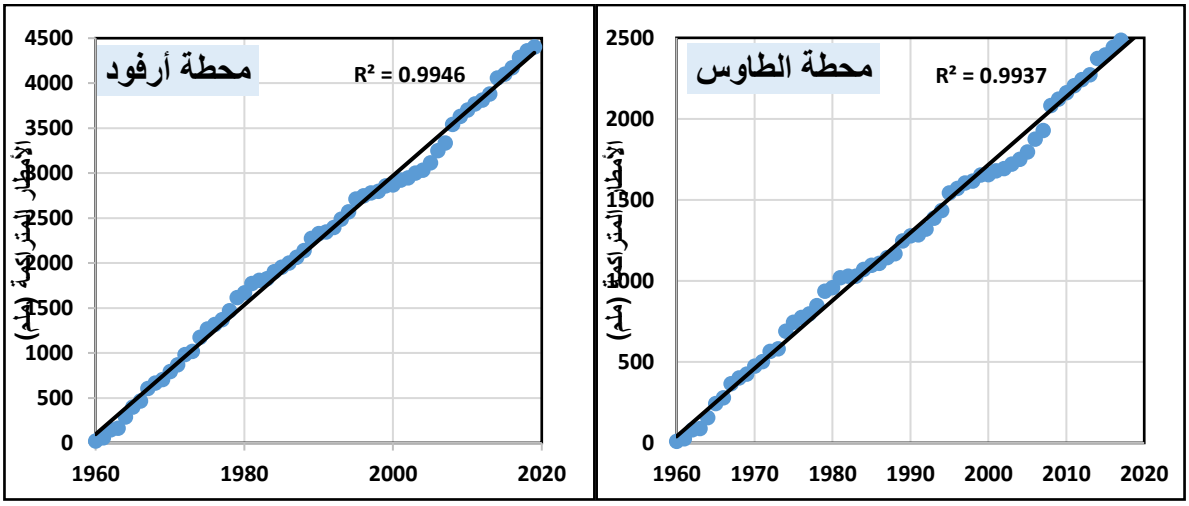
المصدر: وكالة الحوض المائي كيرزيز غريس،2020، بتصرف

الأشكال رقم 8 : اختبارتجانس القياسات المطرية بطريقة القيم المتراكمة بمحطتي فم تيليشت ومزيزل



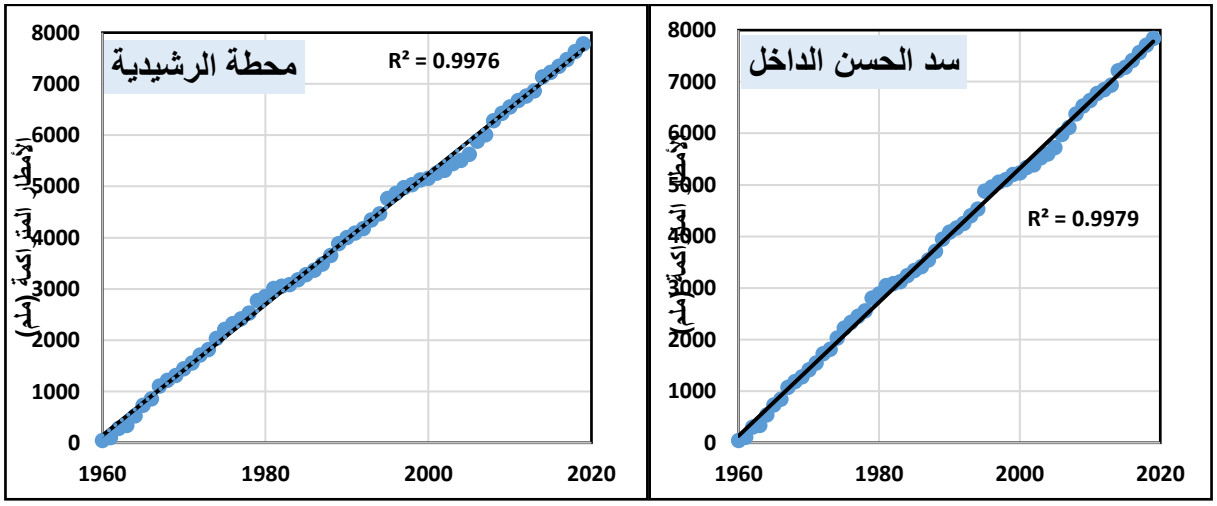
المصدر: وكالة الحوض المائي كيرزيز غريس،2020، بتصرف

الأشكال رقم 9 : اختبارتجانس القياسات المطرية بطريقة القيم المتراكمة بمحطتي الطاوس وأرفود



المصدر: وكالة الحوض المائي كيرزيز غريس،2020، بتصرف

الأشكال رقم 10 : اختبارتجانس القياسات المطرية بطريقة القيم المتراكمة بمحطتي الطاوس وأرفود



المصدر: وكالة الحوض المائي كير زيز غريس،2020، بتصرف

من الأشكال رقم 5 إلى 10، التي تمثل اختبار تجانس سلاسل القياسات المطرية بطريقة القيم المتراكمة، يُلاحظ أن معظم المحطات التي تمت دراستها تُظهر خطوطًا مستقيمة أو تميلًا طفيفًا في بعض السنوات. يُوضح ذلك أن المعطيات متجانسة أو على الأقل تتمتع بقيم غير متنافرة وفق هذه الطريقة، كما يُظهر ذلك عامل الارتباط القوي الذي وصل في كل المحطات إلى $R^2 = 0.99$.

ومن الملاحظ أن محطتي الطاوس وأرفود تظهران انحرافًا ظاهرًا في المستقيم، مما يشير إلى عدم تجانس معطياتهما وفقًا للطريقة التراكمية. وبشكل عام، شهدت جميع المحطات انعطافًا خفيفًا في سنوات 2008 و2014، ويرجع ذلك إلى تساقطات قياسية غير معتادة يمكن تصنيفها ضمن القيم الشاذة.

2- طريقة مقارنة القيم المتراكمة

تحتاج هذه الطريقة إلى المقارنة بين سلسلتي مراصدين: المرصد المرجعي (المرصد الشاهد) والمرصد المراد فحصه. يُشترط أن تكون بيانات المرصد المرجعي متجانسة وتغطي فترة زمنية طويلة، وأن ينتمي المرصدان إلى نفس الإقليم المناخي، وأن تكون درجة الترابط بينهما قوية وإيجابية، بالإضافة إلى تغطية قياسات المرصدان لنفس الفترة الزمنية.

قبل البدء في تطبيق هذه الطريقة، يجب التأكد من إيجابية وقوة الارتباط بين المرصدين. يُمكن القيام بذلك من خلال الخطوات التالية:

- هدف دراسة الارتباط هو الكشف عن قوة العلاقة بين متغيرين أو أكثر. تتراوح درجة الارتباط بين 1+ و1-، حيث تعبر درجة الارتباط القريبة من 1 عن ارتباط قوي بين المتغيرين، بينما الارتباط القريب من 0 يشير إلى عدم وجود ارتباط. وعندما يقترب الارتباط من -1، فإن ذلك يشير إلى ارتباط سلبي قوي بين المتغيرين.
- يُمكن استخدام معامل الارتباط لقياس درجة العلاقة بين المتغيرين. وتُشير القيمة الموجبة إلى ارتباط إيجابي، في حين تُشير القيمة السالبة إلى ارتباط سلبي.
- يجب مراجعة البيانات التاريخية للمرصادين المرجعي والمراد فحصه، والتأكد من توافر البيانات لنفس الفترة الزمنية.
- يجب أيضًا التحقق من موقع المرصدين والتأكد من انتمائهما إلى نفس الإقليم المناخي.

بعد التأكد من إيجابية وقوة الارتباط بين المرصدين، يمكن البدء في تطبيق الطريقة التي تعتمد على المقارنة بين السلاسل الزمنية للمرصدين لتحليل التغيرات المناخية والتقييم النسبي. وبشكل عام، يمكن اعتبار العلاقة ضعيفة إذا كانت قيمة معامل الارتباط أقل من 0.5، ومتوسطة إذا تراوحت قيمة معامل الارتباط ما بين 0.5 و0.7، أما إذا كانت قيمة معامل الارتباط تتراوح ما بين 0.7 و0.9 فتعتبر قوية، وأكثر من 0.9 تعد قوية جداً بين المتغيرين.

تبين لنا من خلال تطبيق طريقة مقارنة القيم التراكمية أن معظم المحطات المدروسة سجلت تجانس في معطياتها، وهذا ما ظهر جلياً في قيم الارتباط التي كانت قوية في كل المحطات، حيث وصلت إلى 0.99. تم عرض نتائج هذه الطريقة في الجدول رقم 14، وتبين لنا أيضاً أن محطة الطاوس هي التي سجلت انكسارات وتغيرات طفيفة في اتجاه منحنى التراكم المزدوج للتساقط المطري.

جدول رقم 14: نتائج تطبيق طريقة مقارنة القيم المتراكمة لاختبار تجانس التساقطات المطرية

المحطة المرجعية	المحطة المفحوصة	الفترة الزمنية	النتيجة
الرشيدية	الجرف	2019-1960	متجانسة
	لحميدة	2016-1960	متجانسة
	أرفود	2019-1960	متجانسة
أرفود	الطاوس	2019-1960	غير متجانسة
سد الحسن الداخل	الرشيدية	2019-1960	متجانسة
أيت بويجان	أموكر	2019-1960	متجانسة
تاديغوست	مروتشة	2016-1960	متجانسة
مزيزل	فم تيليشت	2019-1960	متجانسة

المصدر: وكالة الحوض المائي كيرزيزغريس، 2020، بتصرف

تمت معالجة معطيات المحطات المدروسة أيضا باستخدام مجموعة من الاختبارات، خاصة اختبار Bois Buishand الذي يتيحه برنامج Khronostat، بهدف التأكد من تجانس المعطيات وتقييم الانحرافات المحتملة في سلاسل القياسات. يُعتبر اختبار Bois Buishand أداة مهمة لتحديد تاريخ وحدة انحراف الانحرافات في سلاسل البيانات، مما يسمح بتحديد فترات التغيير غير المتوقعة في المعطيات.

عند استخدام هذا الاختبار، يتم تحديد ما إذا كان هناك انحراف زمني يُعتبر غير طبيعي في سلسلة القياسات. يتم ذلك عن طريق حساب مؤشرات الانحراف القياسي وتطبيق الاختبار الإحصائي المناسب.

باستخدام اختبار Bois Buishand، يُمكن تحديد فترات التغيير غير المتوقعة في سلاسل البيانات، وبالتالي تقييم تجانس المعطيات وتحديد أي انحرافات قد تكون موجودة. هذا يُساعد في توضيح أسباب أي اختلافات غير متوقعة وتحديد ما إذا كانت البيانات تتمتع بالتجانس اللازم أم لا..

3-طريقة اختبار التجانس ببرنام Khronostat 1.01

برنام Khronostat هو برنامج إحصائي لتحليل السلاسل الزمنية، صممه فريق بحث معهد البحث في التنمية بفرنسا (IRD)، كجزء من دراسة حول تقلب المناخ في غرب ووسط إفريقيا. هو برنامج بسيط وسهل ومفيد جدا في دراسة وتحديد التغايرية الطارئة التي يمكن أن تظهر في السلسلة الاحصائية الخاصة بالمعطيات المرتبطة أساسا بالتساقطات المطرية والحرارة والصبيب وغيرها من المعطيات المناخية

والهيدرولوجية. ويعتمد البرنامج على معادلات ونماذج معتمدة ومعروفة جدا وهي الأكثر تطبيقا في هذا المجال، ويتعلق الأمر بالمعادلات والنماذج الخاصة بـ "Lee Bayésienne, Ellipse de Bois, Buishand, Pettitt, " وغيرها.[25] ، لكن في دراستنا هذه سنعتمد فقط على نموذج واحد من الاختبارات، ويتعلق الأمر باختبار*(Buishand, 1982, 1984)* يهدف إلى تحليل السلسلة الزمنية وتحديد نقط الانقطاع في حالة وجود فرضية منعدمة ويمكن تقدير فترة الانقطاع، ويمكننا أيضا تحديد مدى تجانس معطيات السلسلة الزمنية عبر شكل اهليليج (Ellipse de BOIS) الذي يحدد فترة زمنية ذات مصداقية إحصائية.

وتستخدم هذه الاختبارات في تحليل التغيرات المناخية ومن ضمنها الكشف عن تجانس معطيات سلسلة مناخية كالتساقطات المطرية، ونعني بالانكسار (Rupture) في السلسلة الإحصائية التغيرات التي تحدث في قانون الاحتمالات الخاص بالسلسلة الزمنية في لحظة ما[26].

لتحليل تجانس معطيات محطة الطاوس التي لم نتأكد من تجانس معطياتها، اعتمدنا اختبار بويشند (Test de Buishand) الذي ينبني على فرضية ثبات تباين (Variance S2) السلسلة الإحصائية، حيث يفترض توزيع موحد مسبق لموضع نقطة الانكسار(Rupture) بواسطة العلاقة الآتية:

$$U = \left[N(N+1)\right]^{-1} \sum_{k=1}^{N-1} \left(\frac{S_k}{D_x} \right)^2$$

$$S_k = \sum_{i=1}^{k} \left(x_i - \bar{x} \right)$$

حيث إن Dx هو الانحراف المعياري للسلسلة وتحليل فرضية العدم (H0) يوفر نظرة عميقة حول تجانس معطيات السلسلة الزمنية. فإذا تم قبول فرضية العدم (H0)، يعني ذلك أنه لا يوجد انكسار في السلسلة، وبالتالي يتم اعتبار المعطيات متجانسة. أما إذا تم رفض الفرضية (H0)، فهذا يشير إلى أن السلسلة غير متجانسة.من السلبيات المعروفة لهذا الاختبار هو أنه لا يوفر تقديرًا محددًا لتاريخ الانكسار، بخلاف بعض الاختبارات الأخرى التي تقدم هذا التقدير.

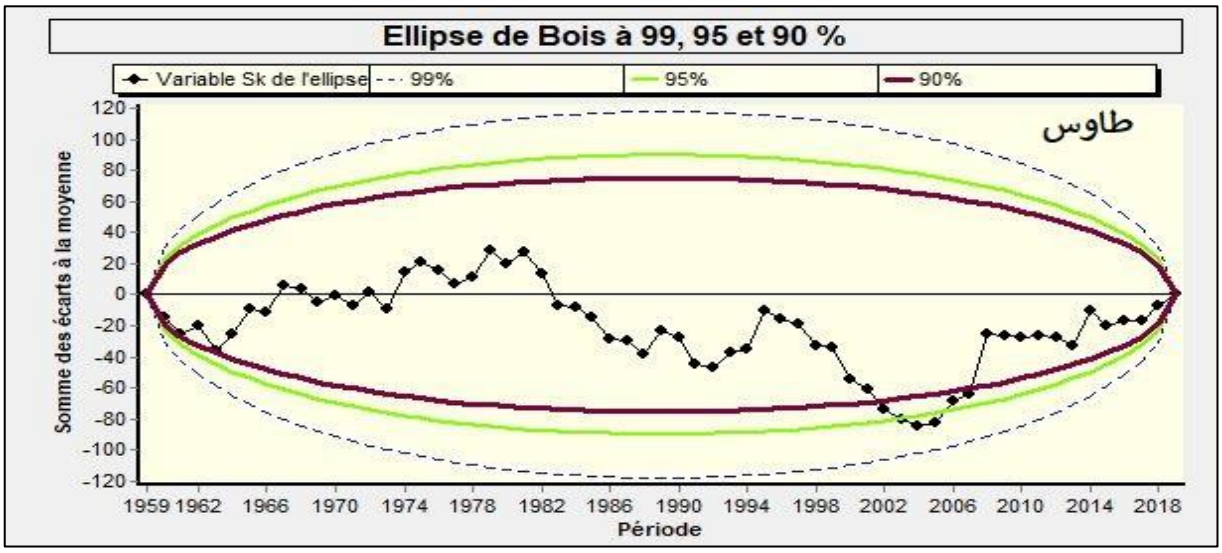
تم إجراء هذا الاختبار باستخدام برنامج Khronostat، ويمكن مشاهدة النتائج في الشكلين رقم (11) و(12) حيث تظهر تحليلات ونتائج الاختبار أنه تم قبول فرضية العدم عند العتبة 99% بمحطة الطاوس.

---

[25] **DEMBA GAYE,(2019)**. Analyse des fréquences et étude des impacts environnementaux et socioéconomiques au nord du Sahel sénégalais, NAAJ. Revue africaine sur les changements climatiques et les énergies renouvelables. 2019. Vol. 1, No. 1

[26] **Lubès-Niel, H., Masson, J., Paturel, J., Servat, E. (1998).** Variabilité climatique et statistique. Etude par Simulation de la puissance et de la robustesse de quelques tests utilisés pour vérifier l'homogénéité de Chroniques. Revue des Sciences de l'Eau, 383-408., p. 383-408

شكل رقم 11 :اهليلج (BOIS)لتحديد الفترات المتجانسة بالمحطة المطرية الطاوس



المصدر: وكالة الحوض المائي كيرزيز غريس،2020، بتصرف

شكل رقم 12 : نتائج التحقق من فرضية العدم لمحطة الطاوس بواسطة برنامج Khronostat

المصدر: وكالة الحوض المائي كيرزيز غريس،2020، بتصرف

تبين من الشكلين رقم 11 و12 أن جميع المحطات سجلت تجانسًا في معطياتها الاحصائية، ولم تسجل أي انقطاعات في السلسلة وفقًا لعتبات الثقة المختلفة (90%، 95%، 99%) للفرضيات المنعدمة التي وضعها الباحث Buishand. لم تخرج القيم المحسوبة عن الشكل الإهليلجي (البيضاوي)، مما يشير إلى صحة وتجانس معطيات محطة الرصد الطاوس.

بناءً على هذه النتائج، يمكننا التأكيد على صحة البيانات وتجانسها في محطة الرصد الطاوس. أما بالنسبة لباقي المحطات، فقد تم التأكد من تجانسها مسبقًا، ولكن تمت مراجعتها أيضًا باستخدام البرنامج، وأظهرت النتائج صحة الاستنتاجات السابقة كما هو موضح **في الملحق رقم 3**.

بناءً على ذلك، يمكن الاحتفاظ بمعطيات جميع المحطات كما هي، والاعتماد عليها في دراسات المناخ وتحليلات البيانات المستقبلية.

III. اختبار تجانس قياس الحرارة والتبخر والرطوبة بمحطات حوض زيز وغريس

إن توزيع المحطات بشكل متساوٍ حول الحوض يساعد في تمثيل تفاوتات المناخ بشكل أفضل وتقديم صورة شاملة لظروف الطقس والمناخ في كل منطقة. وبالتالي، كلما زاد عدد المحطات وتوزعت بشكل متساوٍ، زادت دقة التحليلات والتنبؤات المستقبلية. لذا، فإن وجود حوالي 6 محطات لقياس درجة الحرارة والرطوبة والتبخر في حوض زيز-غريس يمكن أن يساهم في فهم أفضل لتوزيع هذه العناصر المناخية في المنطقة المدروسة وتحليل الاختلافات الجغرافية والمكانية في الظروف المناخية.

1-اختبار تجانس معطيات محطات قياس الحرارة ببرنام Khronostat 1.01

إن فهم تأثير الحرارة على الموارد المائية يتطلب توفر معطيات دقيقة وشاملة لدرجات الحرارة في مختلف مناطق الحوض المائي. يجب أن توزع محطات الرصد بشكل متساوٍ في كل أرجاء الحوض، بما في ذلك المناطق العالية والمتوسطة والسفلية، لضمان تمثيل جيد للتغيرات المناخية والحرارية في المنطقة.

الخريطة رقم (13) توضح توزيع المحطات الرصدية في الحوض. هذا التوزيع المتساوي يسمح بالحصول على بيانات شاملة ومتوازنة تغطي مختلف الظروف المناخية والبيئية في الحوض.

جدول رقم (15) يحتوي على معلومات حول المحطات الرصدية التي تقيس درجات الحرارة، وهذه المعلومات تساهم في فهم الظروف المناخية في المنطقة وتحليل تأثيرات الحرارة على الموارد المائية.

بشكل عام، توزيع المحطات الرصدية بشكل متساوٍ حول الحوض المائي يعتبر خطوة أساسية لفهم العلاقة بين الحرارة والموارد المائية وتحديد تأثيراتها على البيئة المائية في المنطقة.

جدول رقم15 : الموقع الجغرافي لمحَطّات قياس درجة الحرارة التي استندت إليها الدراسة (1981 و2019)

الحوض المائي	محطات القياس	الاحداثيات الجغرافية		
		خط العرض (الدرجات)	خط الطول (الدرجات)	الارتفاع (m)
زيز	سد الحسن الداخل	31°99’	4°48’	1130
	أرفود	31°53	4°18’	823
	الطاوس	30°54	4°00’	680
غريس	أموكر	31°96’	5°11’	1400
	أيت بويجان	31°45	5°56’	1350
	تاديغوست	31°85’	4°93’	1150

المصدر: وكالة الحوض المائي زيز غريس كير(ABHGZR,2020)، بتصرف

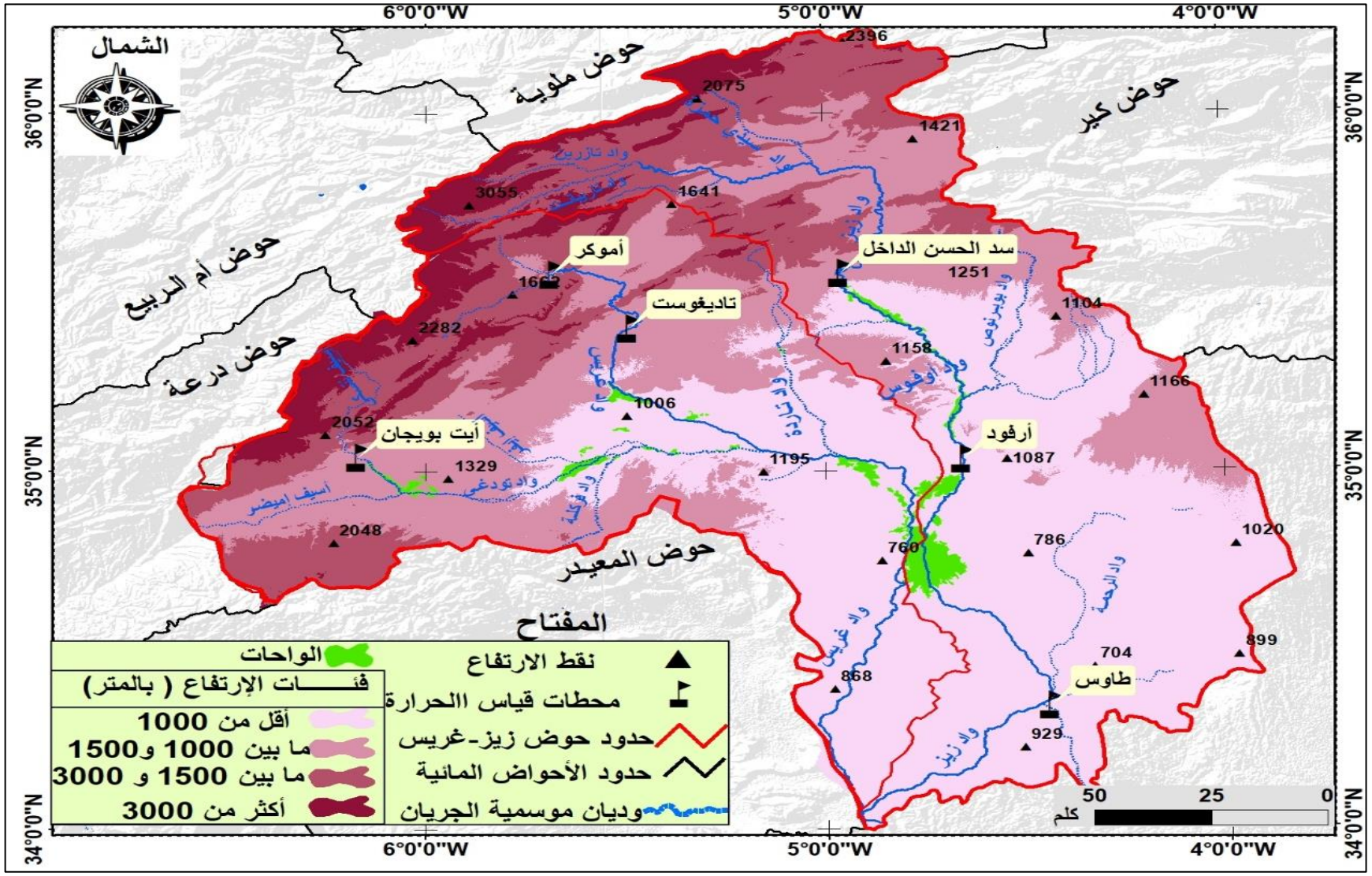
تم إجراء اختبارات متعددة على المعطيات الإحصائية للتساقطات المطرية ودرجات الحرارة في حوض زيز-غريس لتحديد صحتها وقابليتها للاستغلال. استخدمت هذه الاختبارات لتحليل التغيرات

المناخية وكشف التجانس في المعطيات الزمنية، بما في ذلك الكشف عن عدد الانكسارات والتقطعات في السلاسل الإحصائية.

الانكسار (Rupture) في السلسلة الإحصائية يشير إلى التغيرات التي تحدث في قانون الاحتمالات الخاص بالسلسلة الزمنية في لحظة ما. وتهدف الاختبارات إلى تحديد مدى تجانس المعطيات وتحديد عدد الانكسارات والتقطعات التي قد تظهر فيها.

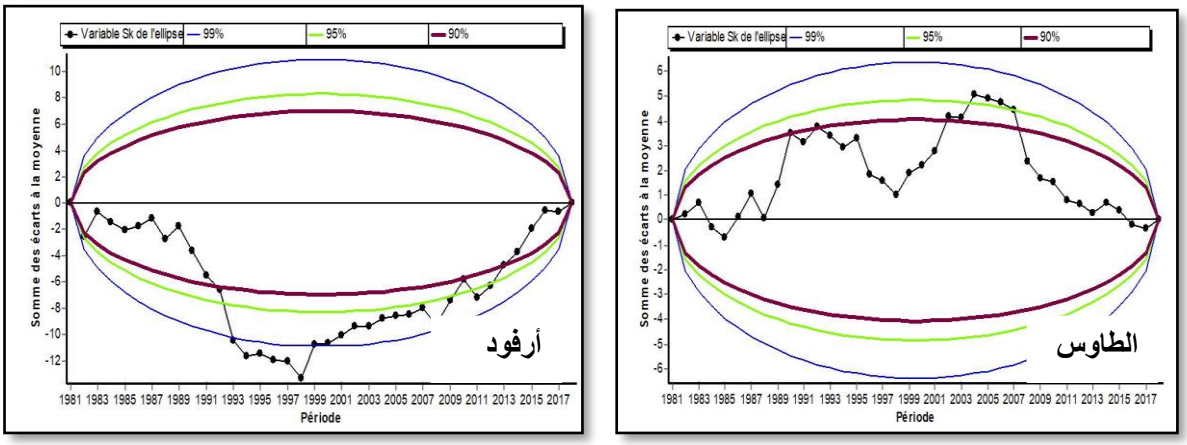
الأشكال الواردة في الأسفل (رقم 13 و14 و15) يبين نتائج اختبار معدل التجانس لمحطات قياس الحرارة في حوض زيز-غريس باستخدام برنامج Khronostat. تحليل هذه النتائج يساعد في فهم درجة التجانس في المعطيات وتحديد الانكسارات والتقطعات التي قد تحدث فيها، مما يمكن أن يسهم في تحليل التغيرات المناخية وفهم الظواهر الجوية في المنطقة بشكل أفضل.

خريطة رقم13 : التوزيع المجالي للمحطات قياس الحرارة بحوض زيز-غريس



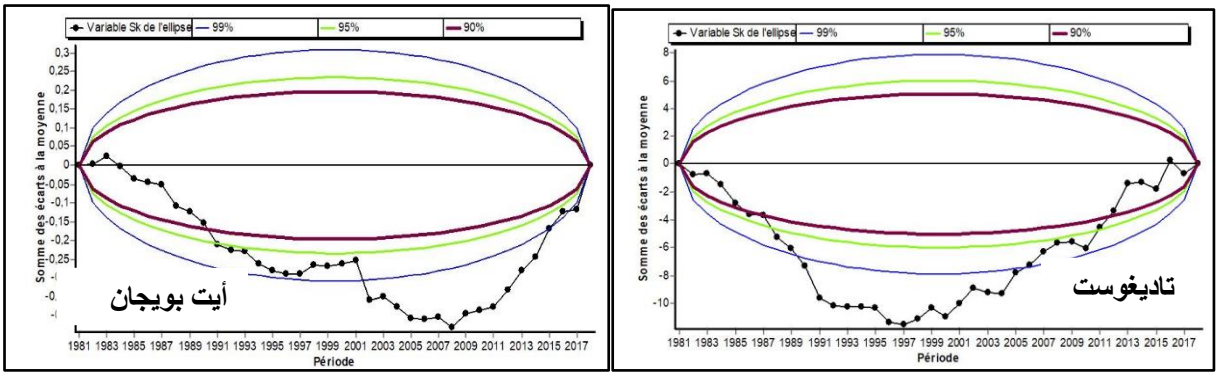
المصدر: وكالة الحوض المائي زيز غريس كير(ABHGZR)، 2020 بتصرف

شكل رقم13 : اهليلج (BOIS) لتحديد الفترات المتجانسة للسلسلة الزمنية بمحطة قياس الحرارة أرفود والطاوس بحوض زيز ما بين1981 و2019



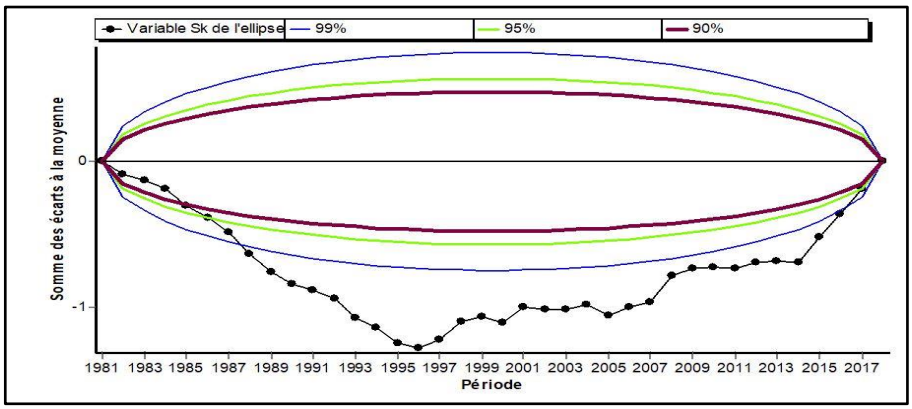
المصدر: وكالة الحوض المائي زيز غريس كير(2020,)، (بتصرف)

شكل رقم 14 : اهليلج (BOIS)لتحديد الفترات المتجانسة للسلسلة الزمنية بمحطة قياس الحرارة بتاديغوست و أيت بويجان بحوض غريس ما بين1981 و2019



المصدر: وكالة الحوض المائي زيز غريس كير(2020,)، (بتصرف)

شكل رقم15 : اهليلج (de BOIS)لتحديد الفترات المتجانسة للسلسلة الزمنية بمحطة قياس الحرارة أموكر ما بين1981 و2019



المصدر: وكالة الحوض المائي زيز غريس كير(2020,)، (بتصرف)

توضح الأشكال رقم 13 و14 و15 بوضوح أن محطة الطاوس هي الوحيدة التي سجلت تجانسًا في سلسلتها الإحصائية بعتبة الثقة 99%. أما بالنسبة لبقية المحطات مثل أرفود وتاديغوست وأيت بويجان، فقد شهدت عدة انقطاعات في السلسلة الإحصائية، مما يشير إلى عدم تجانسها وعدم استمرارية القياسات.

يعزى ذلك عادة إلى التوقف المتكرر للمحطات عن تسجيل القياسات، سواء بسبب عطل تقني أو أسباب أخرى. على سبيل المثال، يمكن أن يكون التوقف الذي حدث في محطة أيت بويجان لمدة سنتين متتاليتين في عامي 2004 و2005 ناتجًا عن مشكلة فنية أو تقنية.

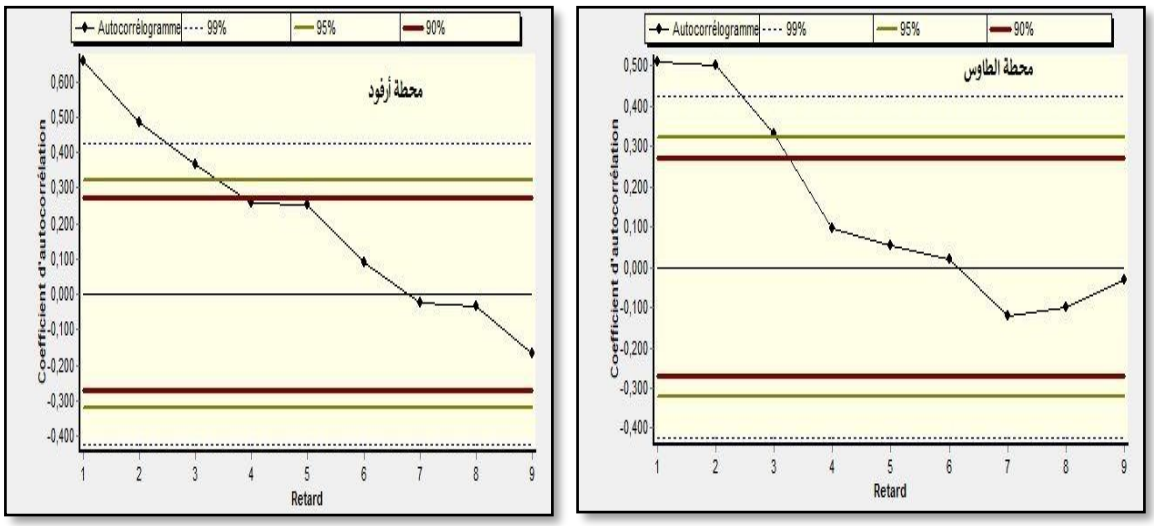
على الرغم من غياب التجانس في المحطات المذكورة، فإنها ستُعتمد في الدراسة التحليلية لأن حوض زيز وغريس لكونه يتوفر فقط على هذه المحطات لقياس درجات الحرارة. لذا، سيتم اتخاذ الاحتياطات اللازمة لمعالجة الانقطاعات وضمان دقة البيانات المستخدمة في التحليل والدراسة.

2- اختبار تجانس قياسات التبخر بمحطات بحوض زيز-غريس

توضح النتائج التي تم الحصول عليها من خلال اختبار تجانس محطات قياس التبخر في حوض زيز-غريس، باستخدام طريقة تحديد الارتباط الداخلي، وجود محطة واحدة فقط (محطة الحسن الداخل) قد سجلت تجانسًا في البيانات. أما بالنسبة لمحطات أرفود والطاوس، فقد أظهرت النتائج عدم التجانس في البيانات.

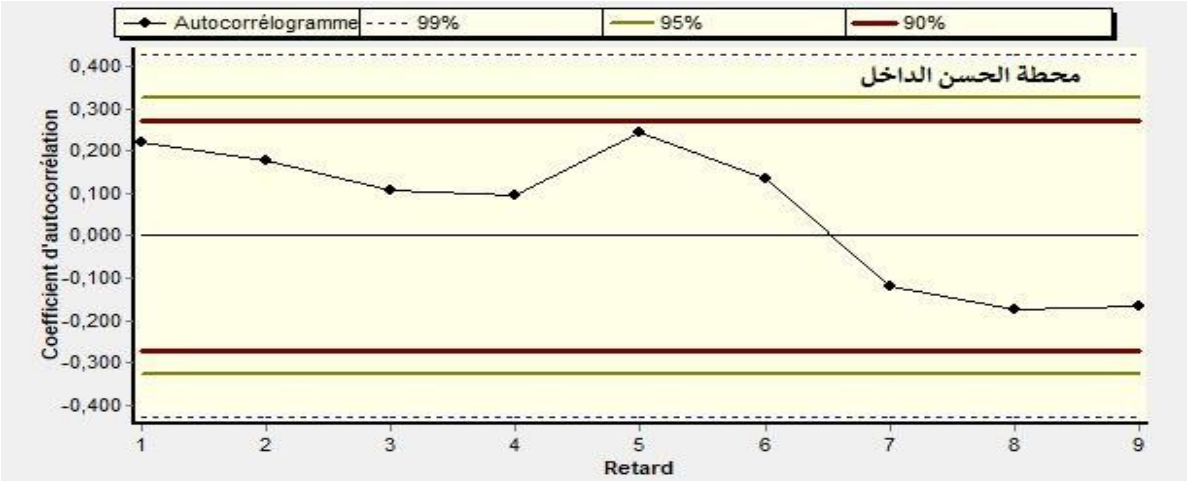
على الرغم من عدم التجانس في بيانات محطات أرفود والطاوس، إلا أنه تم الاعتماد عليها في الدراسة نظرًا لعدم توفر بيانات من محطات أخرى. يجب أخذ هذا النقطة في الاعتبار أثناء التحليل والتفسير للنتائج، ويمكن اتخاذ الإجراءات اللازمة للتعويض عن هذه النقص في البيانات وتقديم التحليل بشكل دقيق وموثوق.

شكل رقم16 : تحديد الارتباط الداخلي للسلسلة الزمنية للتبخر بمحطة الطاوس وأرفود (1983-2019)



المصدر: وكالة الحوض المائي زيز غريس كير(2020،)، (بتصرف)

شكل رقم17 : تحديد الارتباط الداخلي للسلسلة الزمنية للتبخر بمحطة الحسن الداخل (1983-2019)



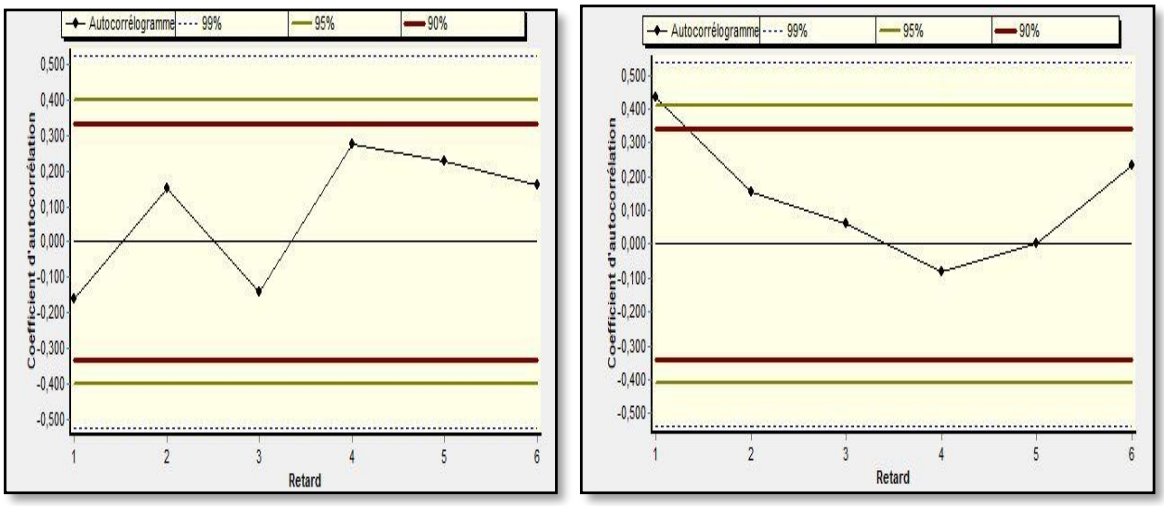
المصدر: وكالة الحوض المائي زيز غريس كير(2020،)، (بتصرف)

3- اختبار تجانس قياسات الرطوبة بحوض زيز-غريس

بينت نتائج اختبار تجانس محطات قياس التبخر في حوض زيز-غريس، باستخدام تحليل الارتباط الداخلي، أن بيانات المحطات كانت متجانسة في جميع الفترات المدروسة وعند جميع العتبات المختلفة (99%، 95%، و90%). تأكيدًا على ذلك، فإن اختبار الارتباط الداخلي لمحطات قياس التبخر في الفترة من عام 1997 إلى عام 2018 أيضًا أظهر قبول فرضية العدم H0 في جميع العتبات المذكورة (99%، 95%، و90%).

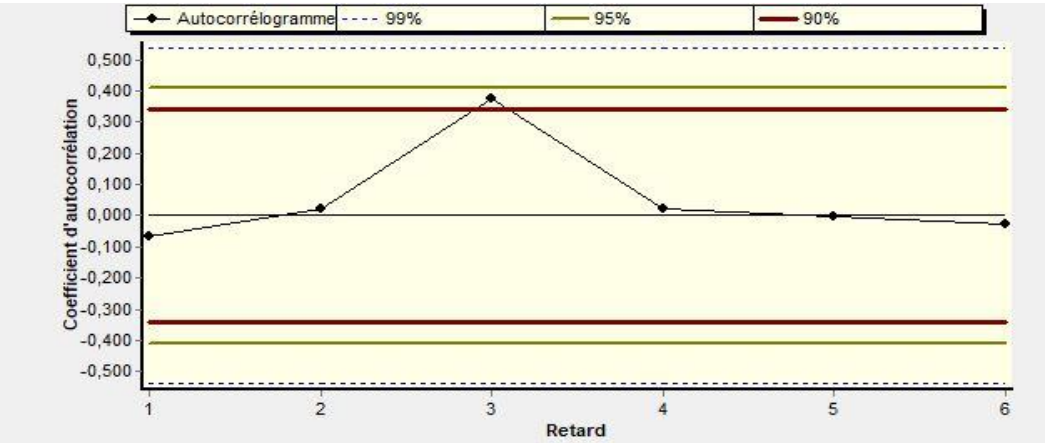
ومن الرسومات (الأشكال رقم 18 و19) يمكن ملاحظة أن متغير الـ AUTOCORRELOGRAMME لم يتجاوز العتبة المحددة عند 90%، مما يشير إلى تجانس سلسلة البيانات في جميع المحطات. وبناءً على هذه النتائج، يمكن الاحتفاظ ببيانات المحطات واستخدامها في الدراسة المقبلة، مع مراعاة الدقة والموثوقية في التحليل والتفسير.

شكل رقم18 : تحديد الارتباط الداخلي للسلسلة الزمنية لمحطة قياس الرطوبة الحسن الداخل وأرفود



المصدر: وكالة الحوض المائي زيز غريس كير(2020،)، (بتصرف)

شكل رقم 19 : تحديد الارتباط الداخلي للسلسلة الزمنية لمحطة قياس الرطوبة بالطاوس



المصدر: وكالة الحوض المائي زيز غريس كير(2020)، (بتصرف)

IV. التصنيف المناخي لمحطات الرصد المناخي لحوض زيز-غريس حسب طريقة أومبيرجي

التصنيف المناخي لمحطات الرصد في حوض زيز-غريس باستخدام طريقة أومبيرجي يأتي كخيار مناسب بسبب سهولته ودقته، إضافة إلى توفر المعطيات المناخية اللازمة لتطبيق هذه الطريقة، والتي تشمل قياسات التساقطات المطرية والحرارة.

تم اعتماد طريقة أومبيرجي في تصنيف المناخ العالمي منذ عام 1930، وتم تحديثها وتدقيقها في عام 1955. تقوم طريقة أومبيرجي بتقسيم المناطق الجغرافية إلى خمس مناطق بيئية بناءً على بيانات الرطوبة والجفاف، وهي على النحو التالي:

- المناطق الرطبة
- المناطق شبه الرطبة
- المناطق شبه الجافة
- المناطق الجافة
- المناطق الصحراوية

يعتمد التصنيف المناخي لأمبيرجي على دراسة تغير متوسط درجات الحرارة الدنيا في أبرد الشهور وتغير متوسط درجات الحرارة القصوى في أحر الشهور، بالإضافة إلى تغير متوسط التساقطات (السلوي ، 2006):

$$Q = \frac{2000 * P}{T_{Max}^2 - T_{Min}^2}$$

حيث أن:

- ✓ Q: تدل على الحاصل المطري لمنطقة معينة
- ✓ P: متوسط التساقطات السنوية بالملم (2000عامل ثابت)

- ✓ TM: متوسط الحرارة القصوى لأحر الشهور بالدرجات المطلقة مع إضافة رقم 2
- ✓ Tm: متوسط الحرارة الدنيا لأبرد الشهور بالدرجة المطلق

ويلخص الجدول الموالي (جدول رقم 16) والذي استند على عشر محطات رصد، وعلى الفترة الزمنية ما بين 1983 و2018. والشكل رقم (20) أهم خلاصات هذه الدراسة.

من خلال الجدول رقم 16 والشكل رقم 20 الذي يلخص الدراسة المعتمدة على عشر محطات رصد لفترة زمنية تمتد من عام 1983 إلى عام 2018، يمكن الوصول إلى عدة خلاصات مهمة:

1. **توزيع المحطات الرصدية:** تبين الجدول والشكل أن المحطات الرصدية المستخدمة توزعت على الحوض بشكل متنوع، مما يسمح بتمثيل متغيرات المناخ بشكل شامل ودقيق.

2. **التحليل الزمني:** استخدمت الدراسة فترة زمنية طويلة تمتد لمدة 36 عامًا، مما يسمح بفهم تغيرات المناخ على المدى الطويل وتحليل الاتجاهات الطويلة الأمد.

3. **تحليل التجانس:** أظهرت النتائج تجانساً في معطيات المحطات الرصدية بشكل عام، مما يعني أنها موثوقة للاستخدام في دراسات المناخ والتحليلات الإحصائية.

4. **تصنيف المناخ بأسلوب أومبيرجي:** تم تطبيق طريقة أومبيرجي لتصنيف المناخ في المنطقة الدراسية، مما يوفر تصنيفًا مفيدًا للفهم الأساسي للظروف المناخية في المنطقة.

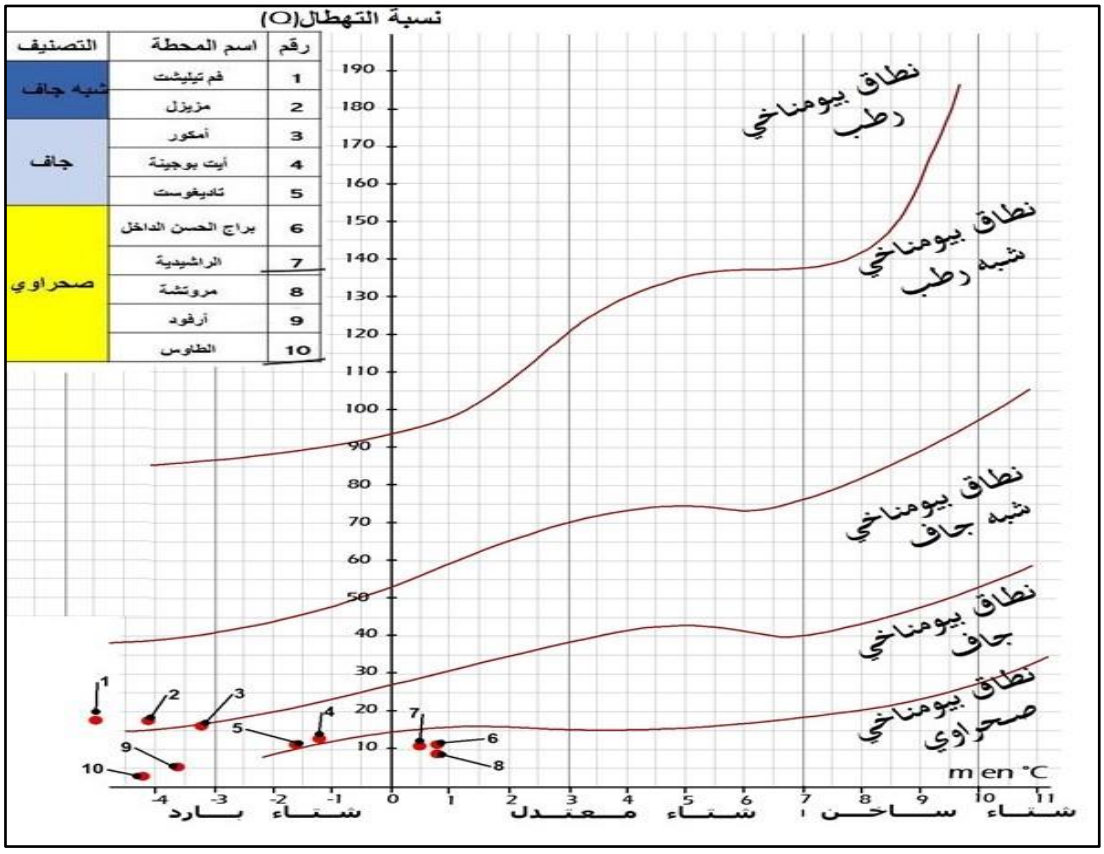
جدول رقم 16 : مقاييس الحرارة والتساقطات المطرية حسب طريقة لأومبيرجي

	رقم واسم المحطة	P	M	m	Q	التصنيف البيوميناخي
1	فم تيليشت	193,2	32,5	-5	17,7	شبه جاف
2	مزيزل	192,6	33,5	-4,1	17,6	
3	أموكر	190,0	37,1	-3,2	16,2	جاف
4	أيت بويجان	149,2	38,8	-1,2	12,8	
5	تاديغوست	138,7	40,5	-1,6	11,3	
6	سد الحسن الداخل	130,7	40,6	0,8	11,3	صحراوي
7	الرشيدية	129,7	41,2	0,5	10,9	
8	مروتشة	104,8	41,6	0,8	8,8	
9	أرفود	76,3	46	-3,6	5,3	
10	الطاوس	43,5	46,6	-4,2	2,9	

المصدر: ABHGZR 2020 و[27] CHANYOUR 2018(بتصرف)

27 **CHANYOUR Yassine, (2018), Hydrologie** des milieux arides et présahariens du Sud-est marocain Cas du bassin versant de l'oued Daoura, Thèse de Doctorat d'Etat en géographie, Université Sidi Mohammed Ben Abdellah Faculté des Lettres et des Sciences Humaines Saïs, Fès p, 351

شكل رقم 20 : تصنيف مناخ محطات حوض زيز-غريس حسب طريقة أومبيرجي



المصدر: وضع وحساب شخصي، بالاعتماد على معطيات ABHGZR 2020 و CHANYOUR 2018 (بتصرف)

تطبيق طريقة أومبيرجي يسلط الضوء على التنوع المناخي في حوض زيز-غريس، حيث يتمتع بتدرج مناخي يتراوح بين المناطق شبه الجافة والجافة والصحراوية.

- **المناطق الجافة:** تظهر المحطات الموجودة على السفوح الجنوبية للأطلس الكبير، مثل مزيزل وفم تيليشت، كمناطق شبه جافة. يعود ذلك جزئيًا إلى كمية التساقطات المطرية الهامة في هذه المناطق.
- **المناطق شبه الجافة:** تمتد المناطق الممتدة بمحاذاة السفوح الجنوبية للأطلس الكبير في اتجاه الجنوب، مثل منطقة أموكر وأيت بويجان وتاديغوست، وتشير إلى المستوى البيومناخي شبه الجاف.
- **المناطق الصحراوية:** تتمثل في مناطق مثل الرشيدية وأرفود والطاوس، وتعتبر هذه المناطق بالفعل صحراوية وتعكس ذلك الظروف الجافة القاسية التي تهيمن عليها.

بهذا يظهر أن حوض زيز-غريس يمتلك تنوعاً مميزاً في البيئة المناخية، مما يعكس الظروف المتنوعة التي تؤثر في تشكيل المناخ وتوزيع التساقطات المطرية في المنطقة.

خاتمة الفصل الثاني

ما يمكننا استخلاصه من هذا الفصل هو أن الدراسة النقدية لشبكة المحطات الرصدية المعتمدة في البحث، هي عملية مهمة يجب على كل باحث في المناخ الإلمام بها، حتى تكون النتائج المتوصل إليها قريبة من الحقيقة.

وهكذا فإن النتائج تبقى على العموم مرضية بخصوص محطات قياس التساقطات المطرية، وقد اتضح ذلك من خلال قيم الترابط R^2 القوية التي وصلت إلى حدود 0,99، لكن سجلنا أن بعض المحطات التي تقيس باقي عناصر المناخ (الحرارة-الرطوبة-التبخر) اتضح أنها تضم معطيات قياسية غير متجانسة. وقد خصلت الدراسة النقدية في هذا الفصل إلى التوصل إلى النتائج الآتية:

- الاحتفاظ بكل المحطات قياس التساقطات المطرية بعد التأكد من تجانس قياساتها السنوية، مع مراعاة توزيعها المناسب بحوض زيز وغريس؛
- الاحتفاظ بكل محطات قياس الحرارة والتبخر والرطوبة على الرغم من عدم تجانس البعض منها.
- أوضحت طريقة أومبيرجي أن المحطات المدروسة توجد ضمن المناطق المناخية شبه الجافة والجافة والصحراوية، فهي تتميز بشتاء بارد وجاف وصيف حار جاف، وهو ما سيعطننا انطباعا أولا عن كون المنطقة تعرف ظروفا مناخية صعبة من حيث التساقطات والحرارة، وهو ما سنحاول دراسته في الفصل الثالث.

الفصل الثالث: الدراسة التحليلية للعناصر المناخية و انعكاساتها على الموارد المائية

مقدمة الفصل الثالث

تتجلى أهمية الدراسات المناخية في فهم البيئة وتأثيرها على الموارد المائية، حيث إن العناصر المناخية تشكل أحد العوامل المؤثرة على الوسط بمختلف تشكيلاته، وهو ما ينعكس على طبيعة الغطاء النباتي وكثافته، كما لها أهمية كبرى في تحديد كمية الماء ووفرته. لأجل ذلك سنقوم في هذا الفصل بإجراء دراسة تحليلية لعدة عناصر مناخية، بما في ذلك التساقطات المطرية ودرجات الحرارة وعنصري التبخر والرطوبة النسبية، بهدف الكشف عن التغيرات المجالية والزمنية في هذه العوامل وتحديد تأثيراتها على الموارد المائية. يُتوقع من هذا الفصل أن يسلط الضوء على عدة جوانب منها:

- إبراز مميزات توزيع التساقطات المطرية في حوض زيز-غريس والارتباط الذي قد يكون موجودًا بينها وبين عامل الارتفاع، مما يساعد في فهم أفضل لأنماط التساقطات وتوزيعها المكاني.
- دراسة التذبذبات السنوية والفصلية والشهرية في التساقطات المطرية ودرجات الحرارة، مما يساعد في تحديد المواسم المطرية والفترات الحارة والباردة وتأثيراتها على البيئة.
- دراسة عنصري التبخر والرطوبة النسبية وتقدير تأثيرهما على الموارد المائية، مما يساعد في فهم كيفية تبخر المياه وتوزيع الرطوبة في المنطقة.

باختصار، يهدف هذا الفصل إلى توضيح كيفية تأثير العوامل المناخية على الموارد المائية وتقديم رؤية شاملة للتغيرات الجوية في منطقة حوض زيز-غريس.

I. الخصائص الزمانية والمجالية للتساقطات المطرية بحوض زيز-غريس يطبعها التذبذب وعدم الانتظام

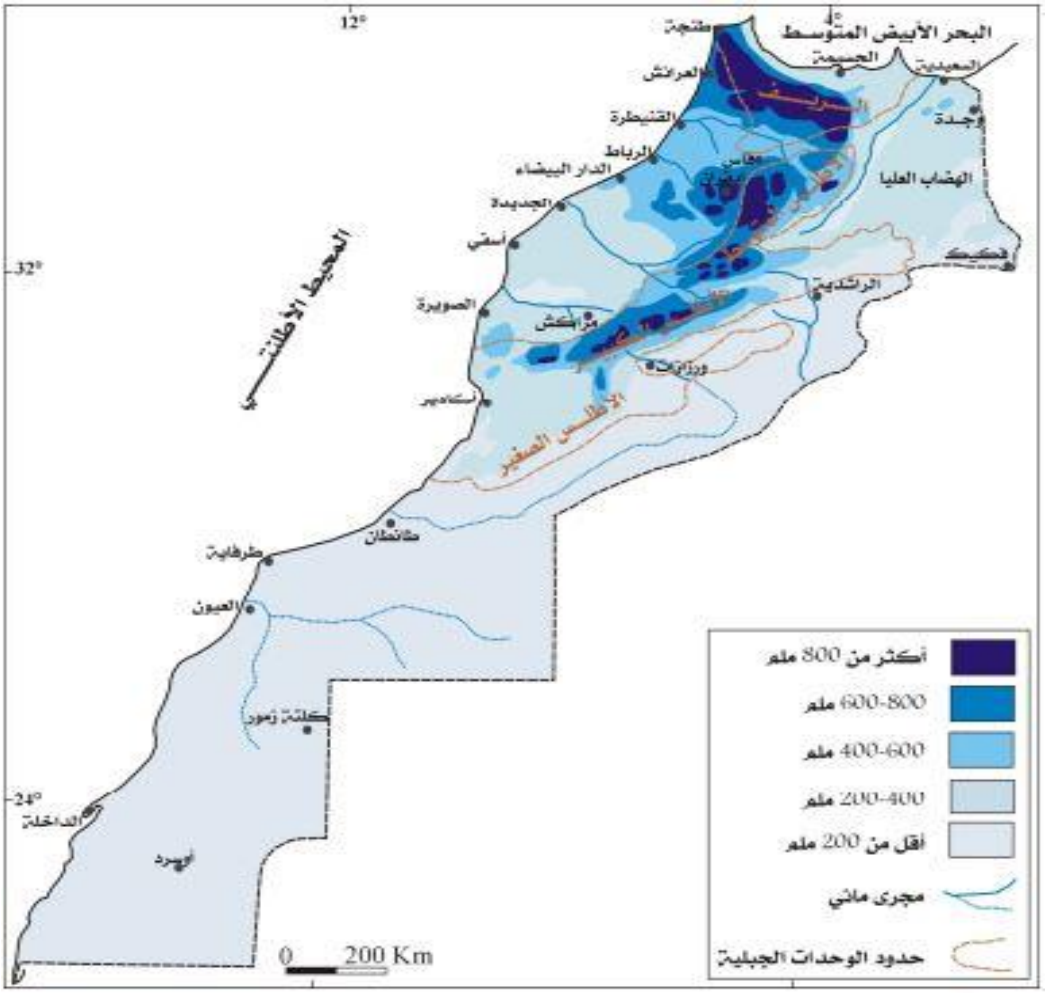
1- التساقطات المطرية بالمغرب: توزيع غير متوازن مجاليا وزمانيا

توزيع التساقطات المطرية في المغرب يظهر تباينًا كبيرًا مجاليًا، حيث تقل كميات الأمطار تدريجيًا كلما اتجهنا من الشمال نحو الجنوب. كما يتأثر هذا التوزيع بعدة عوامل مناخية تحكم الوضعية المناخية للمنطقة، من بينها:

- **الضغوط الجوية:** يلعب تقدم أو تراجع الضغوط المرتفعة، مثل الضغط المرتفع الأصوري، دورًا هامًا في تحديد كميات الأمطار، حيث يمكن أن يمنع الضغط المرتفع الأصوري الكتل الهوائية الرطبة من الدخول إلى المناطق الداخلية للمغرب.
- **الارتفاع:** تؤثر السلاسل الجبلية في توجيه تيارات الهواء وتكون مناطق ظل مطرية خلفها، مما يسهم في تشكيل نمط متغير من التساقطات المطرية.
- **الموقع الجغرافي:** يلعب القرب أو البعد من البحر دورًا هامًا في تأثير التساقطات المطرية، حيث تكون المناطق الساحلية عادة أكثر رطوبة بسبب تأثير الرياح البحرية الرطبة.

عموما، يتحكم في توزيع التساقطات المطرية في المغرب مجموعة متنوعة من العوامل المناخية، مما يؤدي إلى وجود تباين كبير في كميات الأمطار من منطقة إلى أخرى في البلاد.

خريطة رقم 14 : التوزيع المجالي للتساقطات المطرية بالمغرب



المصدر: الحافيظ إدريس، (2021) الموارد المائية بالمغرب، الامكانات والتدبيروالتحديات.

توضح الخريطة رقم (14) توزيع التساقطات المطرية في المغرب، وتبرز بوضوح الفروقات الكبيرة في كميات الأمطار بين مناطق مختلفة، ويمكن تلخيص هذا التوزيع كما يلي:

- **المناطق الرطبة وشبه الرطبة:** تتلقى كميات مطرية كبيرة تتجاوز 800 ملم سنويا، وتتمركز هذه المناطق في المناطق الجبلية مثل جبال الريف الغربي وبعض مناطق الأطلس المتوسط. تشكل هذه المناطق نسبة صغيرة من مساحة المغرب، لكنها تعتبر مهمة جدا بالنسبة للزراعة والحياة النباتية.
- **المناطق شبه الجافة:** تتلقى كميات متوسطة من الأمطار تتراوح بين 600 و200 ملم سنويا، وتشمل هذه المناطق سهول وهضاب المغرب الأطلسي وحوض سوس والأطلس المتوسط. تشكل هذه المناطق نسبة أكبر من مساحة المغرب وتعتبر مهمة للزراعة والمراعي.
- **المناطق الجافة والصحراوية:** تتلقى كميات قليلة جدا من الأمطار تقل عن 200 ملم سنويا، وتهيمن على معظم مساحة المغرب، وتشمل المناطق الواقعة بالجنوب الشرقي وجنوب مدينة أكادير وحوض

ملوية والسفوح الجنوبية لجبال الأطلس الكبير. هذه المناطق تعتبر جافة للغاية وتتسم بالصحاري والأراضي القاحلة، مما يجعلها غير مناسبة في غالب الأحيان للزراعة (باحو،2001).

2- توزيع مجالي غير متوازن للتساقطات المطرية بحوض زيز-غريس

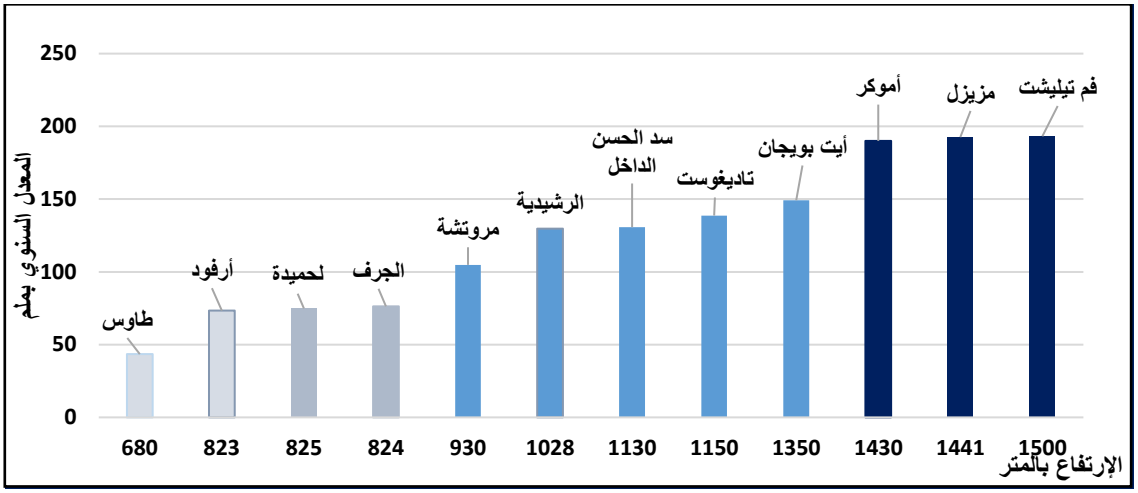
بالنسبة للتوزيع المجالي للتساقطات المطرية بمجال الدراسة تم الاعتماد على مجموع متوسط التساقطات المطرية السنوية والشهرية المبينة في الجدول رقم (17)، من أجل استخلاص مميزاتها.

جدول رقم17 :متوسط التساقطات السنوية والشهرية (ملم) بحوض زيز-غريس ما بين (1960 -2019)

محطات الرصد	شتنبر	اكتوبر	نونبر	دجنبر	يناير	فبراير	مارس	ابريل	ماي	يونيو	يوليوز	غشت	المتوسط السنوي
فم تيليشت	27,4	31,4	15,9	11,3	14,3	16,6	19,3	19,4	23,3	14,9	6,7	12	193,2
مزيزل	25,8	27,4	18,9	8,9	12,5	16,7	16,2	21,8	22	13	4,5	10	192,6
أموكر	23,2	25,2	18,9	10,7	9,2	17,1	16,8	13,5	17,9	14,4	4,3	11	190
أيت بويجان	15,8	23,5	18,1	10,7	10,7	18,2	13,8	11,5	13,6	6,6	4,2	8,1	149,2
تاديغوست	17,4	22,3	24,6	13,6	12,4	18,8	11,8	13,8	13	6	1,9	7,5	138,7
سد الحسن الداخل	16,9	17,6	17,5	13,8	13,3	15,4	10,7	12,6	9,5	4,4	2,5	3,5	130,7
الرشيدية	8,6	19,1	18,7	10,8	12	14	8,6	13,7	12	5,3	1,3	4,1	129,7
مروتشة	10,3	20,5	11,5	8,7	12	12,5	8,5	10,1	11,2	5,7	2,2	5,6	104,8
الجرف	8,2	1,6	4,4	5,2	19,1	11,7	12,1	2	8,6	9,8	6,9	3	76,3
لحميدة	10,5	11,9	9,3	5,4	14,4	8,7	6	8,1	7,8	2,7	1,4	2	74,9
أرفود	7,1	9,2	9,4	6,5	8,3	7,6	6,7	8,2	4,9	3,5	2,3	2,1	73,4
الطاوس	5,1	8,3	5,4	5,6	4,2	5,4	5,3	6	3,2	1,3	1,1	1,1	43,5
المتوسط العام للحوض	14,7	18,2	14,4	9,3	11,9	13,6	11,3	11,7	12,3	7,3	3,3	5,8	124,8

المصدر: وكالة الحوض المائي زيز غريس كير،2020، بتصرف

شكل رقم 21 :التدرج المجالي للتساقطات (ملم) السنوية بمحطات الرصد المدروسة (1960 -2019)



المصدر: وكالة الحوض المائي زيز غريس كير، 2020، بتصرف

توضح معطيات الجدول رقم (17) والشكل رقم (21) التباين المجالي في تساقطات الأمطار في حوض زيز-غريس، حيث تتباين كميات الأمطار المسجلة بين المناطق المختلفة بشكل كبير. يمكن تلخيص ذلك كما يلي:

- **المناطق الجبلية:** تتلقى المحطات الموجودة في سفوح جبال الأطلس الكبير الشرقي، مثل فم تيليشت ومزيزل، كميات مطرية عالية تتجاوز في المتوسط 150 ملم سنويًا. يعود ذلك بشكل رئيسي إلى وقوع هذه المحطات في المناطق الجبلية التي تتمتع بتضاريس ملائمة لتساقط الأمطار بشكل كبير.
- **المناطق الوسطى:** تستقبل المحطات الموجودة في المنطقة الوسطى من حوض زيز-غريس، مثل سد الحسن الداخل والرشيدية وتاديغوست، كميات مطرية تتراوح بين 100 و150 ملم في المتوسط السنوي. يظهر هذا التوزيع المتوسط للأمطار تدرجًا من الشمال إلى الجنوب.
- **المناطق السهلية:** تعرف هذه المنطقة، التي تتضمن بعض المحطات مثل أرفود والطاوس، كميات أمطار أقل، تتراوح ما بين 76 و43 ملم سنويًا. يعود ذلك إلى افتقار المنطقة إلى التأثيرات الرطبة، مما يجعلها أكثر عرضة للتأثيرات الجافة والصحراوية.

يظهر التوزيع المجالي لتساقطات الأمطار في حوض زيز-غريس تفاوتًا كبيرًا بين المناطق، مما يعكس تأثير العوامل المحلية مثل الارتفاع والتضاريس والتأثيرات الجوية العامة على كميات الأمطار في المنطقة (خريطة رقم 15). ومن أجل التأكد أكثر في فهم التباين والتدرج في التوزيع المجالي للتساقطات المطرية السنوية نتبع العلاقة الآتية (السلوي،2006) :

$$\frac{xi - x}{x} * 100$$

حيث.

Xi: متوسط التساقطات السنوية بمحطة معينة.

X : متوسط التساقطات السنوية بمحطة مرجعية.

واعتبارا لدقة المعطيات وعدم وجود ثغرات، تم اعتماد محطة الرشيدية كمحطة مرجعية نظرا لقرب توافق متوسطها مع كل المحطات المدروسة، حيث تم التوصل إلى النتائج الآتية:

جدول رقم 18 : التباينات المجالية للتساقطات السنوية (ملم) بمحطات الرصد المدروسة 1960-2019

المحطة المفحوصة	المحطة المرجعية	متوسط التساقطات (mm)	$\frac{xi-x}{x}*100$
فم تيليشت	الرشيدية	193,2	48,9
مزيزل		192,6	48,4
أموكر		190	46,4
أيت بويجان		149,2	15
تاديغوست		138,7	6,9
سد الحسن الداخل		130,7	0,7
مروتشة		104,8	**-19,1**
الجرف		76,3	**-41,1**
لحميدة		74,9	**-42,2**
أرفود		73,4	**-43,4**
الطاوس		43,5	**-66,4**

المصدر: وكالة الحوض المائي كيرزيزغريس، 2020، بتصرف

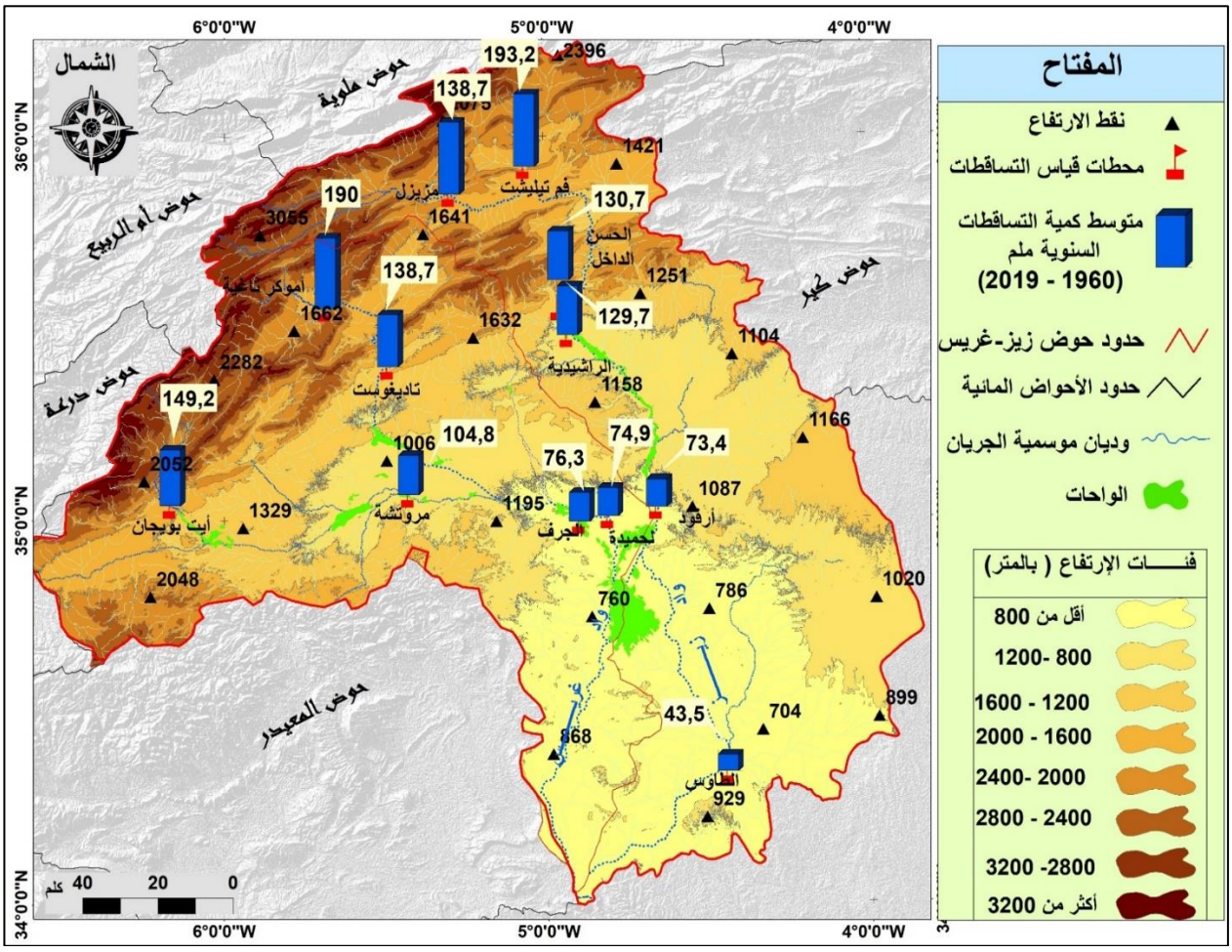
إن تحليل توزيع التساقطات المطرية باستخدام الطريقة المذكورة يوضح عدة نتائج مهمة:

1. التباين المجالي: تظهر التساقطات المطرية تباينًا كبيرًا بين مختلف محطات الرصد، حيث تتراوح نسبة التباين بين 48.9% إلى 66.4%. يمكن تفسير هذا التباين بشكل رئيسي بتأثير العوامل المحلية مثل الارتفاع، حيث يؤدي الارتفاع إلى تغييرات في التأثيرات الجوية، مما يؤدي إلى تباين كبير في كميات التساقطات المطرية.

2. القيم الموجبة والسالبة: تظهر القيم الموجبة لمحطات الرصد جنوب فم تيليشت، وهذا يشير إلى أنها تسجل كميات مطرية أعلى من المعدلات المتوقعة، بينما تظهر القيم السالبة لمحطات الرصد الموجودة في سهل تافيلالت، مما يعكس قلة التساقطات المطرية في تلك المنطقة.

بشكل عام، يمكن القول إن هذا التحليل يسلط الضوء على التباينات الكبيرة في كميات التساقطات المطرية بين مختلف المناطق، ويعطي فهمًا أعمق للتأثيرات المحلية والعوامل البيئية على نمط توزيع الأمطار في حوض زيز-غريس.

خريطة رقم 15 : تدرج متوسط التساقط المطري بحوض زيزوغريس بملم ما بين(1960 -2019)



المصدر: وكالة الحوض المائي زيزغريس كير، 2020، بتصرف

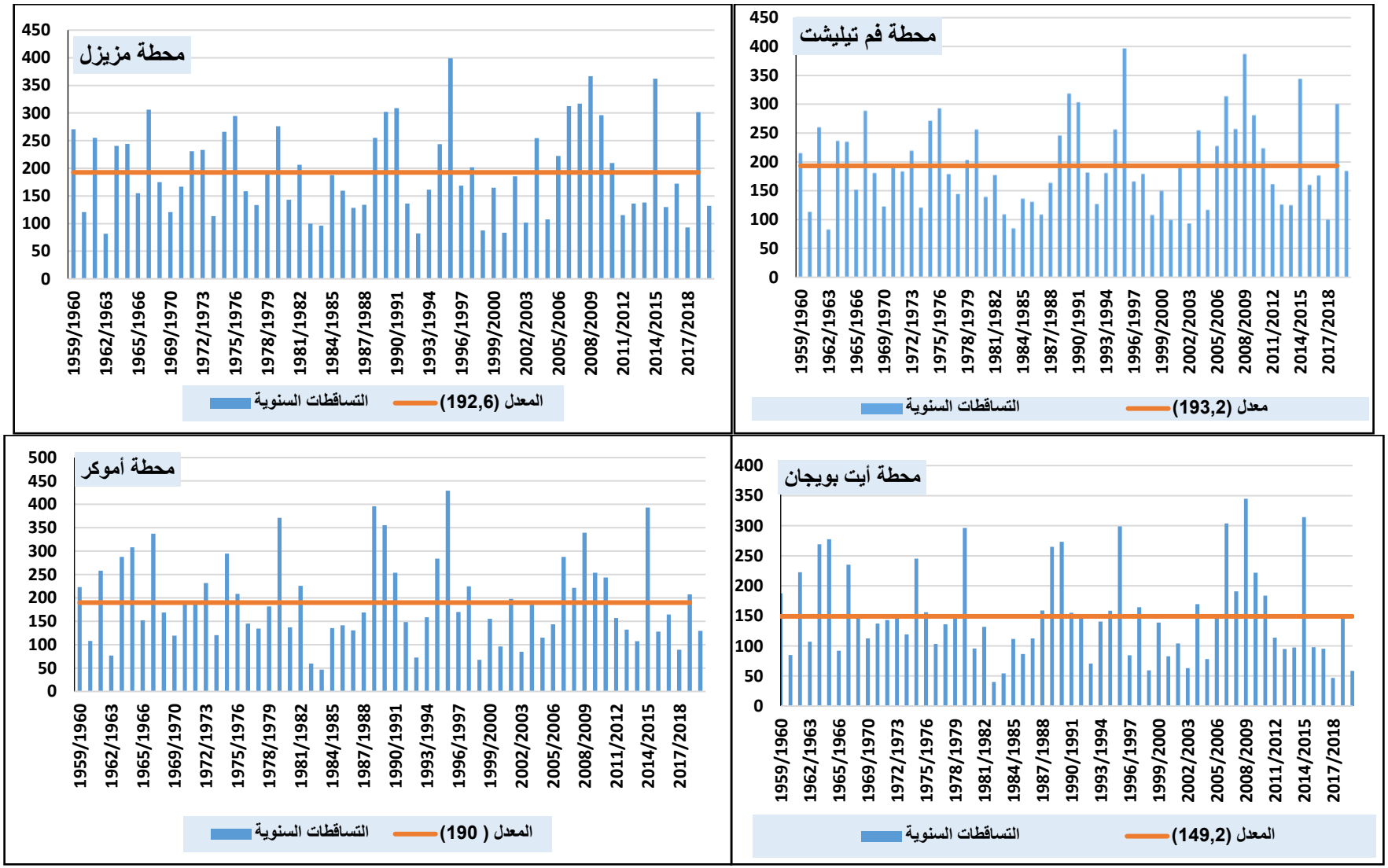
3-خصائص التوزيع السنوي للتساقطات المطرية بحوض زيز-غريس

كما أسلفنا القول بأن حوض زيز-غريس يتميز بنظام تساقط مطري قليل، حيث تتراوح كميات التساقطات المطرية في الحوض ما متوسطه السنوي 140.13 ملم/سنة (150 ملم/سنة في حوض زيز و130 ملم/سنة في حوض غريس). هذه الكميات المحدودة من الأمطار تسقط أساسًا في المناطق العليا من الحوض، وتأتي غالبًا في شكل زخات مطرية خلال نهاية فصل الصيف وبداية فصل الخريف.

هذه التساقطات المطرية تتسم بعدم الانتظام في الزمان والمكان (الأشكال رقم 22 و23 و24)، وتتناوب بين فترات ممطرة وفترات جافة حادة، مما يسهم في ضعف كمية المياه الجارية وتغيراتها في الوقت والمكان. هذا النظام المطري غير المنتظم يؤثر على مستوى المياه في الطبقات الجوفية المائية ويؤدي إلى تحديات في توفير المياه العذبة.

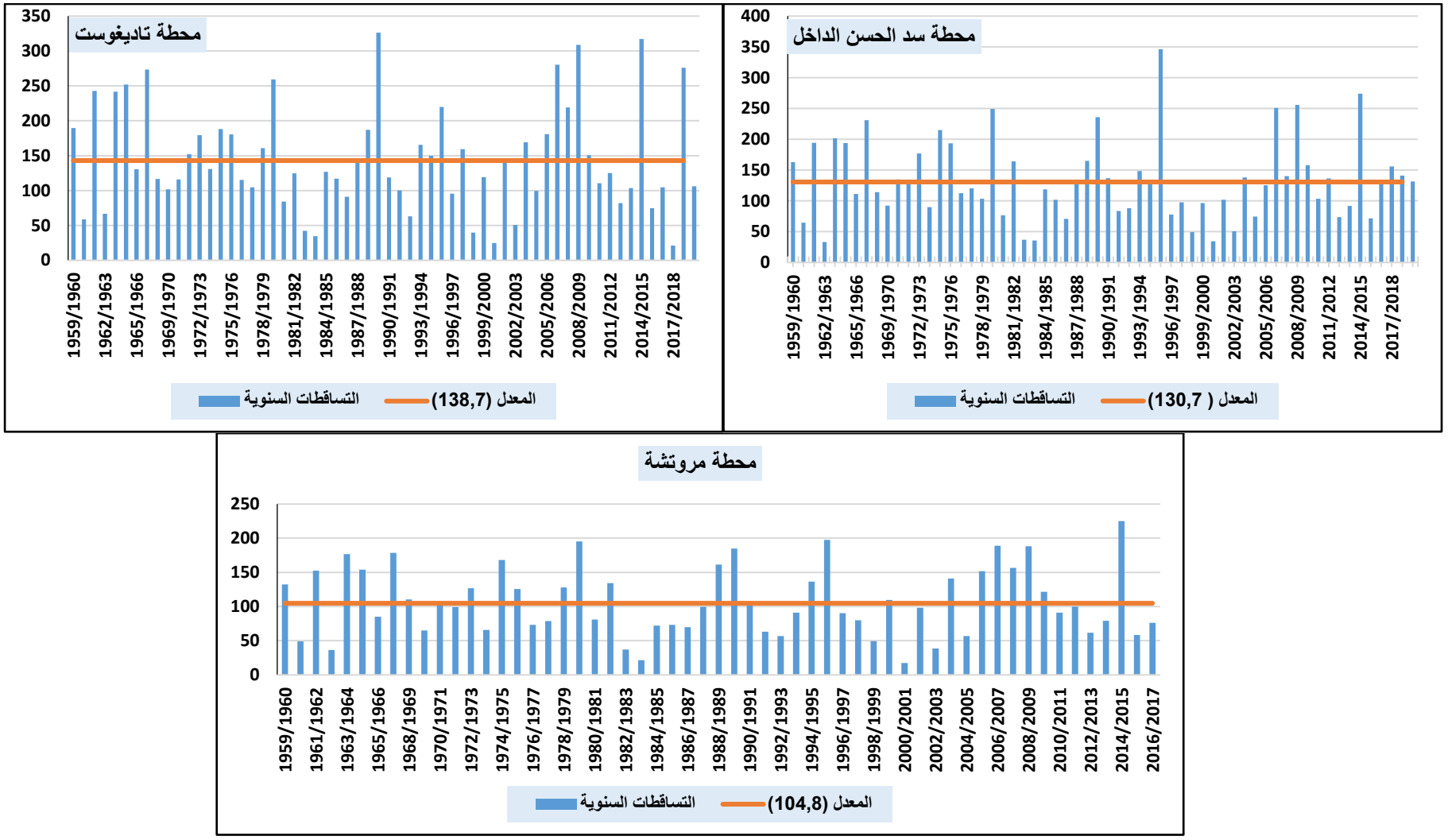
ونشير أيضًا إلى أن الأمطار في المنطقة تكون على شكل زخات مطرية محدثة الامتطاحات، ونادرًا ما تتساقط على شكل برد. هذا يعني أن الأمطار الرعدية الخريفية تلعب دورًا هامًا في تغذية الجريان والمياه الباطنية، وتسهم في تحسين الوضع المائي للمنطقة بعد ذوبانها في فصل الربيع.

الأشكال رقم 22 : التوزيع السنوي للتساقطات المطرية بمحطات عالية حوض زيز-غريس بملم (1959/ 1960 و2019/2018)



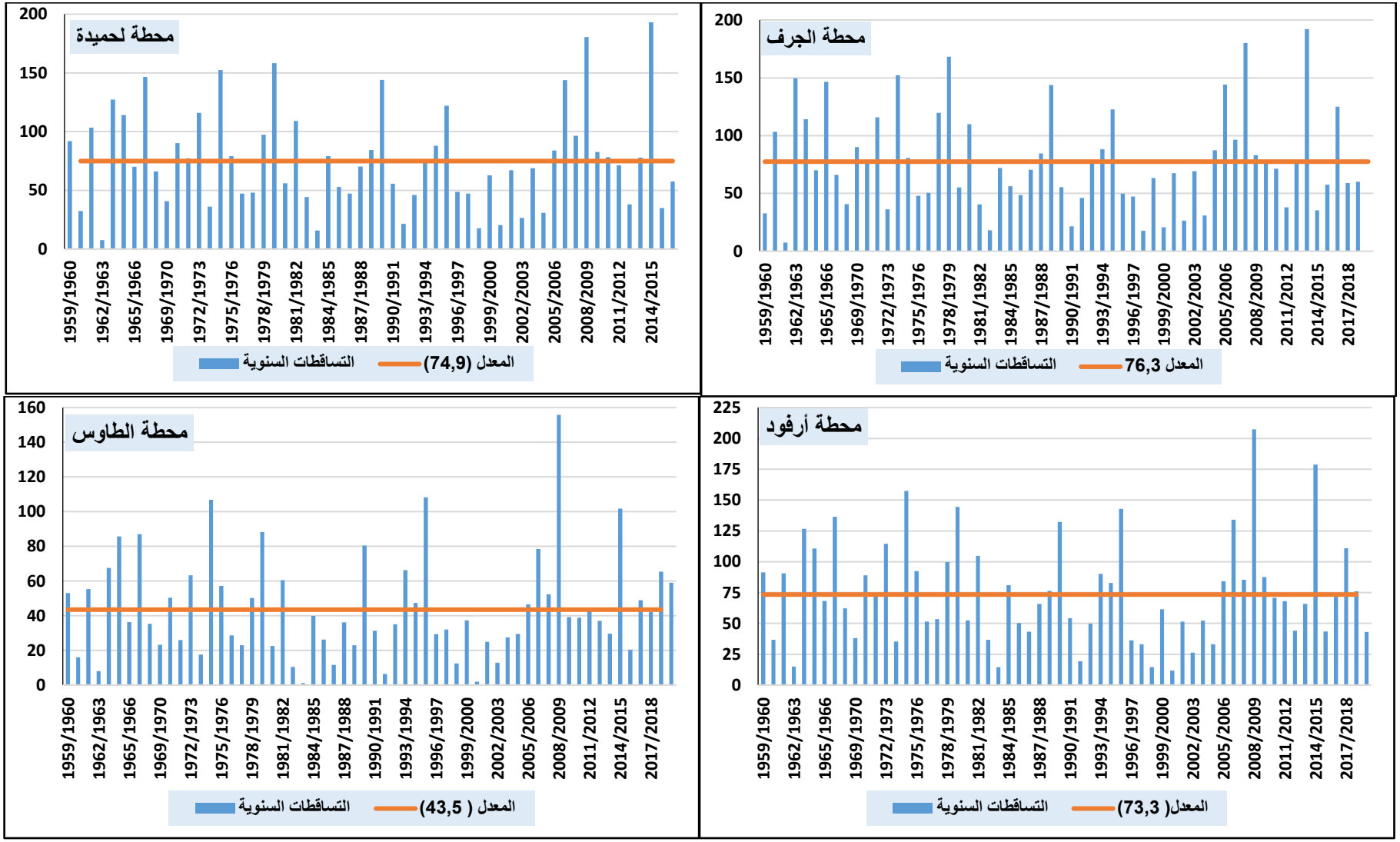
المصدر: وكالة الحوض المائي زيز غريس كير، 2020، بتصرف

الأشكال رقم 23 : التوزيع السنوي للتساقطات المطرية بمحطات وسط حوض زيز-غريس بملم (1959/ 1960 و2019/2018)



المصدر: وكالة الحوض المائي زيزغريس كير، 2020، بتصرف

الأشكال رقم 24 : التوزيع السنوي للتساقطات المطرية بمحطات سافلة حوض زيز-غريس بملم (1959/ 1960 -2019/2018)



المصدر: وكالة الحوض المائي زيز غريس كير2020، بتصرف

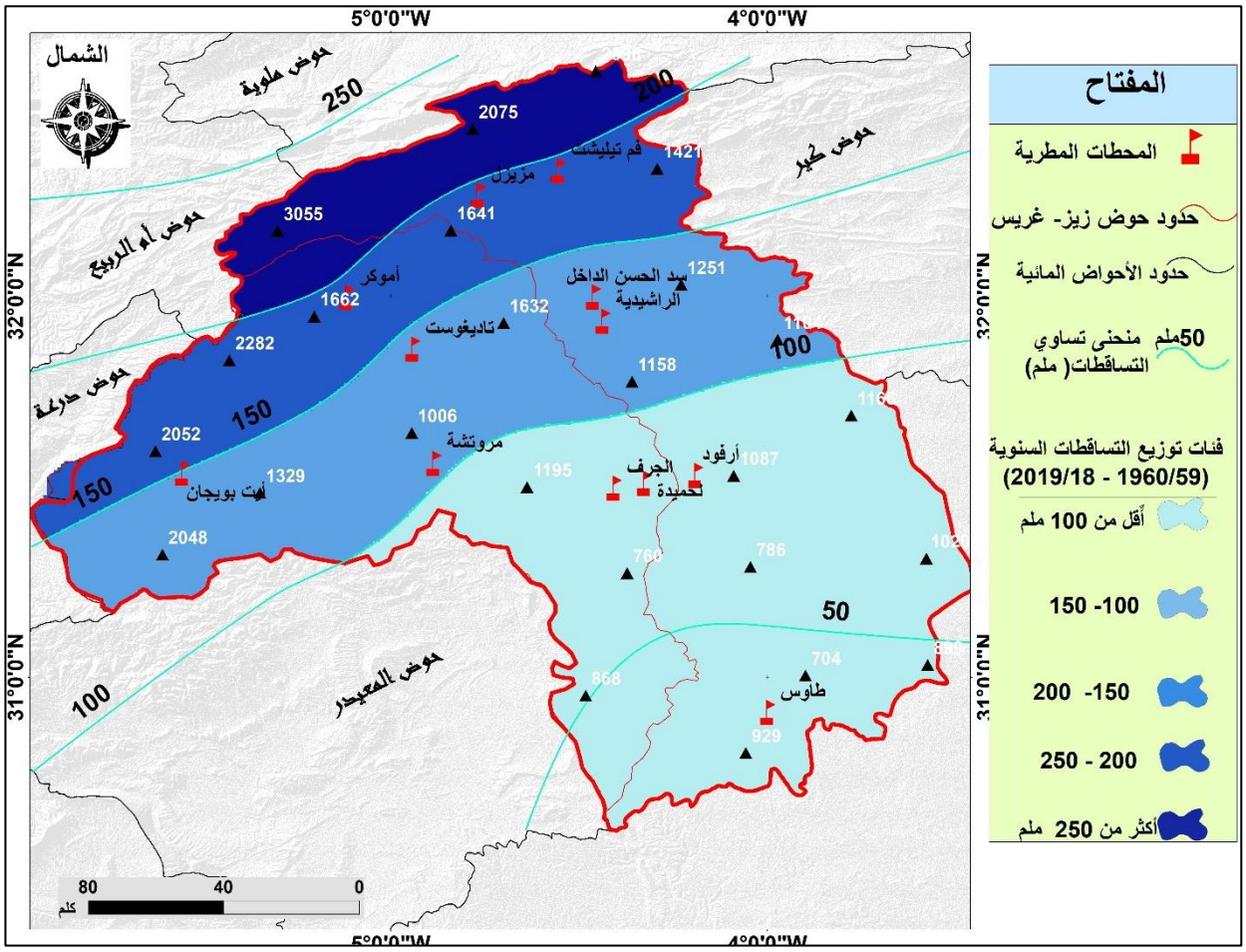
يظهر من خلال الأشكال البيانية السابقة، غياب انتظام التساقطات المطرية في حوض زيز-غريس خلال العقود الخمس الماضية (1960-2019)، حيث تتغير كميات التساقطات بشكل كبير من سنة إلى أخرى ومن منطقة إلى أخرى في الحوض. وتشير البيانات المسجلة خلال الـ 60 سنة الماضية إلى عدم الانتظام المطري وعدم تكرار نفس الكمية المطرية بين مختلف المحطات، مما يعني عدم وجود دورة منتظمة للأمطار المتساقطة.

تتراوح كميات التساقطات المطرية بين المحطات المختلفة في الحوض بشكل كبير، حيث تسجل بعض المحطات معدلات ما بين 150 ملم و200 ملم سنويًا في السنة، بينما تسجل المحطات الأخرى معدلات أقل من 100 ملم سنويًا. هذا يعكس التباين الكبير في كميات التساقطات بين المناطق الجبلية والسهلية في الحوض.

وعلاوة على ذلك، تهيمن السنوات الجافة بشكل مطلق على الحوض، حيث يكون متوسط عدد السنوات الجافة أكبر بكثير من السنوات المطيرة. هذا يجعل التساقطات المطرية في المنطقة تتميز بالضعف والتركز وعدم الانتظام زمانيًا ومكانيًا. وعلى الرغم من أن السنوات المطيرة تعتبر استثنائية، إلا أنها غالبًا ما تكون خطيرة وتسبب العديد من الخسائر المادية والبشرية بسبب الفيضانات.

مع ذلك، تلعب الأمطار الرعدية الخريفية دورًا مهمًا في تغذية الجريان والمياه الباطنية، وتساهم في تحسين الوضع المائي للمنطقة. وعلى الرغم من الخسائر الناتجة عن الفيضانات، فإنها تساهم في رفع منسوب مياه الآبار والخطارات، مما يعزز الموارد المائية في المنطقة ويساهم في دعم الحياة في البيئات الصحراوية مثل حوض زيز-غريس.

خريطة رقم 16 : التوزيع المساحي لمعدلات التساقطات المطرية بحوض زيز-غريس بملم (1960 -2019)



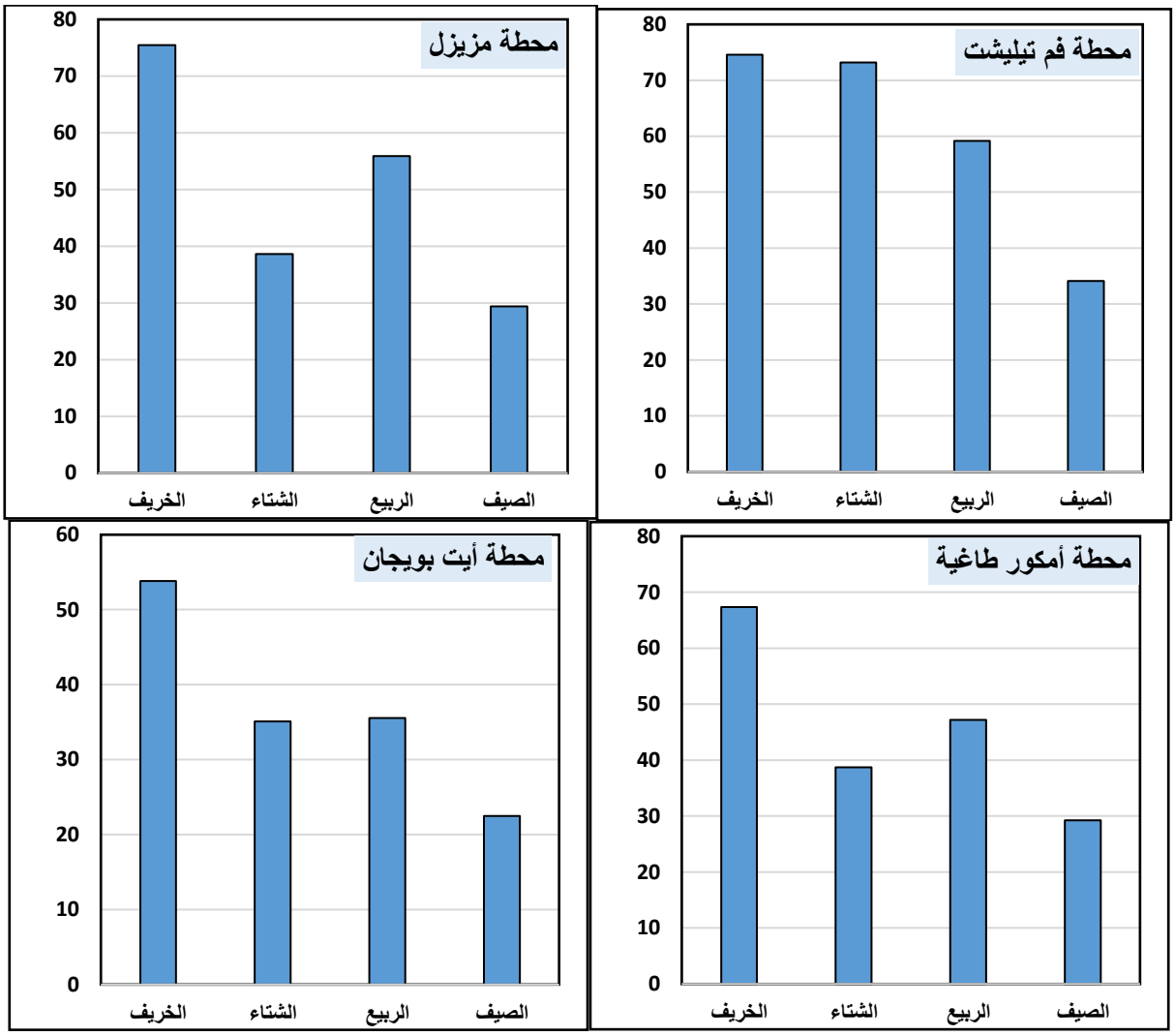
المصدر: وكالة الحوض المائي كير، زيزوغريس، 2020، بتصرف

بالإضافة إلى ذلك، تتوحد جميع المحطات المطرية المدروسة في الأعوام ذات التساقطات المطرية الاستثنائية، مثل الأعوام (1996/1995، 2009/2008، 2015/2014)، وكذلك في الأعوام التي شهدت أدنى مستويات تساقط المطر، مثل الأعوام (1963/1962، 1984/1983، 2001/2000). هذه السنوات الموحدة تظهر تأثير الظروف الجوية الشاملة على مستوى الحوض بأسره، مما يعزز فهمنا لديناميات الأمطار في المنطقة ويساعد في التنبؤ بتقلبات الطقس المستقبلية.

4-خصائص التوزيع الفصلي للتساقطات المطرية

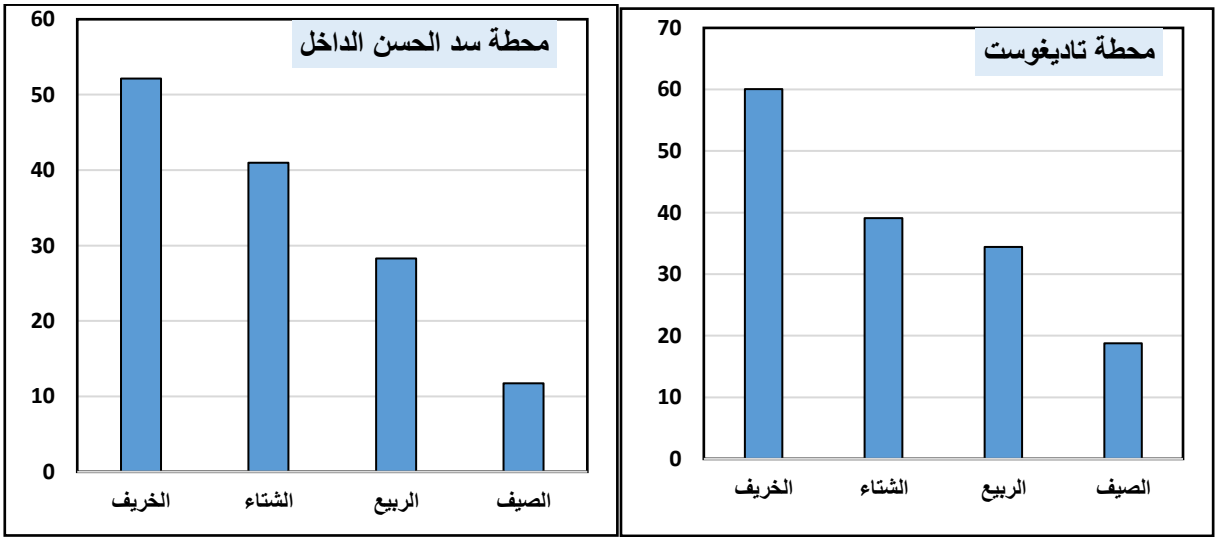
في منطقة الدراسة، يتميز نظام متوسط التساقط المطري الفصلي بعدم الانتظام الزماني والمكاني من فصل إلى آخر. يتركز تساقط الأمطار بشكل أساسي في فصل الخريف، حيث تسجل متوسطات تساقط المطر 74 ملم في محطة فم تيليشت، و67 ملم في محطة أموكر، و49 ملم في الرشيدية، و26 ملم في أرفود. الأشكال البيانية رقم 25 إلى 27 توضح هذا التوزيع المتباين لتساقط الأمطار في مختلف المناطق داخل منطقة الدراسة.

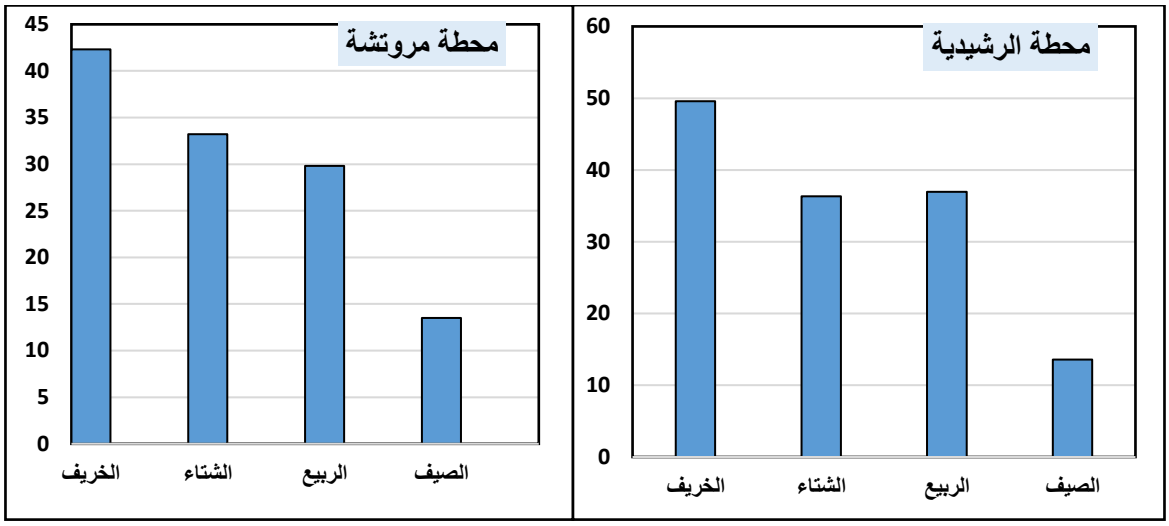
الأشكال رقم 25 : التساقطات المطرية الفصلية بمحطات الرصد الجبلية (ملم) من (1960 -2019)



المصدر: وكالة الحوض المائي زيزغريس كير، 2020، بتصرف

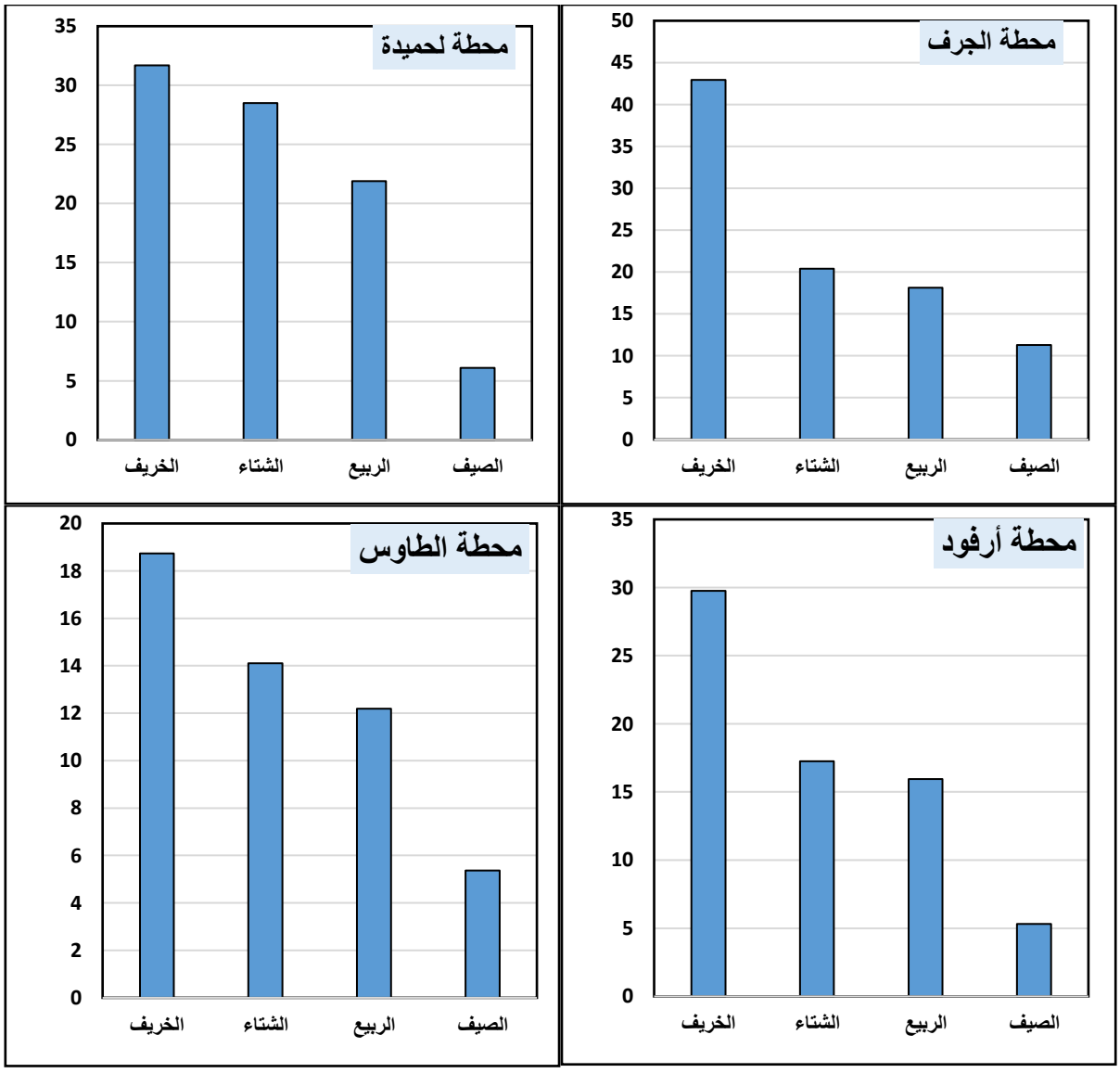
الأشكال رقم 26 : التساقطات المطرية الفصلية بمحطات الرصد الوسطى (ملم) (1960 -2019)





المصدر: وكالة الحوض المائي زيز غريس كير، 2020، بتصرف

الأشكال رقم 27: التساقطات المطرية الفصلية بمحطات الرصد السهلية (ملم) (1960 -2019)



المصدر: وكالة الحوض المائي زيز غريس كير، 2020، بتصرف

جدول رقم 19: توزيع التساقطات الفصلية بحوض زيز-غريس (1960 -2019)

	المحطة	الخريف	%	الشتاء	%	الربيع	%	الصيف	%
المحطات الجبلية	فم تيليشت	74,6	31	73,2	30	59,2	25	34,1	14
	مزيزل	75,4	38	38,6	19	55,8	28	29,4	15
	أموكر	67,3	37	38,7	21	47,2	26	29,2	16
	أيت بويجان	53,8	37	35,0	24	35,5	24	22,4	15
المحطات الوسطى	سد الحسن الداخل	52,1	39	40,9	31	28,2	21	11,7	9
	الرشيدية	49,5	36	36,3	27	36,9	27	13,6	10
	تاديغوست	60,0	39	39,0	26	34,4	23	18,7	12
	مروتشة	42,3	32	33,2	28	29,8	28	13,5	11
المحطات السهلية	الجرف	42,9	46	20,4	22	18,1	20	11,2	12
	لحميدة	70,31	63	28,5	32	21,9	25	6,10	7
	أرفود	26,21	37	17,7	25	16,6	24	10,18	14
	الطاوس	18,7	37	14,1	28	12,2	24	5,4	11

المصدر: وكالة الحوض المائي كيرزيزغريس، 2020، بتصرف

بناءً على الأشكال رقم 25 و26 و27 والجدول رقم 19، يُظهر نظام التساقط المطري في منطقة الدراسة التالي:

تُركز التساقطات المطرية أساسًا في **فصل الخريف**، حيث يُسجل أعلى معدلات الأمطار. فمثلاً، تشكلت نسب ما بين 38% و46% من معدلات الأمطار السنوية في محطات الرصد خلال هذا الفصل. تلك الأمطار تلعب دورًا حيويًا في جودة المحاصيل مثل القمح، وتعزز بداية الموسم الزراعي.

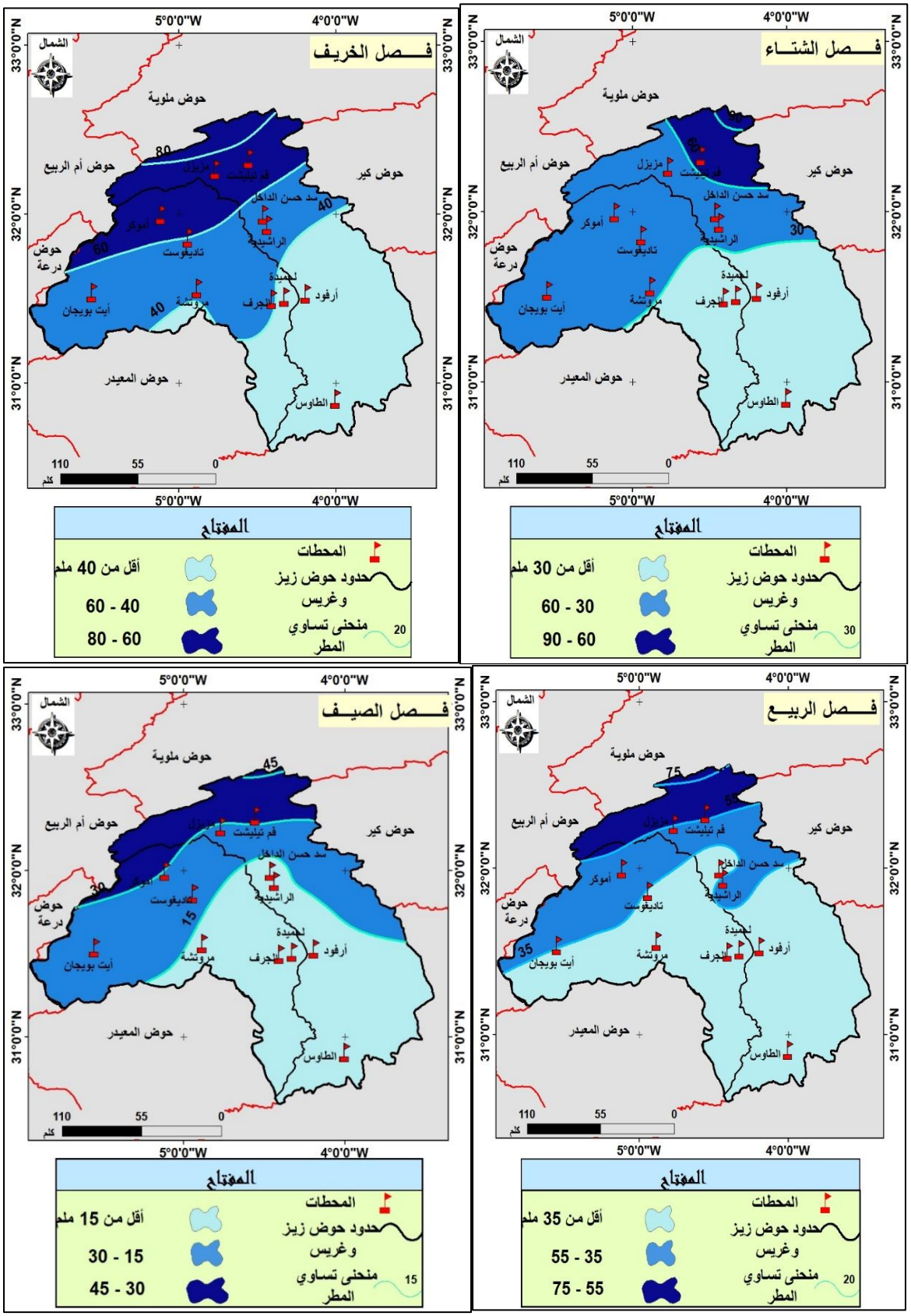
فصل الشتاء يعتبر الثاني من حيث كمية الأمطار، حيث تسجل بين 26% و30% من معدلات الأمطار السنوية. هذه الأمطار مهمة للزراعة وإنتاج المحاصيل المختلفة.

أما **فصل الربيع**، فتتلقى كميات من الأمطار تقارب تلك التي تتلقاها فصل الشتاء، وتلعب هذه الأمطار دورًا مهمًا في إزهار أشجار النخيل والمحاصيل الزراعية الأخرى.

أما **فصل الصيف**، فهو فصل الجفاف حيث تكون كميات الأمطار أقل بكثير، وتسجل نسبة ضئيلة جدًا من معدل الأمطار السنوية، وتتميز هذه الفترة بارتفاع معدلات التبخر.

يُظهر التوزيع المتباين للأمطار أن المنطقة تخضع لنظام مناخي صحراوي، وتظهر تغيرات واضحة في كميات الأمطار من مكان لآخر ومن فصل لآخر (أنظر الخرائط رقم 17). لذا، فمن المهم دراسة التساقطات المطرية على مستوى الشهور لفهم هذه التغيرات بشكل أفضل والتعامل معها بشكل فعال.

خرائط رقم17: التوزيع المساحي للتساقطات المطرية الفصلية بحوض زيز-غريس (1960 -2019)



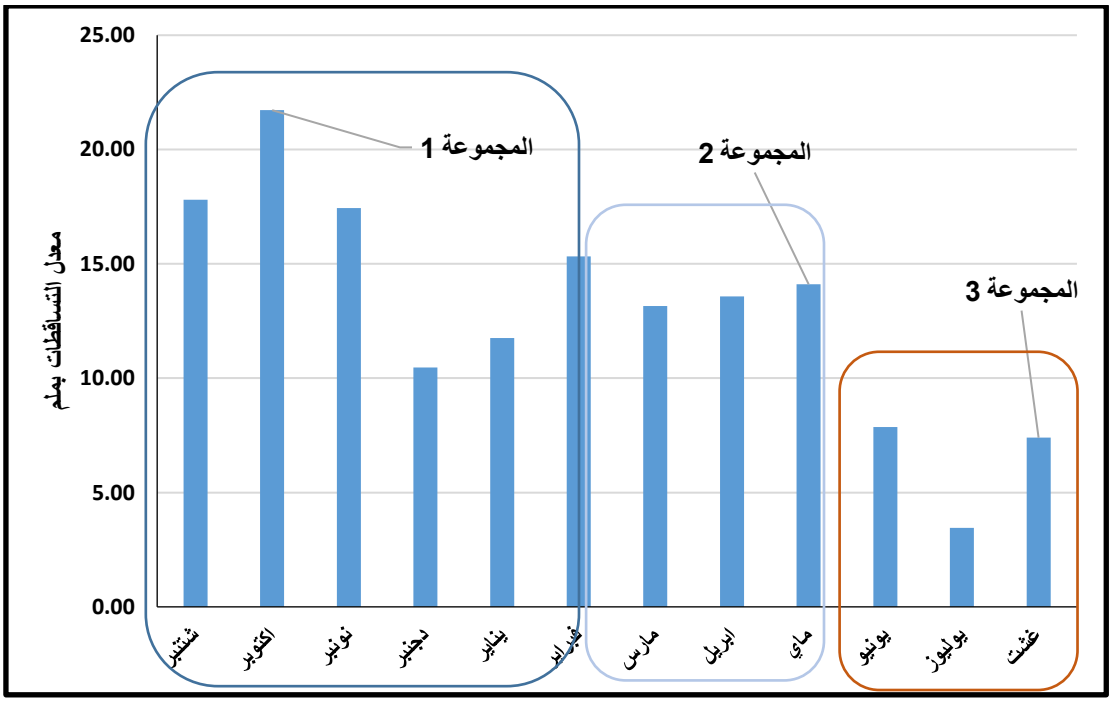
المصدر: وكالة الحوض المائي كيرزيزوغريس 2020، بتصرف

5-خصائص التوزيع الشهري للتساقطات المطرية بحوض زيز-غريس

في هذه المرحلة، سنقوم بدراسة تغاير معدلات التساقطات المطرية الشهرية، حيث تعتبر أكثر وضوحاً ودقة من التساقطات المطرية السنوية. الهدف من ذلك هو استخلاص أهم الشهور التي تسجل موارد مائية مهمة، والشهور التي تعاني من نقص في الموارد المائية. يُعتبر توزيع التساقطات المطرية الشهرية دليلاً هاماً على التغيرات الموسمية في الأمطار، والتي تختلف بين الشهور وبين المحطات المرجعية المدروسة في نفس الوقت.

وقد سمح هذا الاختلاف في التوزيع بتقسيم معطيات التساقطات المطرية إلى ثلاث مجموعات، كما هو مبين في الشكل رقم 28. هذا التقسيم يسمح لنا بفهم أفضل لنمط التغيرات في كميات الأمطار خلال السنة، وبالتالي يمكننا تحديد الفترات الزمنية التي تشهد أعلى معدلات الأمطار والتي تعاني من نقص في الأمطار.

شكل رقم 28 :التوزيع الشهري لمتوسطات التساقطات المطرية بحوض زيز-غريس (1960 -2019)



المصدر: وكالة الحوض المائي زيزغريس كير،2020، بتصرف

تتميز التساقطات المطرية الشهرية في حوض زيز-غريس بتوزيع غير متكافئ بين الشهور، ويوضح الشكل رقم 28 هذا التوزيع بوضوح:

- تساقط الأمطار على مدار السنة، ولكن يختلف توزيعها من شهر لآخر، حيث بلغت أعلى قيمة 22 ملم في شهر أكتوبر وأدناها 3 ملم في شهر يوليوز، بفارق يبلغ 19 ملم.
- هناك ثلاثة أشهر تتميز بقيم مطرية عالية تتجاوز 15 ملم، مما يسهم في توفير موارد مائية مهمة.

بعد استخراج معدل التساقطات الشهرية بالاعتماد على متوسط مجموعة المحطات في حوض زيز وغريس، تبين لنا أن التساقطات تنقسم إلى ثلاث مجموعات:

- **المجموعة الأولى:** تشمل ستة أشهر (سبتمبر وأكتوبر ونونبر ودجنبر ويناير وفبراير)، وتعتبر فترة الوفرة في الموارد المائية، حيث يتراوح معدل التساقطات الشهرية بين 20 ملم و15 ملم.

- **المجموعة الثانية:** تشمل ثلاثة أشهر (مارس وأبريل وماي)، وتمثل فترة انتقالية بين الوفرة والندرة في الموارد المائية، حيث تقترب القيمة الشهرية من 14 ملم تقريباً.

- **المجموعة الثالثة:** تمثل فترة الندرة في الموارد المائية، حيث يتراوح معدل التساقطات الشهرية بين 7 ملم كأعلى قيمة و3 ملم كأدنى قيمة، ويُلاحظ أن الشهر الأكثر جفافاً هو يوليوز. ومع ذلك، يمكن أن نسجل بعض السنوات الاستثنائية التي تشهد تساقطات رعدية في شهر غشت، خاصة في المناطق الجبلية بحوض زيز وغريس.

بالتالي، يمكن استنتاج أن التساقطات المطرية تتوزع عبر فترات مختلفة من السنة وتقسم إلى مجموعات، ويظل الغلبة للفترة المطيرة التي تستمر لمدة 6 أشهر متتالية، مما يوفر موارد مائية مهمة للحوض.

II. الخصائص الزمانية والمكانية لدرجة الحرارة وتأثيراتها على الموارد المائية

تُعَدّ درجة الحرارة أحد أهم العوامل المناخية، حيث تتفاوت باختلاف الموقع العرضي والارتفاع، حيث ينخفض معدل درجات الحرارة مع زيادة الارتفاع، والعكس صحيح. تأتي أهمية دراسة عنصر الحرارة في هذا البحث من دورها في التأثير على الجريان السطحي، حيث يساهم ارتفاع درجات الحرارة في زيادة مستوى التبخر والنتح، مما يؤدي إلى التقليل من منسوب مياه الوديان مثل زيز وغريس وروافدهما خلال الأشهر والفصول، خاصة خلال فصل الصيف.

يتميز عنصر الحرارة في المناطق الجنوبية الشرقية للمغرب ومنطقة الدراسة بوجود تطرف كبير يميز درجات الحرارة المتوسطة والقصوى والدنيا خلال السنة الواحدة. يظهر هذا التطرف بوضوح في القيم الإحصائية المسجلة في المحطات الرصدية في المنطقة. يهدف هذا البحث إلى توضيح هذا التطرف من خلال تحليل سلسلة زمنية تمتد من عام 1982 إلى عام 2019.

1-التوزيع السنوي للحرارة بحوض زيز-غريس (1982-2019)

1-1-التوزيع السنوي للحرارة العليا بحوض زيز-غريس

بفضل الموقع الجغرافي للواحات الموزعة على امتداد حوض زيز-غريس، بما في ذلك واحات سهل تافيلالت، تشهد هذه المنطقة ارتفاعًا في درجات الحرارة خلال فصل الصيف. يُعزى هذا الارتفاع إلى تأثير كتل هوائية جافة وحارة تأتي من المناطق الجنوبية الشرقية، والمعروفة محليًا باسم "رياح

الشركي". تُساهم هذه الرياح بشكل كبير في رفع درجات الحرارة خلال فصل الصيف، حيث يمكن أن تتجاوز درجة الحرارة في بعض الأيام 40 درجة مئوية في مناطق مثل الطاوس وأرفود. ومع ذلك، يختلف هذا الارتفاع في درجات الحرارة من منطقة إلى أخرى داخل الحوض المدروس، حسب الظروف المحلية والتضاريس المحيطة.

جدول رقم 20: توزيع درجة الحرارة العليا بحوض زيز-غريس (1982 – 2019)

محطة قياس الحرارة	معدل الحرارة الوسطى	الانحراف المعياري	D1 العشر الأول	Q1 التربيع الأول	Q2 التربيع الثاني	Q3 التربيع الثالث	D9 العشر التاسع	معامل التباين %
فم تيليشت	26	1,0	28,1	29,0	29,8	30,1	30,9	3
سد الحسن الداخل	30,8	2	30.6	30,7	31,1	31,8	32,0	8
أرفود	33,4	1,5	32,3	32,3	33,3	34,1	34,5	3
الطاوس	34,3	0,8	33,8	34,1	34,7	33,3	34,7	2
أموكر	27,4	1,7	25,3	26,2	27,3	28,2	30,5	6
تاديغوست	31,7	2,1	30,2	30,7	31,4	32,5	31,5	7
أبت بويجان	29,7	1,1	28,7	28,7	29,7	30,1	30,4	4

مصدر المعطيات الإحصائية: وكالة الحوض المائي زيز غريس كير، 2020، بتصرف

D1 et D9 : Déciles[1] (العشيريات) 10% et 90%, Q1, Q2 et Q3 : Quartile[2] (الانحراف الربيعي) 25%, 50% et 75%

يوضح الجدول رقم 20 متوسط درجات الحرارة العليا التي سُجلت أغلبها في شهر يوليوز، حيث بلغت أعلى متوسط حرارة في محطة الطاوس 34.4 درجة مئوية، تليها محطة أرفود بمتوسط حرارة 33.4 درجة مئوية، بينما سجلت أدنى متوسط حرارة عليا في محطة فم تيليشت وبلغت 26 درجة مئوية.

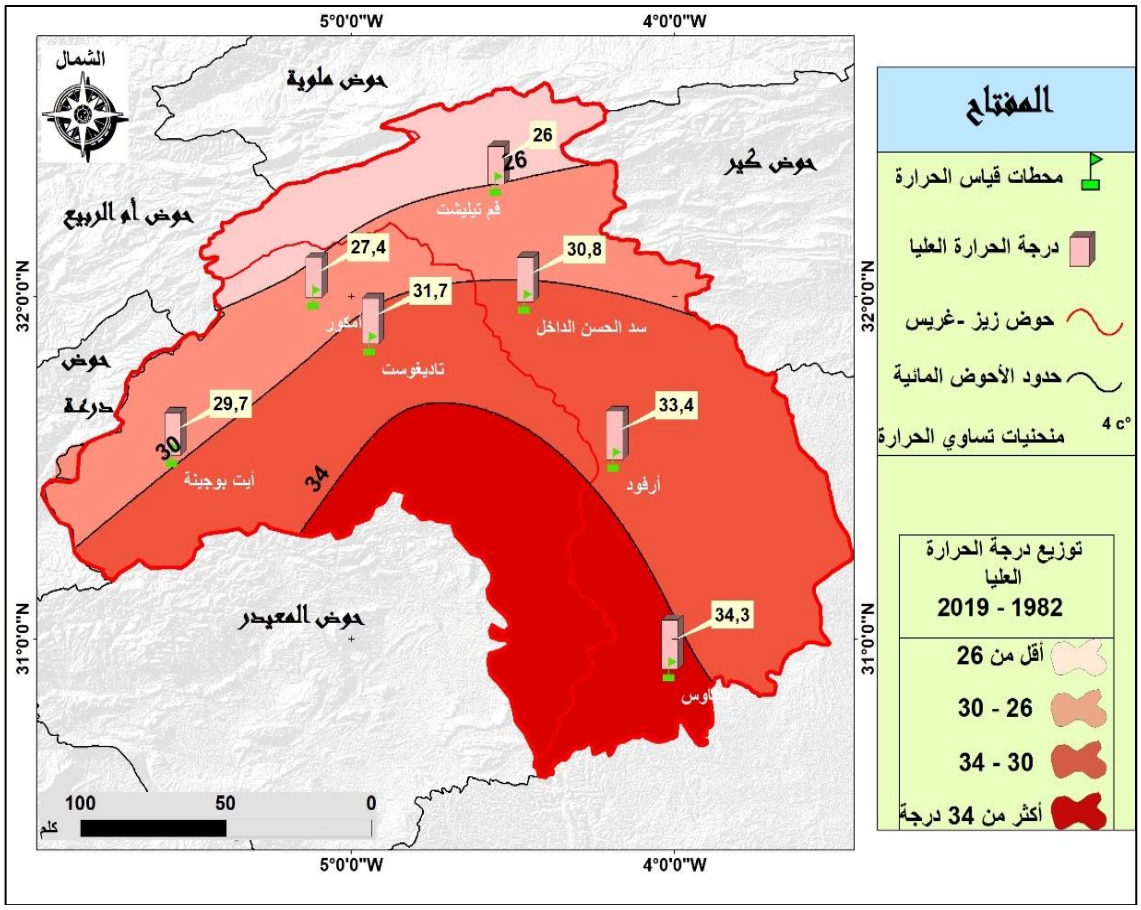
ويتغير المدى الحراري بحسب المحطات، حيث وصل المدى الحراري في محطة الطاوس إلى 24.4 درجة مئوية، في حين بلغ في محطة فم تيليشت 19 درجة مئوية. تلك الارتفاعات في درجات الحرارة العليا تسهم بشكل لا مفر منه في زيادة معدل التبخر من المياه. فعلى سبيل المثال، يصل معدل التبخر السنوي في بعض السنوات في محطة الطاوس إلى 4000 ملم في السنة.

[1] في الإحصاء الوصفي، العشر هو كل 9 قيم تقسم مجموعة بيانات، مرتبة حسب علاقة ترتيب، إلى 10 أجزاء متساوية، بحيث يمثل كل جزء 1/10 من عينة السكان. العشر هو قيم الربيعات.

[2] في الإحصاء الوصفي، الرُبيّع لمجموعة عددية مرتبة هو أي قيمة من القيم الثلاثة التي تقسم المجموعة إلى أربع مجموعات متساوية تحوي كل منها ربع عناصر المجموعة الأصلية. الربيع هو حالة خاصة من نقاط التجزيء .يعرف الربيع الأول على أنه عنصر المجموعة الذي يتوسط بين العنصرين الأصغر والوسيط للمجموعة. أما الربيع الثاني فهو نفسه وسيط المجموعة. والربيع الثالث هو عنصر المجموعة الذي يتوسط بين وسيط المجموعة والعنصر الأكبر للمجموعة.

استخدمت نتائج الجدول رقم 20 لرسم التوزيع المكاني لدرجات الحرارة العليا في حوض زيز-غريس على مدى 37 سنة، باستخدام برنامج ArcGIS. يقوم هذا البرنامج بتحويل البيانات الرقمية إلى رموز مساحية توفر صورة واضحة عن التوزيع المتغير لدرجات الحرارة بين المناطق العالية والسفلية في الحوض، كما هو موضح في الخريطة رقم (18).

خريطة رقم 18 : التوزيع المساحي للحرارة العليا السنوية بحوض زيز-غريس ما بين 1982و 2019



المصدر: وكالة الحوض المائي زيزغريس كير، 2020، بتصرف

2-1- التوزيع السنوي للحرارة الوسطى بحوض زيز-غريس

تتميز الحرارة الوسطى المسجلة في المحطات السبع الموزعة في مجال الدراسة، كما هو موضح في الجدول رقم 21 والخريطة رقم 19، بتغير يمتد من الشمال نحو الجنوب ومن الغرب نحو الشرق. على سبيل المثال، تُظهر محطة أموكر التي تقع في الشمال الغربي للحوض أدنى متوسطات حرارة تبلغ 16 درجة مئوية، مع معامل تباين وصل إلى 8 في المئة. بينما سجلت المحطات الأخرى متوسطات حرارة متوسطة تتراوح بين 18.3 درجة مئوية و19.9 درجة مئوية، حيث سجلت آيت بويجان أدنى قيمة في هذه المجموعة بينما سجلت محطة سد الحسن الدايل أعلى قيمة.

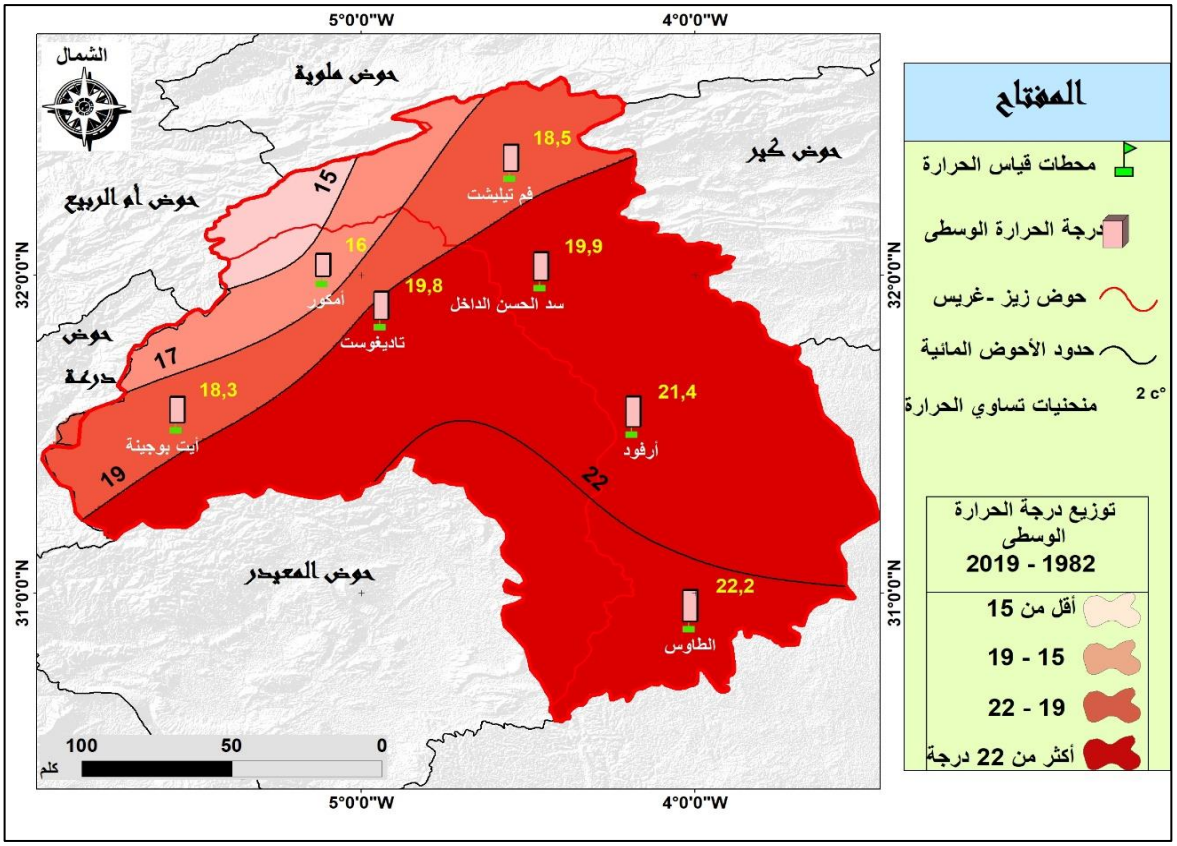
جدول رقم 21: توزيع درجة الحرارة الوسطى بحوض زيز-غريس (1982 – 2019)

محطة قياس الحرارة	معدل الحرارة الوسطى	الانحراف المعياري	D1 العشر الأول	Q1 التربيع الأول	Q2 التربيع الثاني	Q3 التربيع الثالث	D9 العشر التاسع	معامل التباين %
فم تيليشت	18,5	0,8	17,4	18,1	18,7	19,0	19,5	4
سد الحسن الداخل	19,9	1,3	18,4	18,8	20	21	21,8	7
أرفود	21,4	0,65	20,5	21,1	21,4	21,7	22,1	3
الطاوس	22,2	1	21,4	21,5	22 ,1	22,4	22,5	4
أموكر	16	1,2	14,5	15,2	15,6	16,6	17,3	8
تاديغوست	19,8	0,7	18,8	19,2	19,9	20,2	20,8	3
أبت بويجان	18,3	0,8	17,8	17,7	18,4	18,9	19,4	4

المصدر: وكالة الحوض المائي زيز غريس كير، 2020، بتصرف

تسجل باقي المحطات أعلى متوسطات حرارة سنوية، حيث بلغت محطة الطاوس 22.2 درجة مئوية، تليها محطة أرفود بـ 21.4 درجة مئوية. يلاحظ أن هذه المحطات الأخيرة تقع في سهل تافيلالت، الذي يتأثر بشكل مباشر بالمؤثرات الصحراوية الجافة والحارة.

خريطة رقم 19 : توزيع الحرارة الوسطى بحوض زيز–غريس ما بين 1982 و2019



مصدر المعطيات الإحصائية: وكالة الحوض المائي زيز غريس كير، 2020، بتصرف

1-3-التوزيع السنوي للحرارة الدنيا بحوض زيز-غريس

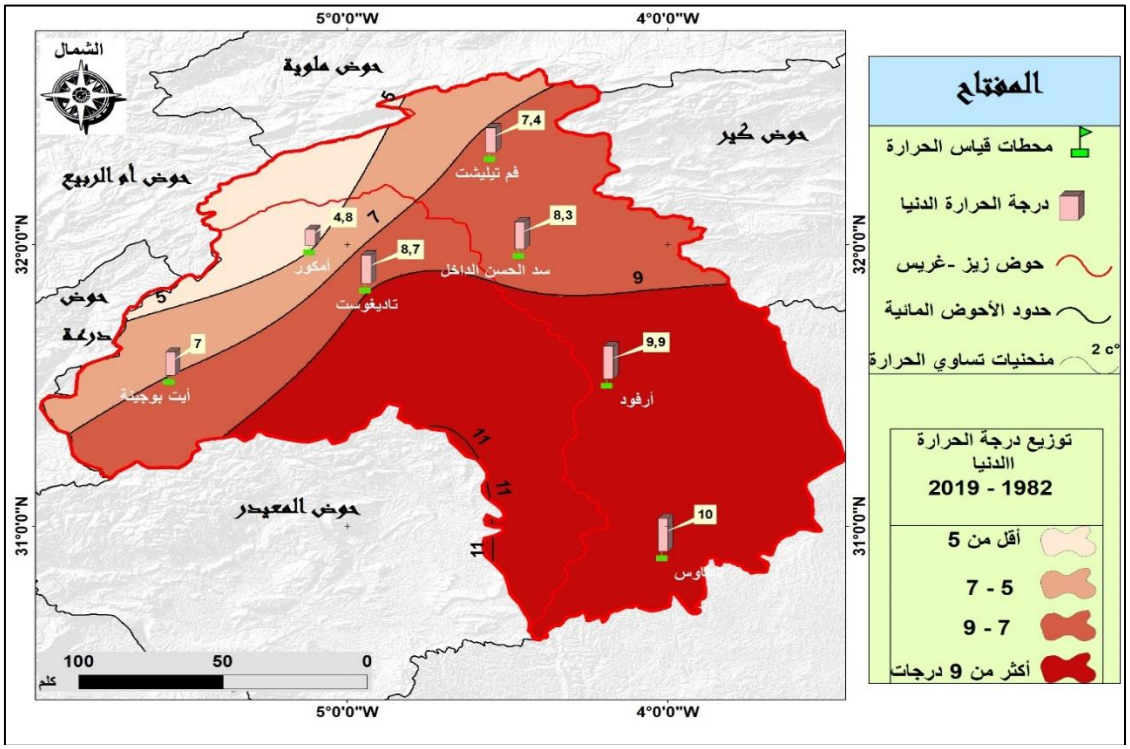
بالنسبة لدرجات الحرارة الدنيا، فإنها لا تختلف في التوزيع المكاني عن الحرارة العليا والوسطى، ولكن تختلف فقط في التوزيع الشهري. يُعتبر شهر يناير الأبرد طوال السنة. تخضع درجات الحرارة الدنيا في توزيعها المكاني للموقع الطبوغرافي وللخطوط الطولية والعرضية الممتدة به. يوضح الجدول رقم 22 والخريطة رقم 20 هذا التباين في التوزيع الحراري، حيث سجلت محطة أموكر أدنى متوسط لدرجات الحرارة الدنيا والذي بلغ 4.8 درجة مئوية، وتتبعتها محطة آيت بويجان بـ 7 درجات مئوية، ثم محطة تاديغوست بـ 8.7 درجة مئوية، أما أعلى متوسط لدرجات الحرارة الدنيا فسُجل في محطة الطاوس والذي بلغ 10 درجات مئوية.

جدول رقم 22 توزيع درجة الحرارة الدنيا بحوض زيز-غريس 1982 إلى 2019

الحوض	محطة قياس الحرارة	معدل الحرارة الوسطى	الانحراف المعياري	D1 العشر الأول	Q1 التربيع الأول	Q2 التربيع الثاني	Q3 التربيع الثالث	D9 العشر التاسع	معامل التباين %
زيز-غريس	فم تيليشت	7,4	0,9	5,6	7,1	7,4	8,1	8,4	12
	سد الحسن الداخل	8,3	2,8	4,6	5,9	8,2	10,8	11,7	55
	أرفود	9,9	1,6	9,2	9,5	10	10,6	11,1	14
	الطاوس	10	1,3	8	8,7	9,9	10,7	10,9	16
	أموكر	4,8	2	3,1	4,6	5,8	7,4	41,0	41
	تاديغوست	8,7	2,8	7,2	8	8,5	8,9	9	32
	أيت بويجان	7	1,3	6,4	6,5	7,1	7,9	8,1	19

المصدر: وكالة الحوض المائي زيزغريس كير، 2020، بتصرف

خريطة رقم 20 : التوزيع السنوي للحرارة الدنيا بحوض زيز-غريس من 1982 إلى 2019



المصدر: وكالة الحوض المائي كيرزيزوغريس، 2020، بتصرف

2-التوزيع الفصلي لدرجة الحرارة بحوض زيز-غريس (1982 -2019)

يؤثر متوسط درجة الحرارة الموسمية على الأداء الهيدرولوجي في حوض زيز-غريس من خلال ظاهرتي التبخر والنتح. أما فيما يتعلق بالتغيرات الفصلية لدرجة الحرارة، فإنها لا تخرج عن السياق العام المؤطر لنظام الحرارة في مثل هذه الأوساط الصحراوية الجافة. فتسجل معدلات الحرارة القصوى في فصل الصيف في جميع محطات الرصد، وأدناها في فصل الشتاء، بينما تكون معتدلة نسبيًا في باقي الفصول.

جدول رقم 23: التوزيع الفصلي للحرارة بحوض زيز-غريس ما بين 1982و 2019

المحطات	فصل الشتاء	فصل الربيع	فصل الصيف	فصل الخريف
الطاوس	11,6	22,0	33,3	22,6
أرفود	11,1	20,8	31,8	21,7
تاديغوست	10,1	19,0	30,3	19,9
أيت بويجان	9,7	17,5	26,6	18,5
سد الحسن الداخل	11,8	18,4	29,0	20,1
أموكر	8,5	15,5	25,1	16,6
متوسط الحرارة الفصلية	10,5	18,9	29,4	19,9

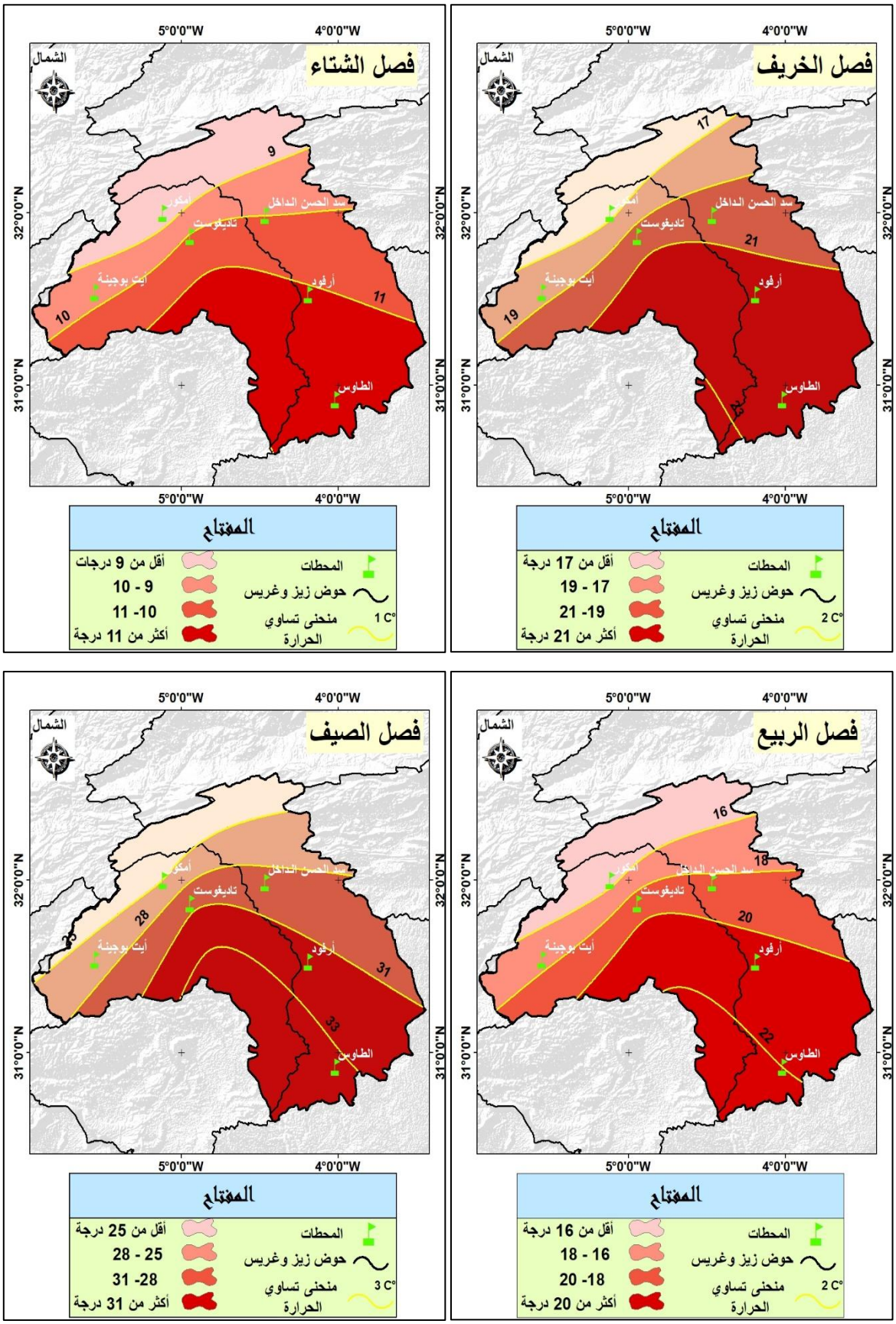
المصدر: وكالة الحوض المائي زيز غريس كير، 2020، بتصرف

في **فصل الصيف**، تتميز ظاهرة التشمس بالارتفاع الكبير، وتبدأ من 21 يونيو الذي يحدث فيه الانقلاب الصيفي. يتميز هذا الفصل بكثرة الأيام المشمسة نظرًا لقلة السحب وصفاء السماء، وضعف نسبة الرطوبة، وطول ساعات النهار (18 ساعة). ومما يزيد من حدة هذه الظاهرة هبوب الرياح الشرقية التي تتسم بارتفاع كبير في درجة الحرارة. يقدر متوسط الحرارة في هذا الفصل بحوالي 29.4 درجة مئوية، ويمثل شهر يوليوز أعلى متوسط شهري بمعدل 30.8 درجة مئوية.

في **فصل الشتاء**، يكون الإشعاع الشمسي ضعيفًا نسبيًا بسبب هبوب الكتل والتيارات الهوائية الباردة، وحجب الشمس بالسحب العابرة التي قد تكون ممطرة في بعض الأحيان. تصبح مدة التشميس في النهار قصيرة (تسع ساعات خلال النهار)، ويسجل معدل الحرارة المتوسط حوالي 10.5 درجة مئوية، وأدنى متوسط شهري يسجل في شهر يناير بحوالي 9.8 درجة مئوية.

أما في **فصلي الخريف والربيع**، فهناك تقارب بينهما، حيث يبلغ متوسط فصل الربيع حوالي 18.9 درجة مئوية، ومتوسط فصل الخريف حوالي 19.9 درجة مئوية. ويصل المدى الحراري المتوسط السنوي لمختلف المحطات المدروسة إلى 21 درجة مئوية. وبصفة عامة، فإن مناخ المنطقة يتأثر بالقارية.

خرائط رقم 21 : التوزيع المساحي لدرجة للحرارة الفصلية بحوض زيز-غريس ما بين 1982 و2019

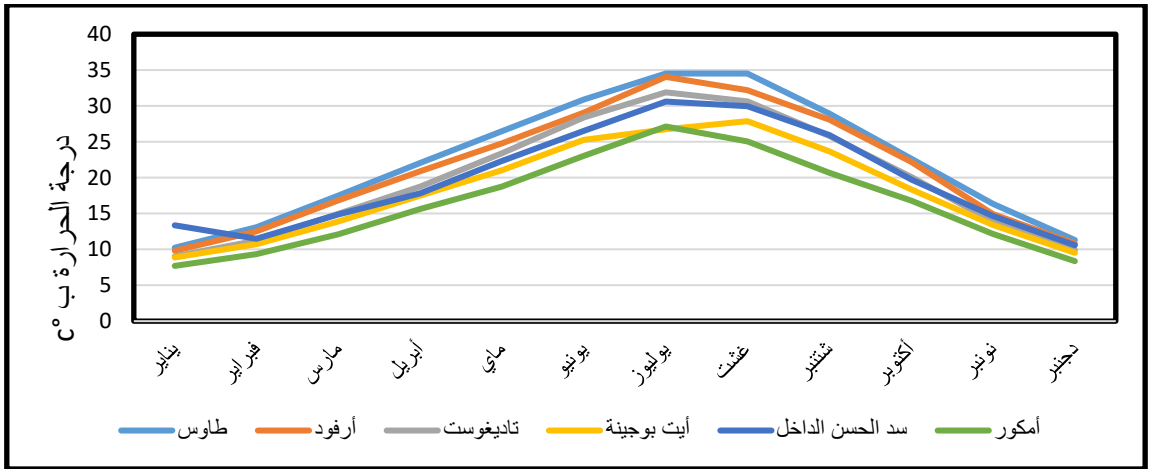


مصدر المعطيات الإحصائية: وكالة الحوض المائي زيز غريس كير، 2020، بتصرف

3-التوزيع الشهري لدرجة الحرارة بحوض زيز-غريس ما بين 1982 و2019

يوضح الشكل رقم 29 أن المتوسطات الشهرية للحد الأدنى والحد الأقصى للحرارة تظهر أن الشهر الأكثر برودة هو يناير بشكل عام، بينما الأكثر سخونة هو يوليوز. يختلف عدد أشهر الصقيع في السنة من محطة إلى أخرى، حيث سجلنا شهرين في السنة بالنسبة لمحطة أموكر طاغية وأيت بويجان، وشهر واحد في السنة في كل من محطات تاديغوست وأرفود، ثم محطة الطاوس. ومن الملاحظ أن محطة الحسن الداخل سجلت قيمة متطرفة من الحرارة في شهر يناير وصلت إلى 13.4 درجة مئوية، ويرجع ذلك إلى توقف هذه المحطة لمدة عشر سنوات من 2005 إلى 2015. أما الأشهر الأكثر تجمدًا فهي أشهر دجنبر ويناير وفبراير، وتختلف هذه القيم من شمال الحوض نحو جنوبه.

شكل رقم 29 : التوزيع الشهري للحرارة بحوض زيز-غريس ما بين 1982 – 2019



المصدر: وكالة الحوض المائي زيز غريس كير، 2020، بتصرف

نلاحظ أيضًا أن المتوسط الشهري لدرجة الحرارة في السنوات المدروسة ما بين 1982 و2019 يعرف وجود فترتين حراريتين متفاوتتين: **فترة حارة** تستمر من ماي إلى أكتوبر، وتتضمن هذه الفترة الأشهر التي تتجاوز فيها القيم المتوسط الشهري العام، ثم **فترة ثانية باردة** تستمر ستة أشهر من نونبر إلى أبريل. لوحظ أقصى سعة لمتوسط درجة الحرارة الشهرية في جميع المحطات ما بين يناير ويوليوز.

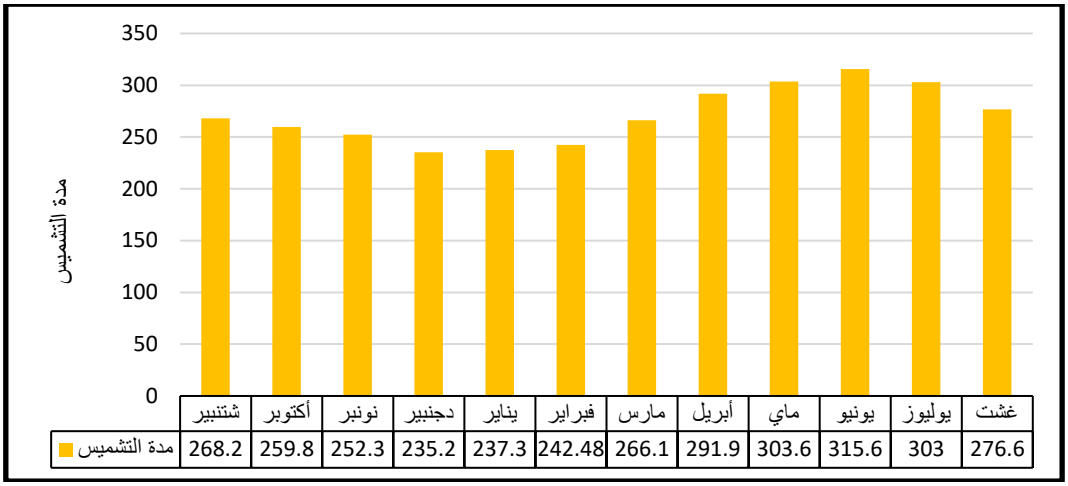
تبدأ الحرارة في الانخفاض ابتداءً من شهر دجنبر بالنسبة لكل محطات المنطقة وتستمر كذلك طوال شهر يناير عدا محطة سد الحسن الداخل والتي يرتفع معدل حرارته نسبيًا بالمقارنة مع باقي المحطات. ويرجع ذلك إلى الرطوبة الهوائية فوق بحيرة السد والتي تحتوي على كمية مهمة من المياه تزيد من رطوبة الجو ومن تم تلطيف الحرارة نسبيًا.

4-التشميس بحوض زيز-غريس: ارتفاع مدته يساهم في ارتفاع حجم المياه المتبخرة

تتجاوز مدة التشمس في منطقة تافيلالت 3269 ساعة في السنة، بمتوسط يبلغ حوالي 9 ساعات خلال اليوم الواحد (الشكل رقم 30). ترتفع هذه المدة خلال فصل الصيف، حيث تصل إلى أكثر من 303 ساعة في الشهر، ما يعادل حوالي 10 ساعات في اليوم. وتنخفض مدة التشمس في الشتاء إلى حوالي

235.2 ساعة في الشهر خلال دجنبر، بينما تتقارب خلال فصلي الخريف والربيع، حيث تتراوح مدة التشمس في سبتمبر حوالي 268.2 ساعة في الشهر، وفي مارس حوالي 266.1 ساعة في الشهر.

شكل رقم 30 : المتوسطات الشهرية للتشميس بمدينة الرشيدية لسنة 2020



	شتنبير	أكتوبر	نونبر	دجنبير	يناير	فبراير	مارس	أبريل	ماي	يونيو	يوليوز	غشت
مدة التشميس	268.2	259.8	252.3	235.2	237.3	242.48	266.1	291.9	303.6	315.6	303	276.6

المصدر: المكتب الجهوي للاستثمار الفلاحي بالرشيدية، 2020، بتصرف.

يعزى ارتفاع مدة التشمس في المنطقة إلى عدة عوامل، ومن أبرزها الموقع الجغرافي للمنطقة في جنوب العروض المعتدلة (بين خطي عرض 33,00 شمالا و30,25 شمالا). هذا الموقع يتسبب في ارتفاع قوي للتبخر، مما يؤثر سلباً على الحصيلة المائية. على سبيل المثال، فإن منطقة الطاوس في سافلة حوض زيز-غريس تفقد سنوياً حوالي 5750 ملم من المياه بسبب هذا التبخر.

ارتفاع مدة التشمس في منطقة الدراسة يُعتبر معطىً طبيعيًا مهمًا للغاية في الوقت الحالي، حيث يولي السكان اهتمامًا كبيرًا لاستخدام الطاقة الشمسية. يستخدمونها بشكل رئيسي في ضخ الموارد المائية الجوفية لأغراض الري الزراعي وكذلك لجلب مياه الشرب. ومع ذلك، يتسبب هذا العامل الطبيعي في تأثير سلبي على الموارد المائية في المنطقة، خاصة الموارد السطحية، حيث يزيد من كمية التبخر. يُعتبر سد الحسن الداخل نموذجًا لهذا الانعكاس السلبي، حيث يفقد كميات هائلة من المياه سنويًا بسبب هذا العامل.

5-التبخر والرطوبة النسبية بحوض زيز-غريس

5-1- التبخر بحوض زيز-غريس (1983-2018)

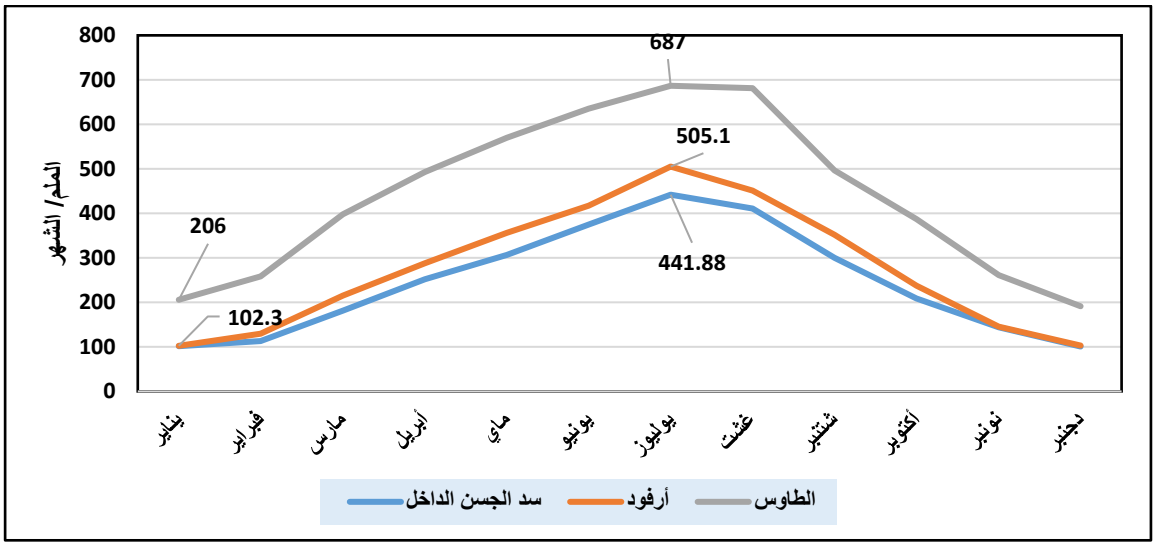
يشكل عنصر التبخر من خلال فصل الصيف عائق مناخي يؤثر على البيئة الواحية بشكل كبير. يرتفع مستوى التبخر بشكل ملحوظ خلال هذا الفصل، وهذا يعود بشكل أساسي إلى ارتفاع مدة التشمس التي تعمل على زيادة درجات الحرارة. بالإضافة إلى ذلك، يؤثر هذان العاملان، الطول المتزايد لفترة التشمس والحرارة المرتفعة، على النباتات حيث تفقد كميات كبيرة من المياه من خلال فتحات أوراقها. يُعرف هذا العملية باسم "النتح"، وتعتبر عملية حيوية أساسية لوظيفة النبات في تنظيم درجة الحرارة الداخلية وتبادل الغازات مع البيئة.

هذا التأثير السلبي للتبخر يمكن أن يؤدي إلى تأثيرات سلبية على البيئة الواحية، بما في ذلك نقص الموارد المائية وتدهور النباتات والتربة. لذا، من الضروري توجيه اهتمام خاص إلى مراقبة معدلات التبخر وفهم تأثيراته على البيئة الواحية وتطبيق استراتيجيات للحد من هذا التأثير السلبي.

أ- التبخر الشهري بحوض زيز-غريس

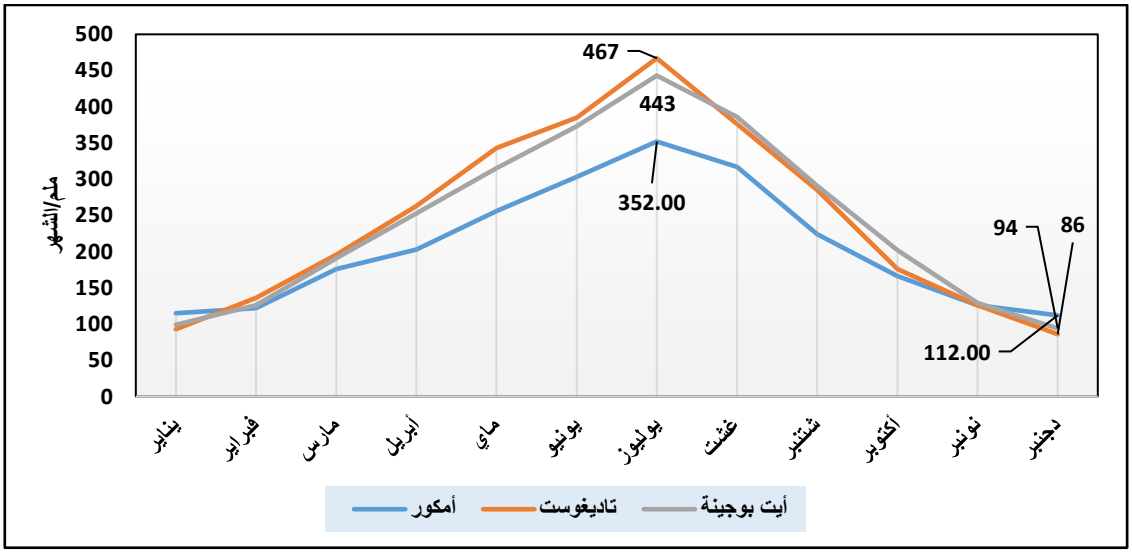
تحتل دراسة التبخر أهمية كبيرة في فهم كمية المياه التي تفقدها الفرشات المائية في المنطقة، وتساعد في تحديد الفصول التي يكون فيها هذا العنصر المناخي مرتفعًا بشكل خاص. كما أنها تساهم في فهم التأثير الكبير للتبخر على الغطاء النباتي، حيث يفقد النبات كميات كبيرة من الماء على شكل تبخر-نتح. يوضح الأشكال البيانية أدناه متوسط كمية المياه المتبخرة من حوض زيز-غريس على مدى 35 سنة.

شكل رقم31 : متوسط التبخر الشهري بملم بمحطات حوض زيز ما بين 1983-2018



المصدر: وكالة الحوض المائي زيز غريس كير، 2020، بتصرف

شكل رقم32 : متوسط التبخر الشهري بملم بمحطات حوض غريس ما بين 1983-2018



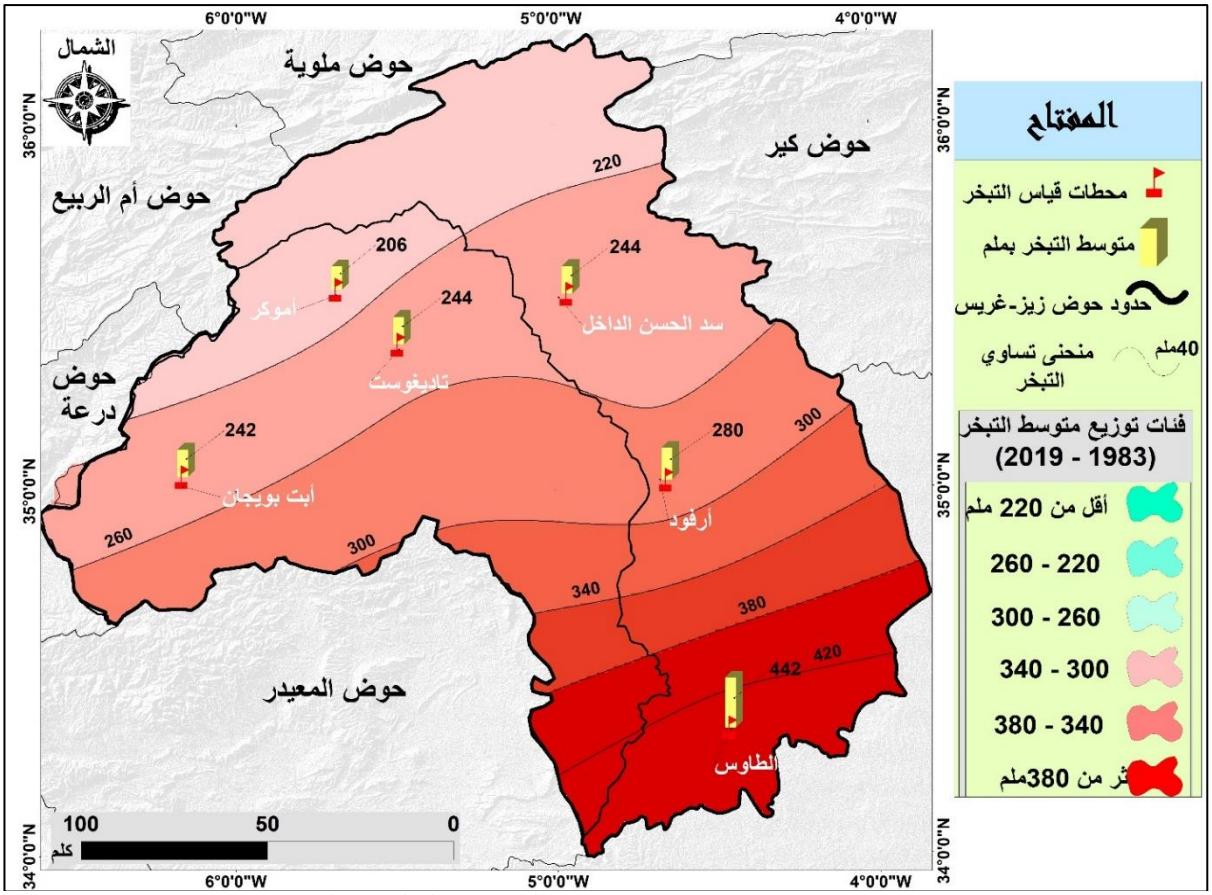
المصدر: وكالة الحوض المائي زيز غريس كير، 2020، بتصرف

تؤكد المعطيات الموضحة في الأشكال البيانية السابقة أن ظاهرة التبخر ترتبط بشكل وثيق بعامل الحرارة، حيث يزداد معدل التبخر للمياه كلما ارتفعت درجات الحرارة. تكون هذه الظاهرة نشطة بشكل أساسي خلال الشهور الحارة، حيث تصل ذروتها خلال أشهر يوليوز وغشت.

على سبيل المثال، في حوض زيز، بمحطة الطاوس، بلغ متوسط كمية التبخر في شهر يوليوز خلال فترة الـ 35 سنة الماضية 687 ملم، بينما سجلت أدنى معدلات في شهر يناير بـ 206 ملم. وفي حوض غريس، بمحطة تاديغوست، وصلت كمية التبخر في شهر يوليوز خلال نفس الفترة إلى 467 ملم، بينما سجلت أدنى معدلات في شهر دجنبر بـ 86 ملم.

يتضح من الخريطة المساحية للتبخر (الخريطة رقم 22) أن هذه الظاهرة تنشط بشكل أكبر كلما اتجهنا من شمال الحوض نحو جنوبه، مما يعكس العلاقة الوثيقة بين التبخر وعامل الحرارة في المنطقة.

خريطة رقم 22 : متوسط التوزيع السنوي المساحي للتبخر بحوض زيز-غريس (1983-2018)



المصدر: وكالة الحوض المائي زيز غريس كير، 2020، بتصرف

ب- التبخر الفصلي بحوض زيز-غريس

توضح النتائج المقدمة في الجدول رقم 24 تصنيف الشهور إلى الفصول الأربعة وحساب متوسطات التبخر العامة لكل فصل خلال فترة الـ 35 سنة. تظهر هذه النتائج أن الشهور التي تنتمي لفصل الصيف تعرف أعلى متوسطات للتبخر، في حين تظهر القيم الأقل خلال فصل الشتاء.

تمثل النتائج هذه الظاهرة بشكل مساحي في الجدول، مما يسهل فهم التوزيع الزمني لظاهرة التبخر على مدار السنة وفي مختلف الفصول.

جدول رقم 24 : التوزيع الفصلي للتبخر (ملم) بحوض زيز-غريس 1983 إلى 2018

الحوض	المحطة	الصيف	الخريف	الشتاء	الربيع	المجموع
غريس	أموكر	324,0	172,0	116,3	211,7	824,0
	النسبة المئوية	39%	21%	14%	26%	100%
	تاديغوست	409,3	195,7	105,0	267,3	977,3
	النسبة المئوية	42%	20%	11%	27%	100%
	أيت بويجان	400,7	207,3	106,3	253,0	967,3
	النسبة المئوية	41%	21%	11%	26%	99%
زيز	سد الجسن الداخل	409,2	217,4	105,0	246,6	978,1
	النسبة المئوية	42%	22%	11%	25%	100%
	أرفود	457,8	244,8	111,4	286,4	1100,5
	النسبة المئوية	42%	22%	10%	26%	100%
	الطاوس	667,7	381,6	218,4	486,8	1754,5
	النسبة المئوية	38%	22%	12%	28%	100%

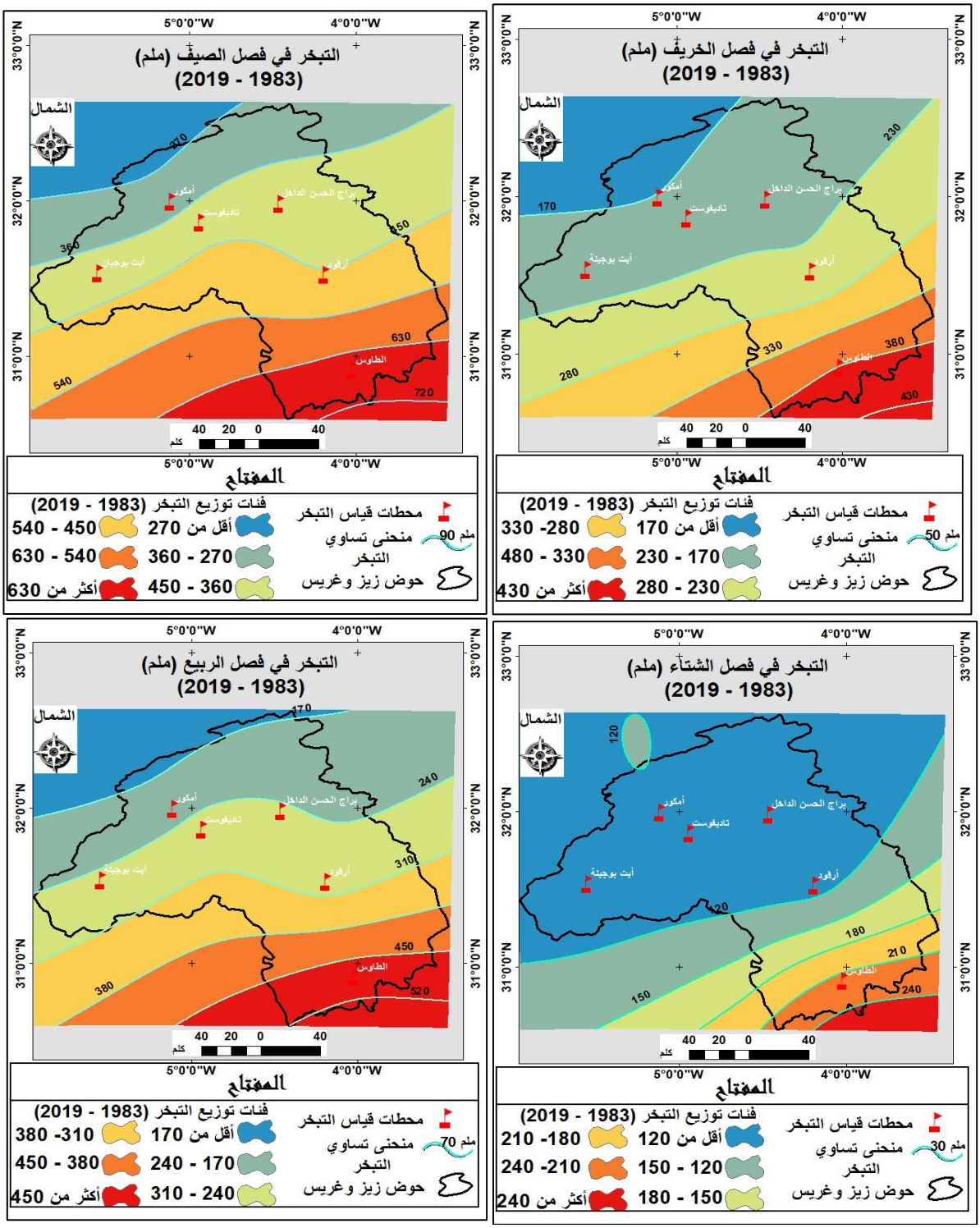
مصدر المعطيات الإحصائية: وكالة الحوض المائي زيز غريس كير، 2020، بتصرف

بناءً على النتائج والتمثيل المساحي لظاهرة التبخر طوال فصول السنة، يمكن تسجيل بعض الملاحظات الهامة:

- **ارتفاع كمية التبخر في فصل الصيف:** يتميز فصل الصيف بارتفاع كبير في كمية التبخر، حيث تسجل أعلى متوسطات للتبخر خلال هذا الفصل. يرتبط ارتفاع التبخر بارتفاع درجات الحرارة وطول مدة التشميس، وهذا يؤثر سلبًا على الغطاء النباتي والسديمة المائية بسبب ضعف نسبة الرطوبة النسبية.
- **انخفاض كمية التبخر في فصل الشتاء:** يعرف فصل الشتاء انخفاضًا في كمية التبخر، حيث تكون درجات الحرارة منخفضة وتسجل كميات معتدلة من التساقطات المطرية. ينعكس هذا الانخفاض في كمية التبخر على البيئة بشكل إيجابي حيث يزيد من توفر المياه ويريح النباتات والحيوانات.
- **عوامل مساهمة في ارتفاع كمية التبخر:** يعزى ارتفاع كمية التبخر إلى عوامل متعددة مثل الارتفاع الجغرافي للمنطقة، وهبوب رياح الشرقي الحارة، وقوة التشميس. هذه العوامل تجعل منطقة حوض زيز-غريس عرضة لنقص المياه وتحديات بيئية متعددة.
- **تأثير نقص المياه على الواحات والمجتمعات المحلية:** نقص المياه بسبب ارتفاع كمية التبخر يؤثر على الواحات والمجتمعات المحلية في المنطقة، مما يجعل السكان مضطرين إلى تنويع أشكال العيش والتفاوض مع واقع الندرة المائية.

بشكل عام، فإن فهم ظاهرة التبخر وتأثيرها على المنطقة يساعد في تطوير استراتيجيات مستدامة لتدبير الموارد المائية والحفاظ على البيئة في حوض زيز-غريس وسهل تافيلالت.

خرائط رقم 23 : التوزيع المساحي لمعدلات للتبخر حسب الفصول بحوض زيز-غريس بملم



مصدر المعطيات الإحصائية: وكالة الحوض المائي زيز غريس كير، 2020، بتصرف

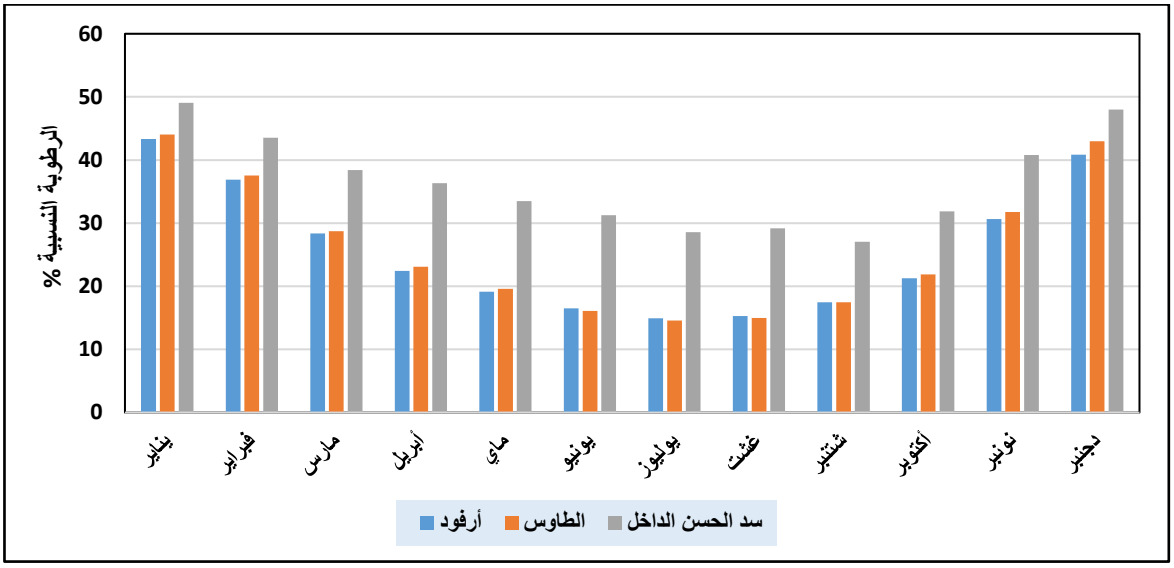
5-2-الرطوبة النسبية بحوض زيز-غريس ما بين 1997 و2018

فهم الرطوبة النسبية في الجو وتحليل توزيعها على مدار السنة يساعد في فهم الظواهر المناخية وتأثيرها على البيئة والمجتمعات. تحديد الأهداف من دراسة هذا العنصر المناخي يشمل:

- **معرفة نسبة الرطوبة في الجو واختلافها حسب الفصول والشهور السنوية:** يتيح فهم توزيع الرطوبة النسبية في الجو لنا فهمًا أفضل للتغيرات المناخية على مر السنين وتأثيراتها على البيئة والحياة اليومية للسكان.
- **استنتاج العلاقة بين الرطوبة الجوية وبين باقي العوامل المناخية:** يساعد تحليل العلاقة بين الرطوبة الجوية وعوامل أخرى مثل درجة الحرارة وتساقط الأمطار في فهم آثار الظواهر المناخية على البيئة والاقتصاد.

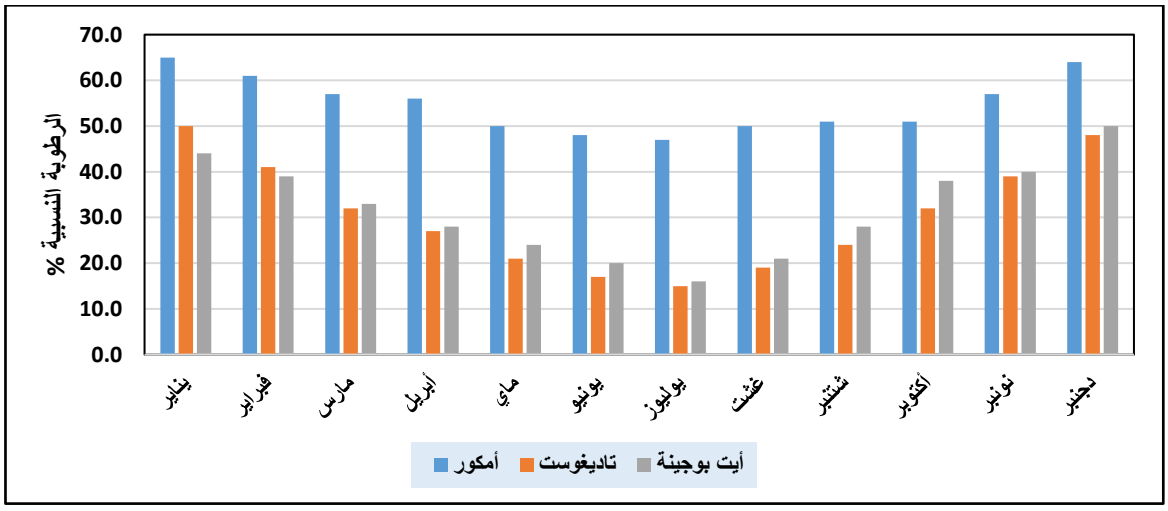
الأشكال الموالية توضح توزيع قيم الرطوبة النسبية بمحطات الرصد في حوض زيز-غريس خلال فترة زمنية معينة، مما يساعد في رصد الاتجاهات والتغيرات في الرطوبة على مدار السنة وفهم تأثيراتها على المنطقة.

شكل رقم 33 : الرطوبة الجوية بمحطات الرصد بحوض زيز ما بين 1997 و2018



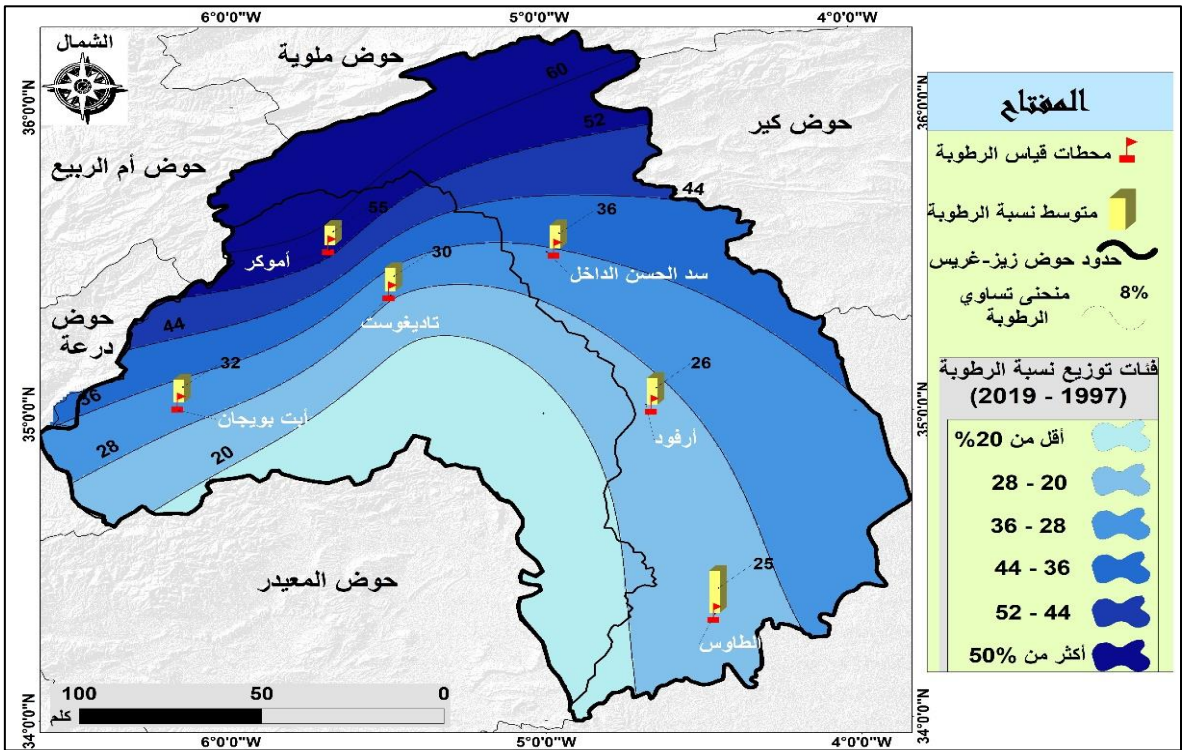
المصدر: وكالة الحوض المائي زيز غريس كير، 2020، بتصرف

شكل رقم 34 :الرطوبة الجوية بمحطة حوض غريس ما بين 1997 و2018



المصدر: وكالة الحوض المائي زيز غريس كير، 2020، بتصرف

خريطة رقم 24 : التوزيع السنوي لرطوبة النسبية بحوض زيزوغريس



المصدر: وكالة الحوض المائي زيزغريس كير، 2020، بتصرف

جدول رقم 25 : التوزيع الفصلي للرطوبة النسبية بحوض زيزوغريس

الحوض المائي	المحطات	الفصول			
		الصيف	الخريف	الشتاء	الربيع
غريس	أموكر	48,3	53,0	63,3	54,3
	تاديغوست	17,0	31,7	46,3	26,7
	أيت بويجان	19,0	35,3	44,3	28,3
زيز	أرفود	15,6	23,1	40,4	23,3
	الطاوس	15,2	23,7	41,5	23,8
	سد الحسن الداخل	29,7	33,2	46,9	36,1
المتوسط العام		24,13	33,33	47,117	32,08

المصدر: وكالة الحوض المائي زيزغريس كير، 2020، بتصرف

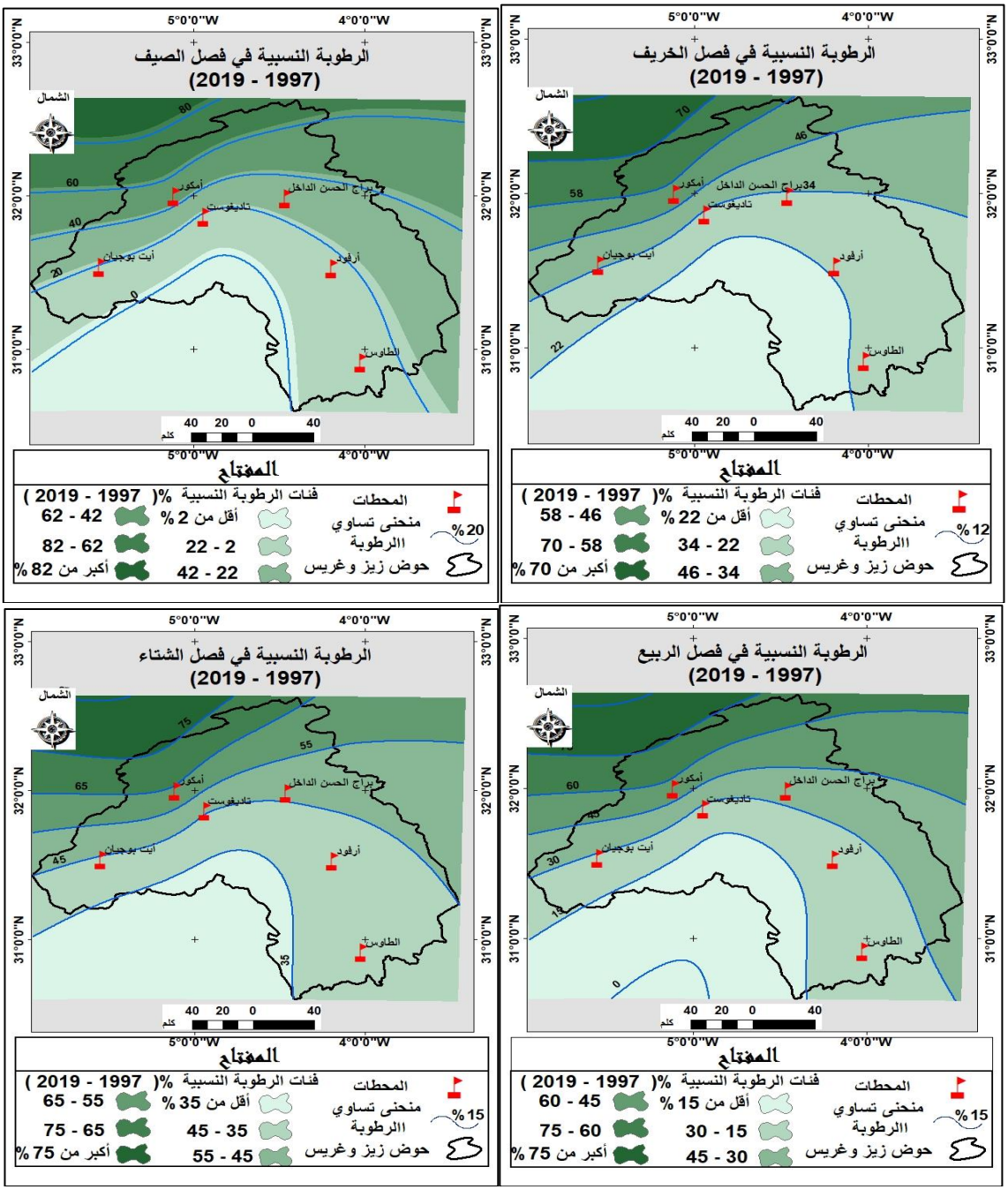
تلخيصًا للملاحظات التي سجلتها بعد دراسة وتحويل قيم الرطوبة النسبية إلى متوسطات وتمثيلها في الرسوم البيانية والخرائط:

- **الرطوبة النسبية في فصل الشتاء:** تكون مرتفعة جداً مع متوسط عام يبلغ حوالي 47.11%، وهذا يعود بشكل أساسي إلى انخفاض درجات الحرارة وتقليل كمية التبخر، مما يزيد من كمية بخار الماء في الجو.
- **الرطوبة النسبية في فصل الصيف:** تقل تدريجياً مع ارتفاع درجات الحرارة وزيادة كمية التبخر، وهو ما ينعكس في انخفاض الرطوبة الجوية، حيث سجلت أدنى نسبة للرطوبة بحوالي 24.13%.

- **التباين في الرطوبة الجوية حسب الفصول:** يعود بشكل رئيسي إلى التغيرات في كمية التبخر، حيث تكون الرطوبة مرتفعة في الشتاء بسبب انخفاض درجات الحرارة وقلة التبخر، بينما تكون منخفضة في الصيف بسبب ارتفاع درجات الحرارة وزيادة التبخر.
- **فصلي الربيع والخريف:** يسجلان نسب متقاربة من الرطوبة الجوية مقارنة بالشتاء والصيف.

كل النقط المشار لها تعكس العلاقة المباشرة بين الرطوبة الجوية وعوامل المناخ الرئيسية مثل درجات الحرارة وكمية التبخر، وتبرز أهمية فهم تلك العلاقات في تحليل التغيرات المناخية وتأثيرها على البيئة والحياة اليومية للسكان.

خرائط رقم 25 : التوزيع الفصلي للرطوبة النسبية بحوض زيزغريس ما بين 1997 و2018



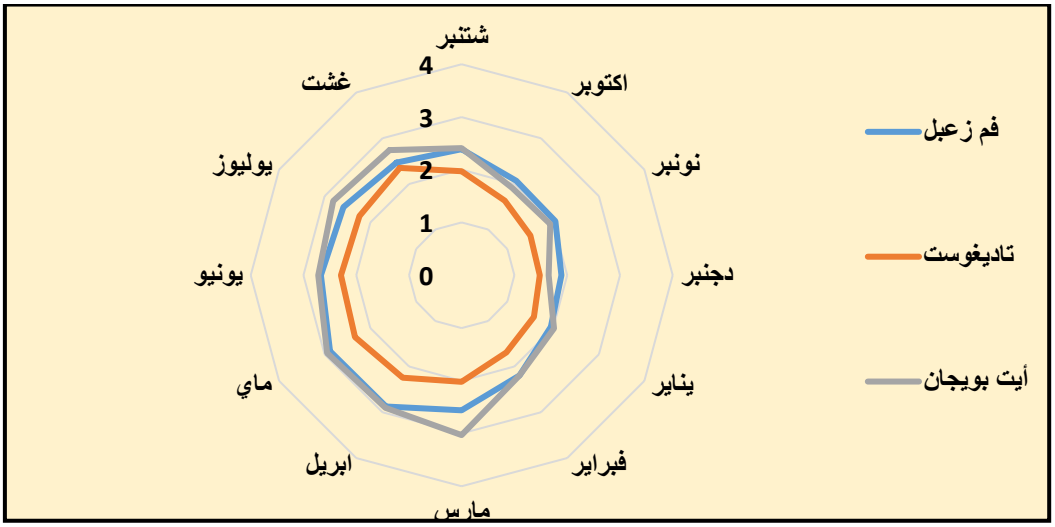
6-تساهم الرياح في زيادة جفافية المجال

تتميز منطقة زيز-غريس بوجود رياح قوية تعزز الجفاف، وهذه الرياح تنقسم إلى نوعين رئيسيين:

- **الرياح الشمالية القوية خلال فصل الشتاء:** تهب هذه الرياح بقوة خلال فصل الشتاء، مما يزيد من الجفاف في المنطقة.
- **الرياح الجنوبية الجافة خلال بقية الفصول:** تهب هذه الرياح الجافة والجنوبية خلال الفصول الثلاثة الباقية من السنة، وتزداد قوتها خاصة في فصل الصيف، وتعمل على زيادة ارتفاع درجات الحرارة وتقليل الرطوبة في الجو.

تتراوح سرعة الرياح في المنطقة بين محطات الرصد وتتغير من شهر لآخر، حيث تكون أعلى خلال شهور مارس إلى سبتمبر، وتسجل أدنى قيم خلال شهر دجنبر. تلعب جبال الأطلس الكبير دورًا مهمًا في تحديد سلوك الرياح في المنطقة، حيث تعمل كحاجز يقلل من تأثير الرياح الشمالية والشمالية الغربية الباردة والرطبة، في حين تفتح المجال أمام الرياح الجنوبية الجافة والساخنة. تتسبب الرياح الجنوبية الجافة في نقل الأتربة والغبار، وتكون قوتها أكبر كلما اتجهنا نحو الجنوب.

شكل رقم 35 : المعدل الشهري لسرعة الرياح في بعض محطات حوي زيز-غريس (1982-2018)



المصدر: وكالة الحوض المائي زيزغريس كير، 2020، بتصرف

توضح المعلومات المقدمة أهمية فهم تأثير الرياح على المناخ والبيئة في منطقة زيز-غريس. تتسم الرياح في هذه المنطقة بالتغيرات الشديدة في السرعة والاتجاه، وتلعب دوراً حاسماً في تشكيل الظروف المناخية والبيئية في المنطقة.

- **تأثير الرياح على درجة الحرارة والرطوبة:** تعمل الرياح على زيادة درجات الحرارة خلال الصيف وخفض الرطوبة النسبية بشكل كبير، مما يزيد من الجفاف في الجو. وفي الشتاء، تساهم الرياح في جلب الرطوبة والأمطار، مما يؤدي إلى زيادة الرطوبة النسبية وتحسين الظروف المائية.

- **تأثير الرياح على عمليات التعرية والترسيب:** تسهم الرياح في نقل الأتربة والرمال من مناطق معينة وترسيبها في مناطق أخرى، مما يؤثر على التربة والبيئة المحلية. هذه العملية يجب مراقبتها وإدارتها بشكل جيد لتقليل الآثار السلبية على الزراعة والبيئة.
- **تأثير الرياح على الجريان المائي:** يكون تأثير الرياح على الجريان المائي غير مباشر، حيث تساهم في جلب الأمطار وزيادة تبخر المياه خلال الصيف، مما يؤثر على توزيع وكمية المياه في المنطقة.

بالنظر إلى هذه الأثار، يظهر أن فهم دور الرياح وتأثيرها يعتبر أمرا حيويا للمتدخلين في الإدارة البيئية والزراعية في حوض زيز-غريس، ويبرز أهمية وضع استراتيجيات وسياسات تحسينية للتعامل مع التحديات المناخية والبيئية المرتبطة بالرياح في هذه المنطقة.

وقد أثارت هذه قوة الرياح انتباه العديد من المتدخلين، خاصة في المناطق الجنوبية الشرقية، كوزارة الفلاحة والتجهيز؛ نظرا لاستمرار زحف الرمال على الأراضي الزراعية وعلى الكثير من مقاطع الطرق خاصة في منطقة الجرف، وفزنا وإردي وغيرهم.

خاتمة الفصل الثالث

بناءً على الدراسة التحليلية للعوامل المناخية في حوض زيز-غريس، نتوصل إلى فهم أعمق لتأثيرات هذه العوامل على وفرة الموارد المائية في المنطقة. يُظهر تحليل التوزيع الزماني للأمطار ارتباطًا وثيقًا بالتباينات الموسمية والسنوية في النظام المناخي. فعلى سبيل المثال، يعتبر فصل الخريف هو الفصل الذي يشهد أكبر تركيز للأمطار، مما يعزز وفرة الموارد المائية في ذلك الوقت، خاصة خلال شهري نونبر وأكتوبر، حيث يسجل النصف الأكبر من إجمالي الأمطار.

مع انخفاض درجات الحرارة خلال فصل الشتاء، تزداد كميات الأمطار ويتزايد الإنتاج المائي، مما يعزز من توفر الموارد المائية. وعلى الجانب المقابل، يعتبر فصل الصيف هو الفترة التي يشهد فيها التبخر تزايدًا كبيرًا، مما يؤدي إلى نقص دائم في الموارد المائية.

بالإضافة إلى ذلك، يتأثر توزيع الأمطار بالعوامل الجغرافية، حيث تكون المناطق الجبلية هي الأكثر تسجيلًا للأمطار، بينما تكون المناطق المنخفضة والسهلية هي الأقل، مما يؤدي إلى تشكل مناخ شبه صحراوي يزيد من تحديات توفر المياه في المنطقة.

بالمقابل، تؤثر الرياح بشكل كبير على تباين التساقطات المطرية، حيث تسهم الرياح الجافة والحارة في زيادة معدلات التبخر وبالتالي تقليل كميات الأمطار وتقليل الرطوبة النسبية. علاوة على ذلك، يؤدي تأثير الرياح إلى تعرية التربة وتشكل العواصف الرملية، مما يعزز من تدهور البيئة ويؤثر سلبًا على الموارد المائية.

بشكل عام، فإن فهم علاقة العوامل المناخية بوفرة الموارد المائية في حوض زيز-غريس يساهم في اتخاذ القرارات الاستراتيجية وتطوير السياسات اللازمة للتعامل مع التحديات المائية في المنطقة وضمان استدامة الموارد المائية للأجيال القادمة.

خاتمة القسم الأول

توضح الدراسة التحليلية للعوامل المناخية والمورفولوجية في حوض زيز-غريس أن هناك تأثيرا ملحوظا لهذه العوامل على الموارد المائية، حيث تعتبر المناطق الجبلية ذات التكوين الكلسي الجوراسي مصادر طبيعية مهمة لتغذية الفرشات المائية والوديان الرئيسية بالحوض، مما يؤكد على أهمية التضاريس والتكوينات الجيولوجية في تحديد وفرة الموارد المائية.

يعكس الاستقرار البشري في حوض زيز-غريس منذ قرون عدة التنوع الثقافي والاقتصادي، حيث تشهد المناطق الواحية نشاطاً اقتصادياً متنوعاً يمزج بين النشاط الزراعي التقليدي والصناعات التقليدية والسياحة الواحية، وهو ما يؤكد على التكامل بين النشاطات الاقتصادية المختلفة وتأثيرها على استهلاك الموارد المائية وتوزيعها.

تظهر البيانات المناخية والهيدرومناخية المتوفرة في المحطات المناخية أهمية كبيرة في فهم الذبذبات الزمنية والمكانية لكميات الأمطار في حوض زيز-غريس، مما يساعد في تحليل السلوك المناخي والتنبؤ بتوزيع الموارد المائية في المستقبل واتخاذ الإجراءات اللازمة لتدبير هذه الموارد بكفاءة وفعالية.

تشير النتائج إلى وجود ذبذبة كبيرة في كميات الأمطار على مدار السنوات، حيث تشهد بعض الفترات جفافا شديدا وبعضها الآخر يزخر بالرطوبة، مما يبرز التحديات التي تواجه تدبير الموارد المائية في المنطقة، وهذا ما سنوضحه في فصول القسم الثاني.

القسم الثاني: آثار التغيرات المناخية على الموارد المائية بحوض زيز-غريس

مقدمة القسم الثاني

تتعرض واحات حوض زيز-غريس، كمناطق مغربية تاريخية وحيوية، لتحديات بيئية جديدة نتيجة لتأثيرات التغير المناخي. تعد هذه التأثيرات على الموارد المائية والبيئة عامة تحديات جادة لاستدامة تدبير هذه الموارد، حيث يسهم تراجع منسوب صبيب الوديان بشكل رئيسي في تأثير على استدامة الواحات. يُعزى هذا التراجع إلى زيادة تكرار ظاهرة الجفاف وتغيرات هيدرولوجية في المنطقة، مما يؤدي إلى زيادة تكرار حالات التصحر والفيضانات.

من بين الأمثلة على هذه الظواهر البيئية السلبية، يمكن الإشارة إلى فيضان واد زيز في نونبر 1965، الذي سبب أضراراً جسيمة ودفع المملكة المغربية لاتخاذ إجراءات عاجلة مثل بناء سد الحسن الداخل في عام 1971، بهدف تنظيم تدفقات مياه واد زيز وحماية المناطق الحضرية والقروية من خطر الفيضان. بالإضافة إلى ذلك، تسبب هذا الفيضان وغيره من الظواهر المناخية في تراجع منسوب المياه الجوفية في سهل تافيلالت، مما يعزز حاجة المنطقة إلى تدبير مستدامة للموارد المائية وتطبيق استراتيجيات متكاملة لمكافحة تأثيرات التغير المناخي.

لذا، يعد تدبير واحات حوض زيز-غريس ضمن سياق التغير المناخي تحدٍ كبير يتطلب تعاوناً شاملاً بين الحكومة كجهاز تنفيذي، والمؤسسات المحلية (الجماعات الترابية)، والمجتمع المدني، لتطوير استراتيجيات مستدامة لتدبير الموارد المائية، وحماية البيئة، وتعزيز قدرة الواحات على مواجهة التحديات المستقبلية المتعلقة بالتغير المناخي.

واستنادًا إلى التحليل الشامل للعوامل الطبيعية والبشرية التي تؤثر على استدامة تدبير الموارد المائية في حوض زيز-غريس، تبنينا منهجية شاملة تتضمن المقاربة الوصفية والتحليلية. وقد قسمنا القسم الثاني من الدراسة إلى ثلاثة فصول رئيسية، وهي:

- **الفصل الرابع: الدراسة التحليلية للموارد المائية السطحية والجوفية بحوض زيز-غريس**: في هذا الفصل، ركزنا على تحليل الموارد المائية بمنطقة الدراسة، مع التركيز على المصادر السطحية والجوفية.
- **الفصل الخامس: آثار التغيرات المناخية على الاتجاه العام للعناصر المناخية بحوض زيز-غريس:** هنا، قمنا بتحليل آثار التغيرات المناخية على العناصر المناخية الرئيسية في المنطقة، مثل درجات الحرارة وكميات الأمطار والصبيب، وتأثير هذه الظواهر على توافر الموارد المائية واستدامتها.
- **الفصل السادس: تأثيرات التغيرات المناخية على واحات حوض زيز-غريس:** في هذا الفصل، قمنا بتحليل تأثيرات التغيرات المناخية المتوقعة على واحات الحوض، مع التركيز على التحديات التي قد تواجه استدامة هذه الواحات في مواجهة الجفاف وتغير نمط الأمطار وارتفاع درجات الحرارة.

الفصل الرابع: الدراسة التحليلية للموارد المائية السطحية والجوفية بحوض زيز-غريس

مقدمة الفصل الرابع

تعتمد الواحات المنتشرة على طول حوض زيز-غريس على موارد مائية سطحية مهمة تأتي من واد زيز وواد غريس، اللذان ينبعان من جبال الأطلس الكبير، ويتشابكان في شبكة هيدروغرافية غنية بالروافد والانحدارات. يتدفقان عبر الهضاب الجنوبية لجبال الأطلس نحو الحوض الرباعي لتافيلالت في الجنوب، حيث يقطعان سهل تافيلالت بمسارين متوازيين تقريبًا، مع ارتفاع منخفض لواد غريس فوق مستوى واد زيز بحوالي 12 مترًا. ويجتمعان معًا عند "الرملية" على بعد حوالي 100 كيلومتر جنوب الجماعة الترابية القروية للطاوس.

يتقاطع واد زيز وواد غريس مع واد "المعيدر" على الضفة اليمنى، حيث يشكلون إلتقاءً مميزًا يُعرف باسم "واد الداورة". يتجه واد الداورة جنوبًا عبر منطقة حمادة "كم كم" لينتهي في أراضي الرمال الصحراوية، ممثلاً لمسار مائي هام في نظام الروافد والوديان بالمنطقة (ELMANSOUR,1988). وتتم دراسة الجريان وخصائصه وتطوراته بواسطة شبكة من المحطات الهيدرولوجية سنبين خصائصها في هذا الفصل.

يتأثر توزيع وخصائص المياه الجوفية بالعوامل المناخية والجيولوجية، حيث ترتبط بشكل وثيق بالتساقطات المطرية وبتكوين الصخور والتربة. ومنذ العصور القديمة، تم استغلال هذه الموارد بطرق تقليدية مثل الخطارات والأغرور.

شهدت المنطقة انتشارًا للمحطات الضخ العصرية، سواء كانت جماعية أو فردية، وذلك نتيجة لتزايد الحاجة وعدم قدرة الأساليب التقليدية على تلبية الاحتياجات المتزايدة للمياه، وكذلك بسبب زيادة الضغط الديمغرافي. تزامن انتشار ظاهرة الضخ مع إنشاء سد الحسن الداخل على واد زيز، وكذلك مع فترات الجفاف المتكررة التي أثرت سلباً على الموارد المائية السطحية والجوفية.

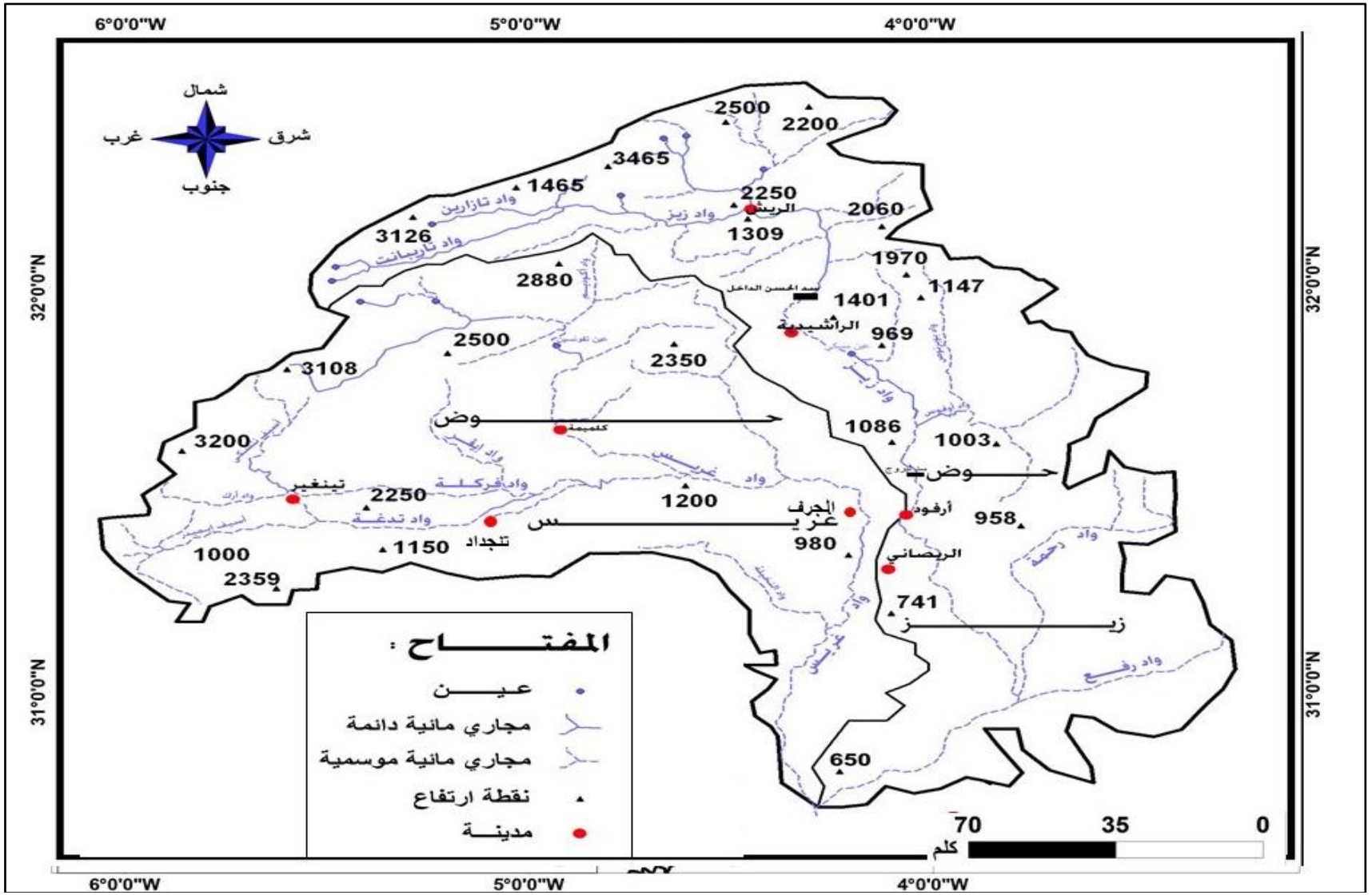
في هذا الفصل، سنقوم بدراسة الإمكانيات المائية السطحية والجوفية في حوض زيز-غريس، وسنبين العلاقة بين التساقطات المطرية وتوزيع الموارد المائية السطحية والجوفية، من خلال تحليل معاملات الترابط بين هذه العوامل.

I. خصائص الشبكة الهيدروغرافية بحوض زيز-غريس

1- وادي زيز وغريس: شبكة هيدروغرافية موسمية يطبعها التذبذب في الزمان والمكان

حوض زيز-غريس يقع في الجنوب الشرقي من المغرب، ويمتد جنوب شرق الأطلس الكبير وشرق الأطلس الصغير، مع شمال حمادة كم كم. يتميز الحوض بوجود مجموعة من الوديان والروافد التي تغذي الواحات المنتشرة على طولها. يمكن التمييز بين واديين رئيسيين هما وادي زيز ووادي غريس، اللذان ينبعان من جبال الأطلس الكبير بشبكة هيدروغرافية متعددة الروافد والاتجاهات.

خريطة رقم 26 : توزيع الوديان الرئيسية ورو افدها بحوض زيز-غريس

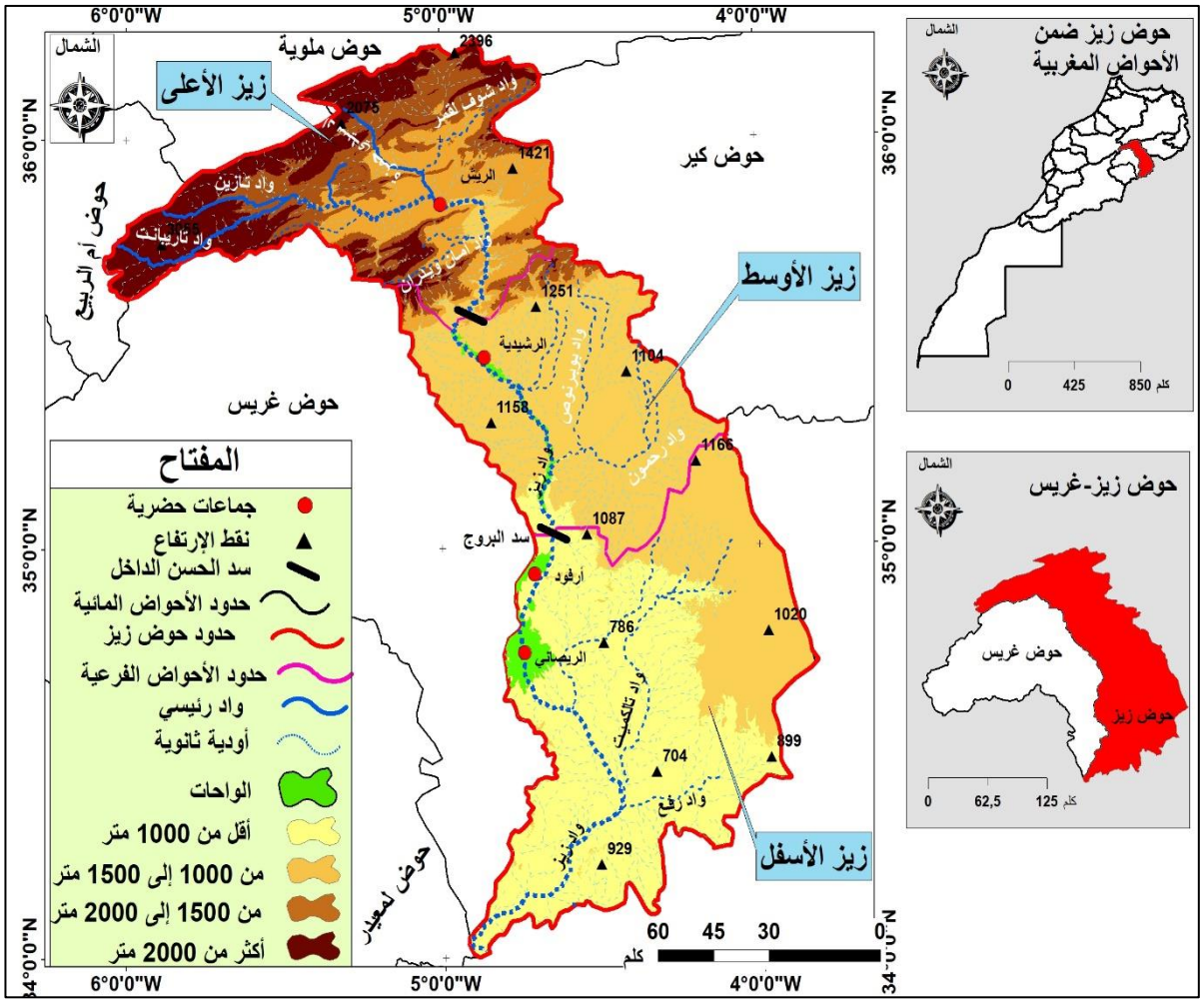


المصدر: وكالة الحوض المائي زيز غريس كير، 2020، بتصرف

1-1-حوض زيز

وادي زيز يُعتبر المجرى الرئيسي في الحوض، حيث يمتد على طول حوالي 401 كيلومتر من منابعه في السفوح الجنوبية لجبال الأطلس الكبير إلى نقطة التقائه بوادي غريس في الجنوب. يتكون مجراه من ثلاثة أجزاء تختلف من حيث خصائصها مثل الارتفاع والبنية والانحدار. وتصل مساحة حوض زيز بمساحة تقدر بحوالي 14727 كيلومتر مربع، وتُقدر الموارد السنوية لوادي زيز بحوالي 232 مليون متر مكعب (ABHGZR,2018). يمكن تقسيم حوض زيز إلى ثلاثة أحواض فرعية .

خريطة رقم 27 : الأحواض الفرعية لواد زيزور افده



المصدر: وكالة الحوض المائي زيزغريس كير، 2020، بتصرف

أ- حوض زيز الأعلى:

يمتد في الجزء الأعلى من وادي زيز، مصادر مياهه تنبع في السفوح الجنوبية لجبال الأطلس الكبير، ويتجه نحو الجنوب الشرقي. يتكون هذا الجزء من وادين وديان ذات أهمية متساوية في الشمال، وهي:

- واد سيدي حمزة

- واد تاربانت باتجاه الجنوب الغربي. - واد تازرين باتجاه نفس الاتجاه تقريباً.

تأخذ هذه الوديان منابعها بين جبل أوتربات وجبل ماوتفود على ارتفاع يصل حوالي 3000 متر. بعد تكوين المجرى أسفل أموكر، يتحول وادي زيز شمال-غربي على مسافة 12 كيلومترًا تقريبًا أسفل مدينة الريش. يلتقي في هذا الجزء بواد سيدي حمزة وواد نزالة على الضفة اليسرى، اللذان يستقبلان مياه جبل العياشي (3757 م) وجبل ماوتفود (3485 م) وواد امزيزل على الضفة اليمنى (المنصور،2012).

يغير الوادي اتجاهه بعد هذا المقطع ليصبح شمالياً شرقيا قرب "فم غيور[1]"، حيث تكون الوديان عميقة. يعتبر هذا الجزء الذي يشكل حوالي 28% من مساحة الحوض مصدرًا رئيسيًا لتغذية وادي زيز، حيث يزوده بحوالي 85% من مجموع وارداته المائية العامة، بفضل ارتفاعه واستقباله لكميات كبيرة من الأمطار تتجاوز في بعض المناطق 500 ملم سنويًا (ABHGZR,2018)، بالإضافة إلى التساقطات الثلجية الضعيفة على قمم جبل العياشي وماوتفود (COMBE,1977).

ب- حوض زيز الأوسط:

يتجه وادي زيز عموماً من الشمال نحو الجنوب بين "فم غيور" و"واد زرزف"، ويستقبل مجموعة من الروافد أغلبها من الضفة اليسرى مثل وادي مسكي ووادي أوفوس ووادي زرزف، والتي لا تجري إلا في فترة الفيضانات. يخترق المجرى في هذا الجزء التضاريس الهضبية، خاصة بهضبة مسكي، ويشكل أودية ا عميقة على شكل خوانق أحيانًا (المنصور،2012).

ج- حوض زيز الأسفل:

يتخذ المجرى الأسفل اتجاها مماثلا للمجرى الأوسط حيث يخترق سهل تافيلالت بموازاة واد غريس إلى حدود "خملية" تقريبا، بعد تفرعه إلى قسمين أسفل مدينة أرفود حيث "واد أمربوح" على الضفة اليسرى ومن مسكي وإلى غاية مدينة الطاوس يجري الواد فوق حوض رسوبي وبانحدار جد ضعيف. وبصفة عامة وكما هو الشأن بالنسبة للأمطار فإن جريان واد زيز يعتبر غير منتظم (أكريمي،2020).

يخضع جريان وادي زيز لنظام التساقطات المطرية في مجموع الحوض، مما يؤدي إلى وجود أقسام معينة من المجرى تعرف جريانًا دائمًا بينما تعرف الأقسام الأخرى جريانًا موسميًا. هذه الظاهرة شائعة في جميع الوديان بالجنوب الشرقي مثل غريس، وكير ودرعة وروافدها.

من خلال الخريطة رقم 26 و27، يُلاحظ أن المجرى الأعلى يتميز بجريان دائم نتيجة لتغذيته بواسطة الينابيع في المنطقة الكلسية. يتحول الجريان إلى موسمي من "فم غيور" تقريبًا حتى منطقة مسكي باستثناء الأوقات التي يتم فيها فتح سد الحسن الداخل. بينما يتغذى الجريان في منطقة مسكي من ينابيع

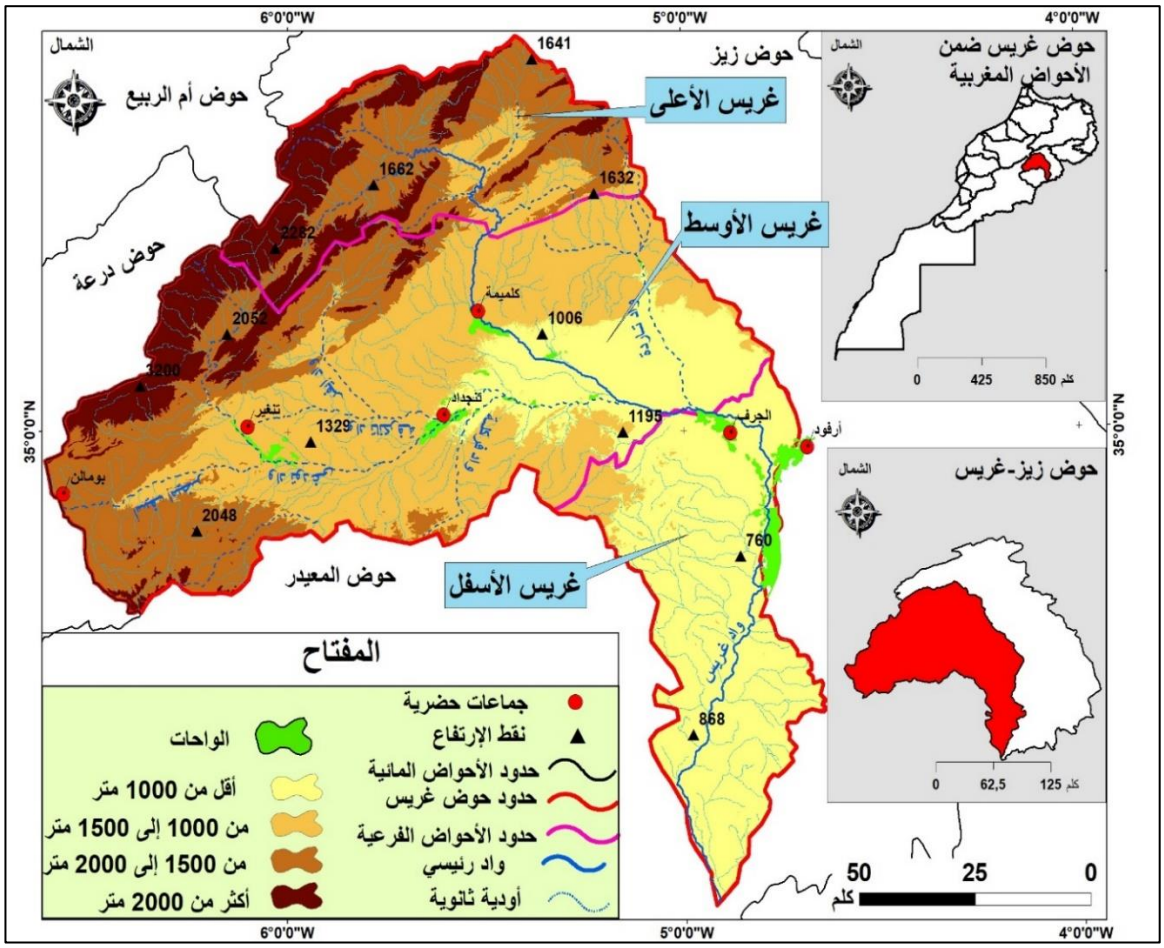
[1] فم "غيور" حيث بني سد الحسن الداخل والذي يفيد صوت الماء القوي في منعطف نهري بالانكسار الجبلي الجنوبي الأطلسي، مقتطف من مقال بعنوان "الماء والمجال بالجنوب الشرقي المغربي" للباحث لحسن آيت الفقيه، منشور بموقع إلكتروني تم الاطلاع عليه بتاريخ 2020/12/01، https://assahraa.ma/journal/2006/12385

العين الزرقاء التي تزود وادي زيز بصبيب دائم إلى حدود أوفوس تقريبًا، مما يتسبب في تقطع الجريان لأن الكمية الفائضة يتم توجيهها عبر السواقي إلى الأراضي الفلاحية.

2-1-حوض غريس

وادي غريس ينبع من السفوح الجنوبية للأطلس الكبير الشرقي، وله عدة روافد مثل تودغى ثم وادي فركلة ووادي البطحاء على الضفة اليمنى. يسير وادي غريس في اتجاه شبه موازٍ مع وادي زيز، حيث ينطلق من منطقة أسول وأملاكو، ثم يمر بتاديغوست ويصل إلى سهل تافيلالت. تقدر الموارد السنوية لوادي غريس بحوالي 150 مليون متر مكعب، وتُعبأ منها نسبة تصل إلى 80% (ABHGZR,2018). يتم تحويل مياه وادي غريس إلى وادي زيز عبر السد التحويلي لحميدة الواقع بالقرب من مدينة أرفود.

خريطة رقم28 : الأحواض الفرعية لواد غريس ورافده



المصدر: وكالة الحوض المائي زيزغريس كير، 2020، بتصرف

أ- حوض غريس الأعلى:

يتشابه حوض غريس الأعلى إلى حد كبير مع ظروف حوض زيز العلوي، حيث يمتد من إملشيل وأموكر حيث يصل الارتفاع إلى حوالي 3000 متر، وتكون التساقطات المطرية مهمة مع تباين حراري

كبير. يجري وادي غريس العلوي في بنية انكسارية تمثلها السفوح الجنوبية للأطلس الكبير الأوسط، حيث يمتد حتى جبل بوروح بارتفاع يصل إلى 1777 متر، مما يفسر وجود عدة خوانق مثل أمسد والبحيرات مثل إسلي وتسليت بإملشيل، بالإضافة إلى وجود عدة ينابيع (عقاوي،2006).

ب- حوض غريس الأوسط:

يغطي الجزء الأوسط من حوض غريس منطقة جبلية شمالاً، حيث يصل الارتفاع إلى حوالي 1700 متر، ويتجه الانحدار عموماً من الشمال الغربي نحو الجنوب الشرقي. يتوسط هذا الجزء حمادة مسكي، حيث يخترقها وادي غريس في مدينة كلميمة، وتتواجد في هذه الحمادة العديد من الروافد التي تغذي وادي غريس، مثل وادي تاردة ووادي فركلة ووادي تانكرفا. يحد الحوض جنوباً كدية أملعب وتورك (BAKKI,2017).

ج- حوض غريس الأسفل:

بعد خروج وادي غريس من كدية أملعب، يتصل مباشرة بسهل تافيلالت، حيث يجري داخل منخفض رباعي بمتوسط انحدار يصل إلى 0.27%. يفصل بين وحدتين طوبوغرافيتين حمادة مسكي شرقاً وهوامش الأطلس الصغير الشرقي غرباً. يتجه الجريان في هذا الحوض شمال غربياً مخترقاً واحات أملعب وتوروك ثم الجرف، وعند بلوغه كدية "اليهودي" عند سد لحميدة، يغير اتجاهه جنوب شرقياً، ويصبح طولياً من سد لحميدة إلى مرتفعات بومعيز. يتباعد وادي زيز ووادي غريس عن بعضهما البعض ويتلاقى حول كتلة الحجرة البيضاء، ويشكلان معا وادي الداورة الذي يخترق حمادة كم كم الذي يتجه نحو الصحراء الشرقية بالجزائر (أكريمي،2020).

بشكل عام، تتميز الشبكة الهيدروغرافية في حوض زيز-غريس بكثافة متوسطة وتطور نسبي. تتميز مجاري المياه في هذا الحوض بطبيعتها الموسمية، حيث يكون الجريان الأكثر نشاطًا خلال فصل الشتاء والربيع مع تساقط الأمطار وذوبان الثلوج، مما يؤدي إلى زيادة كمية المياه في الأنهار والأودية.

ومع ذلك، يميل حوض زيز إلى أن يكون لديه مجاري مائية دائمة بشكل أكبر من حوض غريس، خاصة في المناطق العليا بجبال الأطلس الكبير. يعزى هذا الفارق إلى وجود كميات مهمة من التساقطات الثلجية والمطرية في قمم الجبال العالية مثل جبل العياشي وماوتفود، مما يؤدي إلى تغذية الأنهار والأودية بكميات كبيرة من المياه حتى خلال فصل الصيف.

بالمقارنة، فإن حوض غريس يعتمد بشكل أكبر على التساقطات المطرية، وبالتالي فإن الجريان فيه يكون أقل استمرارية ويتأثر بشكل أكبر بتقلبات المواسم وتقلبات كميات الأمطار.

في النهاية، يتمتع كل من حوض زيز وحوض غريس بأهمية استراتيجية في توفير المياه للمناطق المحيطة بها، وتلعب الشبكة الهيدروغرافية دورًا حيويًا في توزيع الموارد المائية ودعم النظم البيئية والحضرية والزراعية في المنطقة.

2- الدراسة التحليلية لصبيب الوديان بحوض زيز-غريس (1960 -2016)

تعتبر دراسة الجوانب الهيدرولوجية للحوض المائي زيز-غريس أمرًا حيويًا لفهم تأثير المناخ على توزيع وتوافر المياه في المنطقة. يهدف هذا النوع من الدراسات إلى تحليل الصبيب ومتغيراته السنوية والفصلية والشهرية بناءً على البيانات المتاحة من قياسات الهيدرومناخ، وذلك لفهم الأنماط والاتجاهات الهيدرولوجية في الحوض.

من بين الجوانب التي يمكن دراستها في هذا السياق:

- **التغيرات السنوية والفصلية في الصبيب**: يتعين دراسة كميات الأمطار وتوزيعها على مدار السنة لفهم مواسم التساقط المختلفة وتأثيرها على جريان الأنهار ومجاري المياه في الحوض.
- **التأثيرات الموسمية:** ينبغي تحليل تأثير التغيرات الموسمية في درجات الحرارة وكميات التساقط على جريان الأنهار ومستويات المياه، مما يساعد في توقع الأحداث المائية الموسمية مثل الفيضانات والجفاف.
- **التقديرات الشهرية:** يمكن دراسة السلوك الهيدرولوجي للمجاري وتحليل تقديرات الصبيب والتدفقات المائية على مستوى الشهور، وهو ما يوفر رؤية أعمق حول توزيع الموارد المائية خلال مختلف أوقات السنة.
- **تقديرات الحصيلة المائية:** يجب تقدير كميات المياه المتاحة في الحوض بناءً على بيانات الصبيب والتدفقات، وذلك لفهم مدى توافر الموارد المائية وتخطيط استخدامها بكفاءة.

تاريخياً، كانت الأحواض المائية في المغرب تحظى بأهمية كبيرة، حيث تم تجهيز العديد منها بمحطات قياس هيدرولوجية وهيدرومناخية منذ فترة الحماية الاستعمارية. في حوض زيز، بدأت القياسات في عام 1948 بمحطة "تاركة"، قبل أن تستبدل بمحطة "آيت عثمان"، وبعد ذلك بمحطة "فم زعبل" بعد إنشاء سد الحسن الداخل في عام 1971. أما في الحوض السفلي لواد زيز، فقد بدأت القياسات في عام 1954 بمحطة "قنطرة أرفود" (أكريمي،2020).

بعد الاستقلال، توسعت شبكة المحطات الهيدرولوجية لتشمل 15 محطة في وكالة الحوض المائي لكير زيز وغريس والمعيدر، وذلك لتلبية احتياجات الاستخدام الزراعي لمياه سهل تافيلالت. تركزت القياسات بشكل خاص على حوضي زيز وغريس، حيث تم اختيار 9 محطات للقياس.

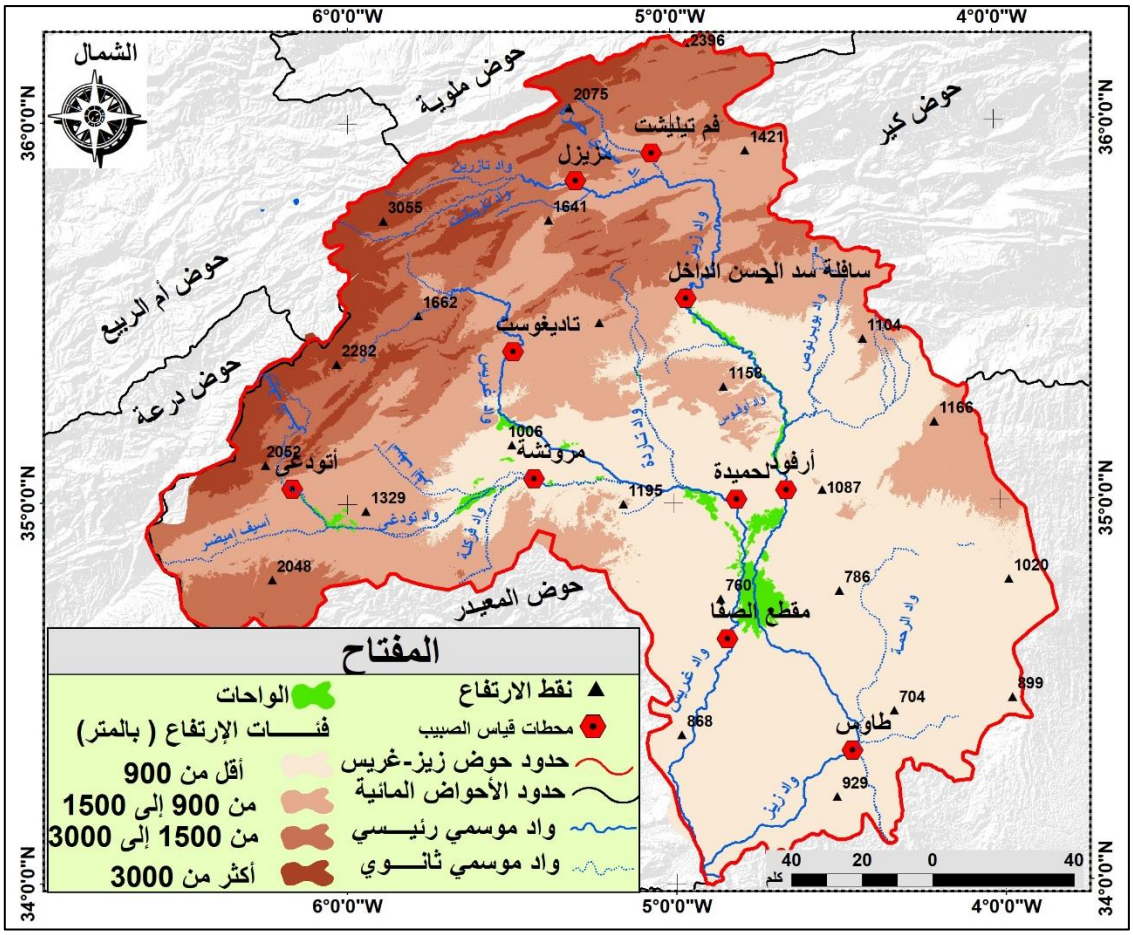
يعتمد بحثنا هذا على بيانات الصبيب تم تحديثها حتى عام 2016، وسيتم استخداما لتحليل السلوك الهيدرولوجي للحوض بأكمله وفهم تأثيرات العوامل المناخية عليه. تعتبر هذه البيانات أساسية لتطوير الاستراتيجيات المستدامة لإدارة الموارد المائية في المنطقة وضمان استدامتها في المستقبل.

جدول رقم 26 :توزيع محطات قياس الصبيب بالحوض المائي زيز-غريس (1960/59 -2016/15)

رقم المحطة	اسم المحطة	الواد	الحوض	خط الطول (المتر)	خط العرض (المتر)	حالتها	نوعيتها
47/426	تاديغوست	غريس	غريس	543500	140600	نشيطة	رئيسية
56/1548	مروتشة	فركلة	غريس	549000	107300	نشيطة	رئيسية
57/3295	مقطع الصفا	غريس	غريس	599752	65192	متوقفة	ثانوية
57/384	لحميدة	غريس	غريس	602100	101950	نشيطة	رئيسية
55/355	تودغى	تودغى	غريس	485600	104450	نشيطة	رئيسية
38/1508	فم تيليشت	زيز	زيز	579677	192724	نشيطة	رئيسية
38/1585	مزيزل	زيز	زيز	559770	185451	نشيطة	رئيسية
48/1940	سافلة سد الحسن الداخل	زيز	زيز	588700	154500	نشيطة	ثانوية
57/2029	أرفود	زيز	زيز	615055	104365	نشيطة	رئيسية
66/106	الطاوس	زيز	زيز	632500	36100	متوقفة	ثانوية

المصدر بتصرف: JICA,2005 et BAKKI , 2017 et ABHGZR ,2020

خريطة رقم 29 : التوطين المجالي لمحطات قياس الصبيب بحوض زيز-غريس (1960/59 -2016/15)



المصدر بتصرف: JICA,2005 et BAKKI , 2017 et ABHGZR ,2020

2- 1- متوسط الصبيب السنوي والشهري والفصلي لحوض زيز -غريس سمته التذبذب وعدم الانتظام

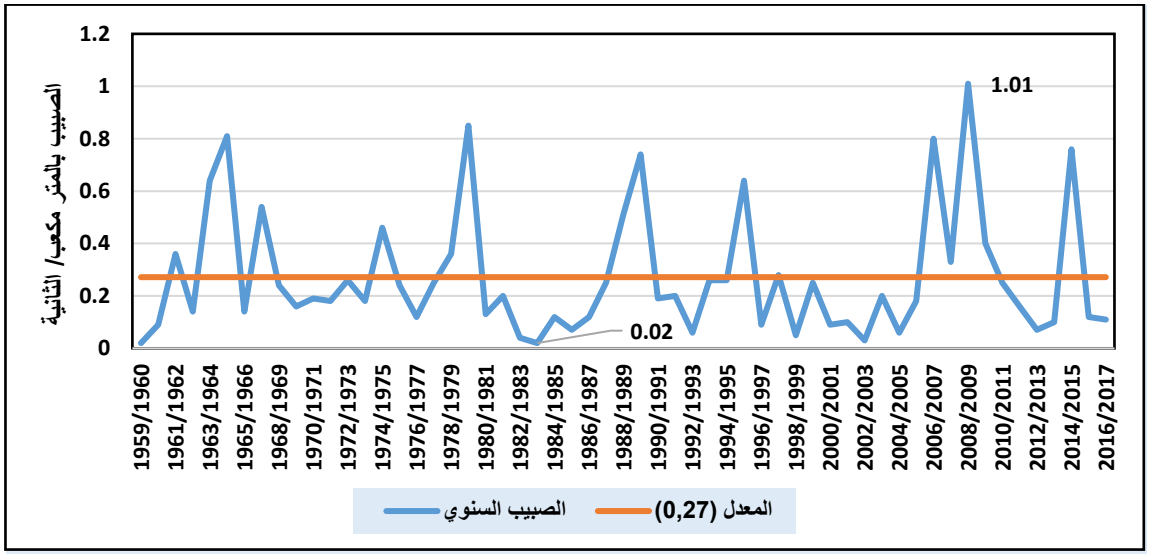
متوسطات الصبيب اليومية والشهرية والسنوية تُعتبر من أهم العوامل في دراسة الهيدرولوجية للأحواض المائية. فوفرة الصبيب تتزامن مع الفصول الرطبة والسنوات الممطرة، بينما قلة الصبيب تشير إلى الجفاف السنوي والفصلي.

عموماً، تختلف كمية الصبيب المائي في الأودية من الشمال الغربي إلى الجنوب الشرقي للمغرب، حيث يكون هناك وفرة في التساقطات في الشمال الغربي مقارنة بالجنوب الشرقي. ويتبنى نفس المنحى الصبيبي في حوض زيز-غريس أيضاً، حيث تتأثر كمية الأمطار بالعوامل المناخية المحلية والإقليمية وتوزع الأمطار بشكل متباين على مدار السنة، مما يؤثر بشكل كبير على توفر الموارد المائية في المنطقة واستدامتها.

أ- دراسة الصبيب السنوي لحوض غريس

من الشكل رقم 36، يمكننا استنتاج أن معدل الصبيب السنوي لمحطة تودغى، التي تقع على وادي تودغى، أحد أهم فروع وادي غريس، يتسم بعدم الانتظام. فقد تراوح معدل الصبيب لهذه المحطة على مدى 56 سنة ما بين 0.02 متر مكعب في الثانية كأدنى مستوى للصبيب في سنة 1984/1983، وبلغ أعلى معدل للصبيب في سنة 2009/2008 وبلغ 1.01 متر مكعب في الثانية، مما يشكل فارقًا يبلغ 0.99 متر مكعب في الثانية بين أقل وأعلى معدلات الصبيب.

شكل رقم 36 : متوسط الصبيب السنوي بمحطة تودغى (1960/59 -2016/15)

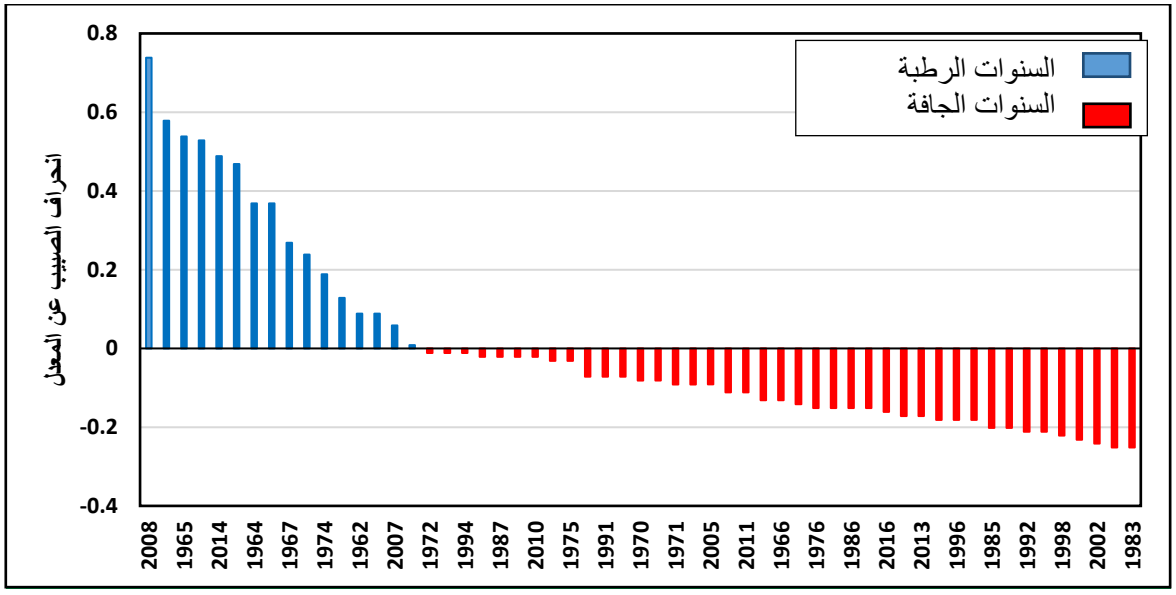


المصدر بتصرف: JICA,2005 et BAKKI , 2017 et ABHGZR ,2020

من الشكل رقم 37، يمكن ملاحظة أن متوسط الصبيب للسلسلة الإحصائية يبلغ 0.27 متر مكعب في الثانية. على مدى فترة الزمن المشمولة بالدراسة، والبالغة 56 سنة، كان هناك 16 سنة فقط تجاوز فيها

متوسط الصبيب العام هذا القيمة. بينما عرفت 40 سنة انحرافًا سلبيًا عن المتوسط العام، كما يوضح ذلك الشكل المجاور.

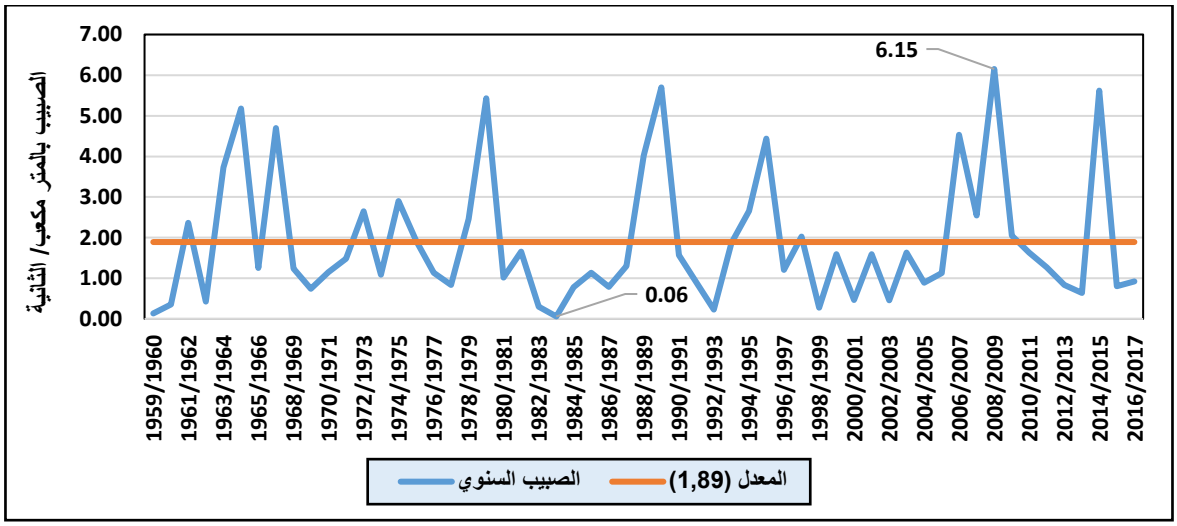
شكل رقم 37 : انحراف معدلات الصبيب عن المتوسط العام بمحطة تودغى (2016/15- 1960/59)



المصدر بتصرف: JICA,2005 et BAKKI , 2017 et ABHGZR ,2020

من الشكل رقم 38، يتبين أن معدل الصبيب السنوي لمحطة تاديغوست يتميز بعدم الانتظام، حيث تراوحت قيمه ما بين 0.06 متر مكعب في الثانية كأدنى معدل سجل في سنة 1984/1983، و6.15 متر مكعب في الثانية كأعلى معدل سجل خلال سنة 2009/2008، وهذا يعني وجود فارق بلغ 6.09 متر مكعب في الثانية بين أقل وأعلى قيمة للصبيب خلال الفترة المذكورة.

شكل رقم 38 : متوسط الصبيب السنوي بمحطة تاديغوست على واد غريس (2016/15- 1960/59)

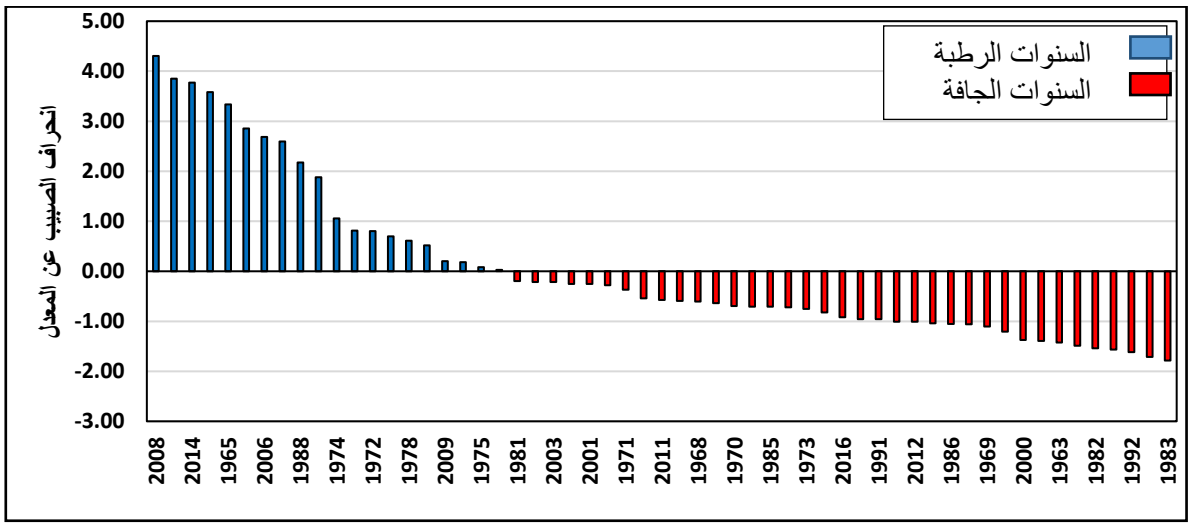


المصدر بتصرف: JICA,2005 et BAKKI , 2017 et ABHGZR ,2020

من الشكل رقم 39، نجد أن متوسط الصبيب السنوي لمحطة تاديغوست بلغ 1.89 متر مكعب في الثانية. على مدى الفترة المدروسة، ويظهر الشكل البياني وجود 36 سنة حيث كان الصبيب أقل من

المتوسط العام، بينما سُجلت في 20 سنة قيمة الصبيب أكبر من أو تساوي مع المتوسط العام. هذا يشير إلى وجود تقلبات في الصبيب مع تفاوتات بين الأعوام، حيث تظهر الانحرافات الإيجابية والسلبية التي عرفها الصبيب عن المتوسط على مدار الفترة المدروسة.

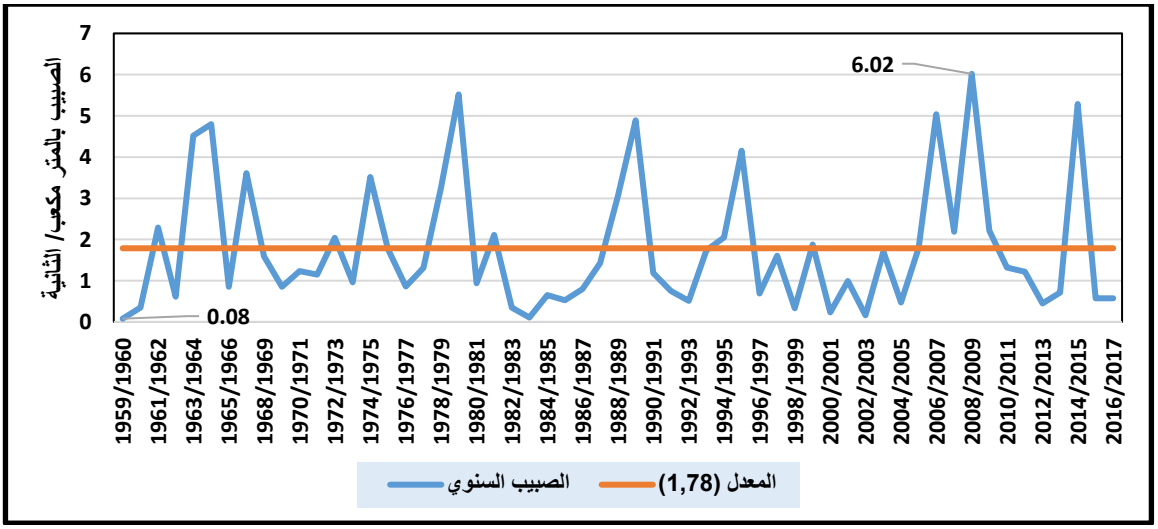
شكل رقم 39 : انحراف معدلات الصبيب عن المتوسط العام بمحطة تاديغوست (2016/15- 1960/59)



المصدر بتصرف: JICA,2005 et BAKKI , 2017 et ABHGZR ,2020

من الشكل رقم 40، يظهر أن معدل الصبيب السنوي لمحطة مروتشة يتميز بعدم الانتظام، حيث تراوحت القيم بين أدنى معدل للصبيب والذي بلغ 0.08 متر مكعب في الثانية في سنة 1960/1959، وأعلى معدل وصل إلى 6.02 متر مكعب في الثانية في سنة 2009/2008، وهو الأعلى على الإطلاق خلال الفترة المدروسة.

شكل رقم 40 : متوسط الصبيب السنوي بمحطة مروتشة على واد فركلة (2016/15- 1960/59)

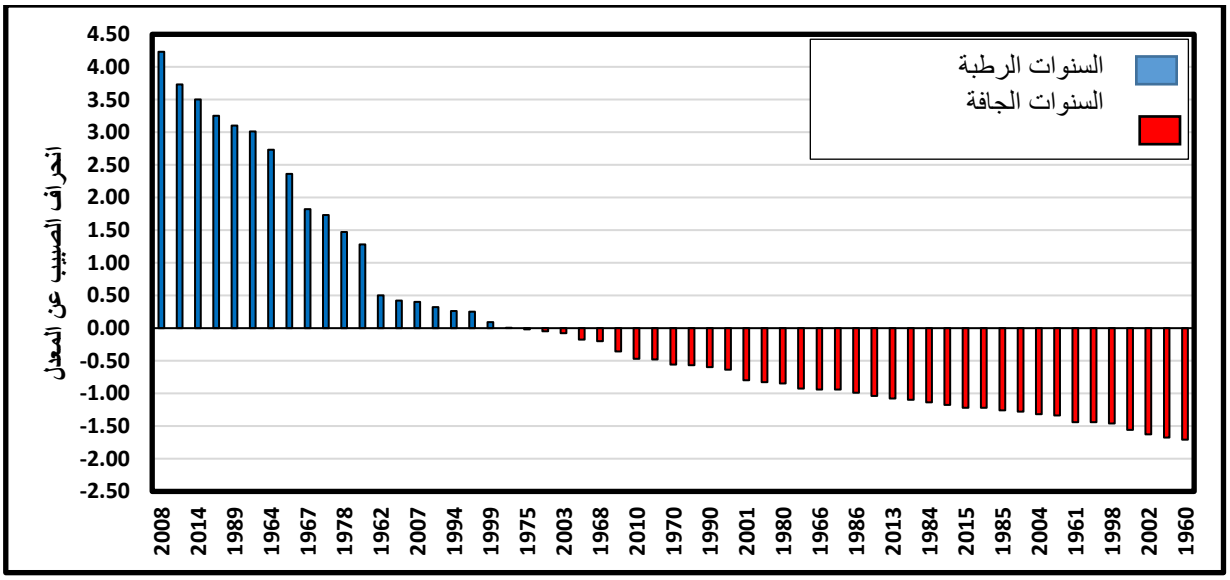


المصدر بتصرف: JICA,2005 et BAKKI , 2017 et ABHGZR ,2020

من الشكل رقم 40، يتضح أن معدل الصبيب السنوي لمحطة مروتشة يتميز بعدم الانتظام، حيث تتراوح القيم بين 0.08 متر مكعب في الثانية كأدنى معدل للصبيب، الذي سُجل في سنة 1960/1959،

و6.02 متر مكعب في الثانية كأعلى معدل، الذي سُجل في سنة 2009/2008، مما يشير إلى انتشار كبير في القيم. وبالمقارنة مع متوسط السلسلة الإحصائية الذي بلغ 1.78 متر مكعب في الثانية، نجد أن هناك 20 سنة فقط خلال المدة البالغة 56 سنة هي التي تجاوزت المتوسط العام، كما يظهر ذلك بوضوح في الشكل الموالي.

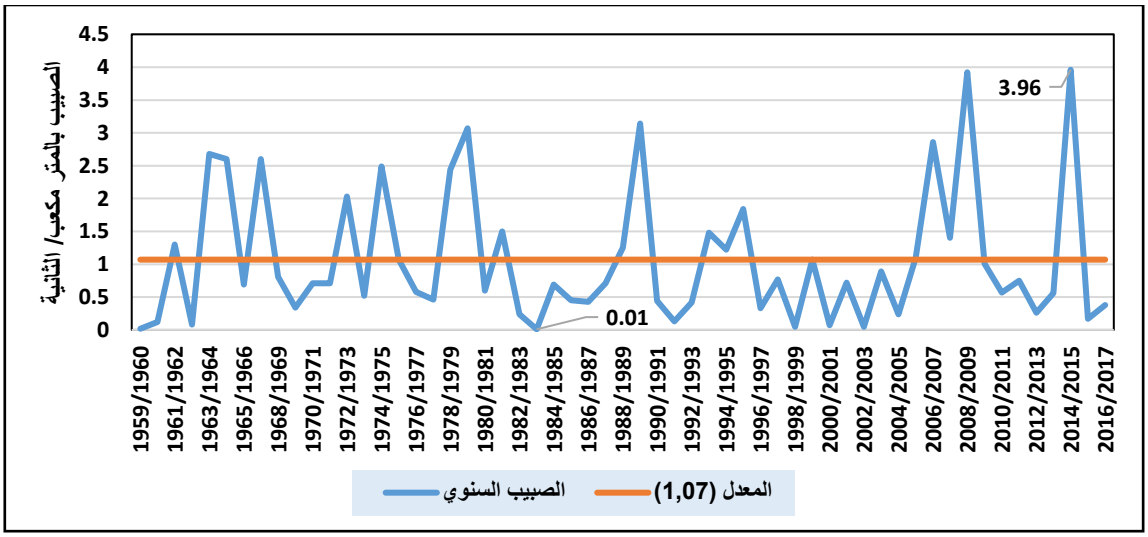
شكل رقم 41 : انحراف معدلات الصبيب عن المتوسط العام بمحطة مروتشة (2016/15- 1960/59)



المصدر بتصرف: JICA,2005 et BAKKI , 2017 et ABHGZR ,2020

من الشكل رقم 42، يتضح أن معدل الصبيب السنوي لمحطة لحميدة يتميز بعدم الانتظام، حيث تتراوح القيم بين 0.01 متر مكعب في الثانية كأدنى معدل للصبيب، الذي سُجل في سنة 1984/1983، و3.96 متر مكعب في الثانية كأعلى معدل، الذي سُجل في سنة 2015/2014، مما يشير إلى انتشار كبير في القيم.

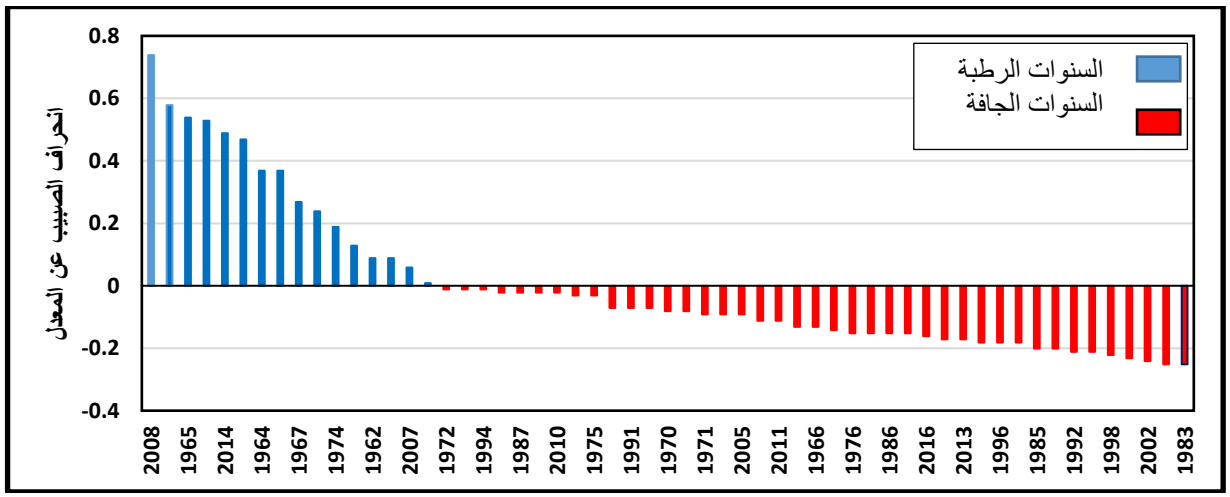
شكل رقم 42 : متوسط الصبيب السنوي بمحطة لحميدة على واد غريس (2016/15- 1960/59)



المصدر بتصرف: JICA,2005 et BAKKI , 2017 et ABHGZR ,2020

عند طرح متوسط السلسلة الإحصائية البالغ 1.07 متر مكعب في الثانية من صبيب السلسلة، نجد أن 21 سنة فقط تمتاز بتجاوز الصبيب للمتوسط العام خلال فترة الـ 56 سنة، كما يوضح ذلك الشكل المرافق.

شكل رقم 43 : انحراف معدلات الصبيب عن المتوسط العام بمحطة لحميدة (1960/59 -2016/15)

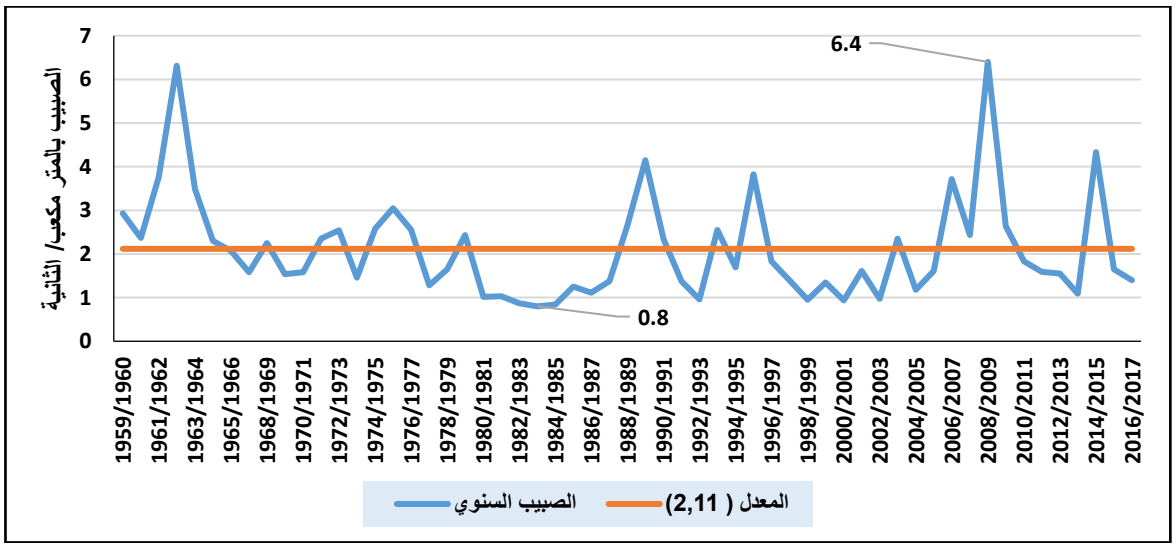


المصدر بتصرف: JICA,2005 et BAKKI , 2017 et ABHGZR ,2020

ب- دراسة الصبيب السنوي بالحوض المائي زيز

قراءة الشكل البياني رقم 44 تظهر أن معدل الصبيب السنوي لمحطة فم تيليشت، التي توجد على واد سيدي حمزة، أحد روافد واد زيز، يتميز بعدم الانتظام. لقد تأرجح معدل الصبيب السنوي لهذه المحطة على مدى 56 سنة بين 0.8 متر مكعب في الثانية كأدنى معدل للصبيب، الذي سُجل في سنة (1984/1983)، و6.4 متر مكعب في الثانية كأعلى معدل، مما يعني وجود فارق يبلغ 6 متر مكعب في الثانية بين أقل وأعلى معدلات الصبيب.

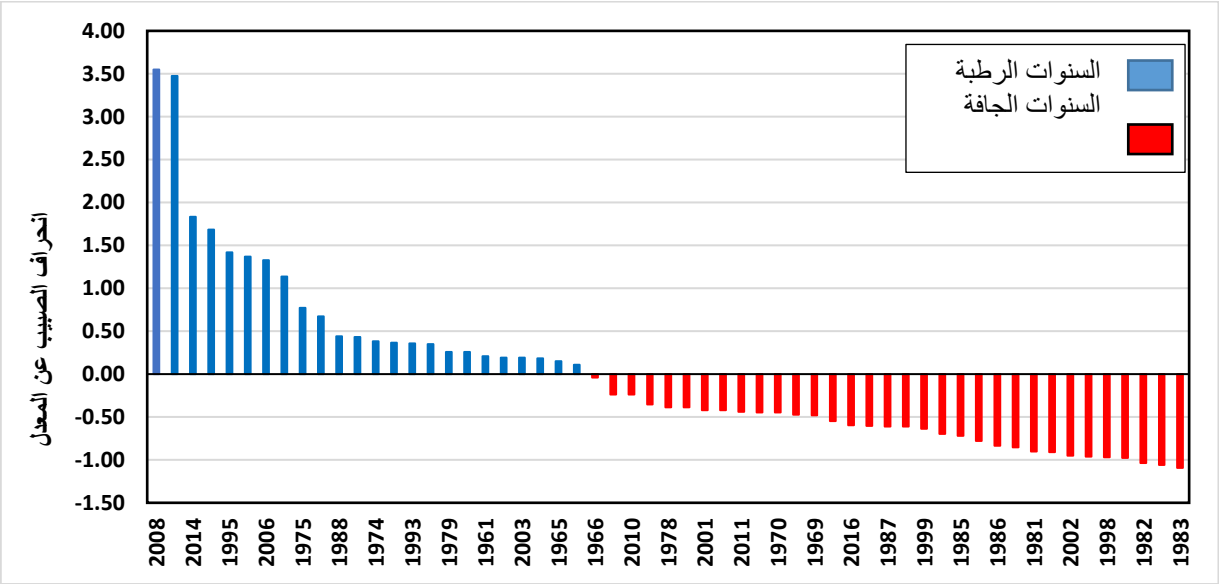
شكل رقم 44 : متوسط الصبيب السنوي بمحطة فم تيليشت على واد سيدي حمزة (1960/59 -2016/15)



المصدر بتصرف: JICA,2005 et ABHGZR ,2020

أثناء المقارنة بين متوسط صبيب السلسلة الإحصائية الذي بلغ 2.11 متر مكعب في الثانية وبين قيم صبيب السلسلة، نلاحظ أنه من أصل 56 سنة، فقط 24 سنة تجاوزت قيم الصبيب المسجل المتوسط العام، وهو ما يتضح من شكل البياني رقم 45.

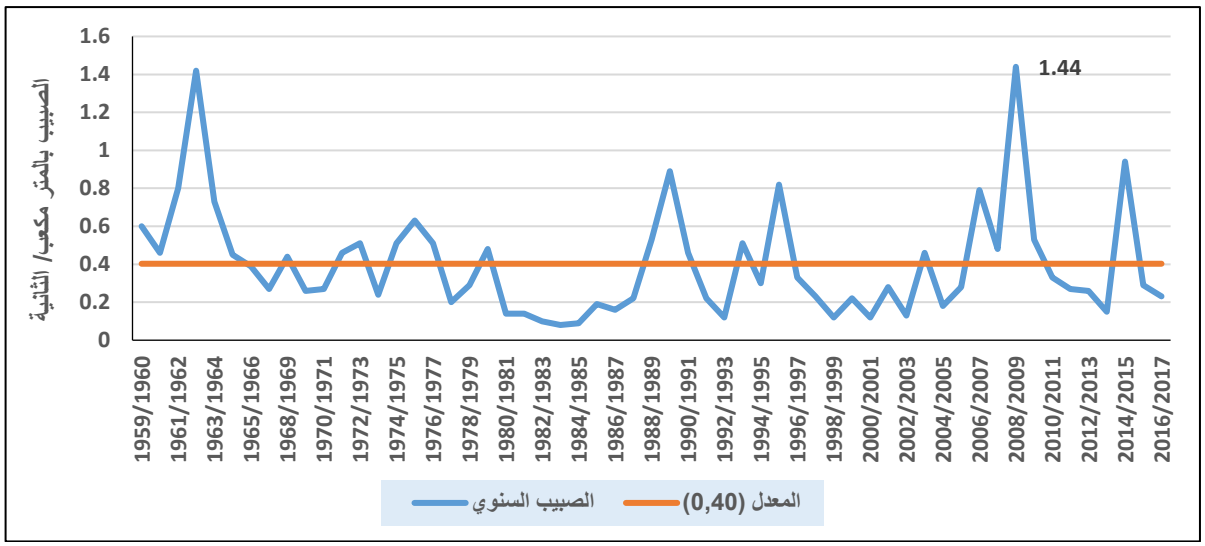
شكل رقم 45 :انحراف معدلات الصبيب عن المتوسط العام بمحطة فم تيليشت (2016/15- 1960/59)



المصدر بتصرف: JICA,2005 et ABHGZR ,2020

من خلال الشكل رقم 46، يتبين لنا أن معدل الصبيب السنوي لمحطة سد الحسن الداخل، والتي تقع على وادي زيز قرب سد الحسن الداخل، يتميز بعدم الانتظام. حيث تتذبذب قيم معدل الصبيب السنوي على مدى 56 سنة بين 1.44 متر مكعب في الثانية كأعلى معدل للصبيب، و0.08 متر مكعب في الثانية كأدنى معدل.

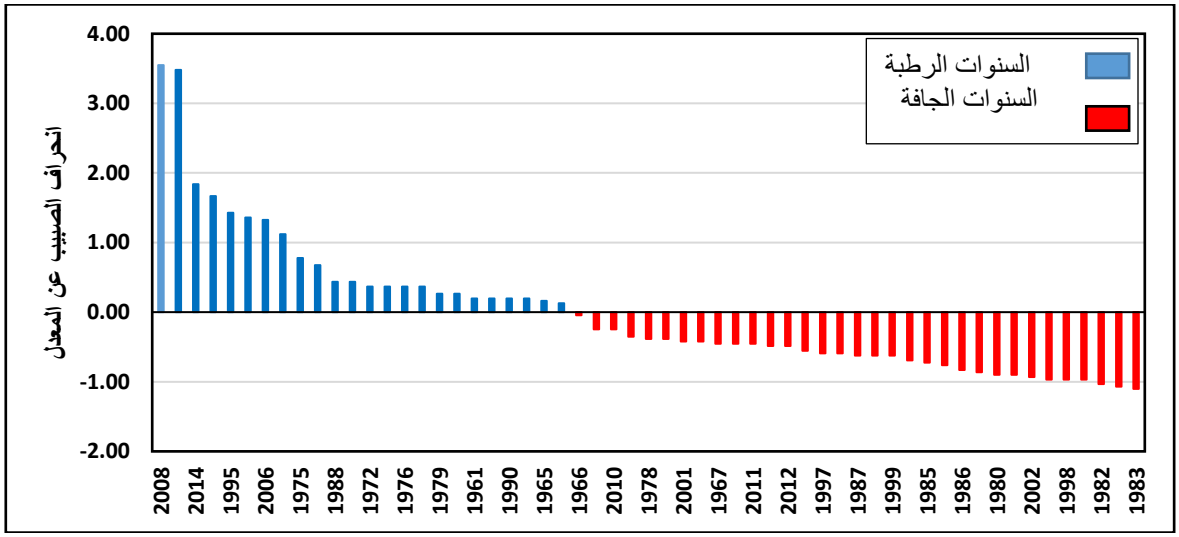
شكل رقم 46 : متوسط الصبيب السنوي بمحطة سد الحسن الداخل على واد زيز (2016/15- 1960/59)



المصدر بتصرف: JICA,2005 et ABHGZR ,2020

استنتجنا من البيانات الإحصائية المقدمة في الشكل 47 أن هناك تقلبات كبيرة في معدل الصبيب السنوي لمحطة سد الحسن الداخل على مدى 56 سنة. فقد سجلت أعلى قيمة للصبيب في سنة 1.44 متر مكعب في الثانية، بينما سُجلت أدنى قيمة للصبيب في سنة أخرى بلغت 0.08 متر مكعب في الثانية. يُلاحظ أيضًا أنه لم تتجاوز قيمة الصبيب المتوسطة العامة 0.40 متر مكعب في الثانية في 32 من أصل 56 سنة، مما يُظهر التقلبات وعدم الاستقرار في الصبيب على مدى الزمن في هذه المنطقة.

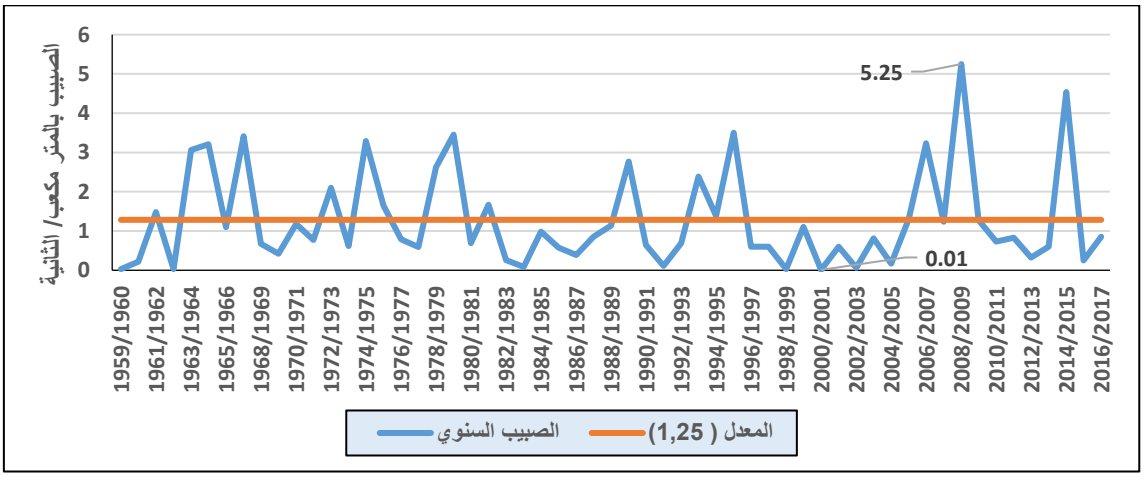
شكل رقم 47 : انحراف معدلات الصبيب عن المتوسط العام بمحطة سد الحسن الداخل (1960/59 -2016/15)



المصدر بتصرف: JICA,2005 et ABHGZR ,2020

من الشكل رقم 48، يظهر أن معدل الصبيب السنوي لمحطة أرفود على واد زيز يتميز بعدم الانتظام، حيث تتراوح قيم الصبيب على مدى 56 سنة بين الحد الأدنى والحد الأقصى. فقد سُجل أدنى معدل للصبيب في سنة 2001/2000 بقيمة 0.01 متر مكعب في الثانية، بينما سُجل أعلى معدل في سنة 2009/2008 بقيمة 5.25 متر مكعب في الثانية. هذه التقلبات تشير إلى عدم الاستقرار في نسق الصبيب على مدى السنوات في هذه المنطقة.

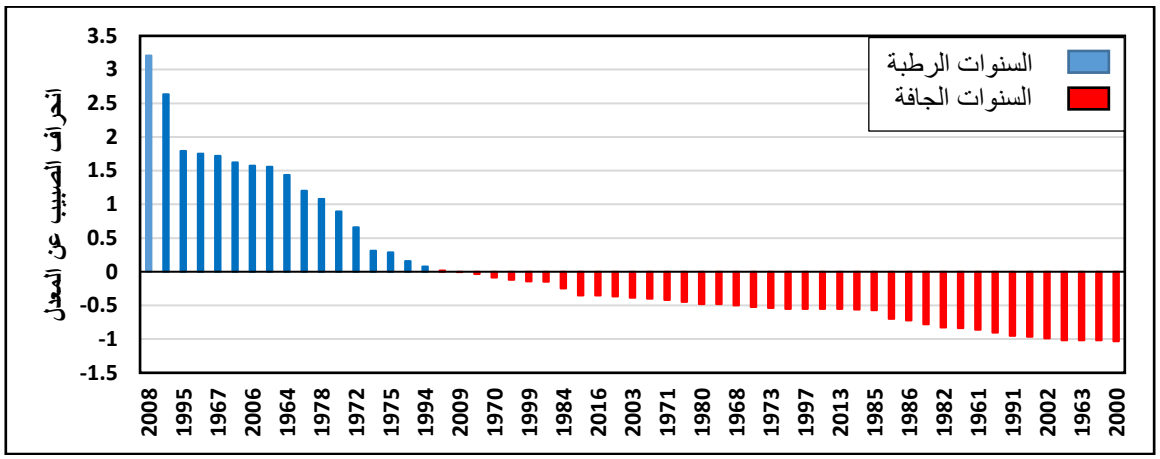
شكل رقم 48 : متوسط الصبيب السنوي بمحطة قنطرة أرفود على واد زيز (1960/59 -2016/17)



المصدر بتصرف: JICA,2005 et ABHGZR ,2020

من الشكل 49، يمكن ملاحظة أن 18 سنة فقط من أصل 56 سنة تجاوزت معدل الصبيب السنوي المتوسط الذي بلغ 1.25 متر مكعب في الثانية. هذا يشير إلى أن الصبيب في محطة أرفود كان غالبًا دون المتوسط العام خلال فترة الدراسة الممتدة على مدى السنوات الماضية.

شكل رقم 49 : انحراف معدلات الصبيب عن المتوسط العام بمحطة أرفود (1960/59 -2016/15)



المصدر بتصرف: JICA,2005 et ABHGZR ,2020

2-2-- دراسة متوسط الصبيب الشهري لحوض زيز-غريس

تحليل الصبيب الشهري يلعب دورًا حيويًا في فهم توزيع الأمطار على مدار السنة وتحديد الفترات التي تشهد زيادة أو انخفاض في كمية التساقط. يمكن من خلاله تحديد الشهور التي تعتبر الأكثر رطوبة والتي قد تشهد ذروة الفيضانات، كما يمكن تحديد الشهور التي تعاني من قلة الأمطار والجفاف. هذا التحليل يساعد على فهم الأنماط الموسمية للمناخ ويوفر رؤية أعمق حول تأثيرات الظروف الجوية المختلفة على الهيدرولوجيا لحوض زيز-غريس.

سيساعد تحديد توزيع الصبيب الشهري على تحديد فترات الزيادة والانخفاض في الموارد المائية خلال السنة، مما يمكن من اتخاذ الإجراءات اللازمة لتدبير الموارد المائية بشكل أفضل وتخطيط الاستخدام المستدام للمياه. كما يمكن أن يكشف التحليل عن العوامل المؤثرة في نظام التساقط في المنطقة والتي يمكن أن تؤدي إلى حدوث كوارث فيضانية أو جفاف متكرر.

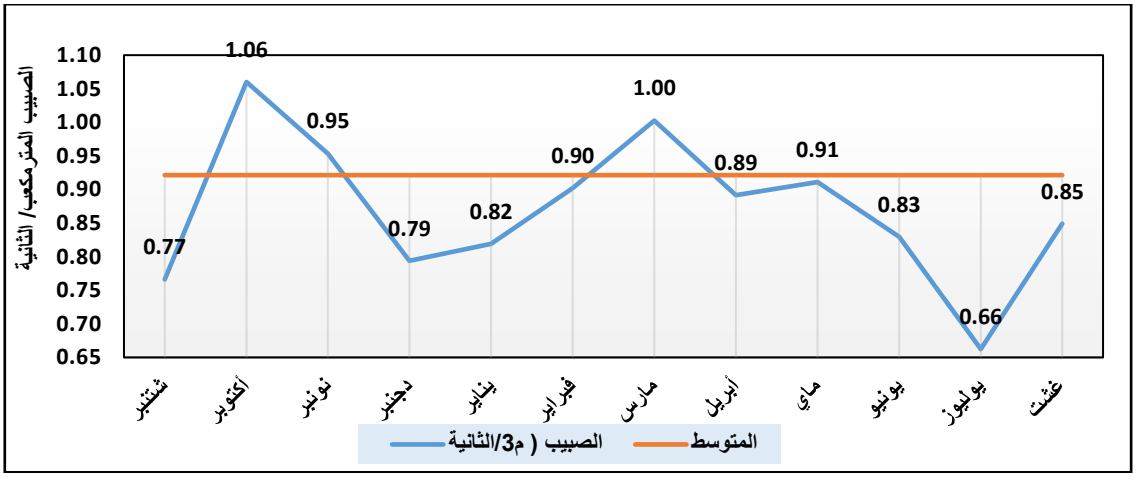
بالتالي، من خلال تحليل الصبيب الشهري، يمكن للباحثين وصناع القرار أن يكونوا على دراية بالتغيرات في نظام التساقط ويتمكنوا من تطوير استراتيجيات فعالة لتدبير الموارد المائية والتكيف مع التغيرات المناخية في حوض زيز-غريس.

أ- دراسة الصبيب الشهري بالحوض المائي غريس

تحليل النتائج المعروضة في الشكل رقم 50 يكشف عن تباين كبير في معدلات الصبيب الشهري لمحطة تودغى خلال المدة المدروسة. يُلاحظ أن أعلى معدل للصبيب الشهري سُجِّل في شهر أكتوبر بمقدار 1.06 م^3/ث، وهذا يعني أنه كانت هناك كمية كبيرة من التساقط خلال هذا الشهر. يليه شهر مارس

بمعدل 1 مذ^3/ث، مما يشير إلى أنه كان شهرًا ذو هطول جيد أيضًا. بينما سجلت باقي الشهور معدلات أقل من 1 م^3/ث، مما يشير إلى أن التساقط كان أقل خلال تلك الفترات.

شكل رقم 50 : توزيع المعدلات الشهرية للصبيب بمحطة تودغى على واد تودغى



المصدر بتصرف: JICA,2005 et BAKKI , 2017 et ABHGZR ,2020

ونستنتج أيضا من الشكل أعلاه طبيعة النظام الهيدرولوجي، وذلك من خلال قسمة متوسط الأشهر 12 على المتوسط العام لسلسلة الاحصائية للمحطة وذلك بتطبيق العلاقة الآتية:

$$\frac{\text{متوسط الصبيب الشهري } (2016 - 1960)}{\text{المتوسط العام للصبيب} (2016 - 1960)}$$

باستخدام العلاقة المشار إليها سابقًا، تمكنا من تحديد فترتين مختلفتين يمكن أن تكون مسؤولتين تقريبًا عن تغيرات السلوك الهيدرولوجي في حوض المائي المدروس:

1. فترة صعود الصبيب:

- محطة أيت بويجان سجلت تجاوزًا للمتوسط في 3 أشهر: أكتوبر، نونبر، ومارس.

- يشير هذا إلى زيادة كمية الصبيب خلال هذه الأشهر مقارنة بالمتوسط العام، مما يشير إلى فترة نشاط هطول الأمطار.

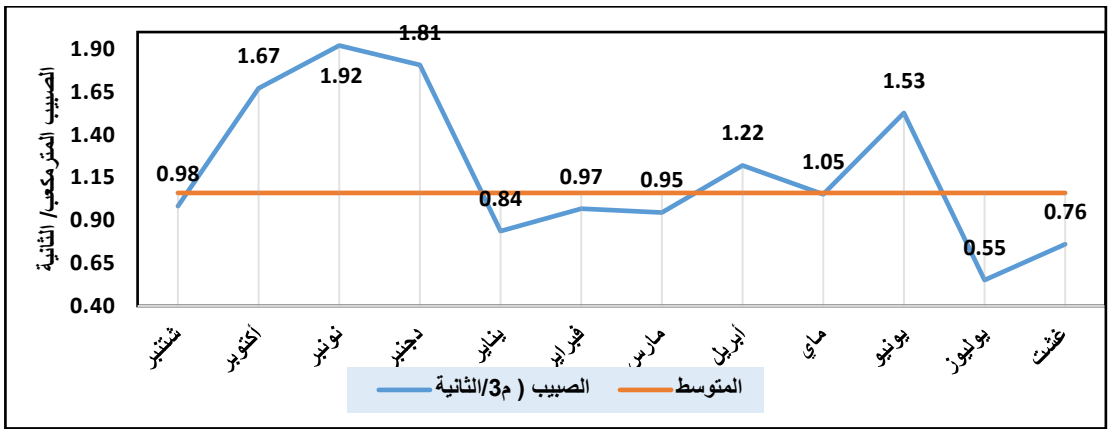
2. فترة نزول الصبيب:

- سجلت المحطة تراجعًا في كمية الصبيب خلال 9 أشهر أخرى.

- يشير هذا إلى انخفاض كمية الصبيب إلى مستوياتها العادية أو المعتادة، مما يمثل فترة استقرار في الصبيب.

- يظهر النظام الهيدرولوجي للحوض اختلافًا واضحًا بين الفترات التي تشهد زيادة في الصبيب والتي تشهد انخفاضًا فيه. هذا الاختلاف يمكن أن يكون نتيجة للتأثيرات المختلفة للتساقطات المطرية والثلجية في المناطق الجبلية، حيث تزوّد هذه المناطق المجرى بكميات إضافية من الماء.

شكل رقم 51 : توزيع المعدلات الشهرية للصبيب بمحطة تاديغوست على واد غريس



المصدر بتصرف: JICA,2005 et BAKKI , 2017 et ABHGZR ,2020

من الشكل رقم 51، يظهر وجود اختلاف واضح في معدلات الصبيب الشهري لمحطة تاديغوست طوال المدة المدروسة. تم تسجيل أعلى معدل للصبيب الشهري خلال شهر نونبر بمقدار 1.92 م³/ث، تليه شهر دجنبر بمعدل 1.81 م³/ث، ثم أكتوبر بمعدل 1.67 م³/ث، وأخيرًا شهر يونيو بمعدل 1.53 م³/ث.

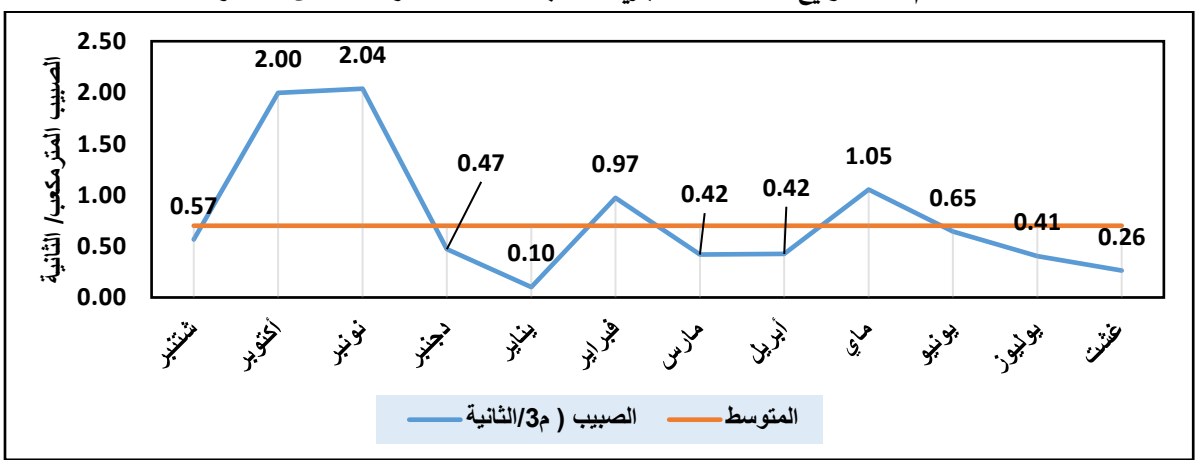
من خلال التحليل البياني، يمكننا استنتاج وجود فترتين مختلفتين في السلوك الهيدرولوجي:

فترة صعود الصبيب: تتميز بستة أشهر (أكتوبر، نونبر، دجنبر، ثم أبريل، ماي، يونيو)، حيث تجاوز المعدل العام للصبيب فيها في 33 سنة.

فترة نزول الصبيب: تتضمن الستة أشهر المتبقية، حيث انخفضت كمية الصبيب فيها أدنى من المتوسط العام البالغ 1.05 م³/ث.

توضح هذه الفترتان تقلبات في نظام الجريان في محطة تاديغوست، حيث يتغير الصبيب بين الزيادة والانخفاض خلال الأشهر المختلفة في السنة، مما يعكس التباين الكبير في توزيع التساقط المطري وتأثيراته على تصريف المياه في الحوض.

شكل رقم 52 : توزيع المعدلات الشهرية للصبيب بمحطة مروتشة على واد فركلة



المصدر بتصرف: JICA,2005 et BAKKI , 2017 et ABHGZR ,2020

من الشكل رقم 52، يظهر وجود اختلاف واضح وتباين ملموس في معدلات الصبيب الشهري لمحطة مروتشة على مدار الـ 56 سنة المدروسة. تم تسجيل أعلى معدل للصبيب الشهري خلال شهر نونبر بمعدل 2.04 م³/ث، ويليه شهر أكتوبر بمعدل 2 م³/ث، ثم شهر ماي بمعدل 1.05 م³/ث. أما باقي الشهور فسجلت معدلات أقل من 1 م³/ث.

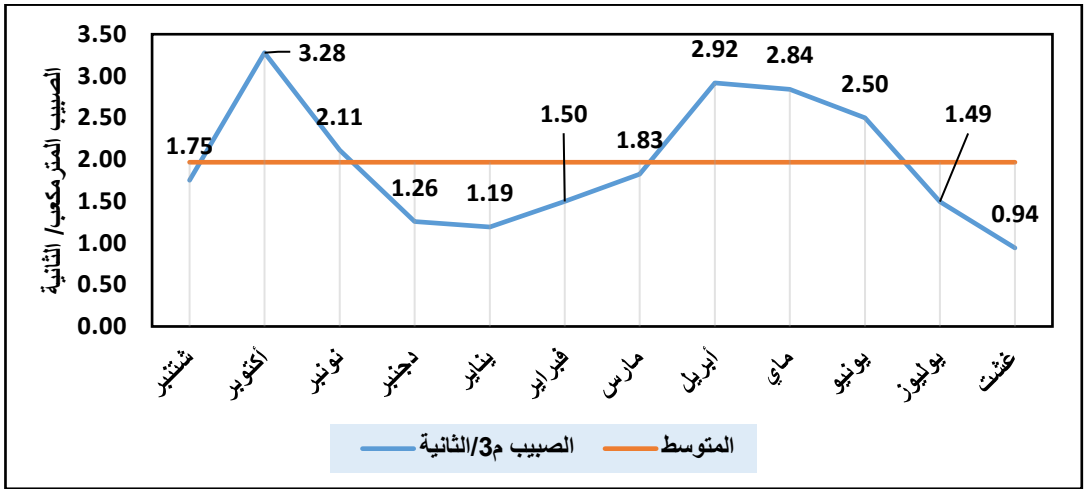
هذه التفاوتات في معدلات الصبيب الشهري تشير إلى التباين الكبير في توزيع التساقط المطري خلال السنوات، حيث تتفاوت كميات الأمطار بين الشهور المختلفة. يمكن أن يكون هذا التباين ناتجًا عن تغيرات في نمط التساقط وتأثيرات العوامل المناخية المحلية والإقليمية على تصريف المياه في المنطقة.

ب- دراسة الصبيب الشهري بالحوض المائي زيز

نستشف من خلال الشكل رقم 53، وجود اختلاف كبير وتباين في معدلات الصبيب الشهري لمحطة فم تيليشت على مدى المدة المدروسة، التي تبلغ 56 سنة. سُجل أعلى معدل للصبيب الشهري خلال شهر أكتوبر بمعدل 3.28 م³/ث، تليه شهر أبريل بمعدل 2.92 م³/ث، ثم شهر ماي بمعدل 2.84 م³/ث.

هذه التقلبات في معدلات الصبيب الشهري تشير إلى تغيرات كبيرة في توزيع التساقط المطري خلال الأشهر المختلفة من السنة. يمكن أن تكون هذه التغيرات ناتجة عن عوامل مناخية مختلفة مثل نمط التساقط، وتأثيرات الظواهر الجوية الموسمية، والتغيرات في تضاريس المنطقة.

شكل رقم 53 : توزيع المعدلات الشهرية للصبيب بمحطة فم تيليشت على واد زيز



المصدر بتصرف: JICA,2005 et BAKKI , 2017 et ABHGZR ,2020

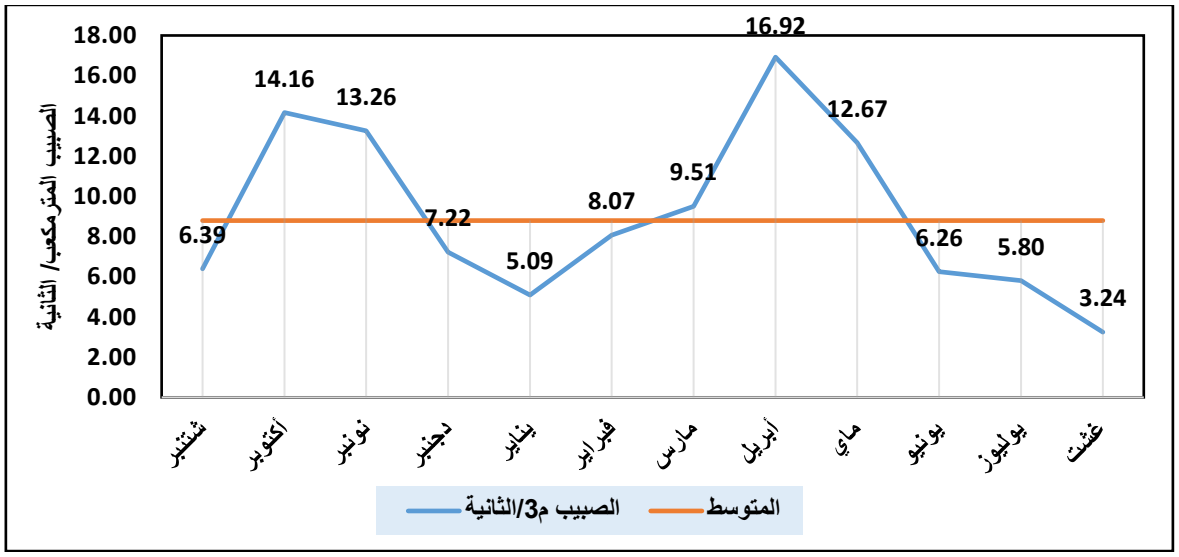
من خلال الشكل أعلاه، يمكننا استخلاص طبيعة النظام الهيدرولوجي للمحطة وتحديد فترتين رئيسيتين كالتالي:

1. **فترة صعود الصبيب:** تتميز محطة فم تيليشت بخمسة أشهر تجاوزت فيها معدلات الصبيب المتوسط العام، وهي أكتوبر ونونبر، وأبريل، وماي، ويونيو. هذه الفترة تشهد زيادة في معدلات الصبيب مما يشير إلى فترة نشطة من التساقط المطري أو الثلجي.

2. فترة نزول الصبيب: بالمقابل، تسجل محطة الرصد سبعة أشهر تتميز بانخفاض الصبيب إلى مستوياته العادية، وهي أشهر الهدوء والاستقرار في محطة الرصد، خاصةً خلال فصل الشتاء الذي يتميز بمعدلات صبيب شهرية ضعيفة.

هذا التوازن غير المتوازن في النظام الهيدرولوجي يشير إلى تأثير التغيرات المناخية على توزيع التساقط والصبيب، وقد يكون للتضاريس والجغرافيا أيضًا دور في هذه الديناميكية، حيث توفر المرتفعات الجبلية مصادر إضافية للصبيب من الثلوج والأمطار في الفصول المناسبة.

شكل رقم 54 : توزيع المعدلات الشهرية للصبيب بمحطة سد الحسن الداخل



المصدر بتصرف: JICA,2005 et ABHGZR ,2020

من خلال الشكل 54، يمكننا رؤية اختلاف كبير بين معدلات الصبيب الشهري لمحطة الحسن الداخل على مدى الفترة المدروسة. حيث سُجل أعلى معدل للصبيب الشهري خلال شهر أبريل بقيمة 16.92 م^3/ث، تليه شهر أكتوبر بقيمة 14.16 م3/ث، وثم شهر نونبر بقيمة 13.26 م^3/ث، وأخيرًا شهر ماي بقيمة 12.67 م^3/ث.

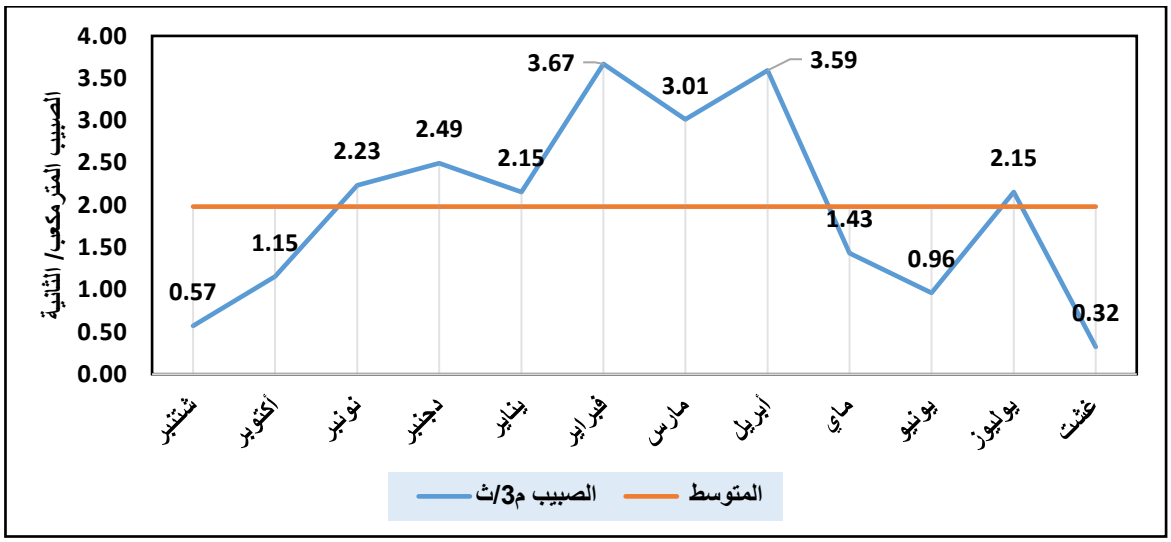
من خلال الشكل البياني، يمكن استنتاج وجود فترتين تتغير فيهما السلوك الهيدرولوجي:

1. فترة صعود الصبيب: في هذه الفترة، تجاوزت الصبيب معدل العام المسجل طوال 56 سنة، واستمرت لمدة خمسة أشهر وهي (أكتوبر، نونبر، مارس، أبريل، ماي).

2. فترة نزول الصبيب: خلال هذه الفترة، انخفض الصبيب عن المعدل العام المسجل البالغ 1.05 م^3/ث، واستمرت لمدة سبعة أشهر.

هذه الديناميكية في الصبيب تشير إلى تأثير التغيرات المناخية على نظام التساقط، ويمكن أن يكون للتضاريس والظواهر الجغرافية دورًا في هذه الديناميكية، حيث تلعب المرتفعات الجبلية دورًا مهمًا في توزيع التساقط وتغذية الأنهار بالصبيب في فترات مختلفة من السنة.

شكل رقم 55 : توزيع المعدلات الشهرية للصبيب بمحطة أرفود



المصدر بتصرف: JICA,2005 et ABHGZR ,2020

نسجل وجود اختلاف وتباين ملموس بين معدلات الصبيب الشهري للمحطة طوال مدة 56 سنة. حيث سجل أعلى معدل للصبيب الشهري بمحطة أرفود خلال شهر فبراير ب 3,67 م^3/ث ويليه شهر أبريل ب 3,59 م^3/ث، ثم ماي ب 05,1 م^3/ث.

نستنتج أيضا وجود فترتين يتغير فيها السلوك الهيدرولوجي، الفترة الأولى عرف فيها الصبيب صعود وصل7 أشهر (نونبر ودجنبر ويناير وفبراير ومارس ثم أبريل ويوليوز)، حيث تجاوزت المعدل العام الذي حدد في 1,98 م^3/ث. أما الفترة الثانية عرف فيها الصبيب نزول عن المعدل العام وصل 5 أشهر.

3-الواردات السنوية لحوض زيز-غريس: واردات مهمة يقابلها ضعف التجهيزات الهيدروفلاحية

3-1-واردات حوض زيز

يستقبل حوض زيز واردات مائية من مصادر مختلفة، حيث تُقدر الواردات المائية للرافدين الأساسيين لواد زيز والمراقبين بواسطة محطتي فم تيليشت ومزيزل في عالية الريش بنحو 129.1 مليون متر مكعب. أما الواردات المائية الإضافية بين هاتين المحطتين وسد الحسن الداخل، فيُقدر بحوالي 63.2 مليون متر مكعب، ليصل مجموع الواردات المائية لمنطقة عالية زيز وسد الحسن الداخل إلى حوالي 192.1 مليون متر مكعب (ABHGZR,2018).

جدول رقم 27: الواردات السنوية لحوض زيز حسب أهمية الأحواض الفرعية من الريش إلى السافلة في الطاوس.

الحوض الفرعي	المساحة (كلم^2)	متوسط التساقطات (ملم)	الواردات الطبيعية من التساقطات (مليون م^3)	الواردات الطبيعية من الوديان (مليون م^3)	الواردات الطبيعية % بالنسبة لمجموع الحوض
تيلشت-مزيزل	4012	206	826	129,1	49
فم زعبل – سد الحسن الداخل	405	135	55	63,1	24
سد الحسن الداخل – أرفود	3770	103	388	41	16
أرفود -الطاوس	3689	64	236	27,2	10
الطاوس – الشيخ مبارك	940	50	47	4	2
مجموع حوض زيز عند مصب (الشيخ امبارك)	**12816**	**121**	**1553**	**264,4**	**100**

المصدر: وكالة الحوض المائي كيرزيزوغريس،2020، بتصرف

تتضح السيولة الإجمالية المائية لحوض زيز في مصبه عند الشيخ امبارك في سافلة الطاوس من خلال البيانات المقدمة. يبلغ إجمالي السيولة المائية في هذا المصب حوالي 264.2 مليون متر مكعب، حيث يأتي 73% منها من عالية حوض زيز، الذي يتلقى مجموع 826 مليون متر مكعب من الواردات الطبيعية للتساقطات المطرية. أما الباقي البالغ 27%، والذي يقدر بحوالي 72.2 مليون متر مكعب، يأتي من وسط الحوض وأسفله.

من جهة أخرى، تصل واردات سد الحسن الداخل إلى حوالي 105 مليون متر مكعب، حيث تستخدم 85% منها لأغراض الري والسقي، بينما تفقد النسبة المتبقية البالغة 15% نتيجة عوامل مثل التبخر والتسربات في سافلة السد.

3-2- واردات حوض غريس

الواردات المائية الإجمالية لحوض غريس تُقدَّر بحوالي 179.6 مليون متر مكعب في السنة، ما يُعادل 25% من الواردات الإجمالية للأحواض الأربعة (زيز وكير والمعيدر). ويُقدَّر معامل السيولة بحوالي 10%، وتتراوح القيمة النسبية للصبيب من 0.1 إلى 0.7 لتر/ثانية/كيلومتر مربع، مع متوسط يبلغ حوالي 0.38 لتر/ثانية/كيلومتر مربع (ABHGZR,2018).

تُسهم عالية حوض غريس بنسبة 77% من مجموع الواردات الطبيعية للوديان، والتي تُقدَّر بمجموعها حوالي 115 مليون متر مكعب (حوض تاديغوست ومروتشة). يتلقى هذا الحوض تساقطات مهمة تقدر بمليار متر مكعب من الواردات الطبيعية للتساقطات المطرية.

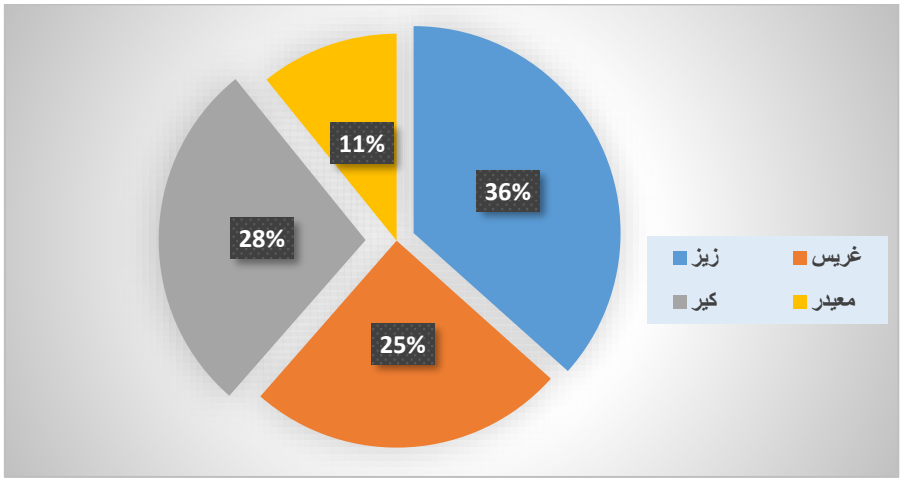
جدول رقم 28: الواردات السنوية لحوض غريس حسب أهمية الأحواض الفرعية من تاديغوست إلى السافلة في ملتقى المعيدر

الحوض الفرعي	المساحة ($كلم^2$)	متوسط التساقطات (mm)	الواردات الطبيعية من التساقطات (مليون $م^3$)	الواردات الطبيعية من الوديان (مليون $م^3$)	الواردات الطبيعية % بالنسبة لمجموع الحوض
تاديغوست	2326	175	407	60,3	33,57
مروتشة	4643	129	599	73,3	40,81
حوض بين تاديغوست-مروتشة-لحميدة	3047	105	320	34,5	19,21
الحوض المتوسط بين لحميدة وملتقى المعيدر	2656	55	146	11,5	6,403
المجمـوع	**12672**	**116**	**1472**	**179,6**	**100**

المصدر: وكالة الحوض المائي كيرزيزوغريس،2020، بتصرف

إذا كانت الإمكانيات المائية السطحية التي تم قياسها في منطقة الدراسة والتي تخضع لنفوذ وكالة الحوض المائي كير زيز وغريس تقدر بحوالي 721 مليون متر مكعب في السنة، وتوزعت على الأحواض الأربعة، فهذا يشير إلى القدرة الكبيرة على استغلال الموارد المائية في هذه المنطقة واستخدامها في مختلف الأغراض مثل السقي والشرب والاستخدامات الصناعية.

شكل رقم 56 : الواردات الطبيعية للوديان من الموارد المائية بالمترمكعب/السنة بمجال نفوذ ABHGZR



المصدر: وكالة الحوض المائي كيرزيزوغريس،2020، بتصرف

تبين أن حوض زيز-غريس يعتبر الأكبر من حيث إجمالي الواردات المائية الداخلة، حيث يمثل نسبة 61% من إجمالي التدفقات الوافدة، والتي تصل إلى حوالي 443 مليون متر مكعب في السنة. يأتي بعده حوض كير الذي يتلقى حوالي 200 مليون متر مكعب في السنة، ما يمثل نسبة 28% من التدفقات الوافدة، بينما يتلقى حوض المعيدر نسبة 11% فقط من إجمالي التدفقات الوافدة، والتي تقدر بحوالي 78 مليون متر مكعب في السنة.

II. علاقة الصبيب بالتساقطات المطرية بحوض زيز-غريس اعتمادا على معامل الترابط

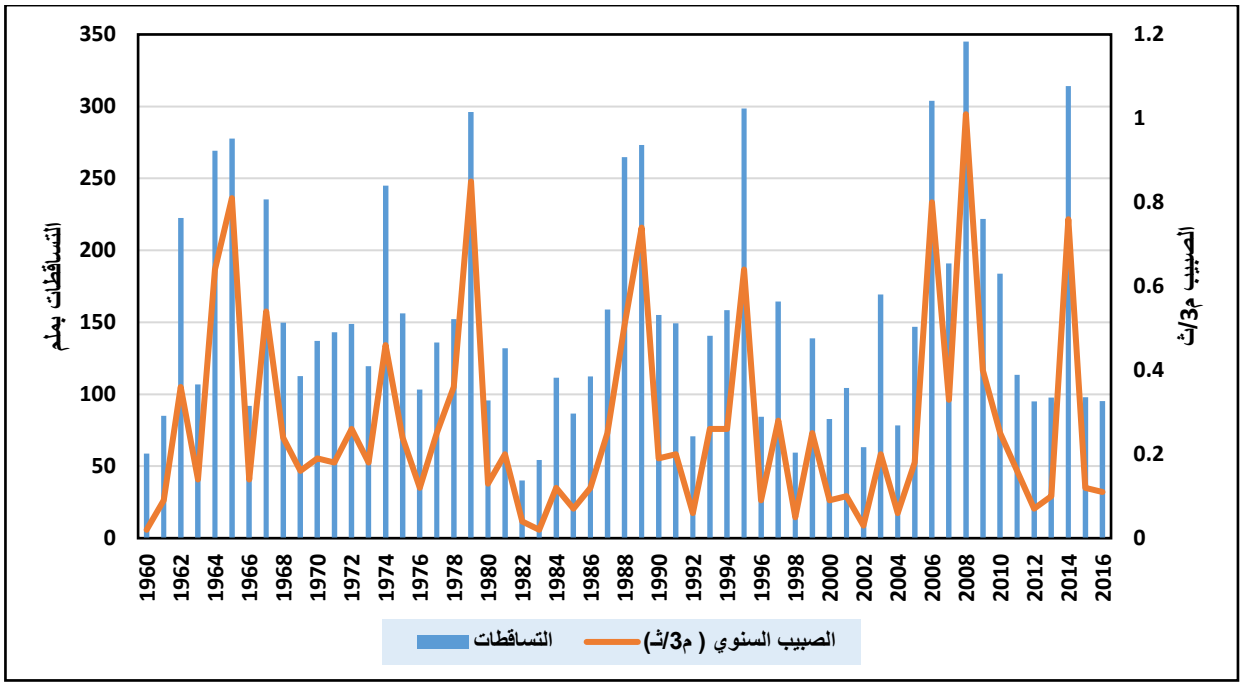
الغاية من تحديد العلاقة بين الصبيب والتساقطات المطرية هي فهم تأثير التغيرات في كميات التساقط المطري على نمط الجريان السطحي. يتم ذلك من خلال تحليل العلاقة الإحصائية بين كميات

الصبيب (التصريف السطحي) والتساقطات المطرية، مما يساعد في توقع تأثيرات التغيرات المناخية على نظام الجريان في المستقبل. يتيح استخدام معاملات الارتباط فهم مدى تأثير التساقطات المطرية على كميات الصبيب، وبالتالي يمكن للمهندسين المائيين والباحثين في علوم المناخ والموارد المائية تطوير استراتيجيات لتدبير الموارد المائية بشكل أفضل وتحسين التنبؤ بالفيضانات والجفاف وتقليل المخاطر المرتبطة بها.

1- علاقة الترابط بين التساقطات المطرية والصبيب بحوض غريس: علاقة ترابط قوية

لتحديد طبيعة العلاقة بين التساقطات المطرية والصبيب في محطة قياس الصبيب، قمنا بالمقارنة بين متوسطات السنوات لكل منهما. نلاحظ وجود تجاوب كبير بين كميات التساقطات والصبيب، حيث تترافق ذروة التساقطات المطرية مع ذروة الصبيب في معظم الأحيان. ومع ذلك، هناك بعض الحالات غير العادية، كما في سنة 2008 حيث سُجلت أعلى كمية من التساقطات المطرية في تاريخ المحطة بلغت 345 ملم، ولكن لم يتجاوز معدل الصبيب السنوي 1.01 م^3/ث، وهو الأعلى خلال فترة الرصد.

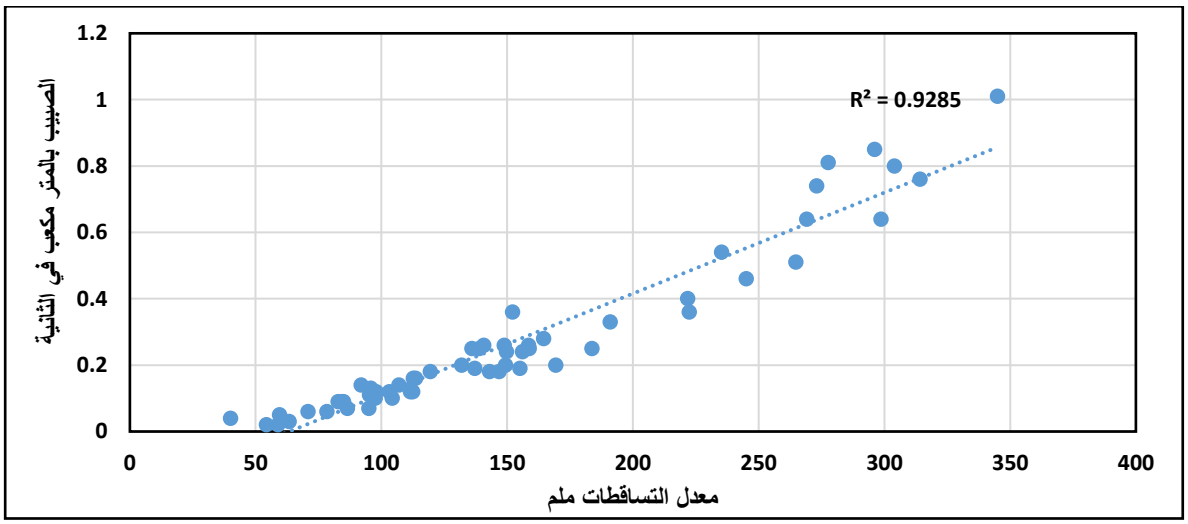
شكل رقم 57: معدلات التساقطات المطرية والصبيب السنوي بمحطة تودغى (1960/59 -2016/15)



المصدر بتصرف: JICA,2005 et AHGZR ,2020

هذه النتيجة الممثلة في الشكل رقم 58 تعكس العلاقة الإيجابية القوية بين متوسط التساقطات السنوية والصبيب السنوي في محطة تودغى. إذا كان معامل الترابط يبلغ 0.92 (R^2)، فهذا يشير إلى أن هناك ارتباطًا قويًا وإيجابيًا بين كميات التساقطات السنوية والصبيب السنوي في هذه المحطة.

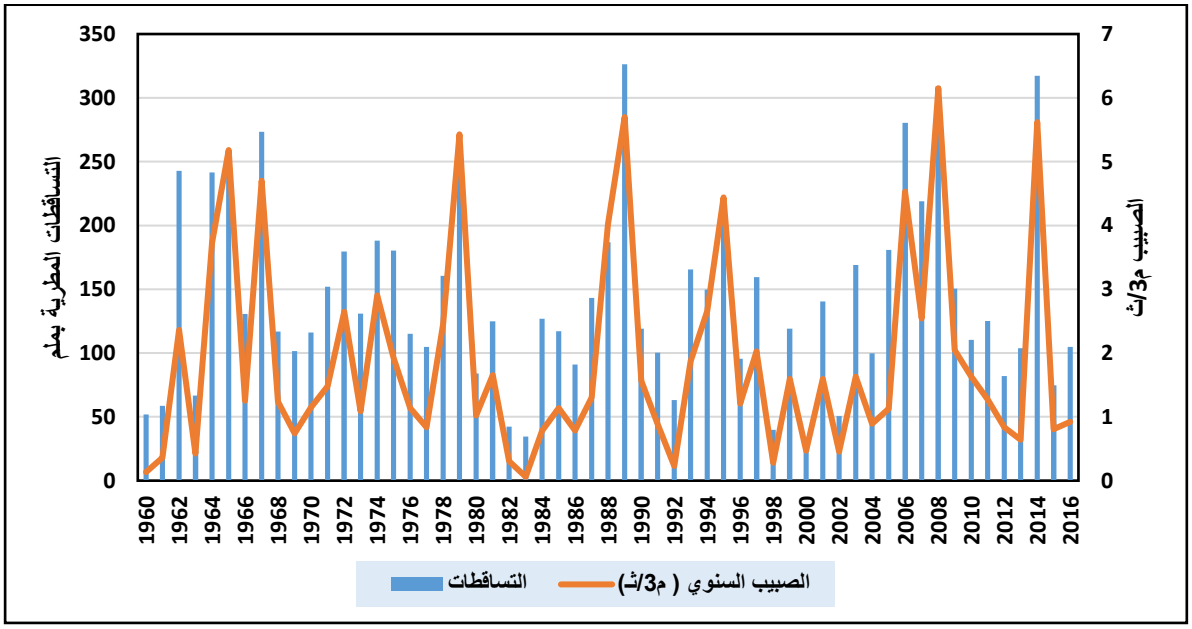
شكل رقم 58 : معامل الارتباط بين التساقطات المطرية والصبيب السنوي بمحطة تودغى (1960/59 -2016/15)



المصدر بتصرف: JICA,2005 et AHGZR ,2020

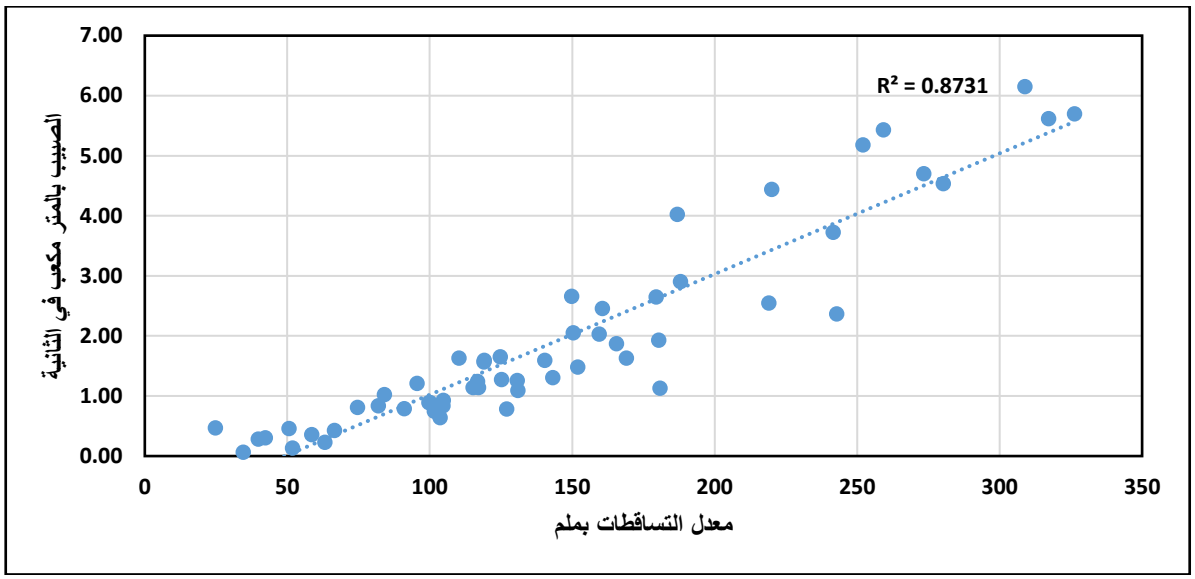
يتضح من الشكل رقم 59 وجود تجاوب قوي بين كميات التساقطات والصبيب في محطة القياس، باستثناء بعض الحالات غير العادية. يُظهر الشكل التطابق الواضح بين معدلات التساقطات والصبيب خلال السنوات النموذجية مثل سنوات 1979 و1995 و2008. يُظهر هذا التطابق الكبير بين البيانات المقاسة لكل من متوسط التساقطات والصبيب، ويعكسه معامل الارتباط القوي الذي بلغت قيمته 0.87 (R^2) كما يبينه الشكل رقم 56.

شكل رقم 59 : معدلات التساقطات المطرية والصبيب السنوي بمحطة تاديغوست (1960/59 -2016/15)



المصدر بتصرف: JICA,2005 et AHGZR ,2020

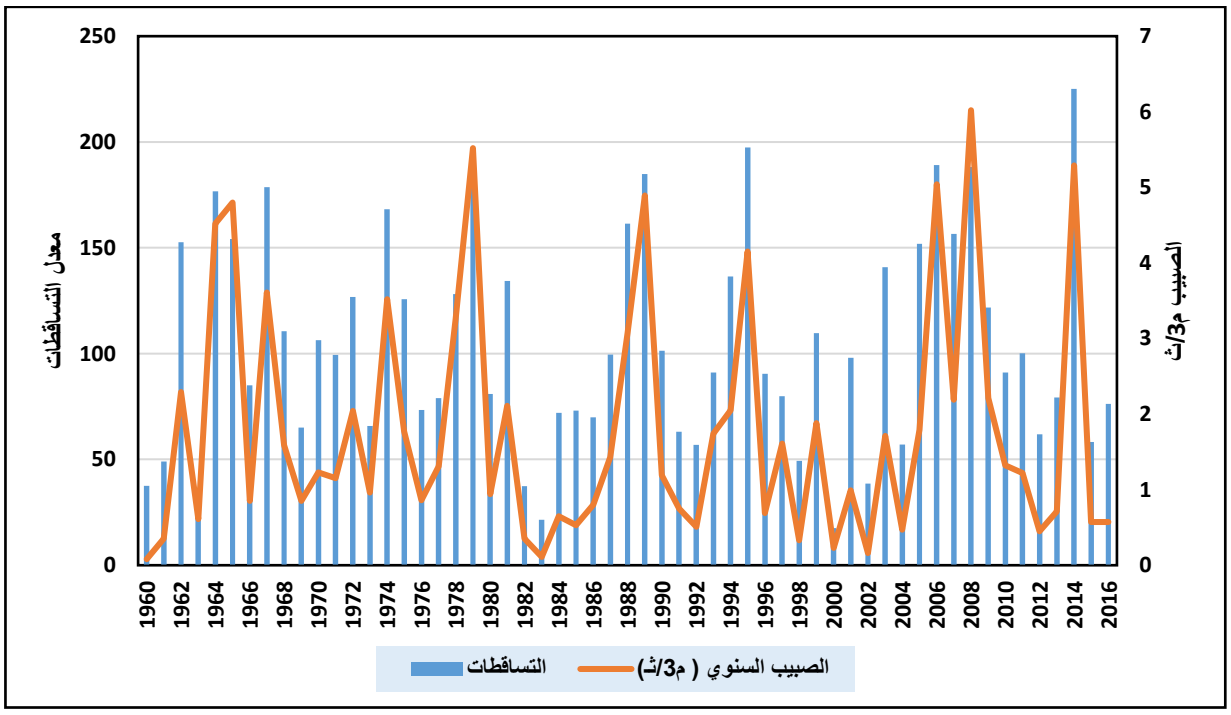
شكل رقم 60 : معامل الارتباط بين التساقطات المطرية والصبيب السنوي بمحطة تاديغوست



المصدر بتصرف: JICA,2005 et AHGZR ,2020

يوضح الشكل رقم (60) وجود علاقة قوية بين كميات التساقطات والصبيب. على سبيل المثال، في السنوات التي سجلت أعلى معدلات في التساقطات المطرية، مثل سنة 2008 التي بلغ فيها المعدل 188 ملم، سجل الصبيب أيضًا أعلى معدل سنوي وصل إلى 6.02 متر مكعب في الثانية خلال فترة الرصد التي بلغت 56 سنة في المحطة المدروسة.

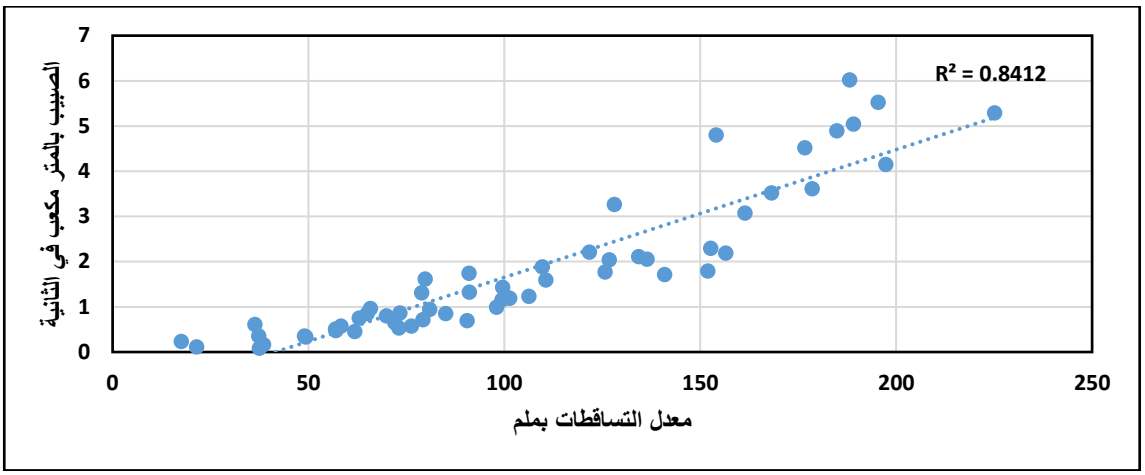
شكل رقم 61 : معدلات التساقطات المطرية والصبيب السنوي بمحطة مروتشة (1960/59 -2016/15)



المصدر بتصرف: JICA,2005 et AHGZR ,2020

إلا أن محطة مروتشة سجلت معامل يمكنه وصفه بالمتوسط، حيث وصل 0,84 كما يبين الشكل رقم 61.

شكل رقم 62 : معامل الارتباط بين التساقطات المطرية والصبيب السنوي بمحطة مروتشة

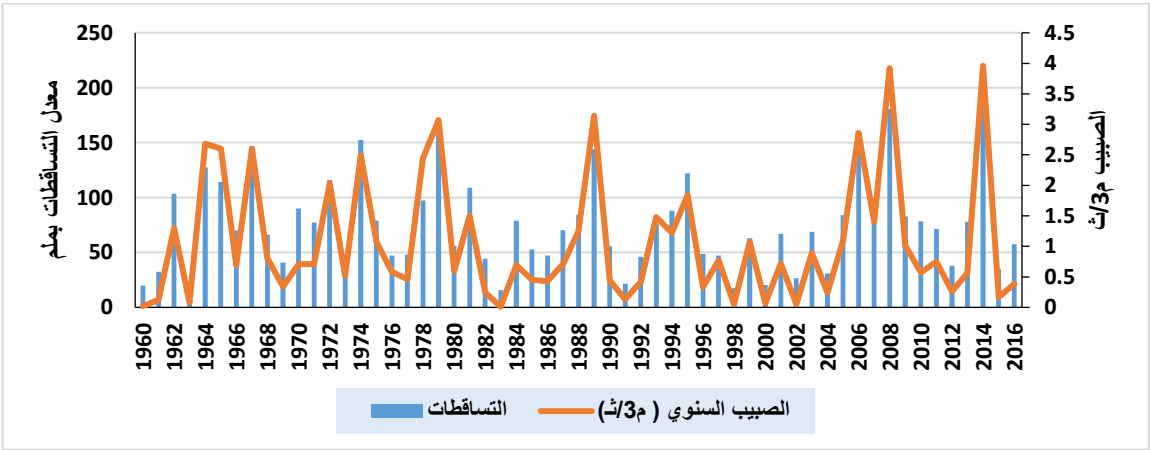


المصدر بتصرف: JICA,2005 et AHGZR ,2020

تحليل الشكل رقم (63) يظهر بوضوح علاقة قوية بين كميات التساقطات المطرية ومعدلات الصبيب. في العام 2014، سُجلت أعلى كمية من التساقطات المطرية خلال فترة الرصد التي استمرت لمدة 56 سنة، وقد تزامنت هذه الزيادة الكبيرة في التساقطات مع ارتفاع كبير في معدل الصبيب خلال نفس العام.

هذا التوافق الواضح بين الزيادة في التساقطات والزيادة المقابلة في الصبيب يُظهر العلاقة القوية بينهما. هذا الاكتشاف يُسلط الضوء على أهمية فهم التغيرات في كميات التساقطات المطرية في التنبؤ بمعدلات الصبيب، ويؤكد على الحاجة إلى دراسات مستمرة لفهم أفضل لهذه العلاقة وتأثيرها على النظم البيئية والمجتمعية.

شكل رقم 63 : معدلات التساقطات المطرية والصبيب السنوي بمحطة لحميدة (1960/59 -2016/15)

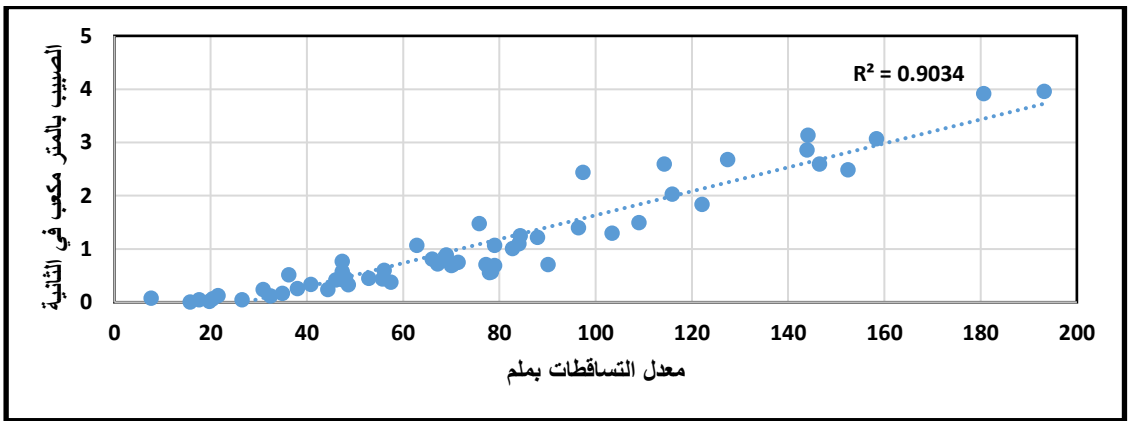


المصدر بتصرف: JICA,2005 et AHGZR ,2020

إذا كان معامل الارتباط بين كميات التساقطات ومعدلات الصبيب قد بلغ 0.90، فإن هذا يُظهر وجود علاقة قوية وإيجابية بينهما. في الشكل رقم 64، يُظهر التوافق الكبير بين البيانات المقاسة لكل من متوسط التساقطات والصبيب، ويُعكس هذا التوافق معامل الارتباط القوي الذي تم تسجيله.

هذا المعامل المرتفع للارتباط يشير إلى أن تغيرات كميات التساقطات المطرية تتزامن بشكل كبير مع تغيرات معدلات الصبيب. وبالتالي، يمكن الاعتماد على كميات التساقطات كمؤشر قوي لتوقعات معدلات الصبيب في المستقبل في هذه المنطقة.

شكل رقم 64 : معامل الارتباط بين التساقطات المطرية والصبيب السنوي بمحطة لحميدة

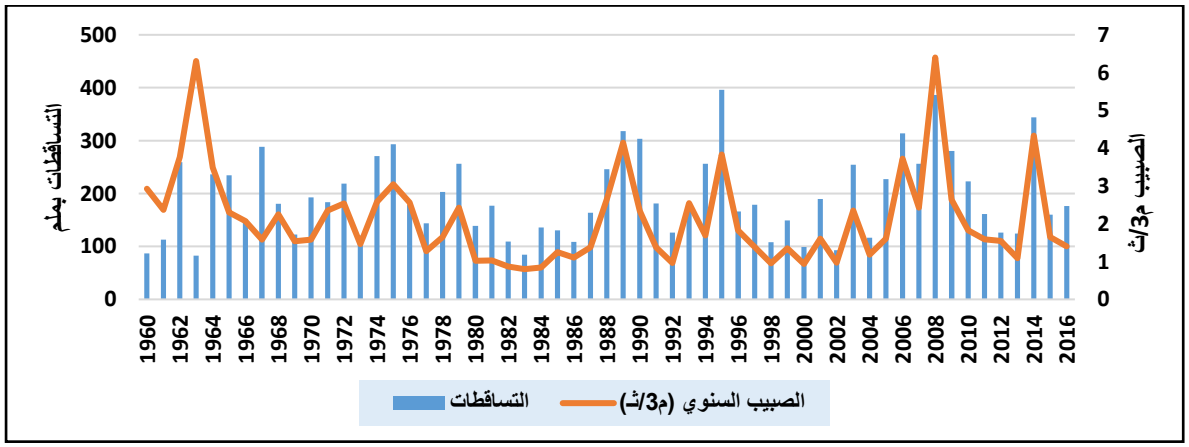


المصدر بتصرف: JICA,2005 et AHGZR ,2020

2- علاقة الترابط بين التساقطات المطرية والصبيب بحوض زيز: تجاوب شبه متوسط

من الشكل رقم 65، نرى وجود تجاوب شبه متوسط بين كميات التساقطات ومعدلات الصبيب، حيث يُظهر الشكل حالاتٍ تتميز بتقارب معدلات التساقطات والصبيب، ولكن هناك حالات غير اعتيادية مثل سنة 1963. في هذه السنة، رُصِد معدل صبيب سنوي قياسي بلغ 6.31 متر مكعب في الثانية، لكن كمية التساقطات المطرية لم تكن بالمستوى الذي يتناسب مع هذا الصبيب المرتفع. هذا النوع من الانحرافات غير الاعتيادية يمكن أن يكون ناتجًا عن ظروف جوية غير معتادة أو تغيرات في الأنماط المناخية.

شكل رقم 65 : معدلات التساقطات المطرية والصبيب السنوي بمحطة فم تيلشت (2016/15- 1960/59)

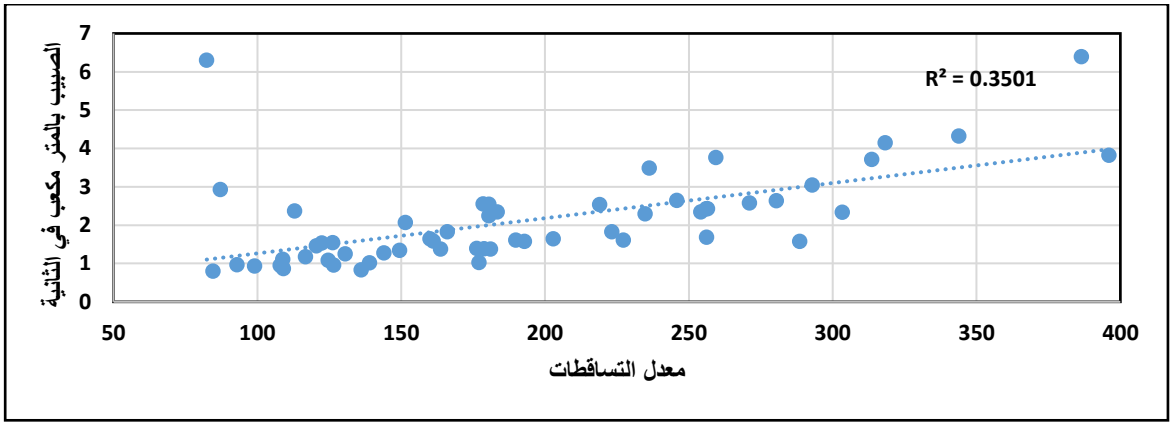


المصدر بتصرف: JICA,2005 et AHGZR ,2020

في الشكل البياني رقم 66، يُظهر محور الإحداثيات معامل الارتباط بين التساقطات المطرية السنوية والصبيب في محطة فم تيليشت. قيمة معامل الارتباط الضعيفة التي بلغت 0.35 تشير إلى وجود

علاقة ضعيفة بين كميات التساقطات المطرية والصبيب في هذه المحطة. هذا يعني أن تغيرات كميات التساقطات المطرية لها تأثير محدود على تغيرات الصبيب في هذا الموقع.

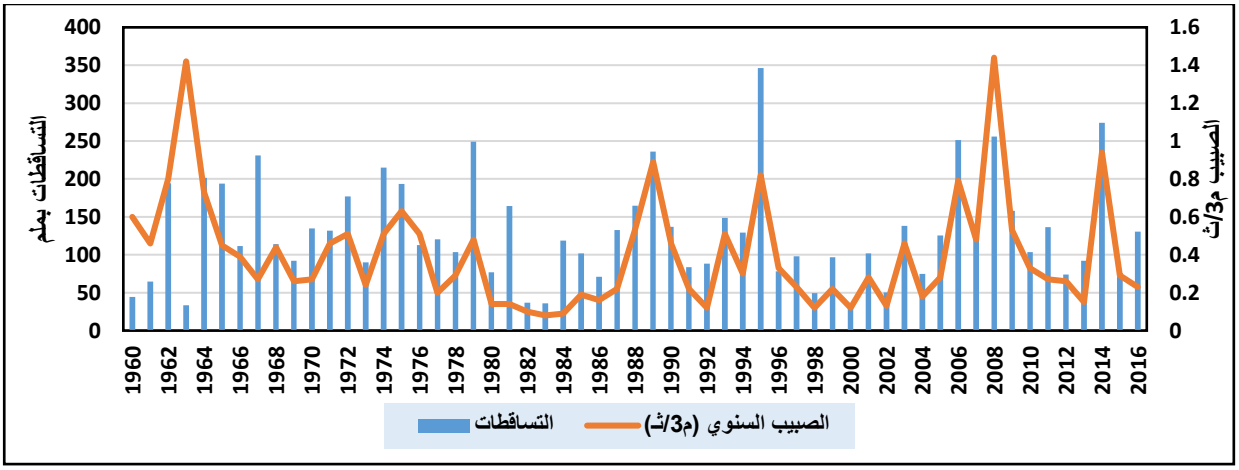
شكل رقم 66 :معامل الارتباط بين التساقطات المطرية والصبيب السنوي بمحطة فم تيليشت



المصدر بتصرف: JICA,2005 et AHGZR ,2020

من الشكل رقم 67، يبدو أن هناك علاقة تنافرية بين كميات التساقطات المطرية والصبيب في محطة الرصد بسد الحسن الداخل. في بعض السنوات، كانت تسجل كميات تساقط مرتفعة، ولكن الصبيب لم يكن يعكس تلك الكميات بشكل متناسب. على سبيل المثال، في سنة 1963، والتي سُجل فيها ثاني أعلى معدل للصبيب السنوي، لم يتجاوز معدل التساقطات المطرية في نفس السنة 33.1 ملم، وهي تعتبر من بين السنوات الأكثر جفافاً. هذا يشير إلى أن العلاقة بين التساقطات المطرية والصبيب في هذه المحطة غير متناسقة وقد تكون معقدة بتأثيرات أخرى مثل تبخر المياه والتسرب.

شكل رقم 67 : معدلات التساقطات المطرية والصبيب السنوي بمحطة سد الحسن الداخل (2016/15- 1960/59)

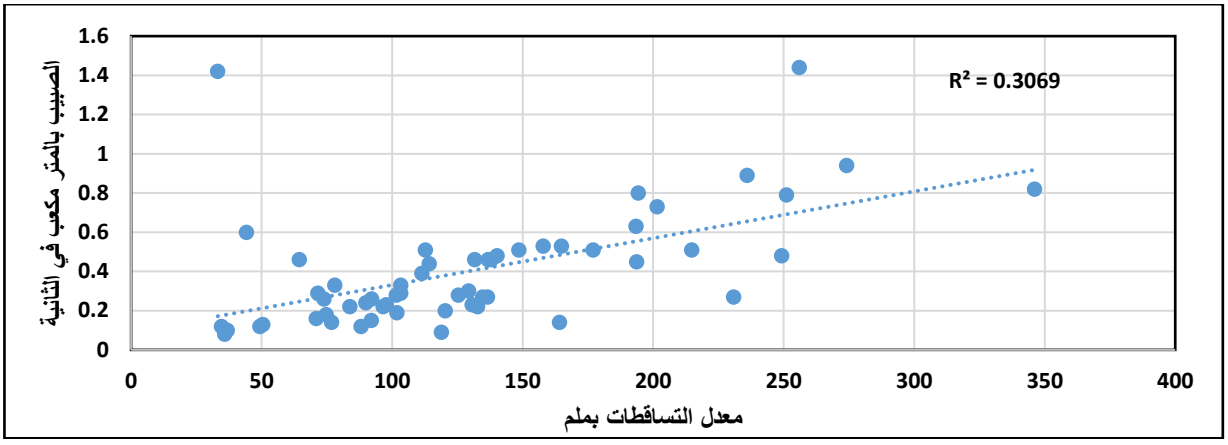


المصدر بتصرف: JICA,2005 et AHGZR ,2020

في الشكل المقدم (الشكل رقم 67)، يظهر بوضوح أن محطة الرصد بسد الحسن الداخل سجلت معدل ارتباط ضعيف بقيمة 0.30. هذا يشير إلى أن العلاقة بين كميات التساقطات المطرية والصبيب في

هذه المحطة ليست قوية، وقد تكون معقدة بتأثيرات أخرى أو بمتغيرات محلية تؤثر على توزيع الصبيب بشكل غير متناسق مع كميات التساقطات.

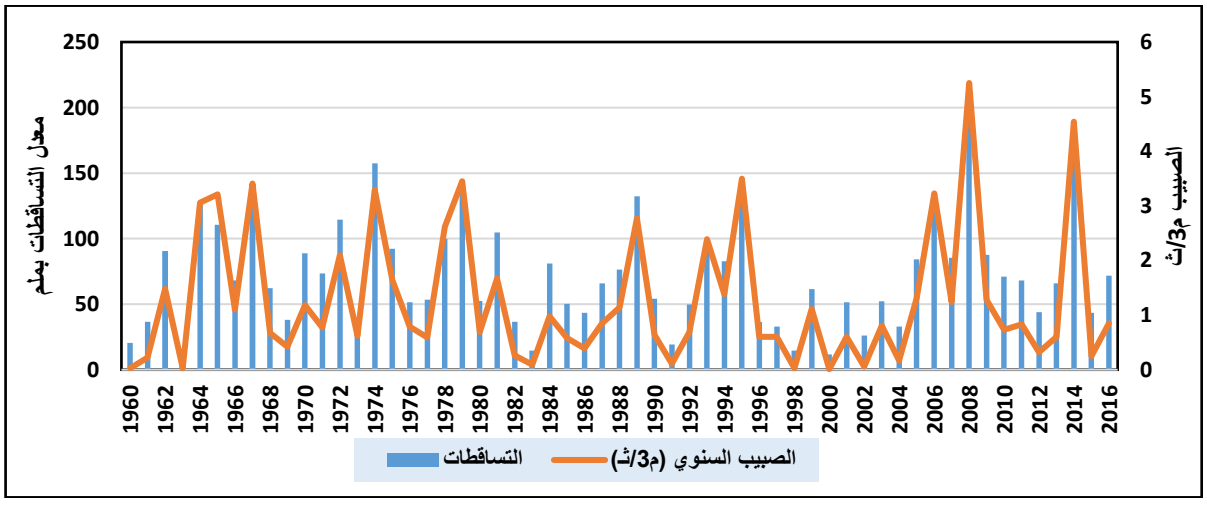
شكل رقم 68: معامل الارتباط بين التساقطات المطرية والصبيب السنوي بمحطة سد الحسن الداخل



المصدر بتصرف: JICA,2005 et AHGZR ,2020

من خلال الشكل البياني رقم 69، يظهر وجود علاقة ترابط قوية بين كميات التساقطات المطرية والصبيب. على سبيل المثال، في السنة المطرية لعام 2008 التي بلغت فيها كميات التساقط 207 ملم، سُجل معدل الصبيب السنوي بحوالي 5 متر مكعب في الثانية. هذا يعكس التجاوب القوي بين كميات التساقطات المطرية وكميات الصبيب في هذا العام.

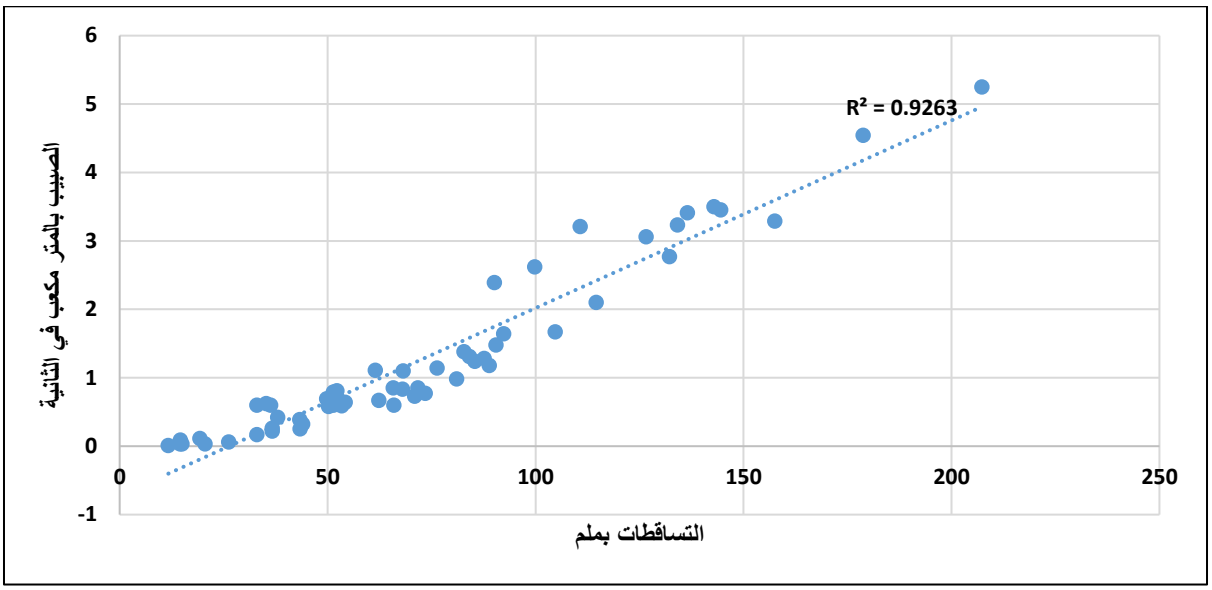
شكل رقم 69 : علاقة معدل التساقطات المطرية والصبيب السنوي بمحطة أرفود



المصدر بتصرف: JICA,2005 et AHGZR ,2020

من الشكل البياني رقم 70، يظهر أن محطة أرفود سجلت معامل ارتباط قوي بقيمة تقريبية تبلغ حوالي 0.92. هذا يشير إلى وجود علاقة قوية جدًا بين كميات التساقطات المطرية والصبيب في هذه المنطقة.

شكل رقم 70 : معامل الارتباط بين التساقطات المطرية والصبيب السنوي بمحطة أرفود



المصدر بتصرف: JICA,2005 et AHGZR ,2020

من خلال الأشكال البيانية التي قدمناها، يمكن ملاحظة وجود علاقة واضحة بين معدلات التساقطات المطرية ومعدلات الصبيب في حوض زيز وغريس. عمومًا، يتبع الصبيب نمطاً يتناسب مع كميات التساقطات، حيث يزداد الصبيب مع زيادة كميات التساقطات ويقل مع نقصانها.

في الفترات التي شهدت فيها تساقطات مطرية كبيرة، يتجاوب الصبيب بزيادة في معدلاته، بينما في الفترات التي شهدت فيها نقصًا في التساقطات، ينخفض الصبيب. هذا العلاقة تعكس الارتباط الإيجابي بين التساقطات المطرية والصبيب، حيث يُظهر الارتباط القوي بين القيمتين أن التغيرات في التساقطات المطرية تؤثر بشكل كبير على معدلات الصبيب.

فيما يتعلق بمعامل الارتباط، فهو يعكس قوة العلاقة بين التساقطات المطرية والصبيب. قيمة ارتباط قوية تشير إلى أن هناك توافقًا كبيرًا بين التساقطات والصبيب، بينما قيمة ارتباط ضعيفة تشير إلى وجود تباين أو عدم اتساق بينهما.

وتجدر الإشارة، أنه في الفترة المذكورة (2007/2006) و (2008/2007)، شهدت المنطقة مواسم استثنائية حيث سُجل تجانس قوي بين معدلات التساقطات المطرية ومعدلات الصبيب. هذا التجانس القوي أدى إلى فيضانات في مدينتي أرفود ومرزوكة، كما توضح اللوحة رقم 4.

لوحة رقم 4: غمر المياه لمحطة كهربائية بأرفود (الصورة يمينا) وتضرر الطريق أرفود نحو مرزوكة (صورة يسارا)

المصدر: عبد الكريم أكريمي، 2011، بتصرف

III. الخصائص العامة للفرشة المائية الجوفية بحوض زيز-غريس

1-أهم الفرشات المائية بحوض زيز-غريس ومميزاتها

الطبقات الجوفية للمياه في حوض زيز-غريس تتألف من ثلاث وحدات هيدروجيولوجية متميزة:

❖ **الفرشة المائية الجوراسية للأطلس الكبير:**

- تمثل هذه الوحدة الجوفية الطبقات المائية التي تكونت خلال العصر الجوراسي في جبال الأطلس الكبير.
- تشكل هذه الطبقات موردًا هيدروجيولوجيًا مهمًا في المنطقة وتؤمن المياه للاستخدامات المختلفة.

❖ **فرشة الحوض الكريطاسي للرشيدية-بوذنيب:**

- تمثل هذه الوحدة الطبقات المائية التي شكلت خلال العصور الكريطاسية في منطقة الرشيدية وبوذنيب.
- تعد هذه الطبقات أيضًا مصدرًا مهمًا للمياه الجوفية في المنطقة.

❖ **فرشة الزمن الأول للأطلس الصغير:**

- تنتمي هذه الوحدة إلى الأطلس الصغير وتشمل الهوامش السفلى لحوض غريس وعالية حوض لمعيدر.
- توفر هذه الوحدة موردًا إضافيًا من المياه الجوفية للمنطقة.

تعتبر هذه الثلاث وحدات الهيدروجيولوجية منفصلة، ولكنها مترابطة في نظام مائي متكامل، وتلعب جميعها دورًا هامًا في توفير الموارد المائية للمنطقة.

1-1 الفرشة المائية الجوراسية للأطلس الكبير

الفرشة المائية في الجنوب الغربي للأطلس الكبير تمتد بشكل عرضي من جبل العياشي في الشمال الشرقي إلى منطقة "فم غيور" جنوب سد الحسن الداخل في الجنوب الغربي، وتضيق في منطقة الحمام في الشمال الغربي للحوض وتمتد إلى تاديغوست وتودغى شمال مدينة تازة. هذه الفرشة تتكون من مجموعتين رئيسيتين (ELMANSOUR,1988):

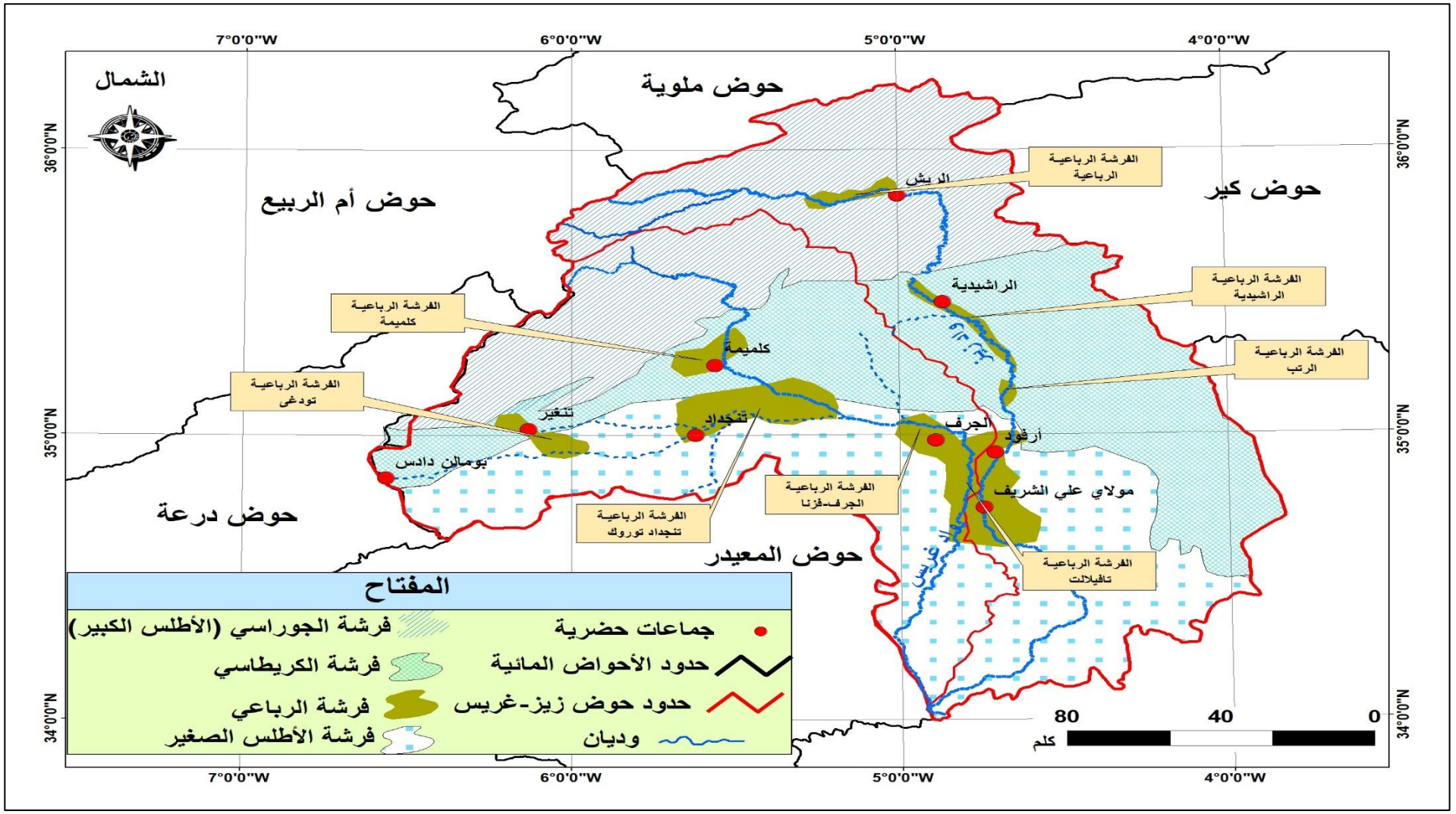
- **فرشة اللياس الأسفل:** تشكل هذه المجموعة نظامًا متواصلاً نسبيًا للمياه الجوفية. تعتبر مصدرًا هامًا للمياه الجوفية وتلعب دورًا مهمًا في تزويد المنطقة بالمياه.
- **فرشة سلسلة الألنيان- دوجر:** تنقسم هذه الفرشة إلى أحواض منفصلة في مقعرات وبدون اتصال متواصل. تحتوي على أحيانًا عدة فرشات تساهم في تغذية سكان حوض زيز الأوسط والأسفل بالماء الشروب. بدأ استغلال هذه الموارد منذ سنة 1980، وتمتلك أهمية كبيرة في تلبية احتياجات المياه في المنطقة.

تعتبر هذه الفرشة المائية مصدرًا حيويًا للمياه الجوفية وتسهم في تلبية احتياجات السكان والزراعة في حوض زيز.

تتحرك المياه الجوفية في الأطلس الكبير أساسًا عبر الصخور الكلسية والدولوميتية الجوراسية. يتغذى المستوى المائي الجوفي في الحوض من خلال الشقوق الكلسية، حيث تتسرب المياه السطحية عبر التكوينات النافذة وتتدفق باتجاه الصخور غير النافذة. وفي هذه النقطة، تنبثق المياه في عيون وينابيع تغذي الجريان الدائم للوديان، أو تستقر في العمق لتُستخدم لاحقًا في الآبار وآبار الضخ العصرية.

يوفر الكارست الجوراسي الصخور الكلسية الكميات الهائلة من المياه وبصبيب طبيعي دائم. يتم تغذية هذه الطبقات المائية الجوراسية بواسطة التساقطات المطرية أو تسرب المياه الجارية في الوديان. يتحرك الجريان الباطني في هذه التكوينات عمومًا من الشمال إلى الجنوب، وتزود هذه الطبقات المائية الجوراسية المنطقة بمخزون هائل من المياه، مما يسهم في تلبية احتياجات السكان والزراعة في المنطقة.

خريطة رقم 30 : الفرشاة المائية والوحدات الهيدرولوجية بحوض زيز-غريس



المصدر: وكالة الحوض المائي كيرزيزوغريس،2020، بتصرف

تحتوي الطبقات الجوفية الجوراسية، وبشكل خاص قدم سد الحسن الداخل، على كميات كبيرة من المياه. تقدر هذه الكميات بين 15 و20 مليون متر مكعب، وتتمتع بنوعية مياه جيدة، حيث تتراوح من 0.2 إلى 2 غرام لكل لتر. تكون مستويات الماء في هذه الطبقات قريبة من سطح الأرض، حوالي 30 مترًا، ويصل صبيبها إلى حوالي 100 لتر في الثانية. كما تنبع من هذه الطبقات العديد من العيون، مثل عين زاوية سيدي حمزة، وعين تحمدونت، وعين أغبالو نكردوس، وعين تودغى (NOUAYTI,2017).

2-1- الفرشة المائية الكريطاسية لحوض الرشيدية – بوذنيب

حظيت هذه الفرشة المائية باهتمام خاص حيث تمت دارستها بطريقة جيدة وقد تم تجميع كل الدراسات المتعلقة بخصائصها الهيدرومناخية الهيدروجيولوجية والهيدروكميائية والجيولوجية والجيوفيزيائية وكذلك أثقاب الدراسة أو الاستغلال، في دراسة تركيبية هيدروجيولوجية للحوض الكريطاسي التي أنجزت من طرف مديرية هندسة المياه[1] لكير-زيز وغريس سنة 2006، تم التوصل إلى اكتشاف عدة فرشات باطنية أهمها (المنصور،2012):

- الأنفرا سينومانيان: (l'infra-cénomanien) والذي يضم مخزونا كبيرا من المياه لكنه غير مستغل؛
- الفرشة المائية السينونيان: (Sénonien) والتي لا يستفاد منها كثيرا في حوض زيز-غريس؛
- الفرشة المائية التيرونيان والتي تشكل شبكة كارستية مهمة (Réseau Karstique).

أ- الفرشة المائية التيرونيان

تعتبر هذه الطبقات الجوفية الجوراسية مخزونًا رئيسيًا في المنطقة، حيث يتراوح مخزونها بين 500 و1000 مليون متر مكعب تبعًا لكميات المياه المتساقطة في السنة. تشكل هذه الطبقات شبكة كارستية متواصلة، محاطة في القاعدة بمستوى غير نافذ من الطفل السينوماني وسقف كتوم، ومن الحث والطفل السينوني. يختلف عمق الفرشة بشكل عام، حيث يصل إلى 595 مترًا جنوب الحوض و1083 مترًا في الشمال الغربي. وتقل قرب العيون بشكل كبير، حيث تكون حوالي 6 أمتار بالقرب من "عين تفونسين" في حوض غريس و7 أمتار بجوار "عين مسكي" في الحوض الأوسط لزيز. يبلغ صبيب العيون التي تنبع من الفرشة التيرنيان حوالي 430 لترًا في الثانية، ومن بين هذه العيون عيون مسكي وتفونسين وتاردة وزاوية أوفوس في عام 2010 (ABHGZR,2018).

[1] تغير اسمها حاليا إلى الحوض المائي كير زيز وغريس. وتم إحداث **وكالات الأحواض المائية** بمقتضى الفرع الثالث من الباب الثاني من قانون الماء رقم 10.95، وتم التنصيص عليها في الفرع الثاني من الباب السادس من قانون الماء الحالي رقم 36.15، وهي مؤسسات عمومية تتمتع بالشخصية المعنوية والاستقلال المالي.

صورة رقم 4 : العين الزرقاء "مسكي"، تمثل المنفذ الطبيعي لسديمة التيرونيان

المصدر بتصرف عن موقع https://www.hertz.ma

يتراوح مستوى المياه في فرشة التيرونيان من صفر متر (مستوى العيون) إلى 90 مترًا في العمق. أما في المناطق ما بين كلميمة والرشيدية، فيكون مستوى المياه حوالي 30 مترًا من العمق (ABHGZR,2018). يتم استغلال مياه هذه الفرشة عمومًا في الري من خلال العيون أو الآبار أو الأثقاب، ويؤدي الاستخدام المكثف لهذه المياه إلى انخفاض مستوى المياه فيها.

ب- فرشة مياه الأنفرا سينومانيان

تمتد الفرشة المائية الجوراسية من جبال الأطلس الكبير في الشمال إلى جبال الأطلس الصغير في الجنوب، مع تغيير في الاتجاه الغربي نحو الأطراف الجنوبية الغربية لسلسلة جبال حمادة في الشرق. تتواجد هذه الفرشة الجوراسية أساسًا في جبال الأطلس الكبير وفي الجزء الشمالي من جبال الأطلس الصغير، وتتكون بشكل رئيسي من الرمال والحجر الجيري والرصيص.

تعتمد هذه الفرشة المائية بشكل رئيسي على مياه الجبال التي تتدفق من الشمال إلى الجنوب، وتتميز بطبيعتها الارتوازية. تم تأكيد هذه الخاصية في فترة الثمانينات من القرن الماضي من خلال ثقب "عين العاطي"، والذي تم إغلاقه الآن بسبب التركيز المرتفع للأملاح فيه. يلاحظ أن نسبة التركيز في المياه تقل باتجاه الشمال والغرب، مما يجعلها ملائمة للاستخدام الزراعي بشكل أكبر في مناطق مثل كلميمة وتاديغوست وتنغير والرتب.

تتراوح كمية المياه التي تستخدمها الأثقاب الموجودة في هذه الفرشة بين 0.5 و69 لتر في الثانية، مع متوسط يبلغ حوالي 14 لتر في الثانية. (أكريمي،2020).

صورة رقم 5 : ثقب ارتوازي "عين العاطي" بالفرشة الكريطاسية

المصدر: عن موقع https://amadalamazigh.press.ma/،

ج-الفرشة المائية السينونيان (Sénonien)

تتواجد هذه الفرشة المائية بشكل رئيسي في حوض الرشيدية – بوذنيب، وتمتد حدودها الغربية بالقرب من تاديغوست. تتواجد عمومًا على عمق يتراوح بين 20 و40 مترًا، وتصل إلى بين 40 و60 مترًا شمال الحوض في مناطق الالتقاء مع جبال الأطلس الكبير. يبلغ صبيبها الأقصى حوالي 15 لتر في الثانية، لكنه يُستغل بشكل أساسي في حوض بوذنيب، بينما لا يُستغل في المنطقة المدروسة إلا في الجهة الغربية بين "تاردة" و "كلميمة" في حوض غريس، وشرق مدينة الرشيدية بين مسكي وأوفوس. تتراوح ملوحة مياهها بين 0.4 و12.5 جرام لكل لتر (المنصور،2012).

1-3-الفرشة المائية الرباعية

تتميز الفرشات المائية الجوفية الرباعية في حوض زيز-غريس بقدرة على التغذية السريعة والاستغلال الفعال نظرًا لقربها من سطح الأرض، مما يجعلها تلعب دورًا أساسيًا في اقتصاد المنطقة، سواء في السنوات الجافة أو الرطبة. ومع ذلك، فإن الضغط المتزايد عليها يؤدي إلى هبوط مستواها، مما يتسبب في تراكم الأملاح بها وتعرضها للتلوث بشكل سريع.

تمتاز الفرشات المائية في حوض زيز-غريس بأنها كانت مصدرًا رئيسيًا لتنمية الزراعة وضمان استمرارية الحياة في المناطق النائية، وذلك بفضل استغلالها بواسطة الطرق التقليدية في الماضي والعصرية في الوقت الحالي. وعلى الرغم من التحديات التي تواجهها، فإن الفرشات المائية الجوفية في

هذا الحوض لا تزال تلعب دورًا حيويًا في توفير المياه اللازمة للزراعة والاستخدامات الأخرى، وتسهم في استدامة الحياة في هذه المنطقة.

توجد الطبقات المائية في الأحواض السفلية والمتوسطة لأودية تودغى وفركلة وغريس وزيز على شكل فرشات مائية متنوعة، تسهم في توفير المياه اللازمة للاستخدامات المختلفة في هذه المناطق. وتتكون هذه الفرشات من الطبقات المائية الرسوبية والفرشات المائية للأنهار والمجاري، وهي تتغذى بشكل رئيسي من التساقطات المطرية ومياه الفيضانات والمياه الجوفية المنبعثة من الطبقات الجوراسية.

الفرشات المائية الرسوبية في حوض غريس كلميمة وتودغى وتنغير وتنجداد وتوروك والجرف وفزنا تعتبر مصدرًا هامًا للمياه، حيث تتكون من رواسب مائية تمثل مخزونًا مهمًا يتم استغلاله في الزراعة والاستخدامات الأخرى (RUHARD,1988).

ومن جهة أخرى، تشمل الفرشات المائية لزيز والخنك ومدغرة والرتب وأوفوس وطبقة سهل تافيلالت فرشات مستقلة ومتنوعة، تستفيد من مصادر متعددة للتغذية مثل التساقطات المطرية والواردات الجوفية ومياه الفيضانات. تلك الفرشات تسهم بشكل كبير في تأمين المياه اللازمة للزراعة والاستخدامات الأخرى في المناطق المحيطة بها.

عموما، الطبقات الرباعية التي تشكل فرشات المياه في حوض زيز-غريس تتألف أساسًا من مزيج من الرصيص والحصى والحصباء، مع تواجد الطمي الذي يشكل جزءًا من رواسب الوديان. تتفاوت تركيبة هذه الطبقات حسب المنطقة ومصدر التغذية لها، وتختلف فيما بينها في القوام والتركيب الدقيق. وتحد في القاعدة بالكلس البحيري، وهذا يعني أنها تتكون فوق طبقة من الكلس البحري المترسب مع الزمن. وتكون طبقة الكلس البحري هذه جزءًا من تكوينات جيولوجية تاريخية تمثلت في ترسبات البحار القديمة، وتعمل كطبقة صلبة تحد من اختراق المياه الجوفية إلى الأعماق الأكبر(المنصور،2012).

وبالنسبة لطبقة سهل تافيلالت، فإنها تتألف بشكل رئيسي من الكلس البحري، وهو نوع من الصخور الرسوبية التي تشكلت في بيئات بحرية، وتتميز بقوامها الصلب والمتين. تلك الطبقة تعمل كطبقة عازلة قاعدية تحد من تسرب المياه الجوفية إلى الطبقات الأعمق، وتؤثر بشكل كبير على تركيبة ومواصفات المياه الموجودة في الفرشات المائية الموجودة فوقها (MARGAT,1962).

2 - شحن وتفريغ الفرشات المائية بحوض زيز-غريس

تعتبر التساقطات المطرية والثلجية هي المصدر الرئيسي لشحن الفرشات المائية في حوض زيز-غريس، حيث يتساقط المطر ويتسرب إلى باطن الأرض ليملا الفرشات المائية. كما أن التغذية من مياه الفيضانات تلعب أيضًا دورًا هامًا في بعض المناطق، حيث يمكن أن تتسرب مياه الفيضانات إلى الفرشات المائية خلال فترات الأمطار الغزيرة.

مع تزايد الطلب على المياه الجوفية والضغط المتزايد على هذه الموارد، فإنه يتم الاعتماد أيضًا على طرق التفريغ لاستخراج المياه من الفرشات المائية. تشمل هذه الطرق استخدام الخطارات وآبار الضخ العصرية التي تسمح بسحب كميات كبيرة من المياه من العمق.

2-1- مصادر تغذية الفرشات المائية بحوض زيز-غريس

تعد التساقطات المطرية، على الرغم من قلتها وعدم انتظامها، المصدر الرئيسي للمياه الجوفية في المنطقة. ترتبط كمية المياه المتسربة إلى الفرشات المائية بعدة عوامل، منها نوعية الصخور وخصائصها المائية، وطبيعة التربة الموجودة فوقها، وأيضًا مقدار انحدار السطوح الذي يؤثر على سرعة تسرب المياه إلى الفرشات المائية.

بالإضافة إلى ذلك، فإن التساقطات الثلجية على قمم جبال الأطلس الكبير تلعب دورًا مهمًا في تغذية الفرشات المائية، خاصة على الصخور النافذة مثل الليلاس الأسفل. تذوب الثلوج وتتسرب المياه نحو باطن الأرض، مما يسهم في زيادة كمية المياه المتوفرة في الفرشات المائية.

التساقطات المطرية والثلجية تسهم بنسبة كبيرة في تغذية مياه الطبقات الجوفية في حوض زيز-غريس. فهي تشكل مصدرًا رئيسيًا يسهم بنسبة 78% في تغذية طبقات الجوراسي بالأطلس الكبير، بحوالي 164 مليون متر مكعب سنويًا. بينما تسهم في تغذية طبقة الكريطاسي بنسبة 31% بحوالي 48 مليون متر مكعب سنويًا. ومع ذلك، فإن مساهمة التساقطات في تغذية الفرشة الرباعية تعتبر ضئيلة للغاية، حيث لا تتجاوز نسبة 8%، بكمية تقدر بحوالي 10.5 مليون متر مكعب سنويًا (ABHGZR,2018).

جدول رقم 29: مساهمة التساقطات المطرية في تغذية الفرشات المائية بحوض زيز-غريس

الفرشة	المساحة (كلم^2)	متوسط التساقطات المطرية (ملم)	كمية شحن الفرشة بالتساقطات (مليون م3)
طبقات الجوراسي	13000	180	164
طبقات الكريطاسي	8979	118	48
طبقات الرباعي	5117	أقل من 100	10,5
المجموع	27096	-	222,5

المصدر: وكالة الحوض المائي كيرزيزوغريس، 2020، بتصرف

مصادر مياه الإمتطاحات من المجاري الرئيسية في حوض زيز-غريس، مثل زيز وغريس وتودغى، تعتبر أيضًا مهمة في تغذية الطبقات المائية. يقدر تسرب هذه المياه بنحو 65 مليون متر مكعب سنويًا في حوض الكريطاسي. ومع ذلك، فإنها أقل أهمية من مصادر التساقطات بسبب سرعة تدفقها وقصر مدة استمراريتها.

تشير الأرقام المبينة في الجدول رقم 30 إلى أن المساهمة الرئيسية للوديان تصل إلى حوالي 87 مليون متر مكعب سنويًا في الفرشة الرباعية، حيث يتواجد سهل تافيلالت، بما في ذلك فرشة الجرف وفزنا، بنسبة كبيرة تبلغ حوالي 39 مليون متر مكعب.

جدول رقم 30: مساهمة مياه الامتطاحات في تغذية الفرشات المائية بحوض زيز-غريس

الفرشة	المساحة (كلم²)	كمية شحن الفرشة بمياه الإمتطاحات (مليون م3)
فرشة الجوراسي	13000	-
فرشة الكريطاسي	8979	65,5
الفرشة الرباعية	5117	87,5
المجموع	27096	153

المصدر: وكالة الحوض المائي كيرزيزوغريس،2020، بتصرف

تعتبر مياه السقي مصدرًا آخر لتغذية الفرشات المائية، وترتبط كمية تسربها بعوامل متعددة مثل نوع التربة وطبيعة الصخور، بالإضافة إلى شدة تبخر المياه السطحية وكثافة الغطاء النباتي. وتقدر وكالة حوض كير زيز وغريس في عام 2018 نسبة تغذية الفرشات المائية عبر مياه السقي بحوالي 47.3 مليون متر مكعب سنويًا في فرشة الجوراسي بالأطلس الكبير. أما في فرشة الكريطاسي والرباعي بحوض زيز-غريس، فقد قدرت تلك النسبة بحوالي 36.3 مليون متر مكعب و18.3 مليون متر مكعب على التوالي.

بالإضافة إلى ذلك، هناك التغذية الجوفية من المناطق الجبلية مثل جبال الأطلس الكبير نحو الحوض الكريطاسي، والتي تقدر بحوالي 32 مليون متر مكعب. كما يشمل ذلك التصريف الباطني لفرشة الأطلس الصغير نحو الفرشة الرباعية لمنطقة الجرف-فزنا –وحنابو والبوية بحوالي 3.6 مليون متر مكعب، والذي يسهم في تغذية الخطارات (MARGAT,1962).

2-2 -تفريغ مياه الفرشات المائية الباطنية بحوض زيز-غريس

يتم تفريغ المياه الجوفية بواسطة طرق متعددة، منها التبخر، والعيون، والخطارات، ومحطات الضخ الموجهة للسقي والشرب. تتأثر الكمية المستخرجة بواسطة هذه الطرق بالتذبذبات التي تشهدها الطبقات المائية الجوفية بناءً على مصادر التغذية والظروف المناخية للسنوات المختلفة.

تبلغ نسبة التبخر في الحوض الأسفل لزيز وغريس حوالي 7% من إجمالي التفريغ، وتقدر بمعدل 9.5 مليون متر مكعب. أما تعبئة المياه بواسطة الخطارات فتشكل نسبة تتراوح بين 5% و7%، خاصة في الحوض أو طبقات الكريطاسي والرباعي بمعدل يصل إلى 16.72 مليون متر مكعب، في حين لا تتجاوز 10.2 مليون متر مكعب في اللياس والدوجر.

يتم تفريغ المياه أيضًا عبر العيون في طبقات اللياس والدوجر بالأطلس الكبير بمقدار حوالي 151 مليون متر مكعب، و15 مليون متر مكعب في الحوض الكريطاسي برشيدية بوذنيب. أما طريقة التفريغ عبر الآبار ومحطات الضخ العصرية، فتشكل حوالي 35% من إجمالي طرق التفريغ بمجال الدراسة.

جدول رقم 31: كميات التفريغ من الفرشات المائية بواسطة الآبارومحطات الضخ

الطبقات المائية	فرشة الأطلس الكبير	فرشة الكريطاسي			فرشة الرباعي	المجموع مليون م³
	الليلاس والدوجر	فرشة السينونيان	فرشة التيرونيان	الكريطاسي الأسفل	الحوض الرباعي زيز-غريس	
الكمية بمليون مليون م³	18	25,4	14,2	12,4	103,5	173,5
النسبة %	10	15	8	7	60	100

المصدر: وكالة الحوض المائي كيرزيزوغريس،2020، بتصرف

بصفة عامة، يمكن أن نستنتج أن استخدام المياه للأغراض الزراعية يشكل النسبة الأكبر مقارنةً بالاستخدامات الأخرى. تزداد نسبة الاستغلال في الفرشة الرباعية لتصل إلى حوالي 60%، ويُمثل سهل تافيلالت الجزء الأكبر منها، حيث يُقدَّر حجم المياه المستخرجة من الفرشة الرباعية بنحو 44.80 مليون متر مكعب، في حين تكون النسبة أقل في الحوض الأعلى لزيز-غريس حيث تصل إلى ما يقارب 10%، وذلك بسبب وفرة المياه السطحية في هذا المنطقة.

3- الحصيلة العامة للمياه الجوفية بحوض زيز-غريس

تختلف كميات الشحن والتفريغ في الطبقات المائية الجوفية بحسب موقعها داخل الحوض. فعلى سبيل المثال، تعرف طبقات المناطق الجبلية المرتفعة كميات كبيرة من المياه المتسربة نظراً لتوافر التساقطات المطرية والثلوج فيها. بالمقابل، تكون الكميات أقل في المناطق الهضبية والسهلية كما يوضح ذلك الجدول رقم 32.

جدول رقم 32: الحصيلة العامة للفرشات المائية بحوض زيز-غريس بمليون م³

			الأطلس الكبير	الحوض الكريطاسي	الطبقات الرباعية	المجموع
حوض زيز-غريس	الشحن	الكمية	211,3	154,52	124,36	490,18
		النسبة %	43	32	25	100
	التفريغ	الكمية	211,3	154,52	139,18	505
		النسبة %	42	31	28	100
	الفارق	العجز	0	0	14,82	14,82
		الحصيلة	توازن	توازن	عجز	عجز

المصدر: وكالة الحوض المائي كيرزيزوغريس،2020، بتصرف

يتبين من الحصيلة العامة للمياه الجوفية في الجدول رقم 32 أن حوض زيز-غريس يعرف عجزا من الحصيلة العامة للمياه الجوفية في الجدول رقم 32، يظهر أن حوض زيز-غريس يعاني من عجز واضح يقدر بحوالي 14.82 مليون متر مكعب في السنة، ولكن هذا العجز يختلف حسب السنوات الرطبة والجافة. على مستوى الفرشات المائية الكبرى، تعتبر الفرشة الجوراسية في الأطلس الكبير أكثر تغذية

بنسبة بلغت 44% وبحجم مائي يبلغ 211.3 مليون متر مكعب. ومن خلال نتائج الجدول، نجد أن كميات التفريغ تتساوى مع كميات التغذية والتي قدرت أيضًا بـ 211.3 مليون متر مكعب. وبالتالي، سجلت الفرشة هذه توازنًا في الحصيلة المائية وفقًا لآخر دراسة أجرتها وكالة الحوض المائي زيز وغريس لسنة 2018. يُذكر أن هذه الفرشة سجلت سابقاً فائضًا قدر بحوالي 20 مليون متر مكعب في عام 2007.

بالنسبة للفرشة الكريطاسية، والتي تتضمن السينونيان والتيرونيان وما قبل السينوماني، فإنها تستقبل مجموعاً يبلغ 154.52 مليون متر مكعب من المياه. ويجدر بالذكر أن هذه الفرشة تستفيد أيضاً من المياه المتسربة من الأطلس الكبير بمجموع يبلغ 32 مليون متر مكعب، بالإضافة إلى المياه الناتجة عن طلقات سد الحسن الداخل بمقدار 4.50 مليون متر مكعب. وكما هو الحال في الفرشة الجوراسية، فقد سجلت الفرشة الكريطاسية حصيلة مائية متوازنة بين التغذية والتفريغ.

الفرشات الرباعية تستقبل كميات أقل بكثير مقارنة بطبقات الجوراسي والكريطاسي، حيث تكون أقل -الفرشة الرباعية- في حوض زيز بمقدار 56.20 مليون متر مكعب مقارنة بالكمية التي يستقبلها حوض غريس بمقدار 68.16 مليون متر مكعب. يعود السبب في ذلك إلى الفارق الذي يسجل على مستوى حركة التصاعد لتصريف المياه (التصاعد النهري)، حيث يصل في حوض غريس إلى 12 مليون متر مكعب بينما ينعدم في حوض زيز. وقد سجلت هذه الفرشة عجزاً مائياً يقدر بـ 14.82 مليون متر مكعب.

العجز العام على مستوى المنطقة المدروسة يبلغ 14.82 مليون متر مكعب، ويمكن تعويض هذه الكمية من خلال إقامة مشاريع جديدة للتجهيز الهيدروفلاحي، خاصة في منطقة غريس، من خلال تعبئة مياه الفيض التي قد توفر كميات مهمة. يتم ذلك عن طريق إقامة عدة سدود، أهمها سد تاديغوست في أعالي غريس بسعة 28.5 مليون متر مكعب، وسد تمقيت على أسيف إيمز بسعة 9.1 مليون متر مكعب، وسد أكليم على أسيف إيمضر بسعة 7.7 مليون متر مكعب في أعالي تودغى.

يأتي ذلك لتخفيف الضغط على المياه الجوفية في إطار التكامل بين الموارد السطحية المنظمة والفرشات الجوفية. هذا يأتي مع تسجيل العجز، خاصة في السنوات الأقل مطراً، حيث يمكن أن توفر السنوات الرطبة فائضاً كبيراً يمكن الاستفادة منه في السنوات الأقل مطراً.

خاتمة الفصل الرابع

تشير الدراسات إلى أن معدلات الصبيب في منطقة حوض زيز-غريس تتراوح بين 20 و40 متر مكعب في اليوم الواحد، وتتجاوز في بعض المناطق الشمالية 60 متر مكعب. ومع ذلك، يتم استغلال الصبيب بشكل كبير في حوض بوذنيب حيث يصل الصبيب إلى حوالي 15 لتر في الثانية.

فيما يتعلق بملوحة المياه، تتراوح من 0.4 إلى 12.5 جرام لكل لتر، وتختلف هذه القيم حسب المنطقة والتضاريس الجغرافية.

يعتبر التصريف السطحي ومياه الفيضانات ومياه العيون ومياه السقي من بين المصادر الرئيسية لتغذية الفرشات المائية الجوفية، حيث تسهم التساقطات المطرية والثلجية بنسبة كبيرة في تغذية هذه الفرشات، وتعتبر الثلوج الذائبة فوق جبال الأطلس الكبير أحد المصادر المهمة لمياه الصبيب.

من الجدير بالذكر أن كميات الصبيب وتغذية الفرشات تختلف بشكل كبير حسب المنطقة والتضاريس، وتعتمد على عوامل عدة مثل التربة والصخور والتضاريس وكثافة التساقط المطري.

بناءً على المعطيات المتوصل إليها، يمكن تلخيص الوضع المائي بالحوض كالتالي:

- المنطقة المدروسة تعتمد بشكل كبير على المياه الجوفية للاستخدام في الزراعة والاستخدام المنزلي، حيث تسهم التساقطات المطرية والثلجية بنسبة تصل إلى 78% في تغذية الطبقات الجوفية.
- ومع ذلك، تواجه المنطقة تحديات في مواجهة النقص في المياه، خاصة في مناطق حوض زيز-غريس حيث يشير البعض إلى عجز يقدر بحوالي 14.82 مليون متر مكعب سنويًا.

لحل هذه المشكلة، تتمثل بعض الحلول في إقامة مشاريع لتعزيز التزويد بالمياه، مثل بناء السدود ومحطات التجهيز الهيدروفلاحية. على سبيل المثال، يشير تقرير أحدث إلى إقامة سدود مثل سد تاديغوست الذي يمكن أن يوفر حوالي 28.5 مليون متر مكعب من المياه.

الفصل الخامس: تأثيرات التغيرات المناخية على الاتجاه العام للعناصر المناخية بحوض زيز-غريس

مقدمة الفصل الخامس

كمية الأمطار وموسم تساقطها تعدان من العوامل الرئيسية التي تؤثر بشكل مباشر على حياة السكان في الواحات المغربية الموجودة ضمن حوض زيز-غريس. فهي تمثل المصدر الأساسي لتوفير الموارد المائية، حيث تسهم في زيادة حمولة الوديان وتجديد المياه الجوفية. بالإضافة إلى ذلك، فإن كمية الأمطار وموسم تساقطها يحددان نوعية الزراعة الممكنة ومردوديتها، حيث يتوقف نجاح الزراعة واستمراريتها بشكل كبير على كمية الأمطار المتساقطة. ونتيجة لذلك، تتأثر الحياة السكانية والأنشطة الاقتصادية المرتبطة بالقطاع الفلاحي بشكل مباشر بموسم الأمطار وكميتها في المنطقة.

درجة الحرارة تعد عاملاً مهماً آخر في تحديد الظروف المناخية والبيئية في منطقة الدراسة. فهي تلعب دوراً حاسماً في توزيع الضغط الجوي، وبالتالي في حركة الرياح والتبخر وتشكيل السحب وسقوط الأمطار. وهذا التأثير يختلف من منطقة لأخرى، حيث تتميز المناطق ذات الحرارة المرتفعة بتشجيع التبخر والتجفيف، مما يزيد من جفافها ويجعلها صحاري جافة، بينما تشجع المناطق ذات درجات حرارة أقل على تكوين السحب وسقوط الأمطار، مما يجعلها مناطق رطبة تزخر بالموارد المائية.

يعتمد توزيع درجات الحرارة على عدة عوامل، بما في ذلك الموقع الجغرافي للمنطقة والمسافة عن المسطحات المائية، إضافة إلى طبوغرافية السطح والتضاريس المحيطة. كما تلعب توزيع الكتل الهوائية والظواهر الجوية العالمية دوراً هاماً في تشكيل الظروف المناخية المحلية.

ومن تم نهدف من خلال هذا الفصل إلى ما يلي:

- دراسة الاتجاه العام للتساقطات المطرية ودرجة الحرارة؛
- دراسة الحصيلة المائية بحوض زيز-غريس؛
- تحديد بعض مظاهر التغيرات المناخية بحوض زيز-غريس.

I. الاتجاه العام للتساقطات المطرية ودرجة الحرارة نتيجة تنامي ظاهرة التغيرات المناخية

يعبر الاتجاه العام عن التطور الكرونولوجي على المدى البعيد للعنصر المناخي المراد دراسته، وعليه فإن ARLERY وGRISOLLET يعرفانه بكونه " عبارة عن حركة أو تطور زمني لظاهرة مناخية معينة، خلال فترة زمنية طويلة الأمد بيد أنه يمكن تدقيق هذا التعريف بالقول "بأن الاتجاه العام عبارة عن منحنى متجهي (vectoriel)، الذي يسلكه التطور الزمني لظاهرة مناخية معينة، خلال عدة عقود. ويتجسد ذلك على شكل نزعة إما نحو الارتفاع، أو بالعكس نحو الانخفاض، في قيم القياسات الرصدية، الخاصة بتلك الظاهرة". وعلى هذا الأساس، فإن ذلك لا يعني إطلاقا الارتكاز على الاتجاه العام لتساقطات المطرية من أجل القيام بتنبؤات أو إسقاطات مستقبلية، ما دام تساقط المطر يخضع كليا، من الناحية الإحصائية للعشوائية الصرفة (باحو، 2001).

ولدراسة اتجاهات التغير المناخي للتساقطات المطرية والحرارة تم استخدام المتوسطات المتحركة ومعادلة خط الانحدار المستقيم من الدرجة الأولى (التربيعات الصغرى) ثم اختبار مان كاندل **Mann Kendall**، على النحو التالي:

- تعد **دراسة المعدلات المتحركة (المتوسطات المتحركة)** من بين الطرق الإحصائية التي لها ميزة أساسية في دراسة وضعية التساقطات بمجال بحثي معين؛ إذ تُمكننا من معرفة طبيعة معدل التساقطات أو درجة الحرارة هل يتزايد أم يتناقص، لكن مع تحديد مدة زمنية معينة فمثلا تم تحديد 10سنوات في جل المحطات المناخية المعتمدة في هذا البحث.

لحساب المتوسطات المتحركة (5 سنوات مثلا) تطبق العلاقة الآتية (السلوي،2006):

$$X = \frac{X_{i-2} + X_{i-1} + X_i + X_{i+1} + X_{i+2}}{5}$$

حيث تعني **Xi** المتوسطات المتحركة

و X إحدى القيم الفعلية المكونة للسلسلة المدروسة.

ويمكن حساب المتوسطات المتحركة حسب المدة التي يظهر البحث أنها ملائمة، وفي دراستنا هذه اعتمدنا 10 سنوات.

- بالنسبة **لمستقيم الاتجاه أو طريقة التربيعات الصغرى**، فله دلالة مهمة، لأنه يوضح وثيرة تزايد أو تناقص التساقطات او الحرارة، كما يمكنها أن تتجه نحو الاستقرار على طول السلسلة الإحصائية (خلال مدة زمنية معينة)، يمكن لسنة استثنائية رطبة (سنوات الإمطار) أو جافة (الشح في التساقطات المطرية) أن تؤثر كثيرا على النتيجة (المنحى الذي يشكله مستقيم الاتجاه) بل يمكنها أن تؤدي إلى نتيجة عكسية. يمكن الحصول عليه باعتماد المقياس الرياضي "المربعات الصغرى"، ويقدم المستقيم على شكل الآتي:

$$bx - y = a$$

حيث

a : درجة الميل.

y : القيمة المقدرة.

b : القيمة الأصل عند سلم الدوال

x : القيمة الفعلية.

يقصد درجة الميل القيمة المتزايدة (أو المتناقصة) والمرتبطة بالعنصر المناخي وبالعتبة الزمنية المدروسة (هل التساقطات يومية أم شهرية أم سنوية). مثلا إذا أعطت التساقطات السنوية مستقيما للاتجاه على شكل التالي (y= -0,95x+445)، فذلك يعني أنه، خلال كل سنة، تقل التساقطات بحوالي0,9 ملم.

أما عن أصل الدالات (445 ملم في المثال أعلاه)، فيعني القيمة عند سلم الدالات والتي ينطلق منها مستقيم الاتجاه، ونستطيع الحصول على قيم a وb باتباع الطرق الآتية. $a = \bar{X} - bt$ و

$$b = \frac{N(\sum XY) - [(\sum X)(\sum Y)]}{N(\sum X^2) - (\sum Y)^2}$$

☜ **اختبار مان كاندل (Test de Mann et Kendall)** هو اختبار غير معياري يستخدم لتحديد أهمية اتجاه تطور عنصر مناخي معين خلال فترة زمنية محددة. تم تطوير هذا الاختبار بواسطة الباحثين مان (Mann) في عام 1945 وكاندل (Kendall) في عام 1975، وتم تطويره أيضًا بواسطة هيرش (Hirsch) في السنوات 1982، 1984، 1985، و1986.

في هذا الاختبار، يُفترض أن فرضية العدم (H0) تعني عدم وجود اتجاه سواء كان سلبيًا أو إيجابيًا ذي دلالة (Significative) بين البيانات المدروسة. بينما تفترض الفرضية البديلة (H1) وجود اتجاه يكتسي أهمية بالنسبة للظاهرة المدروسة.

يتم تطبيق هذا الاختبار من خلال حساب معامل الرتبة للمتغير الزمني واحتمالية وجود نمط من التغير في البيانات. يتم تحديد عتبة الثقة عادة في 95%، ويتم استخدام القيمة الناتجة من الاختبار لاتخاذ القرار بشأن قبول أو رفض فرضية العدم.

بهذه الطريقة، يمكن استخدام اختبار مان كاندل لتحليل البيانات المناخية وتحديد وجود أو عدم وجود اتجاهات معينة في التغيرات الزمنية للمتغيرات المناخية (SEBBAR,2013).

1-الاتجاه العام للتساقطات المطرية ولدرجة للحرارة بالمغرب (قراءة في الحالة المناخية لسنة 2020)[1]

سنة 2020 شهدت تسجيل أعلى درجات حرارة في المغرب على الإطلاق، وهذا يعكس ارتفاعا ملحوظا في المعدلات الحرارية على مدار السنوات الأخيرة. تجاوز متوسط درجات الحرارة المسجلة في 2020 المعدل المناخي العادي بمقدار يصل إلى حوالي 1.4 درجة مئوية. كما تميزت هذه السنة بانخفاض كبير في كميات الأمطار في جميع أنحاء البلاد.

من الجدير بالذكر أن شهر فبراير ويوليوز كانا من بين الشهور الاستثنائية، حيث كان فبراير جافا للغاية ودافئا، في حين تميز شهر يوليوز بحرارة شديدة وتسجيل أرقام قياسية في عدة مناطق من المملكة. على سبيل المثال، سجلت مدينة فاس درجات حرارة قياسية جديدة للمعدل الشهري للحرارة العليا، مع تجاوزها للرقم السابق بمقدار 2.24 درجة مئوية. وكان هناك أيضًا ارتفاع في درجات الحرارة الدنيا، حيث سجلت مدينة المحمدية رقمًا قياسيًا للمعدل الشهري للحرارة الدنيا.

[1] **Direction Générale de la Météorologie, (2020)** Maroc, Etat du climat en 2020.

فيما يتعلق بكميات الأمطار، فقد سجلت سنة 2020 عجزا شاملا في التساقطات، حيث بلغ العجز أكثر من 50% في بعض المناطق شمال مراكش وسوس ماسة والأطلس الصغير، وانعدمت تقريبًا في المناطق الجنوبية بما في ذلك منطقة الدراسة. هذه السنة كانت واحدة من بين الأعوام الأربعة الأكثر جفافًا منذ عام 1981، مما أثر على الإنتاج الوطني للحبوب وأدى إلى انخفاض حاد بنسبة تصل إلى 39% مقارنة بالمواسم السابقة.

سنة 2020 شهدت في المغرب سلسلة من الظواهر الجوية القصوى التي تسببت في أضرار جسيمة وخسائر كبيرة. تضمنت هذه الظواهر موجات حر شديدة خلال فصل الصيف، وعواصف رعدية قوية، ورياح عاتية بسرعة تقدر بنحو 100 كيلومتر في الساعة، بالإضافة إلى سقوط بَرَد كثيف في السادس من يونيو، مما ألحق أضرارًا بمساحات تقدر بحوالي 900 هكتار من المحاصيل الفلاحية في منطقة سايس والأطلس المتوسط.

كما شهدت السواحل المغربية الأطلسية حالتين استثنائيتين من الأمواج العاتية، حيث بلغ ارتفاع بعضها الحد الأقصى المقدر بـ 10 أمتار، وحدث ذلك في الـ 29 من أكتوبر والـ 5 من ديسمبر 2020، مما تسبب في أضرار مادية جسيمة في بعض المناطق الساحلية.

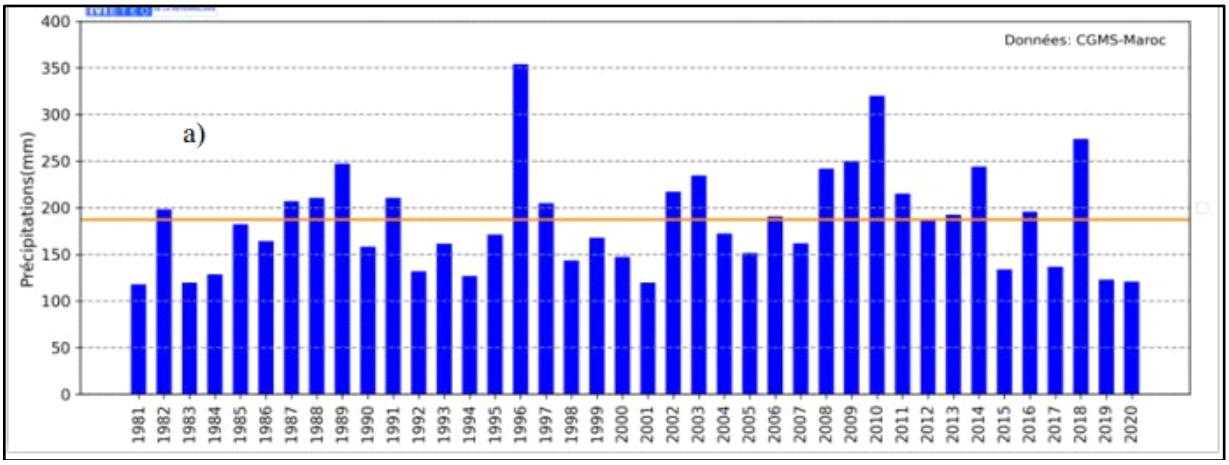
هذه الظواهر الجوية القصوى لها تأثير كبير على البنية التحتية والاقتصاد المحلي، وتستدعي تدخلا فوريًا لتقليل الخسائر وتأمين السلامة العامة.

1-1 الاتجاه العام للتساقطات المطرية بالمغرب ما بين 1981 و2020

سجل متوسط تساقط الأمطار السنوي التراكمي على المستوى الوطني في سنة 2020 أقل بكثير من المعدل الطبيعي المسجل في السنوات السابقة. يظهر الشكل رقم 71 هذا الانخفاض بشكل واضح. فقد كانت كميات الأمطار في عام 2020 تقترب من المعدلات الأكثر جفافاً في السنوات السابقة، مثل عامي 1981 و1983 و2001. وبالتالي، يمكن تصنيف سنة 2020 من بين السنوات الأربع الأكثر جفافاً منذ عام 1981.[1]

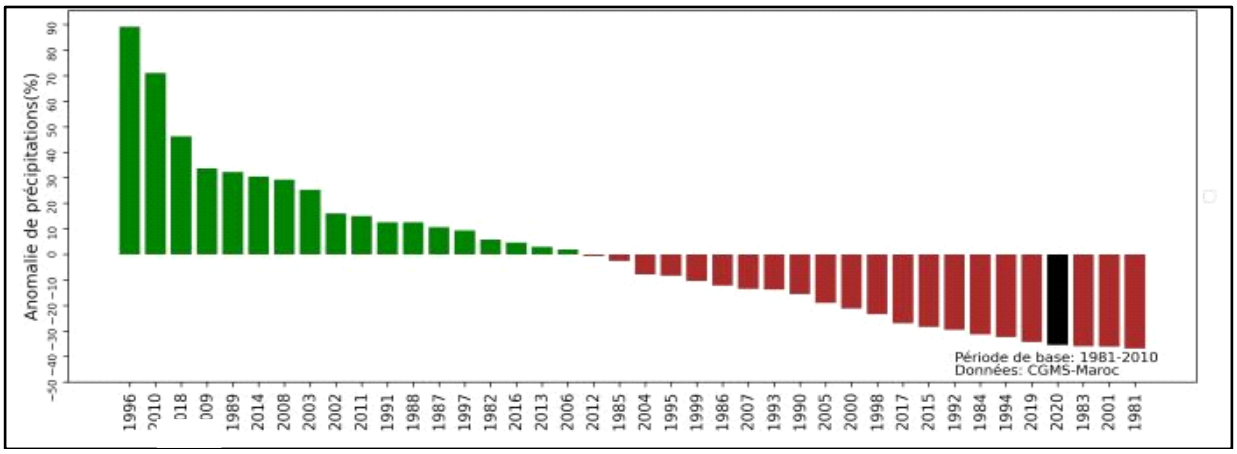
[1] **Direction Générale de la Météorologie, (2020)** Maroc, Etat du climat en 2020.

شكل رقم 71 : تطور متوسط التساقطات السنوية بالمغرب ما بين 1981 و2020



المصدر D.G.M, Etat du climat Maroc en 2020

شكل رقم 72 : انحراف التساقطات المطرية بالنسبة المئوية عن المعدل بالمغرب(1981-2020)



المصدر D.G.M, Etat du climat Maroc en 2020

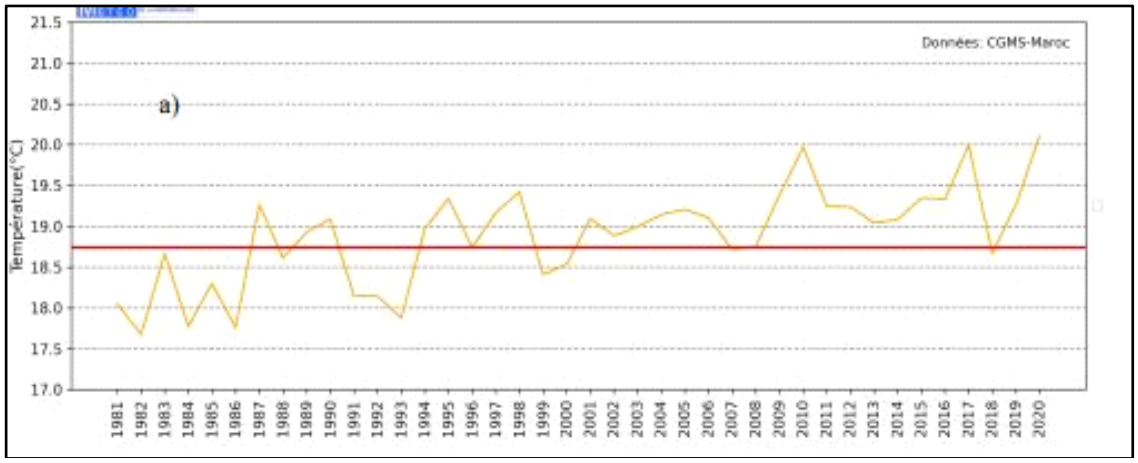
الشكل رقم 72 يبين تصنيف الانحرافات النسبية لتساقط الأمطار السنوي التراكمي مقارنة بالمعدل العام على مدى الفترة المدروسة. يُلاحظ من الشكل أن عدد السنوات الجافة يصل إلى 22 سنة، بينما تبلغ عدد السنوات الرطبة 18 سنة. ويتبين أن سنتي 1981 و2020 من بين السنوات الأكثر جفافاً طوال المدة المدروسة.

1-2-الاتجاه العام لدرجة الحرارة بالمغرب ما بين 1981 و2020

بلغ المتوسط الوطني السنوي لدرجة الحرارة حوالي 20.1 درجة مئوية، كما هو موضح في الشكل رقم 73. وتعد هذه القيمة الأعلى منذ سنة 1981، حيث تمثل استثناء بزيادة تقدر بحوالي 1.4 درجة مئوية مقارنة بالمعدل العام المحصل عليه خلال الفترة (1981-2010) والذي قدر ب 18.7 درجة مئوية. وبناءً على هذه القيمة، تعتبر سنة 2020 السنة الأكثر سخونة على الإطلاق في المغرب، بعد سنتي 2010 و2017[1].

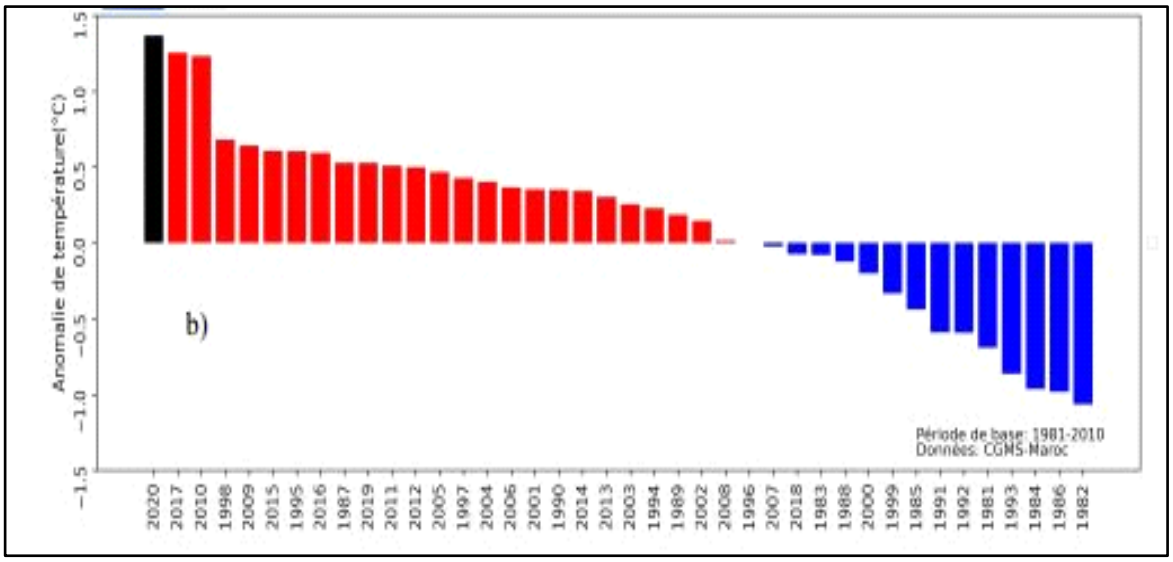
[1] **Direction Générale de la Météorologie, (2020)** Maroc, Etat du climat en 2020.

شكل رقم 73 : تطور متوسط الحرارة السنوية بالمغرب ما بين 1981 و2020



المصدر D.G.M, Etat du climat Maroc en 2020

شكل رقم 74 : انحراف درجة الحرارة عن المعدل بالمغرب (1981-2020)



المصدر بتصرف D.G.M, Etat du climat Maroc en 2020

يوضح الشكل رقم 74 تصنيف انحرافات المتوسط السنوي لدرجة الحرارة عن المعدل العام (1981-2010). وقد بلغ عدد السنوات التي تجاوزت المتوسط العام حوالي 26 سنة، مما يشير بوضوح إلى وجود اتجاه تصاعدي في درجات الحرارة. هذا المعدل قد ينعكس لا محالة على الموارد المائية السطحية، حيث من الممكن أن يزداد نشاط التبخر نتيجة للارتفاع المستمر في درجات الحرارة.

2-الاتجاه العام للعناصر المناخية بحوض زيز-غريس (1960-2019)

بعد عرضنا للاتجاه العام للتساقطات المطرية ودرجة الحرارة في المغرب، والتي أظهرت عجزاً في التساقطات المطرية بنسبة تقدر بحوالي 33% خلال الموسم الزراعي الممتد من سبتمبر 2019 إلى غشت 2020، وزيادة في درجة الحرارة بمقدار 1.4 درجة مئوية في عام 2020، سنعمل الآن على دراسة الاتجاه العام للتساقطات المطرية ودرجة الحرارة والتبخر في حوض زيز-غريس.

هذه الدراسة ستسلط الضوء على معدلات التساقطات المطرية وتغيرات درجات الحرارة في المنطقة، وكذلك التأثير المحتمل لزيادة التبخر على الموارد المائية السطحية. سيتم تحليل البيانات الزمنية للتساقطات المطرية ودرجات الحرارة ومعدلات التبخر لفترة زمنية محددة في حوض زيز-غريس، بهدف فهم الاتجاهات الطويلة المدى والتغيرات السنوية في هذه العوامل المناخية الرئيسية.

باستخدام الأدوات الإحصائية المناسبة مثل اختبار مان كاندل، سنقوم بتحليل البيانات لتحديد ما إذا كان هناك اتجاهات ملحوظة في التساقطات المطرية ودرجات الحرارة ومعدلات التبخر على مر الزمن في حوض زيز-غريس. سيتيح ذلك لنا فهم أفضل للتغيرات المناخية التي تؤثر على الموارد المائية في المنطقة والتي يمكن أن توجه جهود تدبير وتخطيط الموارد المائية في المستقبل.

2-1-الاتجاه العام للتساقطات المطرية بحوض زيز-غريس ما بين 1960 و2019

أ-الاتجاه العام للتساقطات المطرية بعالية حوض زيز-غريس

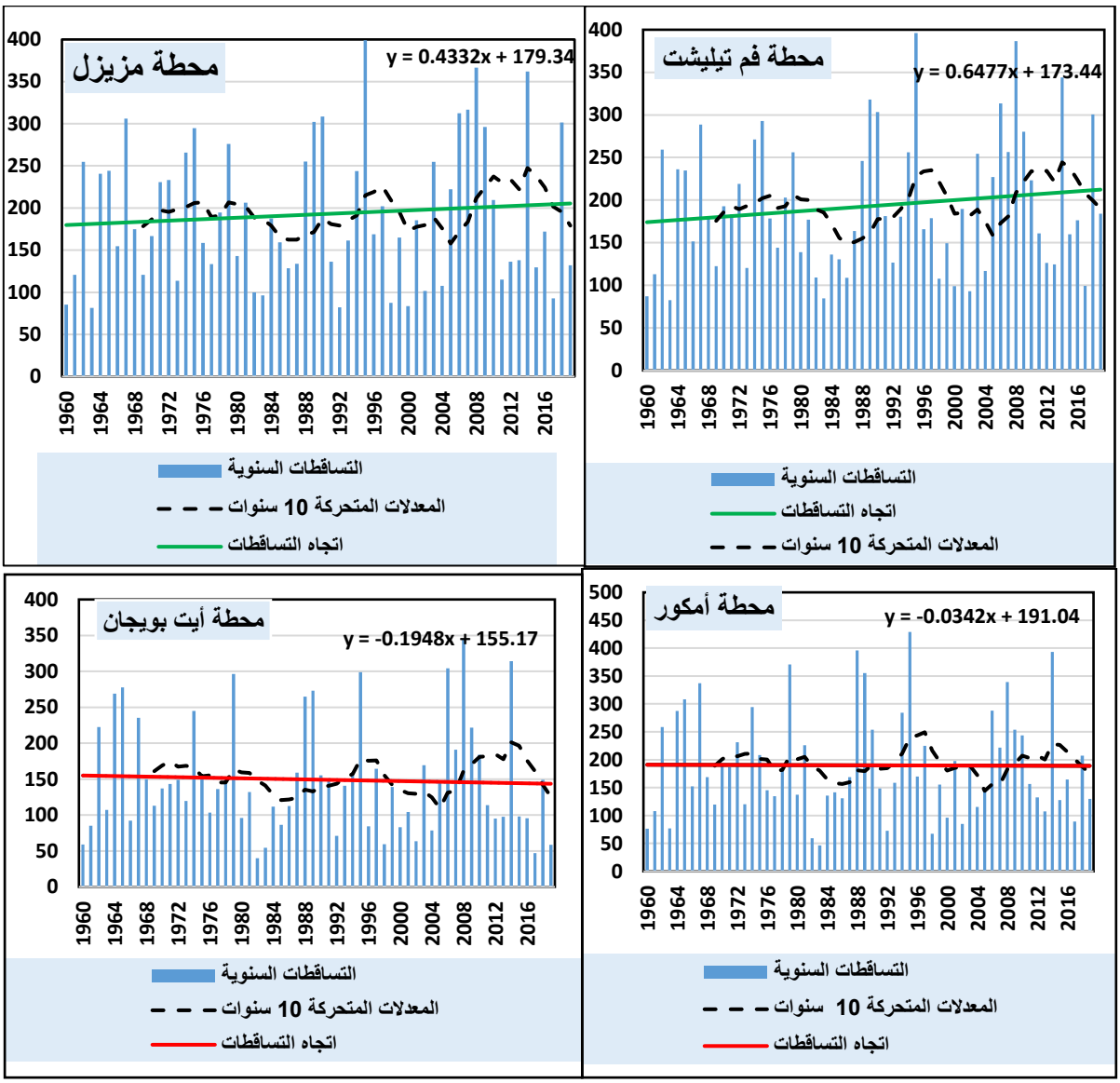
تبين الأشكل رقم 75 الاتجاه العام لكمية الأمطار السنوية في حوض زيز-غريس خلال الفترة من عام 1960 إلى عام 2019. يشير التحليل إلى اتجاهات متفاوتة لكمية الأمطار في المنطقة.

في **حوض زيز**، تشير البيانات المقدمة من محطة فم تيليشت إلى اتجاه ميل نحو التزايد في كمية الأمطار السنوية بمعدل تقديري يبلغ 0.6 ملم في كل سنة. بالمثل، تشير بيانات محطة مزيزل إلى اتجاه مماثل للتزايد بمعدل تقديري يبلغ 0.5 ملم في كل سنة.

أما في **حوض غريس**، فإن البيانات المقدمة من محطة أموكر تشير إلى اتجاه ميل نحو التناقص في كمية الأمطار السنوية بمعدل تقديري يبلغ 0.03 ملم في كل سنة، بينما تشير بيانات محطة أيت بويجان إلى اتجاه مماثل للتناقص بمعدل تقديري يبلغ 0.19 ملم في كل سنة.

يظهر هذا التحليل التغيرات المتباينة في كمية الأمطار على مر الزمن في منطقة حوض زيز-غريس، مما يشير إلى التنوع الكبير في الأنماط المناخية في المنطقة وضرورة متابعة البحوث الجوية لفهم العوامل المؤثرة في هذه الاتجاهات وتوجيه السياسات والتخطيطات بشكل فعّال لتدبير الموارد المائية في المنطقة.

الأشكال رقم 75 : الاتجاه العام للأمطار بمحطات عالية حوض زيز-غريس ما بين 1960 و2019



المصدر: وكالة الحوض المائي كيرزيز غريس، 2020 (بتصرف)

بناءً على الاستفسارات المطروحة وحاجة البحث إلى التحقق من صحة النتائج المستخلصة في الأشكال السابقة، فقد تم اتخاذ عدة إجراءات للتحقق من النتائج وتأكيدها. من بين هذه الإجراءات:

- **إقصاء عقد الثمانينات:** تم استبعاد البيانات المتعلقة بفترة الثمانينات من التحليل لأنها شهدت فترة جفاف طويلة، مما قد يؤثر على صحة النتائج ويجعلها غير ممثلة للوضع العام.
- **إقصاء السنوات ذات التساقطات الاستثنائية:** تم استبعاد السنوات التي شهدت تساقطات مطرية استثنائية تفوقت عن المعدل العام بشكل كبير (1995 و2008 ثم سنة 2014)، وذلك لتجنب تأثيرها على النتائج وضمان دقتها.

بعد تطبيق هذه الإجراءات، يمكن أن يتم التحقق من صحة الاتجاهات العامة المستنتجة من البيانات وتأكيدها بشكل أفضل، وبالتالي يمكن استخدام النتائج بثقة في التحليلات اللاحقة واتخاذ القرارات المستندة إليها في تدبير الموارد المائية والتخطيط لمواجهة التحديات المناخية في المنطقة المدروسة.

جدول رقم 33: المتوسطات المتحركة للأمطار بالمحطات العليا لحوض زيز-غريس ما بين سنتي 1960 و2019

محطة الرصد	قيمة المتغير (a) باعتبار عقد الثمانينات	قيمة المتغير (a) باستثناء عقد الثمانينات	قيمة المتغير (a) بتحييد سنوات (1995 -2008- 2014)	طبيعة اتجاه التساقطات
فم تيليشت	+0.64	+0.42	+0.62	تزايد
مزيزل	+0.52	+0.47	+0.16	تزايد
أموكر	-0.03	-0.16	-0.61	تناقص
أيت بويجان	-0.19	-0.40	-0.47	تناقص

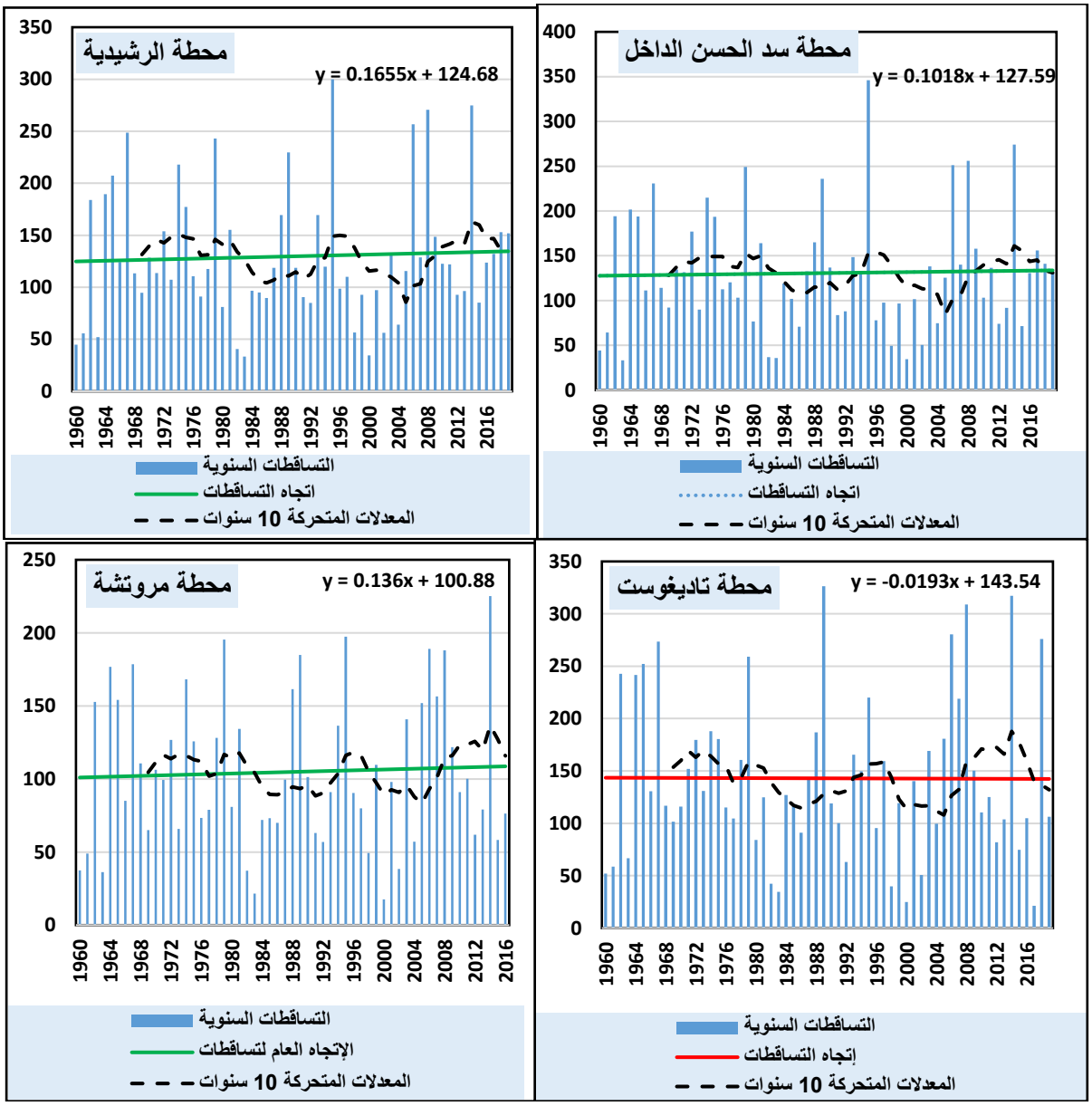
المصدر: وكالة الحوض المائي كيرزيزغريس، 2020 (بتصرف)

تأكيد النتائج بعد تطبيق الإجراءات المشار اليها يعزز موثوقية الدراسة وصحة الاستنتاجات. تبين أن محطتي فم تيليشت ومزيزل شهدتا منحىً نحو التزايد في كمية الأمطار، في حين عرفت محطتي أموكر وأيت بويجان منحىً نحو التناقص. رغم أن إقصاء عقد الثمانينات أدى إلى انخفاض طفيف في معدل التزايد، إلا أن النتائج لا تزال توحي بالاتجاهات العامة الموضحة. هذه النتائج تعزز فهمنا لتغيرات النظام المناخي في المنطقة المدروسة وتوجهنا نحو اتخاذ الإجراءات اللازمة لمواجهة التحديات البيئية والمناخية في المستقبل.

ب-الاتجاه العام للتساقطات المطرية بالمحطات الوسطى لحوض زيز-غريس

تحليل الاتجاه العام لكمية الأمطار السنوية في المحطات الوسطى للحوض يُظهر ميلاً نحو التزايد بشكل طفيف في محطتي الرشيدية وسد الحسن الداخل بحوض زيز، حيث سجلت معدلات زيادة تقدر بحوالي 0.16 و0.10 ملم في السنة على التوالي. أما في محطات حوض غريس، فقد لوحظ وجود ميل نحو التناقص بمحطة تاديغوست بحوالي 0.09 ملم، في حين سجلت محطة مروتشة في نفس الحوض ارتفاعًا بلغ حوالي 0.13 ملم في السنة.

شكل رقم 76 : الاتجاه العام للأمطار بالمحطات الوسطى لحوض زيز-غريس ما بين 1960 و2019



المصدر: وكالة الحوض المائي كيرزيزغريس، 2020 (بتصرف)

من أجل تأكيد النتائج التي توصلنا إليها تساءلنا مرة أخرى: هل فعلا كمية التساقطات في بعض المحطات تتجه نحو التزايد؟ أم أن بعض المتغيرات في السلسلة المدروسة أدت إلى تضليل الواقع المناخي للمحطة الوسطى بحوض زيز-غريس؟ وهو ما دفعنا للتحقق عبر عدة إجراءات من أهمها:

- إقصاء عقد الثمانينات لكونه عرف أطول فترة جفاف، وسجلت المحطات خلاله معدلات دنيا في بعض السنوات مما قد يكون سببا في هذه النتائج.
- إقصاء السنوات التي عرفت فيها جميع المحطات تساقطات استثنائية فاقت المعدل بضعفين ويتعلق الأمر بكل من سنتي 1995 و2008 ثم سنة 2014.

جدول رقم 34: المتوسطات المتحركة للأمطار بمحطات الرصد الوسطى بحوض زيز-غريس ما بين 1960 و2019

محطة الرصد	قيمة المتغير (a) باعتبار عقد الثمانينات	قيمة المتغير (a) باستثناء عقد الثمانينات	قيمة المتغير (a) بتحييد سنوات (1995 -2008- 2014)	طبيعة اتجاه التساقطات
تاديغوست	-0.01	-0.08	-0.4	تناقص
سد الحسن الداخل	+0.10	+0.12	-0.34	تزايد
الرشيدية	+0.16	+0.19	-0.28	تزايد
مروتشة	+0.13	+0.19	-0.25	تزايد

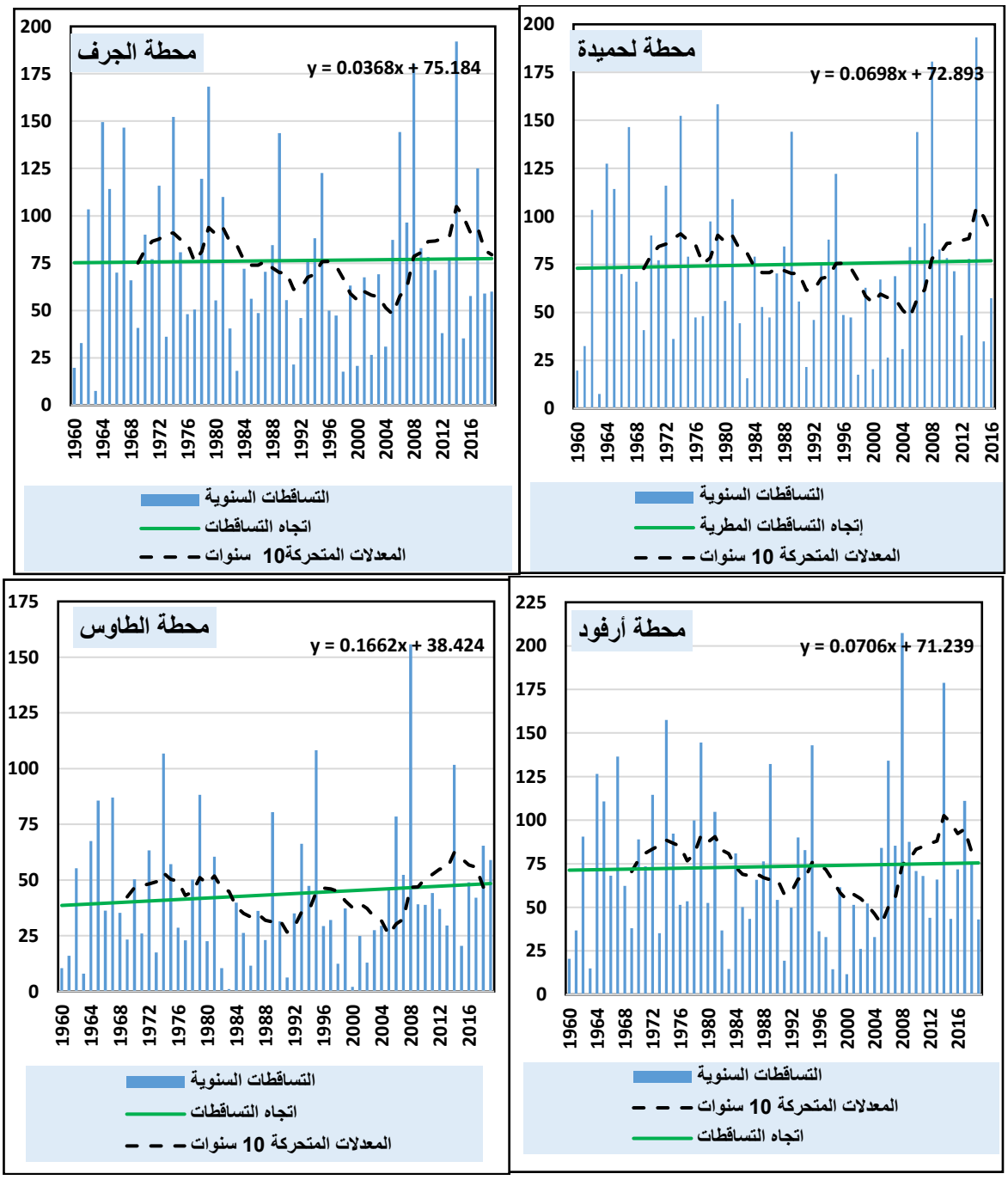
المصدر: وكالة الحوض المائي كيرزيزغريس، 2020 (بتصرف)

بعد تطبيق الإجراءات المذكورة، تم تأكيد النتائج مرة أخرى، حيث أظهرت المحطات الوسطى في حوض زيز-غريس ميلًا نحو التزايد في كمية الأمطار السنوية، باستثناء محطة تاديغوست التي سجلت ميلاً نحو التناقص. رغم إقصاء فترة الثمانينات الجافة، إلا أن باقي المحطات استمرت في الحفاظ على نزعتها الموجبة.

ج-الاتجاه العام للتساقطات المطرية بالمحطات السهلية لحوض زيز-غريس

بناءً على الأشكال رقم 77، يظهر أن جميع المحطات الموجودة في المناطق السهلية بحوض زيز-غريس، والتي تشمل سهل تافيلالت، قد سجلت ميلًا طفيفًا نحو التزايد في كمية الأمطار خلال فترة الدراسة الممتدة لـ 59 سنة. على سبيل المثال، سجلت محطة الطاوس أعلى قيمة للتزايد وصلت إلى 0.16 + ملم في كل سنة، تليها محطة أرفود بنسبة 0.07 + ملم.

شكل رقم 77 : الاتجاه العام للأمطار بالمحطات السهلية بحوض زيز-غريس ما بين 1960 و2019



المصدر: وكالة الحوض المائي كيرزيزغريس، 2020 (بتصرف)

ومن أجل تأكيد النتائج التي توصلنا إليها قمنا بتتبع نفس الإجراءات التي طبقناها في المحطات السابقة وذلك عن طريق:

- إقصاء عقد الثمانينات لكونه عرف أطول فترة جفاف، وسجلت المحطات خلاله معدلات دنيا في بعض السنوات مما قد يكون سببا في هذه النتائج.
- إبعاد السنوات التي عرفت فيها جميع المحطات تساقطات مطرية استثنائية فاقت المعدل بضعفين ويتعلق الأمر بكل من سنتي 1995 و2008 ثم سنة 2014.

جدول رقم 35: المتوسطات المتحركة للأمطار بمحطات السهلية بحوض زيز–غريس ما بين 1960 و2019

محطة الرصد	قيمة المتغير (a) باعتبار عقد الثمانينات	قيمة المتغير (a) باستثناء عقد الثمانينات	قيمة المتغير (a) بتحييد سنوات (1995 -2008- 2014)	طبيعة اتجاه التساقطات
لحميدة	+0.06	+0.20	-0.30	تزايد
الجرف	+0.03	+0.12	-0.20	تزايد
أرفود	+0.07	+0.16	-0.24	تزايد
الطاوس	+0.16	+0.19	-0.07	تزايد

المصدر: وكالة الحوض المائي كيرزيزغريس، 2020 (بتصرف)

- عرفت كل المحطات ميلا طفيفا نحو التزايد في السلسلة المطرية لمدة 60 سنة؛
- حافظت المحطات المدروسة على وضعيتها الموجبة نحو الارتفاع؛
- تغير منحى اتجاه التساقطات المطرية نحو التناقص بعد إقصاء السنوات الأكثر رطوبة، الشيء الذي يؤكد أنها السنوات المسؤولة عن توازن السلسلة المطرية بكل المحطات، فحضورها يكون إيجابيا وغيابها يكون العكس.

وعموما يجب أخذ نتائج الاتجاه العام للتساقطات المطرية في كل المحطات المدروسة بالكثير من الحذر، وذلك راجع من جهة أولى إلى أن فترة القياس بمحطات الرصد غير متماثلة من حيث الطابع التضاريسي، ومن جهة ثانية كون فترة القياس (الفترة المدروسة 2019/1960) تزامنت مع سنوات جافة طويلة (الثمانينات والتسعينات).

بناءً على نتائج الجدول 35 نستنتج النقط الآتية:

- ميل جميع المحطات نحو التزايد في السلسلة المطرية لمدة 59 سنة يشير إلى وجود اتجاه عام إيجابي لزيادة كمية الأمطار في المنطقة.
- استمرار المحطات في الحفاظ على وضعيتها الموجبة نحو الارتفاع يعزز الاستنتاجات بشأن زيادة كمية الأمطار في المنطقة خلال الفترة المدروسة.
- تغير منحى اتجاه التساقطات المطرية بعد إقصاء السنوات الأكثر رطوبة يشير إلى أهمية تلك السنوات في توازن السلسلة المطرية، حيث يكون حضورها إيجابيًا وغيابها يؤثر بشكل سلبي على كمية الأمطار.
- يجب أخذ نتائج الاتجاه العام للتساقطات المطرية بالحذر بسبب عوامل متعددة مثل عدم تماثل الفترات الزمنية للقياس وتأثير الظروف الطبيعية المتغيرة على السلوك المناخي.

هذه الملاحظات تعزز أهمية مواصلة البحث وتحليل البيانات لفهم الأنماط المناخية بشكل أفضل وتطبيق التدابير اللازمة لمواجهة التحديات المناخية المستقبلية.

بموجب نتائج اختبار مان وكاندل، يمكننا التحقق من الاتجاه الإجمالي للتغيير في كمية الأمطار عبر المحطات. يتم ذلك من خلال تقييم ما إذا كان هناك اتجاه ملحوظ إيجابي أو سلبي في تغيير كمية الأمطار على مدى السنوات المدروسة.

جدول رقم 36: تطبيق اختبار مان وكاندال لتحديد اتجاه التساقطات المطرية بحوض زيز-غريس

محطة الرصد	نتيجة الاختبار (P.value)	أهمية اتجاه التساقطات المطرية السنوية
فم تيليشت	+ 0,032	↑ (اتجاه إيجابي) غير ذي دلالة (Non significative)
مزيزل	+ 0,16	↑ (اتجاه إيجابي) غير ذي دلالة (Non significative)
أموكر	- 0,043	↓ (اتجاه سلبي) غير ذي دلالة (Non significative)
أيت بويجان	- 0,07	↓ (اتجاه سلبي) غير ذي دلالة (Non significative)
تاديغوست	- 0,059	↓ (اتجاه سلبي) غير ذي دلالة (Non significative)
مروتشة	- 0,012	↓ (اتجاه سلبي) غير ذي دلالة (Non significative)
الرشيدية	+ 0,017	↑ (اتجاه إيجابي) غير ذي دلالة (Non significative)
سد الحسن الداخل	- 0,059	↓ (اتجاه سلبي) غير ذي دلالة (Non significative)
لحميدة	- 0,033	↓ (اتجاه سلبي) غير ذي دلالة (Non significative)
الجرف	- 0,017	↓ (اتجاه سلبي) غير ذي دلالة (Non significative)
أرفود	- 0,043	↓ (اتجاه سلبي) غير ذي دلالة (Non significative)
الطاوس	- 0,080	↓ (اتجاه سلبي) غير ذي دلالة (Non significative)

المصدر: بتصرف عن وكالة الحوض المائي كيرزيزغريس، 2020

بناءً على نتائج اختبار مان وكاندل، يبدو أن هناك اتجاهًا عامًا لتغيير كمية الأمطار في حوض زيز-غريس، ولكنه ليس بشكل ملحوظ من حيث الدلالة الإحصائية. يعني قبول فرضية العدم (H0) يشير إلى أن التغييرات في كمية الأمطار ليست بما يكفي لتكون ذات دلالة إحصائية.

يبدو أن المحطات المختلفة قد سجلت اتجاهات متباينة في تغير كمية الأمطار، حيث سجلت بعض المحطات زيادة طفيفة في كمية الأمطار بينما سجلت المحطات الأخرى اتجاهًا نحو التناقص. يمكن أن يعزى هذا التباين في النتائج إلى العوامل المناخية المحلية والمتغيرات البيئية التي تؤثر على نمط تساقط الأمطار في كل منطقة.

إجمالًا، يبدو أن تقديرات اتجاهات تغيير كمية الأمطار في حوض زيز-غريس تختلف بين المحطات، ويرجع ذلك جزئيًا إلى التباين في الظروف المناخية والبيئية في كل منطقة، وهذا يبرز أهمية دراسة التغيرات المناخية على المستوى المحلي.

2-2-الاتجاه العام لدرجة الحرارة بحوض زيز-غريس ما بين 1982– 2018

كما تم تطبيق طرائق تحديد اتجاه التساقطات المطرية (المتوسطات المتحركة، والانحدار الخطي البسيط، واختبار مان وكاندال)، سنعمل على تحديد الاتجاه الذي سترسمه درجة الحرارة في المحطات المدروسة بحوض زيز-غريس.

أ-المتوسطات المتحركة

تبين من النتائج التي في الجدول رقم 37 أن هناك اتجاهًا حراريًا واضحًا في حوض زيز، والذي يتمثل في زيادة درجات الحرارة على مدى الفترة المدروسة، باستثناء بعض التقلبات الطفيفة في بعض المحطات مثل محطة الطاوس التي شهدت انخفاضًا طفيفًا في درجات الحرارة. يشير هذا الاتجاه إلى أن التغيرات المناخية في المنطقة قد تجاوزت المتوسطات التاريخية وتتجه نحو زيادة درجات الحرارة، مما قد يؤثر على نظام البيئة والموارد المائية في المنطقة.

يجب دراسة تأثير هذا الاتجاه الحراري على البيئة والموارد المائية بالتفصيل لفهم تأثيراته الكاملة. قد ينتج عن زيادة درجات الحرارة تغيرات في نمط التساقط ونسبة التبخر، مما قد يؤثر على توزيع المياه والنباتات والحياة البرية في المنطقة. يتطلب هذا التحليل المزيد من الدراسات والتقييمات لتطوير استراتيجيات فعّالة لتدبير الموارد المائية والحفاظ على التوازن البيئي في المنطقة.

جدول رقم 37: الفرق بين المتوسطات السنوية لدرجة الحرارة للفترتين الزمنيتين (2000/1982) و (2001/ 2018) بحوض زيز

الحوض	المحطة	الفترة	عدد السنوات	المتوسط السنوي للحرارة	فرق المتوسطات	متوسط التزايد
زيز	سد الحسن الداخل	الأولى	19	30,7	0,5	0,5
		الثانية	18	31,2		
	أرفود	الأولى	19	32,6	1,1	
		الثانية	18	33,7		
	الطاوس	الأولى	19	34,4	-0,2	
		الثانية	18	34,2		
الحوض	**المحطة**	**الفترة**	**عدد السنوات**	**المتوسط السنوي للحرارة**	**فرق المتوسطات**	**متوسط تزايد الحرارة**
غريس	أيت بويجان	الأولى	19	29,3	0,9	1,5
		الثانية	18	30,3		
	أموكر تاغية	الأولى	19	27,1	2,6	
		الثانية	18	29,7		
	تاديغوست	الأولى	19	30,9	1,0	
		الثانية	18	31,9		

المصدر: وكالة الحوض المائي كيرزيزغريس، 2020 (بتصرف)

بناءً على معطيات الجدول رقم 37، يمكن ملاحظة أن الاتجاه العام لدرجات الحرارة يسير نحو التزايد في حوض زيز، حيث بلغ المتوسط العام لدرجات الحرارة خلال فترة 37 سنة (1982-2018) زيادة تقدر بحوالي 0.5 درجة مئوية. وقد توزعت هذه الزيادة في المحطات على النحو التالي:

- في محطة سد الحسن الداخل، بلغت الزيادة حوالي 0.5 درجة مئوية.
- أما في محطة أرفود، فقد سجلت زيادة تقدر بحوالي 1.1 درجة مئوية.
- بينما شهدت محطة الطاوس اتجاهًا نحو الانخفاض لدرجات الحرارة بمقدار 0.2 درجة مئوية.

في حوض غريس، لاحظنا أيضًا اتجاهًا عامًا لارتفاع درجات الحرارة، حيث بلغ متوسط الزيادة خلال فترة 37 سنة 1.5 درجة مئوية، وهو متوسط يفوق حوض زيز بدرجة مئوية واحدة. توزعت هذه الزيادة كما يلي:

- في محطة أيت بويجان، بلغت الزيادة حوالي 0.9 درجة مئوية.
- أما في محطة تاديغوست، فقد سجلت زيادة تقدر بحوالي 1 درجة مئوية.
- أما محطة أموكر تاغية، فقد سجلت قيمة زيادة متطرفة عن الباقي، وصلت إلى 2.6 درجة مئوية.

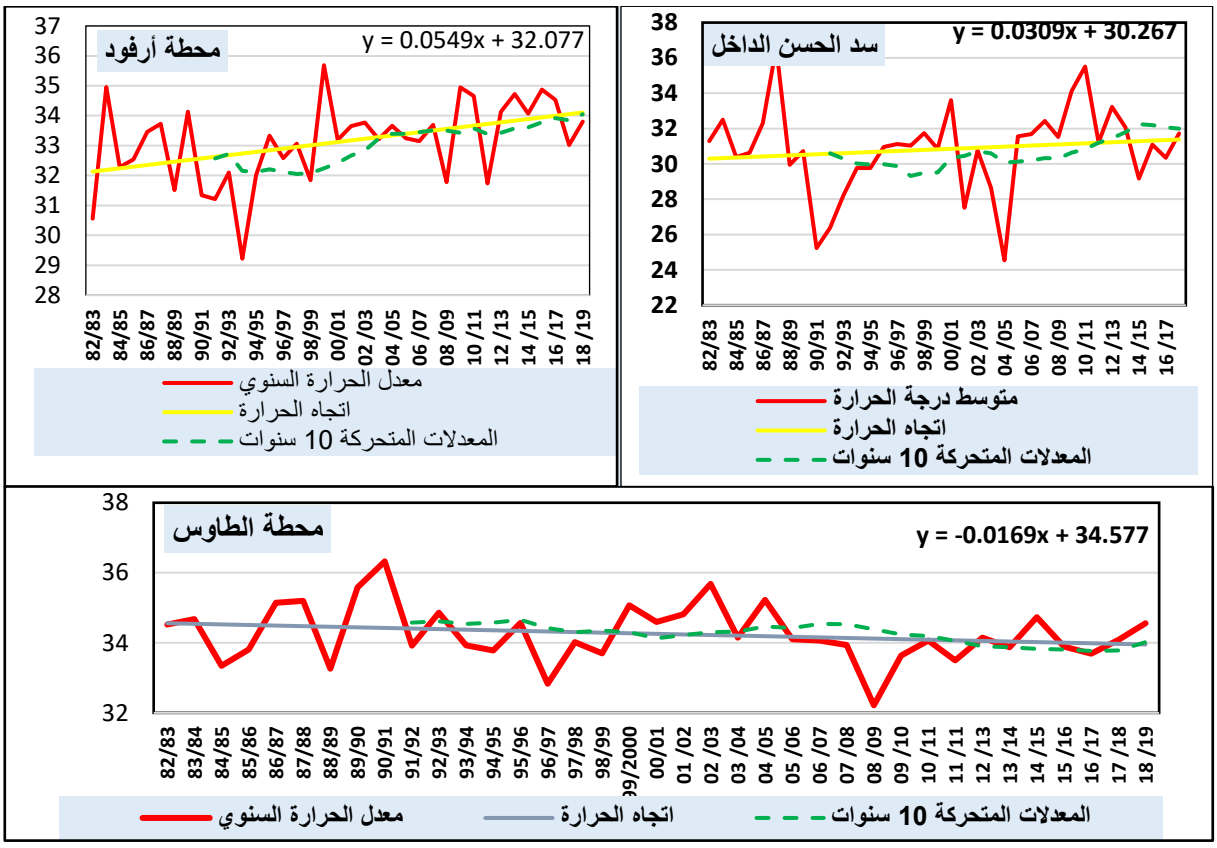
هذه المؤشرات تظهر أن حوض غريس يشهد ارتفاعًا في درجات الحرارة بمعدل أعلى من حوض زيز، مما يؤكد على أهمية دراسة التغيرات المناخية في هذه المنطقة وتأثيرها المحتمل على البيئة والمجتمعات المحلية.

ب-طريقة التربيعات الصغرى (الانحدار الخطي البسيط) واختبار مان كاندال لتحديد اتجاه الحرارة

إن دراسة اتجاه معدلات التساقطات المطرية ودرجات الحرارة تعتبر ذات أهمية كبيرة لفهم التغيرات المناخية في منطقة حوض زيز-غريس. طرق التحليل مثل مستقيم الاتجاه وطريقة التربيعات الصغرى تساعد في تحديد وثيرة زيادة أو انخفاض معدلات التساقط المطري ودرجات الحرارة على مر السنين.

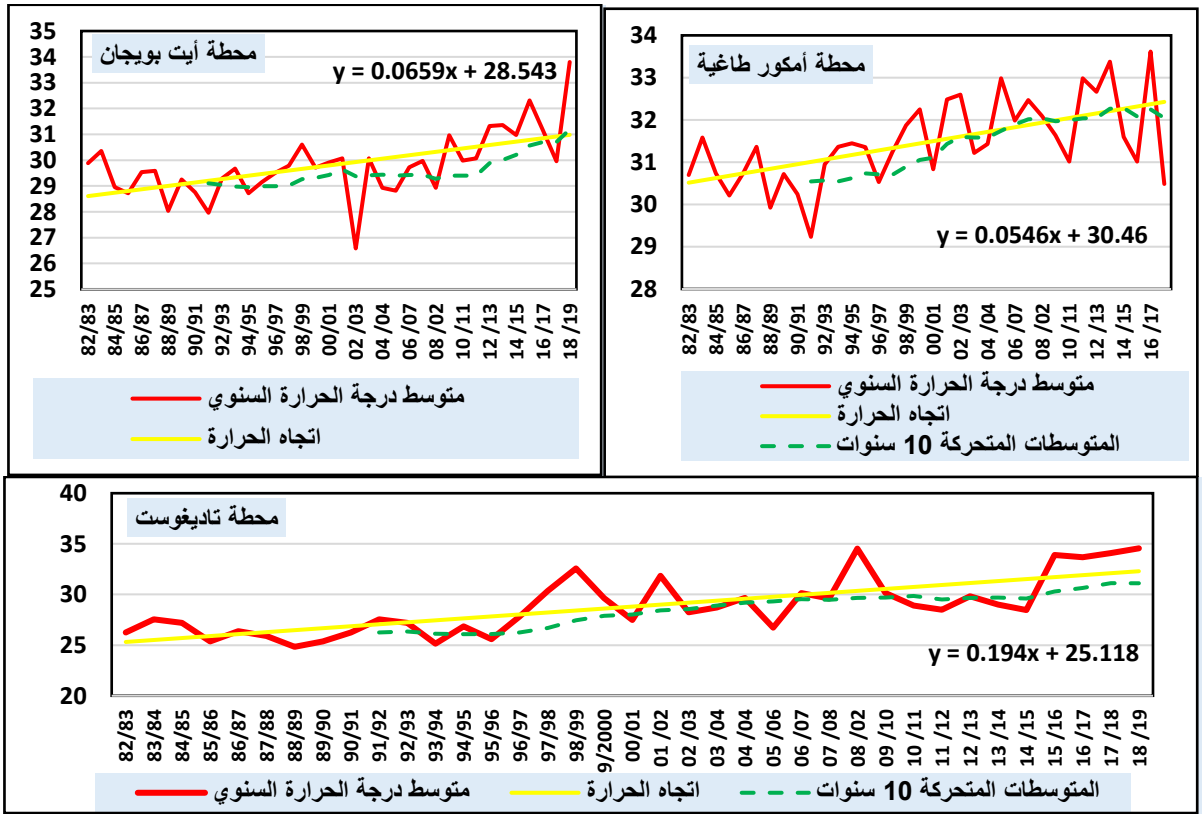
من خلال الأشكال 78 و79، يمكن ملاحظة الاتجاه العام لزيادة درجات الحرارة في حوض زيز وغريس خلال الفترة المدروسة. كما يوضح الرسم البياني للتربيعات الصغرى زيادة ثابتة في درجات الحرارة مع مرور الزمن.

شكل رقم 78 : اتجاه الحرارة السنوية بمحطات حوض زيز من 1982 إلى 2018



المصدر: وكالة الحوض المائي كيرزيز غريس، 2020 (بتصرف)

شكل رقم79 : اتجاه الحرارة السنوية بمحطات حوض غريس من 1982 إلى 2018



المصدر: وكالة الحوض المائي كيرزيز غريس، 2020 (بتصرف)

تأكيد قبول فرضية العدم (H0) في جميع المحطات يشير إلى أن هناك اتجاهًا عامًا لزيادة درجات الحرارة في حوض زيز-غريس خلال الفترة المدروسة. حسب حوضي زيز وغريس كالآتي:

- **حوض زيز:** متوسط زيادة درجة الحرارة في محطة أموكر: 0.53 درجة مئوية. متوسط زيادة درجة الحرارة في محطة أرفود: 0.26 درجة مئوية.
- **حوض غريس:** متوسط زيادة درجة الحرارة في محطة أموكر تاغية: 2.6 درجة مئوية.

الزيادة المسجلة في درجات الحرارة تشير إلى احتمال زيادة في درجات الحرارة بشكل مستمر في هذه المنطقة خلال السنوات القادمة، مما قد يؤثر على البيئة والموارد المائية والزراعة والاقتصادات المحلية.

جدول رقم38 : اختبار مان كاندال لتحديد اتجاه الدرجة الحرارة بمحطات حوض زيز-غريس 1982 إلى 2018

الحوض	المحطة	مدة الرصد	الانحدار البسيط	اختبار مان وكاندال	أهمية اتجاه درجة الحرارة السنوية
غريس	أيت بويجان	36	+ 0,065	+ 0,47	↑(اتجاه إيجابي) غير ذي دلالة (Non significative)
	أموكر	36	+ 0,054	+ 0,53	↑(اتجاه إيجابي) غير ذي دلالة (Non significative)
	تاديغوست	36	+ 0,194	+ 0,41	↑(اتجاه إيجابي) غير ذي دلالة (Non significative)
زيز	سد الحسن الداخل	36	+ 0,030	+ 0,16	↑(اتجاه إيجابي) غير ذي دلالة (Non significative)
	أرفود	36	+ 0,054	+ 0,26	↑(اتجاه إيجابي) غير ذي دلالة (Non significative)
	الطاوس	36	- 0,016	- 0,092	↓(اتجاه سلبي) غير ذي دلالة (Non significative)

المصدر: وكالة الحوض المائي كيرزيز غريس، 2020 (بتصرف)

من الجدول رقم 38، يمكن استخلاص أن درجة الحرارة سجلت تناقصا طفيفا في محطة الطاوس بحوض زيز. هذا التناقص قدر بـ 0.016 درجة مئوية. هذه المعلومة مهمة لأنها تظهر استثناءًا في الاتجاه العام الذي كانت تشير إليه النتائج الأخرى للحرارة في هذا الحوض، حيث سجلت زيادة في المحطات الأخرى. وبالتالي، يمكن أن يكون لهذا التناقص تأثير على النظام المناخي المحلي في المنطقة ويعكس حالة فريدة قد تحتاج إلى دراسة إضافية لفهم الأسباب والتأثيرات المحتملة.

II. آثار التغيرات المناخية على الحصيلة المائية بحوض زيز-غريس

لدراسة الحصيلة المائية في أي منطقة (السلوي،2006)، يتعين أخذ العديد من العوامل والعناصر في الاعتبار، بما في ذلك:

- التبخر-نتح ممكن: يجب حساب كمية المياه التي تتبخر من سطح الأرض، وهي تعتمد بشكل كبير على درجة الحرارة والرطوبة وسرعة الرياح ونوع التربة ونوع النباتات الموجودة.
- **التساقطات المطرية:** يجب قياس كمية الأمطار التي تتساقط على المنطقة، وتوزيعها الزماني والمكاني.
- **درجة الحرارة:** يجب مراقبة تغيرات درجات الحرارة على مدار السنة، حيث تؤثر على عمليات التبخر والتجميد والتساقطات المطرية.
- كمية المياه المعبأة: يتعين حساب كمية المياه المتراكمة في السدود والبحيرات والمياه الجوفية، وهذا يعكس المورد المائي المتاح.
- **كمية المياه المستهلكة:** يجب تقدير كمية المياه التي يتم استخدامها للري، والصناعة، والشرب، وأي استخدام آخر، وهذا يعكس الطلب على المياه.

باستخدام هذه العوامل، يمكن تقدير الحصيلة المائية للمنطقة، حيث يكون التوازن بين المورد والطلب المائي هو المؤشر على مدى استدامة الموارد المائية في المنطقة.

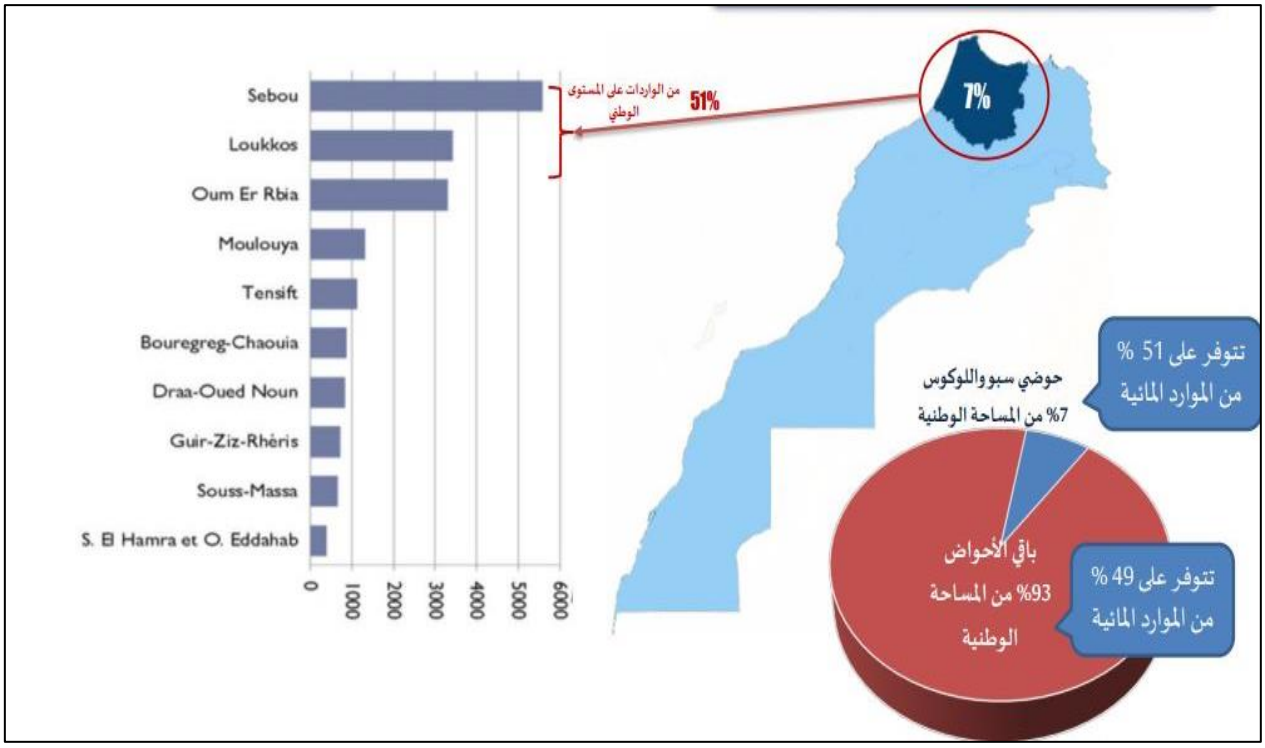
1-الحصيلة المائية بالمغرب تسجل عجزا شبه دائم

تعد الموارد المائية في المغرب ضعيفة، ويُعَد تناقص نصيب الفرد من المياه سنويًا من بين المؤشرات الدالة على هذه الضعف. يتراوح نصيب الفرد من المياه سنويًا في المناطق الممطرة بالشمال حوالي 1800 متر مكعب، بينما يُقَدَر هذا المؤشر بنحو 400 متر مكعب في الأحواض المتواجدة في وسط المغرب، وحوالي 300 متر مكعب في جنوبه. ويعتبر المعدل الوطني لنصيب الفرد من المياه في المغرب حوالي 700 متر مكعب سنويًا، وهو ما يقل بكثير عن مستوى مؤشر الفقر المائي الذي يحدده منظمة الصحة العالمية في 1000 متر مكعب للفرد سنويًا. يُرتبط هذا التناقص بالأساس بتزايد عدد السكان، بالإضافة إلى تراجع الموارد المائية الطبيعية جراء ظاهرة التغيرات المناخية (أعفير،20202).

يقدر المخزون المائي القابل للتعبئة في المغرب بحوالي 22 مليار متر مكعب في متوسط السنة، موزعة بين 4 مليارات متر مكعب للمياه الجوفية و18 مليار متر مكعب للمياه السطحية. وتتوزع هذه الموارد بشكل غير متوازن على مستوى البلاد، وذلك بسبب الخصائص المناخية والجغرافية. فالتباين الكبير في مستويات التساقطات المطرية، كما تم ذكره سابقًا، يؤثر بشكل كبير على توزيع الجريان المائي

السطحي على مستوى البلاد. يوضح الشكل رقم 80 التوزيع المتباين للموارد المائية السطحية في المغرب (وزارة التجهيز والنقل والماء،2019).

شكل رقم 80 : التباينات المجالية للموارد المائية السطحية بالتراب الوطني



المملكة المغربية وزارة التجهيز والماء، (2022)

تتميز المناطق الشمالية من المغرب بطابع المناخ المعتدل والرطوبة العالية، خاصة في المناطق الجبلية في الريف وجبال الأطلس المتوسط والكبير. يتركز أعلى كميات المياه السطحية في هذه المناطق التي تشهد أعلى معدلات التساقطات المطرية، وخاصة في أحواض الشمال مثل أحواض اللكوس وسبو، حيث تمثل هذه المناطق أكثر من 51% من الموارد المائية، على الرغم من أنها تشكل فقط 7% من المساحة الإجمالية للمغرب. بينما تشكل باقي المناطق الواقعة في المغرب الباقي 93%، وتشمل ذلك حوض زيز-غريس الذي يشكل مجال الدراسة.

على الرغم من وجود العديد من المنشآت المائية الكبيرة والمتوسطة المخصصة لتخزين وتعبئة المياه في المغرب، إلا أن البلاد تواجه تحديات كبيرة فيما يتعلق بالواردات المائية، وذلك بسبب التغيرات المناخية التي تسببت في زيادة تكرار حالات الجفاف. وتشير الإحصائيات الرسمية للمغرب للموسم الهيدرولوجي (2019-2020) إلى أن الموارد المائية القابلة للتعبئة في البلاد بلغت حوالي 13 مليار متر مكعب، وهو ما يعادل تقريبًا 730 متر مكعب للفرد سنويًا. وفي المقابل، كانت الموارد المائية في المواسم الهيدرولوجية السابقة أكبر بكثير، حيث بلغت 30 مليار متر مكعب في الموسم (1984-1985) و24 مليار متر مكعب في الموسم (2010-2011) (المندوبية السامية للتخطيط، النشرات

الإحصائية،2020،2019،2018). وفي الموسم الهيدرولوجي (2018-2019)، بلغ حجم المياه المعبأة حوالي 17 مليار متر مكعب، مما يمثل انخفاضًا بنسبة 23.5% لعام 2020.

جدول رقم 39: تراجع حجم الموارد المائية القابلة للتعبئة بالمغرب (1984-2020)

السنوات	حجم المياه المعبئة (مليار متر مكعب)	نسبة التراجع بـ %
1985-1984	30	-
1996-1995	29	-3,3
2007-2006	22	-24,1
2011-2010	24	+ 9,1
2014-2013	12	-50,0
2015-2014	21	+ 75,0
2019-2018	17	-19,0
2020-2019	13	-23,5

المصدر: الحوار الوطني حول الماء 2006، والنشرات الإحصائية للمغرب،2020،2019،2018، بتصرف

تتوزع المياه السطحية المعبأة في الأحواض المائية بشكل متفاوت، حيث يتمثل التوزيع الرئيسي لهذه الموارد في أحواض سبو واللكوس وأم الربيع وملوية. وتقدر كميات المياه المعبأة في هذه الأحواض بمتوسط حوالي 5700 مليون متر مكعب، و3400 مليون متر مكعب، و3300 مليون متر مكعب، و1800 مليون متر مكعب على التوالي.

على الجانب الآخر، يشهد حجم الموارد المائية السطحية المعبأة في الأحواض الجافة، خاصة في أحواض الساقية الحمراء وواد الذهب وأحواض كير-زيز-غريس، تراجعًا كبيرًا. يتراجع حجم الموارد المائية في هذه الأحواض إلى مستويات منخفضة تقدر في المتوسط بحوالي 20 مليون متر مكعب و40 مليون متر مكعب على التوالي (دادون وشمروك،2019).

2- دراسة الحصيلة المائية لحوض زيز-غريس

يقصد بالحصيلة المائية كمية المياه المتساقطة مخصومة من كمية المياه المتبخرة نظريا وفزيائيا وبيولوجيا (التبخر-النتح)،[1] غير أنها تهمل عددا من مراحل دورة الماء، مثل الاحتياطي المائي بالتربة والتبخر النتح الفعلي[2] والجريان والمرحلة النباتية.

دراسة الحصيلة المناخية في حوض زيز-غريس تعد ذات أهمية بالغة، حيث تساعد على فهم مدى التغيرات في مستوى العجز المائي والتنبؤ بالتحديات المستقبلية في مجال تدبير الموارد المائية. تقدير كمية التبخر-النتح والحصيلة المناخية يعتبر جزءًا أساسيًا في هذه الدراسات، وتوجد عدة طرق علمية لحسابها، بما في ذلك الطريقة الشهيرة "تورنتوايت" THORNTOWAIT التي تعتمد على الحرارة والتساقطات

[1] **التبخر-النتح-الممكن:** مفهوم نظري، يعني أقصى تبخر لسطح معشوشب تربته دائمة التغذية بالماء. أي أنه يعني كل الحجم المائي المتبخر، سواء فيزيائيا (من خلال التربة والمسطحات المائية...). أو فيزيولوجيا (من خلال الكائنات الحية كالنبات والحيوان...). (السلوي،2006).

[2] **التبخر-النتح – الفعلي:** يقصد به رجوع الماء إلى الجو على شكل بخار، في الظروف الطبيعية للوسط الفيزيائي. بعبارات أخرى، كمية المياه المتبخرة انطلاقا من المسطحات المائية المتحركة والمستقرة، ومن المسطحات القارية خصوصا الغطاء النباتي والتربة (السلوي،2006).

كمتغيرين أساسيين. كما تستخدم طرق أخرى مثل "بلاني كريدل" و"تورك" لتحليل الحصيلة المناخية وتقدير كمية التبخر-النتح في المنطقة المعنية. استخدام هذه الطرق يساهم في تحديد الأنماط الزمنية والمكانية للتبخر-النتح، وبالتالي يسهم في تحسين تدبير الموارد المائية واتخاذ القرارات الاستراتيجية المناسبة.

2-1-حساب الحصيلة المائية بطريقة تورنتوايت بمحطات حوض زيز

لحساب التبخر النتح هناك عدة طرق علمية تمكن من تقدير كمية المياه المتبخرة، ولعل أبرزها نجد طريقة "تورنتوايت THORNTOWAIT" وطريقة تورك وطريقة بلاني وكريدل، وسنعتمد في دراستنا هذه على طريقة تورنتوايت لبسطاتها، ولكونها تتطلب عنصرين فقط من عناصر المناخ وهما الحرارة والتساقطات، وتنطلق هذه الطريقة وفق العلاقة الرياضية كالآتي (السلوي،2006):

$$\mathbf{ETP} = \mathbf{16}\left(\frac{\mathbf{10}\boldsymbol{T}\mathbf{)2}}{\boldsymbol{I}} \times \boldsymbol{F}(\boldsymbol{\lambda})\right.$$

علما أن:

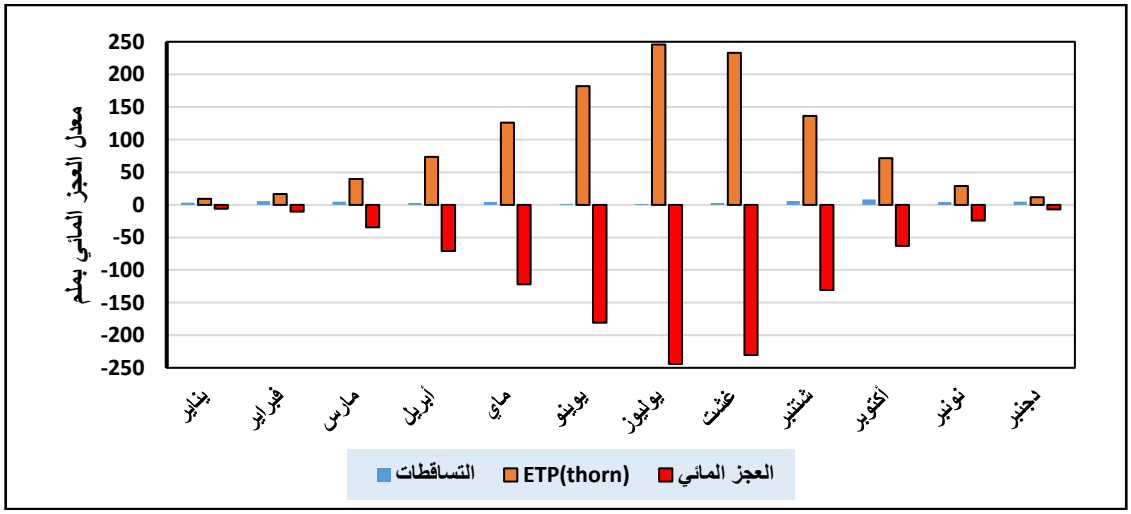
- ETP= التبخر-النتح
- T= المعدلات الشهرية للحرارة
- A = معامل مركب للمعادلة حيث إن :

$$A = 6,75 * 10^{-7} * I^3 - 7,71^{-5} * I^2 + 1,79 * 10^{-2} * 0,49$$

- I= مؤشر حراري، يساوي مجموع اثني عشر شهرا حراريا(i)
- $F\lambda$) = معامل تصحيحي يستخرج من مدة التشميس النظرية

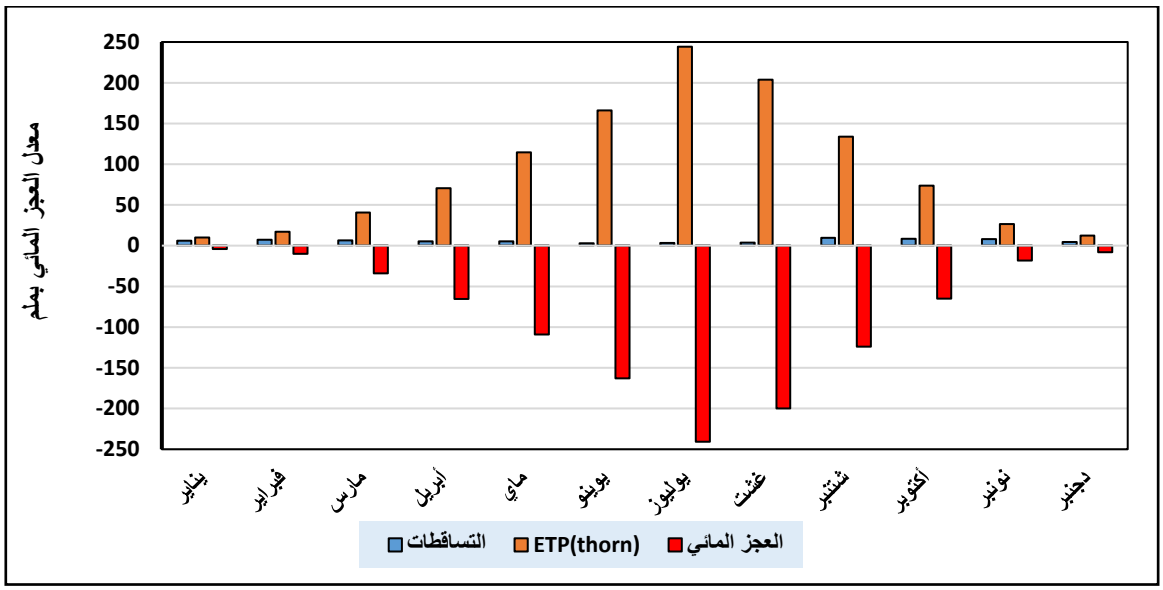
وفيما يلي تبين الأشكال رقم 81 إلى 83 الحصيلة المائية بمحطات حوض زيز بكل من محطات الطاوس وسد الحسن الداخل وأرفود.

شكل رقم 81 : مستوى العجز المائي بمحطة الطاوس بحوض زيز(1983 -2019)



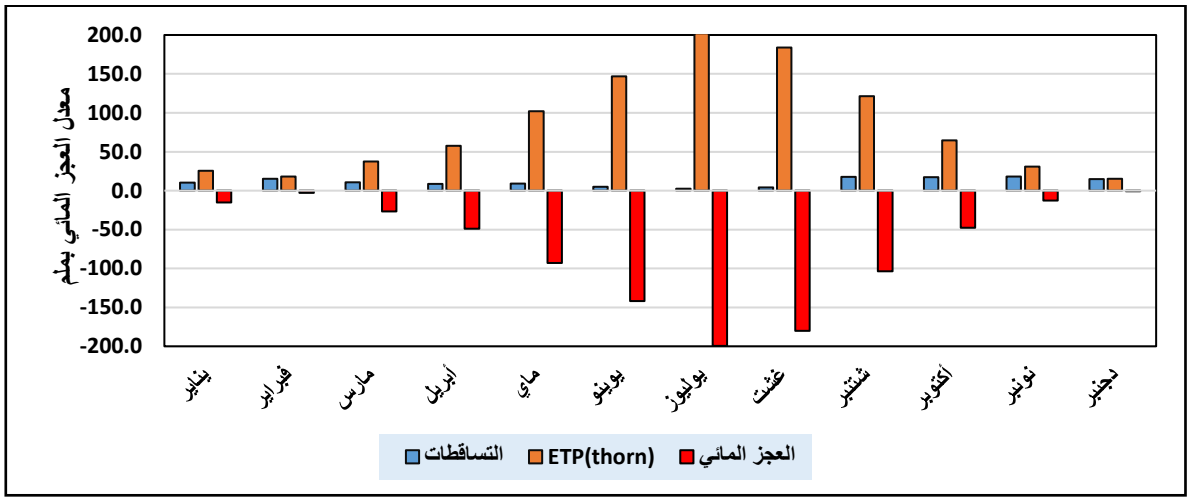
المصدر: وكالة الحوض المائي كيرزيز غريس، 2020 (بتصرف)

شكل رقم 82 : مستوى العجز المائي بمحطة أرفود بحوض زيز (1983 -2019)



المصدر: وكالة الحوض المائي كيرزيزغريس، 2020 (بتصرف)

شكل رقم 83 : مستوى العجز المائي بمحطة سد الحسن الداخل بحوض زيز (1983 -2019)



المصدر: وكالة الحوض المائي كيرزيزغريس، 2020 (بتصرف)

بتطبيق العلاقة الرياضية "تورنتوايت THORNTOWAIT" لحساب التبخر– النتح – الممكن، والتي تمت الإشارة إليها مسبقا، تم حساب الحصيلة المائية بالمحطات المتواجدة بالحوض المائي زيز، كما هو مبين في الأشكال رقم (81) و(82) و(83) سجلنا عدة ملاحظات نبرزها على شكل الآتي:

يظهر أن التبخر-النتح يتأثر بشكل كبير بتغير درجات الحرارة عبر فصول السنة. هناك تباين كبير بين المعدلات القصوى للتبخر-النتح خلال فصل الصيف والمعدلات الدنيا خلال فصلي الشتاء والربيع، وذلك بسبب الفروقات في درجات الحرارة.

- في شهر يونيو، سجلت محطة الطاوس 182.16 ملم كأعلى قيمة للتبخر-النتح، بينما سجلت محطة أرفود قيمة قليلة أقل بلغت 166.09 ملم.

- في شهر يوليوز، سجلت محطة الطاوس 245.63 ملم كأعلى قيمة للتبخر-النتح، بينما سجلت محطة أرفود قيمة قليلة أقل بلغت 244.05 ملم.

- في شهر غشت، سجلت محطة الطاوس 232.92 ملم كأعلى قيمة للتبخر-النتح، بينما سجلت محطة أرفود قيمة قليلة أقل بلغت 203.56 ملم.

يتفاوت التبخر-النتح بشكل كبير بناءً على الفصول، حيث يكون أعلى خلال فصل الصيف بسبب ارتفاع درجات الحرارة، بينما يكون أقل خلال فصلي الشتاء والربيع بسبب انخفاض درجات الحرارة.

عموما، يتضح من خلال الأشكال السابقة أن التبخر-النتح-الممكن في حوض زيز يظل مرتفعًا على مدار السنة، ولا سيما خلال فصل الصيف. هذا يعني أن كميات التبخر تبقى عالية على الرغم من انخفاض كميات التساقطات خلال هذه الفترة.

هذا الانحراف بين كميات التبخر والتساقطات يسهم في فهم العجز المائي في المنطقة، حيث يمكن أن يؤدي ارتفاع معدلات التبخر إلى نقص في الموارد المائية المتاحة للاستخدام. هذه المعلومة مهمة لتوجيه استراتيجيات تدبير الموارد المائية في المنطقة وضمان استدامتها على المدى الطويل.

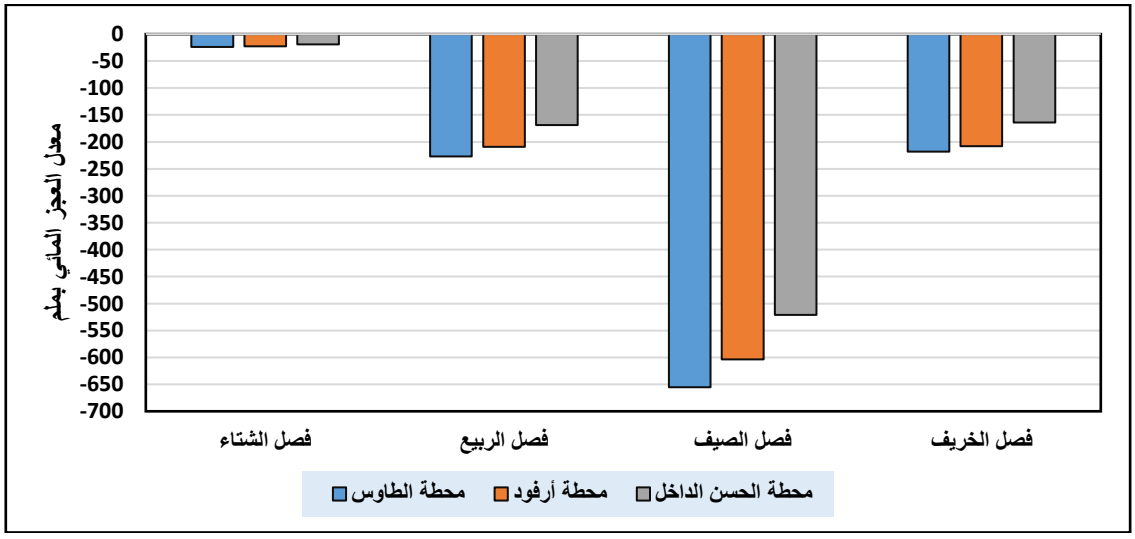
جدول رقم 40: الحصيلة المائية عبرفصول السنة بمحطات حوض زيز

المحطات	فصل الشتاء	فصل الربيع	فصل الصيف	فصل الخريف	المجموع
محطة الطاوس	-23,5	-227,1	-655,3	-218,1	-1124,1
محطة أرفود	-22,5	-208,9	-603,6	-207,8	-1042,9
محطة سد الحسن الداخل	-18,8	-168,6	-521,0	-164	-872,5

المصدر: وكالة الحوض المائي كيرزيزغريس، 2020 (بتصرف)

نستنتج انطلاقا من الجدول رقم 40 و41 أن الميزانية المائية لحوض زيز تسجل عجزا كما هو موضح في الشكل رقم (84).

شكل رقم 84 : مستوى العجز المائي الفصلي بمحطات حوض زيز(1983 -2019)



المصدر: وكالة الحوض المائي كيرزيزغريس، 2020 (بتصرف)

تتسم الحصيلة المائية في حوض زيز بالعجز الدائم على مدار السنة، مع تفاوتها حسب فصول السنة، حيث يُلاحظ أن أعلى قيم لهذا العجز تسجل خلال فصل الصيف. على سبيل المثال، يُسجل العجز الأكبر في محطة الطاوس بقيمة 655.3 ملم، ومحطة أرفود بقيمة 603.6 ملم، ومحطة سد الحسن الداخل بقيمة 521.0 ملم. يُعزى هذا الوضع بشكل أساسي إلى ارتفاع معدلات التبخر وقلة كميات التساقط المطرية خلال فصل الصيف.

أما خلال فصل الشتاء، يُسجل أيضًا عجز في الحصيلة المائية، ولكن ليس بنفس الحدة التي يُسجلها خلال فصل الصيف. على سبيل المثال، يُسجل العجز في محطة الطاوس قيمة 23.5 ملم، ومحطة أرفود قيمة 22.5 ملم، ومحطة الحسن الداخل قيمة 18.8 ملم. يُعزى هذا الانخفاض في العجز خلال فصل الشتاء بشكل أساسي إلى ضعف الإشعاع الشمسي، وانخفاض درجات الحرارة، مما يؤدي إلى ضعف التبخر-النتح.

جدول رقم 41: الحصيلة المائية بمحطات الرصد بحوض زيز (1983 - 2019)

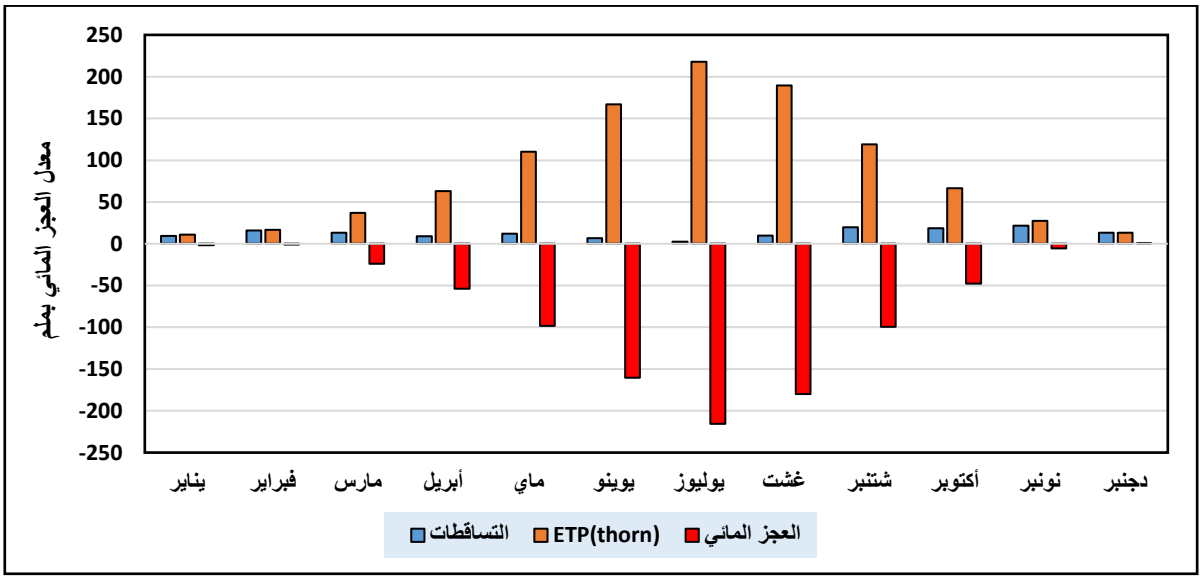
المحطات		يناير	فبراير	مارس	أبريل	ماي	يونيو	يوليوز	غشت	شتنبر	أكتوبر	نونبر	دجنبر	المجموع
الطاوس	معدل الشهري للحرارة	10,2	13,1	17,5	22,1	26,5	30,9	34,5	34,5	28,9	22,7	16,3	11,3	-
	K (الموقع العرضي)	0,90	0,87	1,03	1,08	1,18	1,17	1,20	1,14	1,03	0,98	0,89	0,88	-
	التساقطات	3,4	5,8	5,0	2,8	4,0	1,3	1,3	2,7	5,9	8,1	4,5	4,7	49,6
	مؤشر i	2,9	4,30	6,66	9,46	12,48	15,75	18,64	18,62	14,26	9,86	6,00	3,45	122,4
	ETP(thorn)	9,2	16,4	39,6	73,5	125,8	182,1	245,6	232,9	136,4	71,28	28,91	11,63	1173,7
	العجز المائي	**-5,9**	**-10,7**	**-34,6**	**-70,6**	**-121,8**	**-180,8**	**-244,2**	**-230,2**	**-130,5**	**-63,14**	**-24,43**	**-6,8**	**-1124,1**
أرفود	معدل الشهري للحرارة	9,8	12,5	16,8	20,9	24,8	29,1	34,0	32,2	28,1	22,2	14,9	10,8	-
	K	0,90	0,87	1,03	1,08	1,18	1,18	1,20	1,14	1,03	0,98	0,89	0,88	-
	مؤشر i	2,78	4,01	6,28	8,72	11,28	14,36	18,25	16,77	13,63	9,56	5,23	3,23	114,1
	التساقطات	6,0	7,1	6,5	5,1	5,4	3,1	3,2	3,8	9,5	8,5	8,2	4,3	70,6
	ETP(thorn)	10,16	17,24	40,65	70,64	114,56	166,09	244,05	203,56	133,73	73,79	26,53	12,50	1113,5
	العجز المائي	**-4,18**	**-10,13**	**-34,1**	**-65,5**	**-109,1**	**-163,0**	**-240,8**	**-199,7**	**-124,22**	**-65,26**	**-18,36**	**-8,20**	**-1042,91**
سد الحسن الداخل	معدل الشهري للحرارة	13,4	11,5	14,9	17,8	22,3	26,5	30,6	30,0	26,0	19,8	14,7	10,6	-
	K	0,89	0,86	1,03	1,08	1,19	1,19	1,21	1,15	1,03	0,98	0,88	0,87	-
	مؤشر i	4,43	3,53	5,21	6,86	9,65	12,50	15,54	15,06	12,10	8,00	5,10	3,11	101,1
	التساقطات	10,5	15,2	10,5	8,5	9,2	5,1	2,7	4,0	17,6	17,2	18,3	14,7	133,4
	ETP(thorn)	25,75	18,09	37,36	57,47	102,11	146,74	202,16	183,88	121,31	64,74	30,98	15,33	1005,9
	العجز المائي	**-15,30**	**-2,85**	**-26,8**	**-48,9**	**-92,88**	**-141,6**	**-199,4**	**-179,9**	**-103,73**	**-47,58**	**-12,69**	**-0,65**	**-872,55**

المصدر: وكالة الحوض المائي كيرزيز غريس، 2020 (بتصرف)

2-2- حساب الحصيلة المائية بطريقة تورنتوايت بمحطات حوض غريس

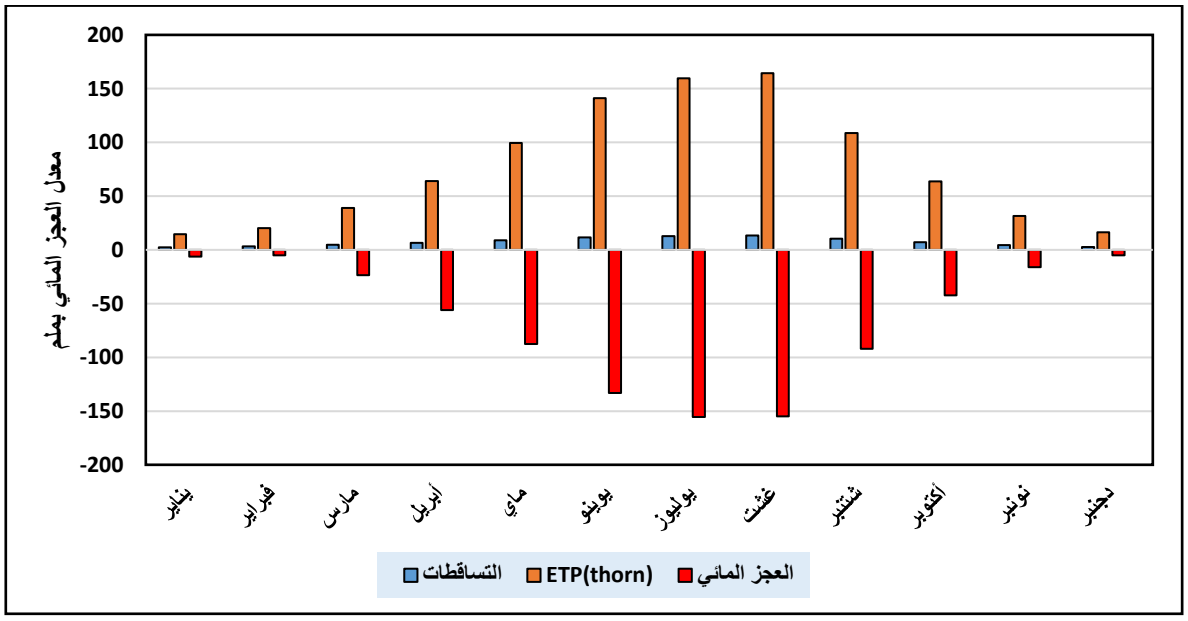
إن حساب الحصيلة المائية لحوض غريس اعتمادا على العلاقة الرياضية "تورنتوايت THORNTOWAIT"، وفيما يلي تبين الأشكال الموالية نتائج تطبيق الطريقة على محطات قياس العناصر المناخية بحوض غريس بكل من محطات تاديغوست (الشكل رقم 85) وأيت بويجان (الشكل رقم 86) ثم محطة أموكر (87).

شكل رقم 85: مستوى العجز المائي بمحطة تاديغوست بحوض غريس (1983 -2019)



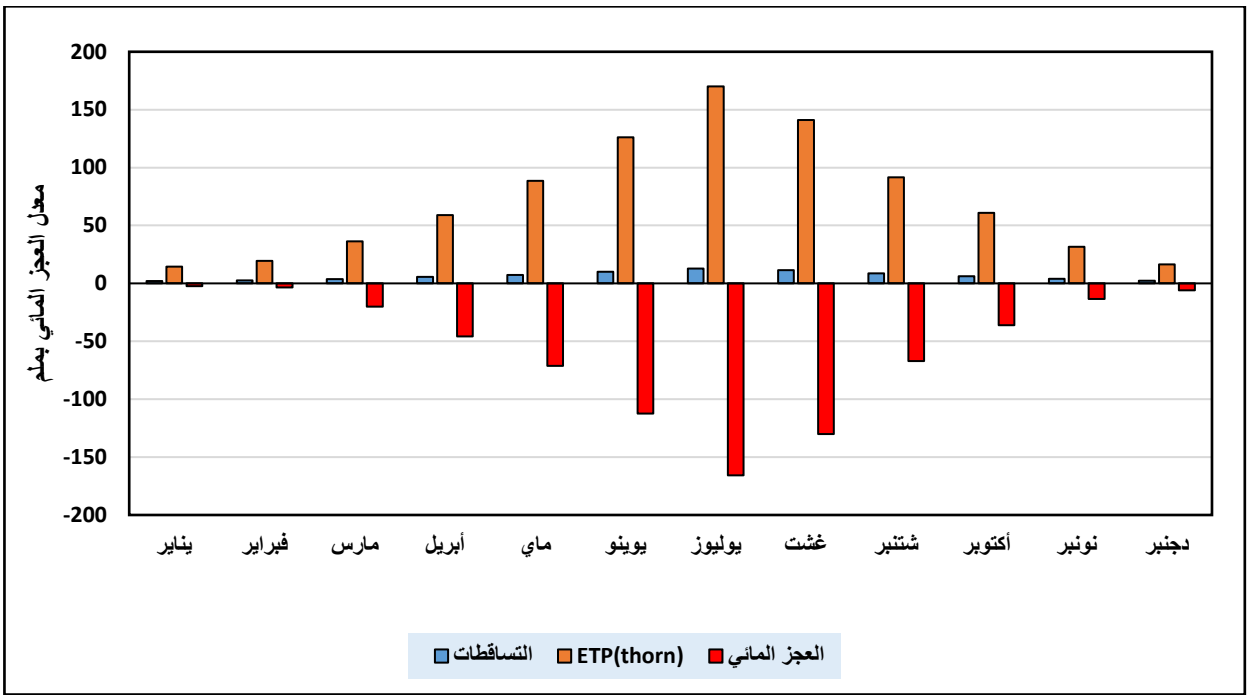
المصدر: وكالة الحوض المائي كيرزيز غريس، 2020 (بتصرف)

شكل رقم 86 : مستوى العجز المائي بملم بمحطة أيت بويجان بحوض غريس (1983 -2019)



المصدر: وكالة الحوض المائي كيرزيز غريس، 2020 (بتصرف)

شكل رقم 87: مستوى العجز المائي بمحطة أموكر بحوض غريس (1983 -2019)



المصدر: وكالة الحوض المائي كيرزيز غريس، 2020 (بتصرف)

توضح العلاقة الرياضية لـ "تورنتوايت THORNTOWAIT" في محطات الرصد بحوض غريس (الأشكال 81 و82 و83) وجود عجز في الميزانية المائية. يُلاحظ أن التبخر-النتح-الممكن يتذبذب حسب فصول السنة، حيث تسجل أعلى معدلاته خلال فصل الصيف. على سبيل المثال، في محطة تاديغوست، يُسجل التبخر-النتح-الممكن أعلى قيمه في يونيو بمقدار 166.98 ملم، وفي يوليوز بمقدار 217.9 ملم، وفي غشت بمقدار 189.61 ملم. بالمقارنة، في محطة أموكر، يُسجل التبخر-النتح-الممكن في نفس الفصل بمعدلات أقل، حيث يبلغ في يونيو 166.08 ملم، وفي يوليوز 170.19 ملم، وفي غشت 140.94 ملم. يُعزى هذا الفرق بشكل أساسي إلى ارتفاع درجات الحرارة خلال فصل الصيف. وتُسجل أدنى معدلات التبخر-النتح-الممكن في فصل الشتاء والربيع نظرًا لانخفاض درجات الحرارة خلالهما.

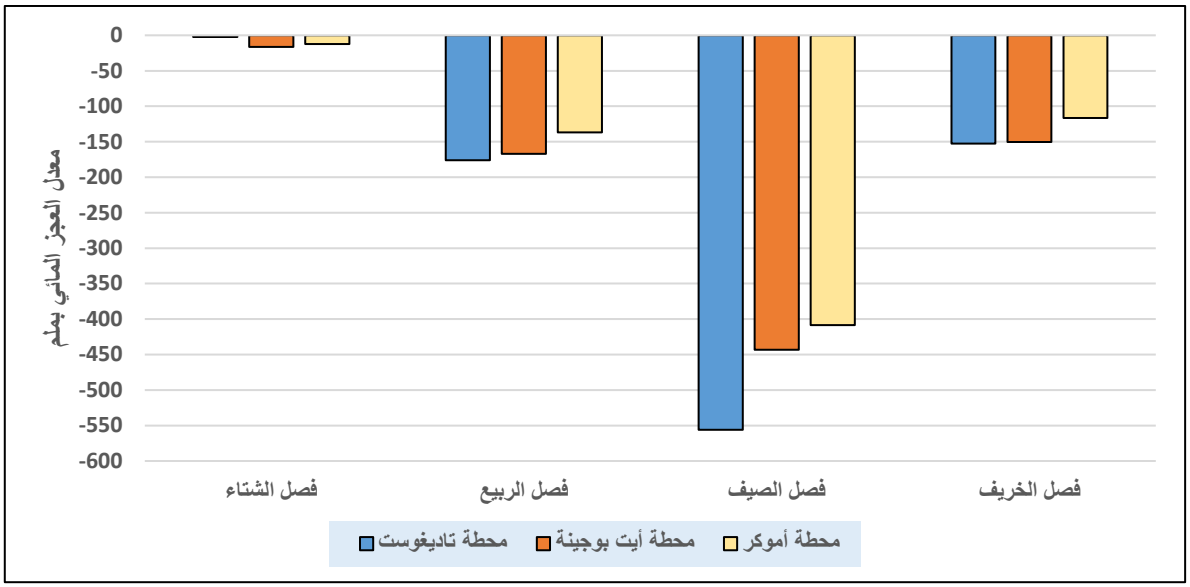
بشكل عام، يتميز التبخر-النتح-الممكن في حوض غريس بالارتفاع على مدار السنة، وخاصة خلال فصل الصيف، بينما تنخفض كميات التساقطات المطرية في نفس الفترة.

جدول رقم 42: الحصيلة المائية عبر فصول السنة بمحطات حوض غريس بملم

المحطات	فصل الشتاء	فصل الربيع	فصل الصيف	فصل الخريف	المجموع
محطة تاديغوست	-2,38	-176,17	-555,8	-152,77	-887,12
محطة أيت بويجان	-16,42	-167,11	-443,28	-150,31	-777,12
محطة أموكر	-12,09	-136,89	-408,37	-116,5	-673,85

المصدر: وكالة الحوض المائي كيرزيز غريس، 2020 (بتصرف)

شكل رقم 88 : مستوى العجز المائي الفصلي بمحطات حوض غريس (1983 -2019) بملم



المصدر: وكالة الحوض المائي كيرزيزوغريس،2020، بتصرف

يظهر الجدول رقم 42 والشكل رقم 88 أن الميزانية المائية لحوض غريس تسجل عجزاً دائماً على مدار السنة، مع تباينها حسب فصول السنة. يُسجل أعلى قيم لهذا العجز خلال فصل الصيف، وذلك بسبب ارتفاع التبخر وقلة التساقطات المطرية. على سبيل المثال، في محطة تاديغوست، يُسجل عجز مائي أكبر في فصل الصيف بقيمة 555.8 ملم، بينما تسجل قيم أقل خلال فصل الشتاء، على سبيل المثال 2.38 ملم. هذا الفرق يعزى بشكل أساسي إلى انخفاض درجات الحرارة وضعف الإشعاع الشمسي خلال فصل الشتاء، مما يُؤثر على عملية التبخر. يُلاحظ أيضاً أن العجز المائي يسجل خلال فصلي الربيع والخريف، ولكن بحدة أقل مقارنة بفصل الصيف.

يُلخّص الجدول رقم 43 جميع المراحل التي وضعها "تورنتوايت THORNTOWAIT"، ويظهر كيفية تباين العجز المائي على مدار السنة وحسب فصولها.

جدول رقم 43: الحصيلة المائية بمحطات الرصد بحوض غريس (1983 - 2019)

المحطات		يناير	فبراير	مارس	أبريل	ماي	يونيو	يوليوز	غشت	شتنبر	أكتوبر	نونبر	دجنبر	المجموع
تاديغوست	معدل الشهري للحرارة	9,0	11,2	15,0	18,8	23,4	28,4	31,9	30,6	25,8	20,1	13,9	9,9	
	K	0,90	0,87	1,03	1,08	1,18	1,18	1,20	1,14	1,03	0,98	0,89	0,88	
	التساقطات	9,3	15,9	13,1	9,1	12,1	6,5	2,3	9,9	19,6	18,4	21,8	13,3	151,3
	مؤشر i	2,45	3,39	5,27	7,41	10,34	13,86	16,53	15,54	12,00	8,22	4,70	2,83	102,5
	ETP(thorn)	10,99	16,82	37,12	63,01	110,35	166,98	217,90	189,61	118,89	66,29	27,31	13,14	1038,4
	العجز المائي	**-1,64**	**-0,88**	**-24,0**	**-53,9**	**-98,25**	**-160,4**	**-215,6**	**-179,7**	**-99,33**	**-47,88**	**-5,56**	**0,14**	**-887,12**
أيت بويجان	معدل الشهري للحرارة	8,9	10,7	13,9	17,5	21,1	25,3	26,7	27,9	23,7	18,4	13,4	9,5	
	K	0,90	0,87	1,03	1,08	1,18	1,18	1,20	1,14	1,03	0,98	0,89	0,88	
	مؤشر i	8,2	15,2	15,4	8,0	12,0	8,1	4,4	9,6	16,7	21,5	15,6	11,2	145,9
	التساقطات	2,38	3,19	4,69	6,66	8,82	11,63	12,65	13,48	10,54	7,17	4,45	2,65	88,3
	ETP(thorn)	14,53	20,27	39,13	63,87	99,49	141,23	159,73	164,41	108,81	63,68	31,63	16,22	923,0
	العجز المائي	**-6,35**	**-5,04**	**-23,6**	**-55,8**	**-87,53**	**-133,11**	**-155,3**	**-154,8**	**-92,07**	**-42,19**	**-16,05**	**-5,03**	**-777,11**
أموكر تاغية	معدل الشهري للحرارة	7,7	9,3	12,1	15,6	18,8	23,0	27,1	25,1	20,7	16,8	12,1	8,3	
	K	0,90	0,87	1,03	1,08	1,18	1,18	1,20	1,14	1,03	0,98	0,89	0,88	
	مؤشر i	12,1	16,0	16,2	13,4	17,3	13,7	4,3	10,9	24,6	24,6	18,1	10,2	181,3
	التساقطات	1,92	2,58	3,81	5,61	7,41	10,10	12,94	11,48	8,59	6,27	3,83	2,17	76,7
	ETP(thorn)	14,50	19,57	36,21	59,04	88,51	126,08	170,19	140,94	91,55	60,82	31,48	16,28	855,2
	العجز المائي	**-2,44**	**-3,62**	**-20,0**	**-45,6**	**-71,18**	**-112,4**	**-165,8**	**-130,0**	**-66,95**	**-36,20**	**-13,35**	**-6,03**	**-673,84**

المصدر: وكالة الحوض المائي كيرزيز غريس، 2020 (بتصرف)

3- بعض مظاهر التغيرات المناخية بحوض زيز-غريس

تمثل الفترة الأولى التي امتدت من 1850 إلى بداية الثمانينيات ما يُعرف بالفترة الباردة العالمية، حيث شهد المتوسط العالمي لدرجات الحرارة انخفاضًا ملحوظًا مقارنة بالمعدلات الطبيعية. في هذه الفترة، تأثرت الأنظمة المناخية بعوامل عديدة من بينها النشاط البركاني الكثيف وتدفقات الهواء الباردة من القطبين، مما أدى إلى تبريد الأرض.

أما الفترة الثانية التي امتدت من 1980 إلى 2010، فقد شهدت ارتفاعًا ملحوظًا في درجات حرارة الأرض، وتُعرف هذه الفترة بالاحترار العالمي. خلال هذه الفترة، ازدادت الانبعاثات الغازية الدفيئة نتيجة للنشاط البشري، مثل احتراق الوقود الأحفوري وزيادة استخدام المركبات وتغيرات في استخدام الأراضي. هذه العوامل أسهمت في زيادة الاحتباس الحراري وتغير المناخ، مما أدى إلى ارتفاع حرارة الأرض بشكل كبير خلال هذه الفترة.

يعكس هذا التعاقب بين الفترتين النزعة العامة في تغيرات درجات حرارة الأرض وتأثير العوامل الطبيعية والإنسانية على المناخ العالمي.

هذا النزوع العالمي نحو الاحترار كان له أثر كبير وواضح على تطور درجة الحرارة بالمغرب (باحو، 2013).

أما بمجال حوض زيز-غريس فقد عرف توالي مجموعة من الظواهر الطبيعية الاستثنائية التي توحي بكون المجال يعرف تنامي حاد لظاهرة التغيرات المناخية كما هو موضح في اللوحة رقم 5، والحالات المناخية الاستثنائية التي سجلنها كما يلي:

- تسجيل أزيد من 100 ملم في ظرف 72 ساعة طوال أيام 25 و27 ماي 2006 بمحطة الطاوس؛ يعكس هذا التساقط المطري الغزير التغيرات المناخية المتطرفة في المنطقة، مما يؤدي إلى ارتفاع مستويات المياه بسرعة وتسببه في فيضانات خطيرة تؤثر على الأراضي والمجتمعات المحلية.
- تسجيل مواسم هيدرولوجية جافة بدون قطرة ماء (شتنبر 2012 إلى غشت 2013)؛ تعكس هذه المواسم الجافة الطويلة تأثيرات الجفاف المستمر والذي يعرض الموارد المائية والزراعة للخطر، مما يزيد من ضعف الأمن الغذائي ويؤثر على الاقتصاد المحلي.
- تعاقب فترات هيدرولوجية متباينة حد التناقض (2013-2014) حيث جفاف عام بالمنطقة، ثم موسم (2014-2015) فيضانات عمت الجنوب الشرقي للمغرب ككل خاصة فترة نونبر ودجنبر 2014؛ يظهر هذا التباين الكبير بين فترات الجفاف الشديد والفيضانات المفاجئة الضرورة الملحة لتطوير استراتيجيات فعالة لتدبير الموارد المائية والحد من تأثيرات الفيضانات والجفاف.

- تسجيل امتطاحات في فصل الصيف ومنها امتطاح وادي غريس 03 يونيو 1991، حيث وصل متوسط الصبيب بمحطة تاديغوست 230 م^3/ث، وكذا وادي زيز حيث سجلت محطة أرفود امتطاحا بتاريخ 10 غشت 2007 حيث وصل متوسط الصبيب 6.24 م^3/ث؛

لوحة رقم 5 : بعض حالات الظواهر المناخية المتطرفة بواحات تافيلالت بحوض زيز-غريس

مظاهر فيضان الرشيدية بتاريخ 20 نونبر سنة 2014	إزهار النخيل مرتين بتاريخ 16 أبريل 2015
الضباب بواحة الجرف بتاريخ 19دجنبر 2016	مظاهر الجفاف الحاد بواحة الجرف سنة 2020
حرائق النخيل بواحات زيز بتاريخ 22 غشت 2021	تساقط الثلوج بواحة تنجداد بتاريخ 07 يناير 2022

المصدر: تصوير شخصي

- تسجيل تساقطات ثلجية في أرفود بتاريخ 10 يناير 2005، وبتروك وملعب ثم تنجداد بتاريخ 18 فبراير 2015 وبرد كثيف بمرزوكة بتاريخ 23 ماي 2015، ثم تكرار تساقط الثلوج في تاريخ 07

يناير 2022 تنجداد؛ يعكس التساقط الثلجي النادر تغيرات في نمط التساقط ودرجات الحرارة، مما يؤثر على حياة السكان المحليين ويفرض تحديات جديدة في التكيف مع التغيرات المناخية.

- تسجيل أرقام قياسية من حيث درجة الحرارة، كما هو الحال بالنسبة لشهر يوليوز 1988 ودجنبر 1999، مما يترجم التطرف الحراري الكبير الذي عرفته المنطقة؛ تظهر هذه الأرقام القياسية تأثيرات التغيرات المناخية الكبيرة على المنطقة، مما يستدعي اتخاذ إجراءات فعالة للحد من الانبعاثات الغازية والتكيف مع التغيرات المناخية المتزايدة.
- تسجيل حالات ضباب بواحة الجرف بمجال صحراوي، بتاريخ 19 دجنبر 2016؛ يُعكس هذا التغير غير المألوف في الظروف الجوية الطبيعية للمنطقة تأثيرات التغيرات المناخية على توزيع الرطوبة والضغط الجوي، مما يستدعي متابعة دقيقة وفهم عميق لتلك الظواهر الجديدة.
- إزهار النخيل في غير موعدها الطبيعي كما حدث خلال دجنبر2009، وإزهار النخيل لمرتين في السنة بفعل ظاهرة التغيرات المناخية؛ مرة في فبراير والمرة الثانية بأبريل، كما حدث بواحات الجرف للمرة الثانية بتاريخ 16 أبريل 2015. يشير هذا التغير في دورة النبات إلى التأثير البيئي للتغيرات المناخية، مما يتطلب استراتيجيات جديدة لتدبير الموارد الزراعية والمائية في المنطقة.

تُظهر هذه الحالات المتطرفة أهمية دراسة التأثيرات المناخية المحلية وضرورة تطوير استراتيجيات ملائمة للتكيف مع التغيرات المناخية المتزايدة.

خاتمة الفصل الخامس

يُظهر الاتجاه العام للتساقطات المطرية السنوية في حوض زيز-غريس تباينًا واضحًا على مدار السنوات الستين الماضية. يتجلى ذلك في اتجاهات متباينة بين المحطات المتواجدة في المناطق المختلفة للحوض، حيث تشهد بعض المحطات ارتفاعًا طفيفًا في كمية الأمطار على مدى السنوات، بينما تشهد أخرى انخفاضًا تدريجيًا.

في المناطق الجبلية مثل عالية حوض زيز، يُلاحظ ارتفاعًا نسبيًا في كمية الأمطار، مما قد يرجع جزئيًا إلى آليات جيولوجية خاصة بالمنطقة. بينما تشهد المناطق الأقل ارتفاعًا مثل حوض غريس، انخفاضًا طفيفًا في كمية الأمطار.

تعكس الزيادات الطفيفة في كميات الأمطار في بعض المحطات الوسطى للحوض مثل الرشيدية وسد الحسن الداخل ارتفاعًا في الكمية المتساقطة، في حين تشهد محطات أخرى في الحوض انخفاضًا طفيفًا.

يُظهر الحوض المائي زيز-غريس عجزًا واضحًا في الحصيلة المائية، حيث يشهد تقلبات كبيرة في مستويات التساقط المطري على مدار السنة، مما يؤثر بشكل كبير على توفر المياه اللازمة للاستخدامات الزراعية والأنشطة الاقتصادية الأخرى. يتجلى هذا العجز بشكل أكبر خلال فصل الصيف، حيث ترتفع معدلات التبخر وتنخفض كميات الأمطار المتساقطة. على سبيل المثال، سُجلت أعلى قيم للعجز خلال فصل الصيف في محطة الطاوس (-655.3 ملم)، محطة أرفود (603.6 ملم)، ومحطة الحسن الداخل (521.0 ملم).

بالإضافة إلى ذلك، يُلاحظ وجود عجز أيضًا خلال فصل الشتاء، لكن بشكل أقل حدة مقارنة بفصل الصيف. يُعزى هذا العجز في الشتاء إلى تقليل كميات الأمطار وارتفاع معدلات التبخر بشكل ملحوظ مقارنة بالمواسم الأخرى.

يبدو واضحًا أن مجال الدراسة يتعرض لتغيرات مناخية ملحوظة، حيث يشهد فتراتٍ من الفيضانات الهائلة، وأحيانًا تساقطات ثلجية غير معتادة، بالإضافة إلى فترات من الجفاف المتكرر. هذه التقلبات تعكس الخصوصيات المميزة للمجال وتضع تحديات كبيرة أمام السكان والمجتمعات المعتمدة على هذه المناطق.

من هنا، يتعين على السكان اتخاذ إجراءات تأقلمية فعالة للتعامل مع هذه التحديات المناخية المتزايدة، بما في ذلك تطوير البنية التحتية المناسبة، وتبني ممارسات زراعية مستدامة، وتحسين الإنذار المبكر والاستعداد للطوارئ، بالإضافة إلى تعزيز الوعي بين السكان بشأن أهمية التكيف مع التغيرات المناخية.

الفصل السادس: تأثيرات التغيرات المناخية على واحات حوض زيز-غريس

مقدمة الفصل السادس

يعتبر الحديث عن بعض الظواهر الطبيعية الناتجة عن التغيرات المناخية، والتي يعرفها مجال حوض زيز-غريس عامة، كتسجيل حصيلة مائية سلبية، وتوالي سنوات الجفاف، وتكرار بعض الفيضانات التي تخلف خسائر مادية وبشرية، وتنامي مسلسل التصحر الذي لا يصنف ضمن الظواهر الحديثة العهد، بل هي موجودة ومألوفة بالنسبة لساكنة الواحات؛ غير أن ما هو جديد وغير مألوف لديهم هو تزايد حدتها.

تعرف التساقطات المطرية ضعفا وعدم الانتظام من سنة إلى أخرى، وداخل السنة نفسها، وهذا التذبذب أو الانحراف عن المعدل السنوي يزيد من عدم استقرار النظام البيئي، الشيء الذي يعجل بظهور مجموعة من المشاكل البيئية، خصوصا إذا تعدى معدل التذبذب 30-% ، والذي سينعكس لا محالة على الموارد الطبيعية من تربة ونبات وعلى الحصيلة المائية السطحية والجوفية، إلا أن أهم ما يعيشه حوض زيز-غريس عامة وواحات سهل تافيلالت خاصة، هو توالي سنوات الجفاف، فمنذ بداية القرن العشرين وكباقي مناطق المغرب توالت على المنطقة أزمات مناخية ارتبطت أساسا بعامل الجفاف.

ومن خلال هذا الفصل نسعى إلى تحديد بعض المشاكل البيئية الناتجة عن التغيرات المناخية، من خلال وصفها وتحليلها، كالآتي:

- دراسة وتحليل خصائص الجفاف بنوعيه المناخي والهيدرولوجي بمجال الدراسة؛
- دراسة وتحليل ظاهرة الفيضانات بحوض زيز-غريس؛
- دراسة وتحليل ظاهرة زحف الرمال بواحة الجرف.

I. الجفاف، أزمة بنيوية بواحات حوض زيز-غريس

كانت تعيش بلاد المغرب في صراع دائم مع الطبيعة، بحيث تتقلب بين العطاء والشح والنعيم والبؤس، وأن مقدار الإنتاج الذي يستطيع الفلاح الحصول عليه يتوقف تماما على كمية المطر، وهي مشكلة واجهته طوال تاريخه، كما أنها ما تزال تواجهه إلى اليوم. فاذا جادت السماء، تمكن الناس من زراعة الأرض في اطمئنان، وجاءت "الصابة" طيبة في مقدارها وأثمانها، أما إذا حدث الجفاف، فمعنى هذا ضعف المحصول أو بطلانه (البزاز،1992).

هذا المقتطف من كتاب الأستاذ البزاز، يسلط الضوء على الطبيعة المعقدة للتغيرات المناخية وتأثيرها على المجتمعات، ويظهر أن الجفاف ليس مجرد ظاهرة متعلقة بالظروف الجوية، بل هو نتاج لعدة عوامل بيئية واجتماعية. ومن الجدير بالذكر أن هذه العوامل قد تتفاعل بطرق معقدة، مما يؤدي إلى تفاوت في حدة التأثيرات والترددات من منطقة إلى أخرى.

1-يتسم مناخ المغرب بسيادة مظاهر الجفاف

1-1 تتعدد تعاريف الجفاف وأنواعه

تعريف الجفاف ليس بالأمر السهل، فقد أثار هذا جدلا علميا ونقاشا كثيرا بين المختصين، ويرجع هذا الاختلاف إلى التعقيد الذي يكتنف الظاهرة في حد ذاتها، وتعدد ابعادها الطبيعية والبشرية. حيث نشير في هذا الصدد إلى أنه في عام 1982 رصد ثلاثة باحثين أمريكيين في المناخ وهم SASTRI وKRISHA وRAO أكثر من 60 تعريفا للجفاف[1].

وحتى لا نتيه في كثرة التعاريف ونحيد عن هدفنا في استحضار هذه الظاهرة والمتمثل أساسا في تأثيرها المباشر على الموارد المائية، نقدم بعض التعاريف التي تبنتها المنظمة العالمية للأرصاد الجوية[2] ، كما نحاول أن نميز بين أنواعه مع التركيز على الجفاف الهيدرولوجي:

- "الجفاف هو حدوث عجز في الميزانية المائية العامة، في منطقة محددة، خلال فترة زمنية معينة، وينتج هذا العجز عن ضعف كمية المياه الواردة عن طريق التساقطات، وارتفاع كمية المياه المفقودة عن طريق التبخر-نتاح" (STOCKTON C.W & autres, 1985). يتضح من خلال هذا التعريف أنه ركز على بعض المفاتيح التي تميز الظاهرة وهي: حدوث عجز مائي ناتج عن اختلال التوازن بين الواردات من المياه عن طريق التساقطات والمفقود منها عن طريق التبخر والنتح، بالإضافة إلى ربط الظاهرة حتميا مع مجال معين وفترة زمنية محددة.
- "يقصد بالجفاف العجز المؤقت في الموارد المائية الطبيعية، سواء تعلق الأمر بالتساقطات، أو بالجريان السطحي، أو بالمياه الباطنية، ومن خصائصه أنه غير دائم، بحيث تكون مدته محدودة زمنيا (قصيرة، متوسطة أو طويلة)، وهو كذلك غير مرتبط بمناخ معين أو منطقة ما، بل هو ظاهرة عامة نجدها في كل المناطق مع الاختلاف في الحدة والمدة والخصائص" [3]. نستشف من هذا التعريف أن هذه الظاهرة تتسم بالطابع الوقتي، زيادة على كونها ظاهرة عامة.
- غير أننا لا نتحدث على نوع واحد من الجفاف، بل يختلف تعريفه حسب التخصصات العلمية التي تطرقت له وفقا لمناهجها ومقارباتها وأهدافها، ونستعرض من خلال هذه الخطاطة رقم (1) أبرز أنواع الجفاف وعلاقة بعضها ببعض.

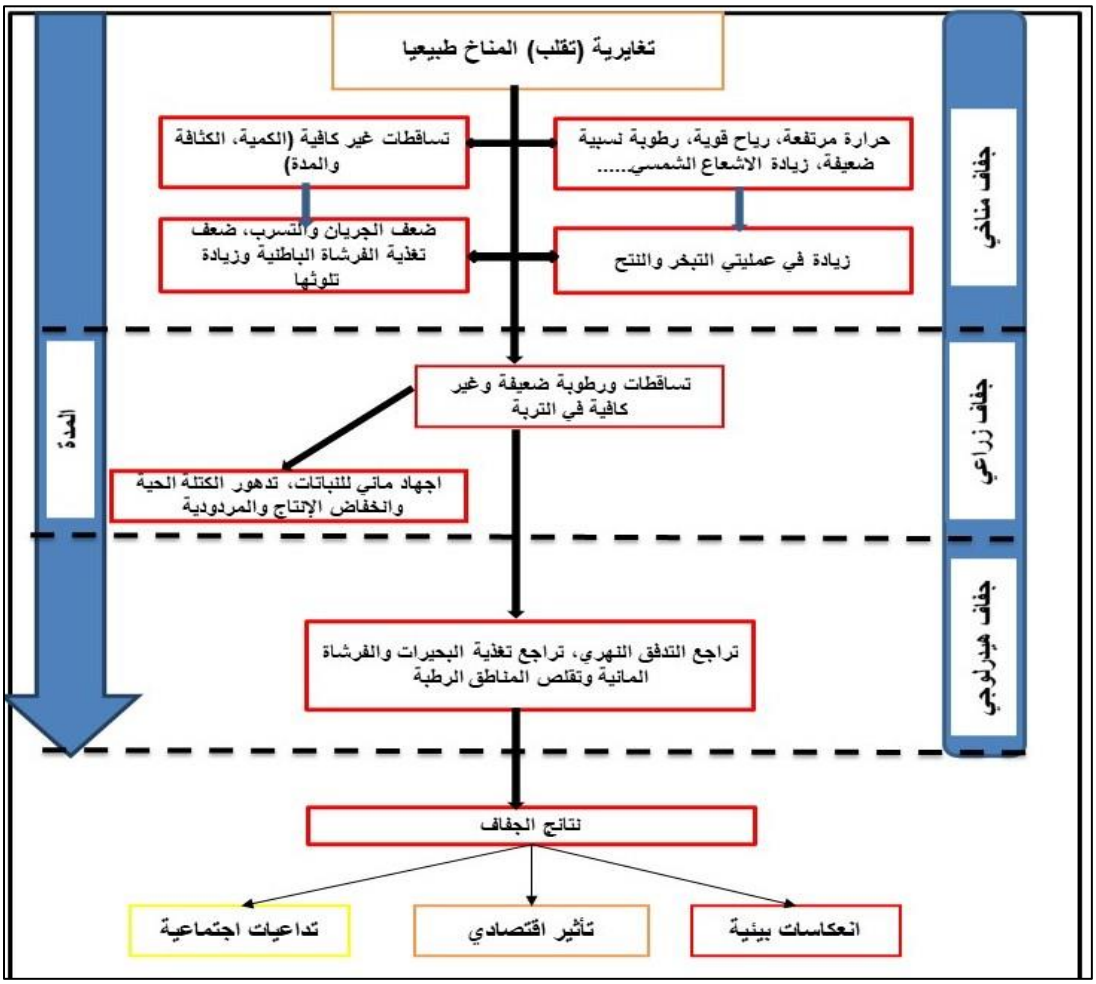
---

[1] **STOCKTON C.W & autres, 1985** : " Reconstitution à long terme de la sécheresse au Maroc ", colloque d'Agadir
" Sécheresse, gestion des eaux et production alimentaire " 21-24 novembre1985, p.9

[2] **المنظمة العالمية للأرصاد الجوية، (2010)**، لجنة الأرصاد الجوية الزراعية، الدورة الخامسة عشرة، بيلو هوريزونتي، البرازيل 15-21تموز/ يوليو 2010.

[3] **UNESCO & OMM,(1987):** " Aspects hydrologiques des sécheresses ", Etudes et Rapports d'Hydrologie, n° 39, p.1, Contribution au Programme Hydrologique International, Paris

خطاطة رقم 1: أنواع الجفاف



المصدر: المركز الوطني للجفاف، جامعة نبراسكا –لينكولن، الولايات المتحدة الأمريكية، بتصرف

انطلاقا من الخطاطة أعلاه نميز ما بين ثلاث أنواع من الجفاف كالآتي:

- **الجفاف المناخي:** فيه تكون الأمطار في المواسم المطرية أقل من معدلاتها الطبيعية بسبب بعض الأحوال الجوية المؤثرة والمؤدية إلى قلة كمية الأمطار.
- **الجفاف الزراعي :**فيه تكون كمية الماء الناتجة من النتح أو التبخر أكبر من كمية الماء المسقية، وتكون كمية الأمطار قليلة ولا تُشبع النبات.
- **الجفاف الهيدرولوجي :**يسمي أيضًا بالجفاف المائي، ويحدث عندما تكون كمية المياه قليلة بعد فترة قصيرة من تساقط الأمطار، وهكذا نقص في منسوب الأنهار والبحيرات والآبار، وفي الجفاف الهيدرولوجي تكون معدلات هطول الأمطار أقل من معدلات التبخر، كل ذلك هي أمور مؤثرة سلبًا على المصادر المائية المغذية للإنسان وتجعلها غير كافية للاحتياجات البشرية. والجفاف الهيدرولوجي هو عبارة نقص شديد في مصادر المياه، ونلاحظ في هذا النوع من الجفاف توقف جريان الوديان وجفاف الينابيع والعيون ونقص حاد في مياه الآبار، كما أن الجفاف الهيدرولوجي أو الجفاف المائي له علاقة شديدة بالجفاف المناخي، وذلك بسبب الانخفاض الكبير في الموارد المائية السطحية والباطنية .لذلك يعتبر

من أخطر أنوع الجفاف لما له من آثار بيئية، لذلك يجب أن تكون هناك أنظمة رصد جفاف مناخي وهيدرولوجي، قادرة على التنبؤ بشكل مبكر بحدوث تلك الظاهرة أو أن تستشعر بحدوثه.

2-1- عرف المغرب عبر تاريخه نوبات جفاف حادة

إن البحث في تاريخ الجفاف بالمغرب يؤكد أن البلاد كانت ولا تزال تعيش على وقع دورات غير منتظمة من الجفاف والرطوبة، حيث شهدت تردد موجات جفاف متعددة. شكلت باستمرار عنصرا أساسيا في التطور الزمني لمناخ المغرب منذ القدم. وكانت هذه الفترات تتناوب مع فترات رطبة يميزها الفيض المطري.

من أهم الدراسات التي تطرقت لموضوع الجفاف بالمغرب نجد البحث الذي أنجزه الباحث المناخي الأمريكي (STOCKTON,1985) ومجموعته والذي شمل العشرة قرون الأخيرة، حيث اعتمد على تقنية تحليل تطور حلقات الأشجار المسنة (أشجار الصنوبر والأرز) بسلسلة الأطلس الكبير والمتوسط.

مكنت نتائج هذه الدراسة من توفير معلومات قيمة عن تاريخ حدوث فترات الجفاف ودوريتها وتطورها(Stockton. C.W ,1985). خلصت إلى أن تردد الجفاف على المغرب يتغير كل عشرين سنة، وأن حالات الجفاف التي تدوم ست سنوات تأتي كل 455 سنة. واعتمادا على تطبيق طريقة التقويم الشجري، فالمغرب تعرض خلال الألفية الثانية للميلاد لعدد من سنوات الجفاف الشديد تجاوز عددها 90 سنة جافة. وهي حالات ذات عجز مطري قوي. وتدل عينة الأشجار، التي أخذت من موقع فج الزاد بالأطلس المتوسط، أن الوضعيات الأكثر جفافا قد سجلت خلال السنوات الآتية: 1064-1069م و 1118، 1126 و 1151 و 64-1165 و1175-1376 و 1386 و 1415 و 1468-1469، 1521 و 1526، 1613 و 1626-1629 و 1634و1635 و1661 و 1682-1683 و1693-1697، 1719-1735 و 1734-1735 و 1790-1794 و 1800-1804 و1849-1850 ثم 1876-1882م. وفي السياق نفسه، تشير دراسة أنجزتها وزارة الفلاحة والتجهيز والبيئة سنة 1997، إلى أن المغرب شهد منذ سنة 1896 إحدى عشرة أزمة جفاف عمت مناطق عديدة من البلاد، وكان ذلك في السنوات الآتية: 1904–1905، 1917–1920، 1930–1933، 1944–1945، 1948–1950 و1960–1961 و1974–1975 و1981–1984 و1986– 1987 و1991–1993، ثم سنة 1994–1995.

2-تنامي حدة الجفاف بحوض زيز-غريس بفعل ظاهرة التغيرات المناخية

2-1-للموقع العرضي والتضاريس علاقة مباشرة بتردد الجفاف المناخي بالحوض

يعتبر الموقع الجغرافي لحوض زيز-غريس العامل الأساسي المسؤول عن الجفاف الجوي الذي يعرفه، وذلك لانفتاحه على المؤثرات الصحراوية الجافة، وحرمانها من المؤثرات الرطبة التي تحجبها

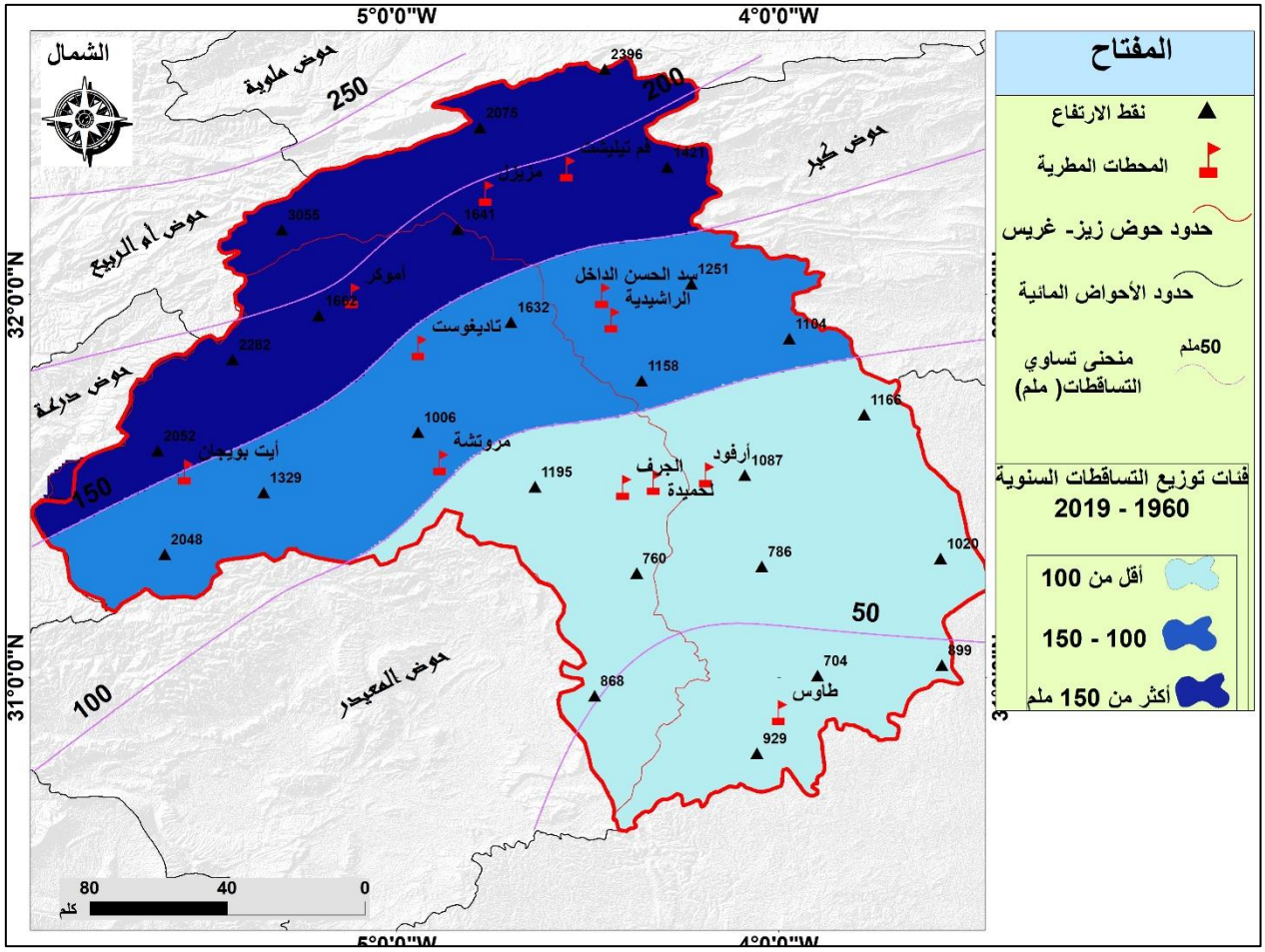
سلسلة جبال الأطلس. ويمكن استنتاج الجفاف الجوي انطلاقا من عدة مؤشرات يمكن بسطها على الشكل الآتي:

أ- خطوط تساوي التساقطات

تندرج الواحات المغربية ضمن المنطقة الصحراوية التي تتميز بندرة التساقطات المطرية، حيث تتراوح كميات الأمطار فيها بين 50 و200 ملم سنويًا. تشكل واحات سهل تافيلالت جزءًا مهمًا من هذه المنطقة القاحلة، حيث تقع بين خطوط تساوي المطر 50 و100 ملم، وتُعتبر بالتالي مناطق ذات درجات عالية من الجفاف.

تظهر الخريطة رقم 31 التوزيع الجغرافي لكميات الأمطار في المدة الزمنية من عام 1960 إلى عام 2019، حيث يمكن تحديد المناطق ذات معدلات الأمطار المختلفة بناءً على الخطوط المرسومة عليها.

خريطة رقم 31: تدرج التساقطات المطرية بحوض زيز-غريس



المصدر بتصرف: وكالة الحوض المائي كيرزيزوغريس، 2020

من خلال الخريطة رقم (31)، يتضح أن كميات الأمطار تنخفض تدريجياً كلما تحركنا من الشمال الغربي إلى الجنوب الشرقي على مستوى حوض زيز-غريس. هذا التراجع في كميات التساقطات المطرية

يعكس واقع الجفاف المسيطر في هذه المنطقة، مما يؤثر سلباً على الموارد المائية السطحية والباطنية التي تعتمد عليها الزراعة في الواحات.

ويظهر مجال سهل تافيلالت ضمن نطاق خط تساوي المطر ما بين 50 و100 ملم خلال الفترة من عام 1960 إلى عام 2019، مما يؤكد على أن المناخ في منطقة الدراسة يندرج ضمن المناخ الصحراوي.

ب- مؤشر الجفاف والقحولة عند دومارتون De Martonne

يربط دو مارتون بين الحرارة والتساقطات لتحديد مدى حدة الجفاف، ويعبر عنه بالعلاقة الآتية:

$$I = \frac{\mathrm{P}}{\mathrm{T} + 10}$$

حيث إن P متوسط التساقطات السنوية وT متوسط درجة الحرارة السنوية، وقد حدد DE Martonne بعض القيم لتأويل وتفسير هذا المؤشر، حيث كلما كانت قيمته منخفضة، دلت على ارتفاع حدة الجفاف، كالآتي:

- إذا كانت قيمة المؤشر أكبر من 20، فإن المنطقة رطبة؛
- إذا كانت قيمة المؤشر تتراوح ما بين 10 و20، فإن المنطقة شبه جافة؛
- إذا كانت قيمة المؤشر تتراوح بين 5 و10، فإن المنطقة جافة؛
- إذا كانت قيمة المؤشر أقل من 5، فإن المنطقة شديد الجفاف "قاحلة".

يبين الجدول (44) أن قيمة مؤشر الجفاف (I) للمحطات المدرجة أقل من 5، مما يشير إلى أن هذه المناطق تندرج ضمن المنطقة الصحراوية الجافة، حيث يكون الجريان المائي محدودًا بشكل كبير. ومع ذلك، يمكن استثناء المنطقة الجبلية الأطلسية (الأطلس الكبير) من ذلك، حيث تتلقى كميات مهمة من التساقطات المطرية والثلجية، وتنخفض درجات الحرارة بشكل كبير في فصل الشتاء، مما يسهم في توفر بعض الينابيع بها.

جدول رقم 44: معامل الجفاف لDE Martonne بمحطات الرصد بحوض زيز-غريس (1983-2019)

المحطات	مؤشر دي مارتون	يناير	فبراير	مارس	أبريل	ماي	يونيو	يوليوز	غشت	شتنبر	أكتوبر	نونبر	دجنبر	المتوسط والمجموع
تاديغوست	المعدل الشهري للحرارة	9	11,2	15	18,8	23,4	28,4	31,9	30,6	25,8	20,1	13,9	9,9	19,83
	التساقطات	9,3	15,9	13,1	9,1	12,1	6,5	2,3	9,9	19,6	18,4	21,8	13,3	151,30
	الحرارة+10	19	21,2	25	28,8	33,4	38,4	41,9	40,6	35,8	30,1	23,9	19,9	29,83
	مؤشر دي مارتون	**0,49**	**0,75**	**0,52**	**0,32**	**0,36**	**0,17**	**0,05**	**0,24**	**0,55**	**0,61**	**0,91**	**0,67**	**I= 5,07**
أيت بويجان	المعدل الشهري للحرارة	8,9	10,7	13,9	17,5	21,1	25,3	26,7	27,9	23,7	18,4	13,4	9,5	18,08
	التساقطات	2,38	3,19	4,69	6,66	8,82	11,63	12,65	13,48	10,54	7,17	4,45	2,65	88,30
	الحرارة+10	18,9	20,7	23,9	27,5	31,1	35,3	36,7	37,9	33,7	28,4	23,4	19,5	28,08
	مؤشر دي مارتون	**0,13**	**0,15**	**0,20**	**0,24**	**0,28**	**0,33**	**0,34**	**0,36**	**0,31**	**0,25**	**0,19**	**0,14**	**I = 3,14**
أموكر تاغية	المعدل الشهري للحرارة	7,7	9,3	12,1	15,6	18,8	23	27,1	25,1	20,7	16,8	12,1	8,3	16,38
	التساقطات	1,92	2,58	3,81	5,61	7,41	10,1	12,94	11,48	8,59	6,27	3,83	2,17	76,70
	الحرارة+10	17,7	19,3	22,1	25,6	28,8	33	37,1	35,1	30,7	26,8	22,1	18,3	26,38
	مؤشر دي مارتون	**0,11**	**0,13**	**0,17**	**0,22**	**0,26**	**0,31**	**0,35**	**0,33**	**0,28**	**0,23**	**0,17**	**0,12**	**I = 2,91**
الطاوس	المعدل الشهري للحرارة	10,2	13,1	17,5	22,1	26,5	30,9	34,5	34,5	28,9	22,7	16,3	11,3	22,38
	التساقطات	3,4	5,8	5	2,8	4	1,3	1,3	2,7	5,9	8,1	4,5	4,7	49,60
	الحرارة+10	20,2	23,1	27,5	32,1	36,5	40,9	44,5	44,5	38,9	32,7	26,3	21,3	32,38
	مؤشر دي مارتون	**0,33**	**0,44**	**0,29**	**0,13**	**0,15**	**0,04**	**0,04**	**0,08**	**0,20**	**0,36**	**0,28**	**0,42**	**I = 2,22**
أرفود	المعدل الشهري للحرارة	9,8	12,5	16,8	20,9	24,8	29,1	34	32,2	28,1	22,2	14,9	10,8	21,34
	التساقطات	6	7,1	6,5	5,1	5,4	3,1	3,2	3,8	9,5	8,5	8,2	4,3	70,60
	الحرارة+10	19,8	22,5	26,8	30,9	34,8	39,1	44	42,2	38,1	32,2	24,9	20,8	31,34
	مؤشر دي مارتون	**0,30**	**0,32**	**0,24**	**0,17**	**0,16**	**0,08**	**0,07**	**0,09**	**0,25**	**0,26**	**0,33**	**0,21**	**I = 2,25**
سد الحسن الداخل	المعدل الشهري للحرارة	13,4	11,5	14,9	17,8	22,3	26,5	30,6	30	26	19,8	14,7	10,6	19,84
	التساقطات	10,5	15,2	10,5	8,5	9,2	5,1	2,7	4	17,6	17,2	18,3	14,7	133,40
	الحرارة+10	23,4	21,5	24,9	27,8	32,3	36,5	40,6	40	36	29,8	24,7	20,6	29,84
	مؤشر دي مارتون	**0,45**	**0,71**	**0,42**	**0,31**	**0,28**	**0,14**	**0,07**	**0,10**	**0,49**	**0,58**	**0,74**	**0,71**	**I = 4,47**

المصدر: إنجاز شخصي، باعتماد معطيات وكالة الحوض المائي لكيرزيز غريس، 2020

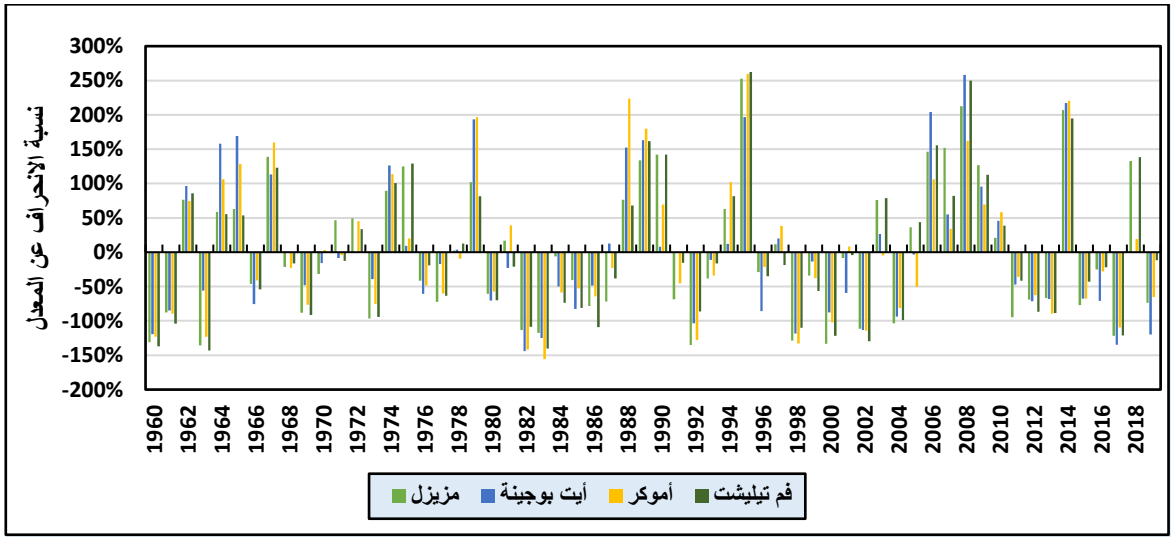
ج-انحراف التساقطات عن المعدل بالمحطات المطرية لحوض زيز-غريس

لدراسة التغيرات المطرية السنوية أو لتحديد السنوات الجافة، يمكن الاعتماد على مجموعة متنوعة من الطرق الإحصائية. من بين هذه الطرق:

- **نسبة انحراف التساقطات عن المعدل العام:** يتم حساب نسبة الانحراف بين كمية التساقط المطري الفعلية والمعدل العام للتساقطات على مدار فترة زمنية محددة. يمكن استخدام هذا الإجراء لتحديد السنوات التي تشهد فيها تساقطات مطرية أعلى أو أدنى من المعدل المتوسط.
- **الانحراف المعياري:** يقيس هذا المؤشر درجة التشتت أو التباين في كميات التساقط المطري عن المعدل العام. يعتبر ارتفاع الانحراف المعياري عن المتوسط العام مؤشرًا على التغيرات الكبيرة في كميات التساقط المطري.
- **مؤشر نيكسون:** يستخدم هذا المؤشر لتقدير مدى تباين التساقطات المطرية وتقلبها عن معدلها الشهري أو السنوي. يمكن استخدامه لتحديد السنوات الجافة أو الرطبة بناءً على الاختلافات الكبيرة في التساقط المطري.

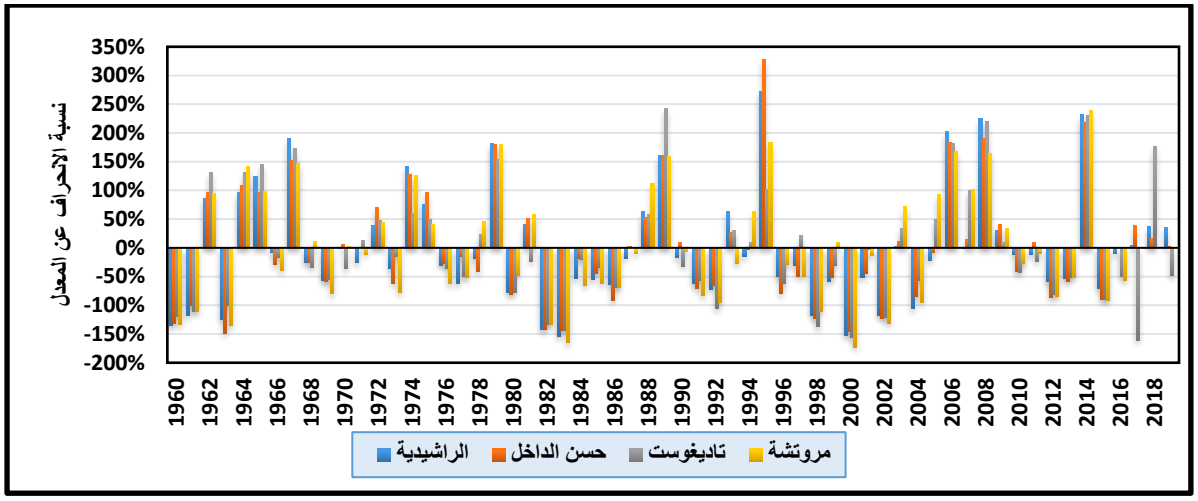
تعتبر هذه الطرق مفيدة لتقييم السلوك المطري وتحديد السنوات الجافة والرطبة، وتوفر تقييمًا دقيقًا للتغيرات المناخية على المدى الزمني الطويل.

شكل رقم89 : انحراف الأمطارعن معدلها في المحطات الجبلية بحوض زيز-غريس (1960 -2019)



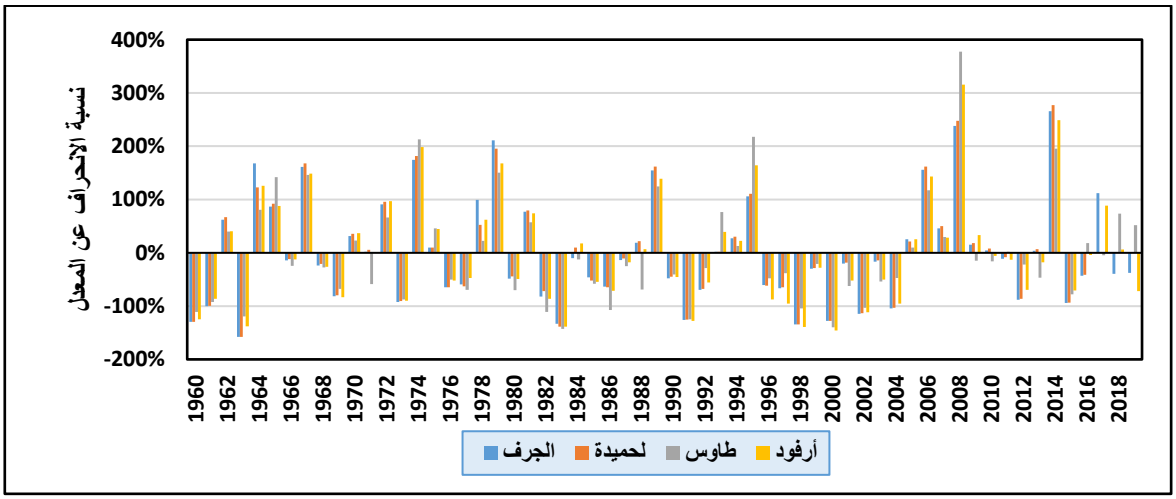
المصدر: وكالة الحوض المائي كيرزيز-غريس،2020، بتصرف

شكل رقم 90 : انحراف الأمطار عن معدلها في المحطات الوسطى بحوض زيز-غريس (1960 – 2019)



المصدر: وكالة الحوض المائي كيرزيز-غريس،2020، بتصرف

شكل رقم 91: انحراف الأمطار عن معدلها في المحطات السهلية بحوض زيز-غريس (1960 -2019)



المصدر: وكالة الحوض المائي كيرزيز-غريس،2020، بتصرف

تتميز المعدلات السنوية للتساقطات المطرية بحوض زيز-غريس بذبذبة عالية عن المعدل العام، سواء من الناحية الزمانية أو المكانية، كما يظهر في الأشكال رقم (89-90-91). يُلاحظ وجود سنوات تتجه نحو السلبية عن المعدل العام في جميع المحطات المدروسة بنسبة تقدر بـ 62%، مما يُعادل متوسط 35 سنة جافة. بالمقابل، يُسجل وجود سنوات ذات نزعة إيجابية بنسبة 28%، ما يُعادل متوسط 25 سنة رطبة في كل المحطات المدروسة. يُظهر ذلك طغيان السنوات الجافة بشكل واضح في جميع المحطات، مما يُشير إلى تقلبات كبيرة في نمط التساقطات المطرية على مدى الزمن والمكان في منطقة الدراسة.

دراسة تغير التساقطات المطرية السنوية وانحرافها عن المعدل العام، كما تم عرضه في الجدول رقم 45، أظهرت لنا السنوات التي كانت فيها جميع المحطات المدروسة تتجه نحو النزعة الإيجابية. تشمل هذه السنوات عام 1995 وعام 2006، بالإضافة إلى سنتي 2008 و2014. يتضح أن هذه السنوات شهدت أعلى المعدلات الاستثنائية للتساقطات المطرية على مدى السلسلة الاحصائية للمحطات المدروسة.

أما بالنسبة للسنوات الأخرى، فسجلت جميع المحطات المدروسة نزعة سلبية، خاصة في سنوات 1963 و1983 و2000، باستثناء بعض الحالات التي سجلت فيها المحطات نزعة إيجابية واحدة ضمن النزعات السلبية العامة. هذا يوضح التقلب الكبير في نمط التساقطات المطرية على مدى الزمن، ويعكس التأثيرات المختلفة للظروف المناخية على المنطقة خلال الفترة الزمنية المدروسة.

جدول رقم 45: انحراف الأمطار عن معدلها العام (2019/1960)

محطات الرصد	فترة القياس	انحراف التساقطات السنوية عن معدلها (عدد السنوات)									
		نسبة التغيرات ذات النزعة السلبية (%)				مجموع السنوات الجافة	نسبة التغيرات ذات النزعة الإيجابية (%)				مجموع السنوات الرطبة
		أقل من -25	من -25 إلى -50	من -50 إلى -100	أكثر من -100		أقل من 25	من 25 إلى 50	من 50 إلى 100	أكثر من 100	
فم تيليشت	1960-2019	11	4	12	10	37	1	3	8	11	23
مزيزل	1960-2019	4	7	13	10	34	4	2	8	12	26
أموكر	1960-2019	6	7	14	9	36	2	6	4	12	24
أيت بويجان	1960-2019	9	5	14	8	36	8	2	3	11	24
تاديغوست	1960-2019	6	8	11	10	35	7	3	3	12	25
مروتشة	1960-2016	5	6	14	8	33	3	4	6	11	24
سد الحسن الداخل	1960-2019	4	7	13	8	32	10	3	6	9	28
الرشيدية	1960-2019	11	6	13	9	39	2	5	5	9	21
أرفود	1960-2019	6	6	15	7	34	5	7	5	9	26
الجرف	1960-2019	7	7	12	8	34	7	4	5	10	26
لحميدة	1960-2016	6	4	13	8	31	9	2	6	9	26
الطاوس	1960-2019	8	7	12	9	36	6	3	6	9	24
المجموع		78	82	75	75	310	77	42	35	29	183
النسبة المئوية %		25	26	24	24	100	42	23	19	16	100
النسبة الإجمالية لسنوات الجافة والرطبة		62					28				

2-2-ارتباط الجفاف الهيدرولوجي بضعف التساقطات وإنشاء سد الحسن الداخل على واد زيز

يعمل الجفاف المناخي بشكل بارز على تقليل الجريان السطحي، حيث تلعب التساقطات المطرية دورا حاسما في تحديد حجم الجريان. تعتبر وادي زيز وغريس، المصادر الرئيسية للمياه السطحية في سهل تافيلالت، من المتأثرين بشكل كبير بكمية ونوعية التساقطات الواقعة في المناطق العالية للحوض. وتتميز هذه التساقطات بالقلة بشكل عام والتذبذب الشهري والسنوي. يكون جريان الوادين الرئيسيين في سهل تافيلالت ضعيفًا بشكل عام.

على الرغم من أن وادي زيز وغريس يشهدان في المتوسط بين 8 و11 فيضانًا في السنة (ميوسي،2002)، إلا أن سهل تافيلالت يستفيد من المياه القادمة من هذه المنابع بنسبة ضئيلة، خاصة بعد بناء سد الحسن الداخل على وادي زيز. ولذلك، سيتم دراسة الجفاف الهيدرولوجي الذي يعاني منه سهل تافيلالت، من خلال تحليل بيانات مجموعة من المحطات الهيدرولوجية المتوفرة، والتي توفر المعلومات اللازمة لهذا الغرض.

أ- نظام طلقات سد الحسن الداخل وتحكمه في صبيب واد زيز

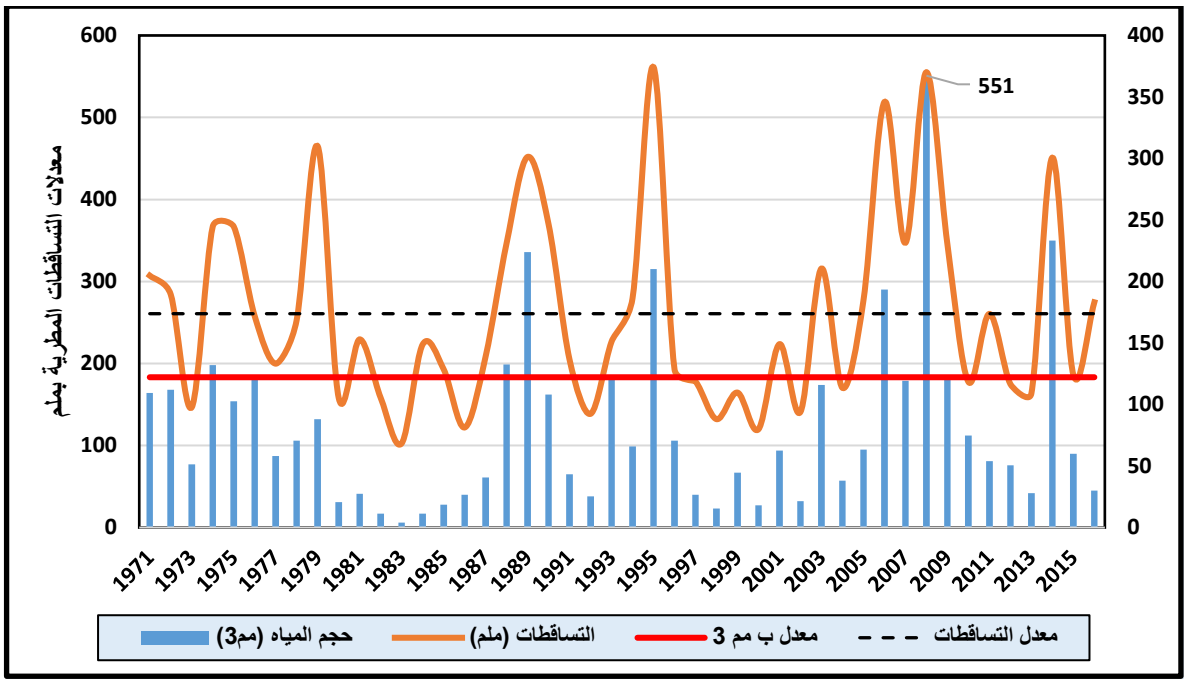
وادي زيز يستمد غالبية مياهه من المناطق العالية في الحوض الذي يتبع له، وتتفاوت كمية المياه التي يتلقاها سنويا، حيث يقدر متوسط حجمها السنوي عند محطة فم زعبل بحوالي 180 مليون متر مكعب. وتتغير هذه الكمية من سنة إلى أخرى، حيث وصلت أدنى حجم في سنة 1983 إلى حوالي 6 مليون متر مكعب، بينما بلغت 321 مليون متر مكعب في سنة 1996/1995، وفقًا لدراسة (BOUSFOUL,2005). ومع وصول هذه الأحجام من المياه إلى بداية وادي زيز الأوسط، بدأت تُحجَز منذ سنة 1971 بعد إنشاء سد الحسن الداخل، وقد كان لهذا السد تأثير كبير على حجم الموارد المائية السطحية التي تصل إلى سهل تافيلالت عبر وادي زيز، بفضل التحكم المباشر الذي يمارسه في تدفق المياه زمنيا وكميا. وبالإضافة إلى ذلك، يزيد الجفاف المناخي الذي تشهده المنطقة من حدة الجفاف الهيدرولوجي في طول وادي زيز وغريس، خاصة ضمن سهل تافيلالت.

عمومًا، يتغير حجم الواردات المائية لسد الحسن الداخل بشكل مستمر، وذلك بناءً على تغير كمية التساقطات المطرية التي تتلقاها المنطقة العالية وادي زيز، كما يوضح الشكل رقم 92. فكلما انخفضت كمية التساقطات السنوية في محطة فم زعبل دون المتوسط السنوي البالغ 173.8 ملم، كلما انخفض حجم الواردات السنوية التي يستقبلها السد عبر وادي زيز، ليقل عن متوسط حجم الموارد المائية السنوية والبالغ 122.2 مليون متر مكعب.

كما يُلاحَظ أن السنوات التي يتلقى فيها السد موارد مائية ضعيفة (أقل من المتوسط السنوي) أكثر تكراراً من السنوات التي يتلقى فيها موارد مائية كبيرة (أكبر من المتوسط السنوي). بالإضافة إلى ذلك، هناك سنوات يكون فيها واردات السد ضعيفة للغاية، كما حدث في سنة 1984/1983 حيث لم يستقبل

السد سوى 6 مليون متر مكعب من المياه. وعلى الجانب المقابل، يتلقى السد في بعض السنوات موارد استثنائية تفوق طاقته الاستيعابية، كما حدث في سنة 2009/2008 حيث وصلت كمية المياه المعبئة إلى 551.2 مليون متر مكعب. وقد نجح هذا الحجم الهائل في ملء السد بنسبة 100% لأول مرة في تاريخه(أكريمي،2020).

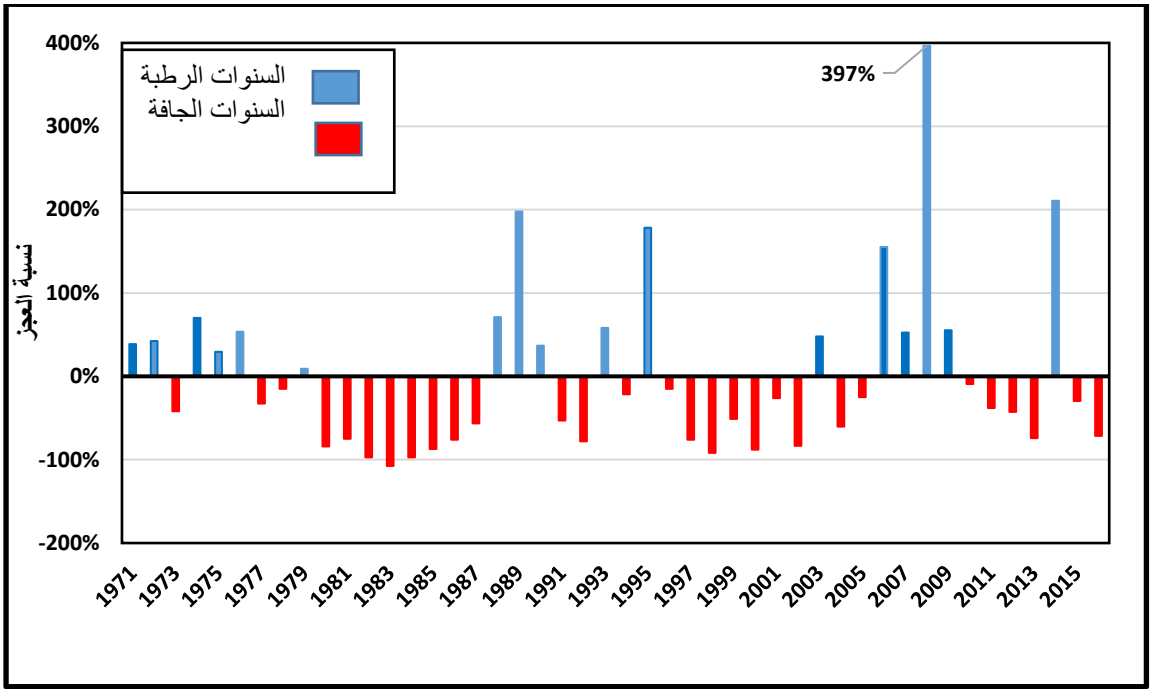
شكل رقم 92 : مقارنة الواردات المائية السنوية لسد الحسن الداخل مع معدلات الأمطار لمحطة فم زعبل(1971 و2015)



المصدر: وكالة الحوض المائي كيرزيز-غريس،2020، بتصرف

تأتي المساهمات الرئيسية لسد الحسن الداخل من منطقة عالية حوض زيز، التي تتميز بتساقطات مطرية مهمة، بالإضافة إلى المياه الناتجة عن ذوبان الثلوج. تلعب هذه المساهمات دورًا تنظيميًا هامًا في استدامة وادي زيز. ومع ذلك، يعاني سد الحسن الداخل من تقلبات في توزيع الأمطار على مدار السنة وعلى مدى الزمن. ففي الفترة ما بين عامي 1971 و2015، شهد السد سلسلة من السنوات الجافة التي بلغت 29 سنة، بينما شهدت السنوات الرطبة جملة من التقلبات ووصلت إجمالاً إلى حوالي 17 سنة.

شكل رقم 93 : تطور انحرافات الواردات المائية عن المعدل بسد الحسن الداخل (1971 -2016)



المصدر: وكالة الحوض المائي كير زيز وغريس،2020، بتصرف

يمكن التمييز بين خمس فترات جفاف عرفها سد الحسن الداخل على مر الزمن، وهي كما يلي:

- الفترة الأولى (1977-1978): امتدت لسنتين، وشهدت تفاوتًا في درجة الجفاف تراوحت بين 15% و33%.
- الفترة الثانية (1980-1987): امتدت لست سنوات، حيث بلغت أقصى حدود الجفاف 107% منذ بناء السد، وقد تزامن هذا الجفاف مع عام 1983، الذي كانت أحد أشد السنوات جفافًا في سجلات جميع المحطات المطرية بالمنطقة.
- الفترة الثالثة (1991-1994): استمرت لثلاث سنوات، ووصلت أقصى حدود الجفاف إلى 78%، مع استثناء العام 1993.
- الفترة الرابعة (1996-2005): شهدت تفاوتات في مستوى الجفاف تراوحت بين 15% و92%، باستثناء عام 2003 الذي شهد زيادة قدرها 48%.
- الفترة الخامسة (بعد عام 2010): شهد ملء السد بالكامل وأكثر من طاقته الاستيعابية، حيث وصلت نسبة الملء إلى حوالي 397% في عام 2008. وقد تميزت هذه الفترة بحدوث جفاف مفاجئ تراوحت نسبته بين 9% في عام 2010 إلى 74% في عام 2013.

لوحة رقم 6 :صور جوية لتطور حقينة سد الحسن الداخل (1984 -2016)

المصدر:Google Earth Pro ، بتصرف

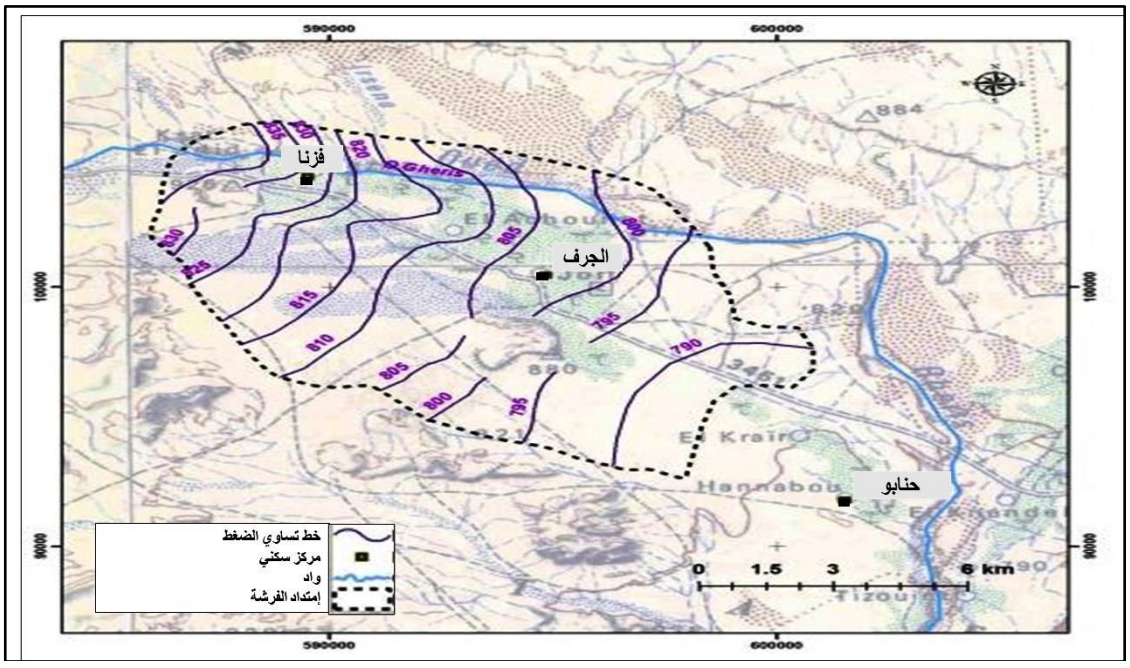
ب-تراجع مستوى الفرشة المائية لسهل تافيلالت نتيجة الضخ المفرط للمياه

تُعَدُّ الفرشة المائية الرباعية واحدة من أهم الموارد التي يعتمد عليها سكان واحات سهل تافيلالت، فضلاً عن العديد من المناطق الأخرى في حوض زيز-غريس، نظرًا لاعتماد السكان بشكل كبير على الزراعة المسقية. يتم توفير السقي من الموارد السطحية خلال فترات الأمطار وتصريفات سد الحسن الداخل فقط، والتي غالبًا ما تكون قصيرة الأمد. بالمقابل، يتم الاعتماد على الموارد المائية الجوفية طوال العام من خلال استخدام مجموعة من التقنيات، ومن بينها الضخ الآلي، الذي يلعب دورًا بارزًا في زيادة تعميق الفرشة المائية. يتميز الضخ الآلي بقدرته على ضخ كميات كبيرة من المياه في فترة زمنية قصيرة.

تعرضت الفرشة المائية القريبة من السطح إلى أضرار كبيرة، وهي الفرشة التي يمكن للفلاحين استغلالها بسهولة نظرًا لقربها من سطح الأرض وعدم احتياجها لموارد كبيرة. يمكن مراقبة هذا الوضع عن طريق مراقبة مستوى المياه في الآبار في مناطق متعددة من سهل تافيلالت، بالإضافة إلى تسجيل عدد الخطارات التي تجف. يمكن التمييز بين اثنتين من الفرش المائية في سهل تافيلالت:

- **الفرشة المائية لجرف-فزنا: هي** طبقة مائية جوفية غنية تقع على الضفة اليمنى لوادي غريس شرق منطقة توروك، وتبلغ مساحتها حوالي 35 كيلومتر مربع، حيث تروي حوالي 3255 هكتاراً. تشكلت هذه الفرشة من تكوينات باليو-رباعية للوديان التي اخترقت الصخور الشيستية في الزمن الأول. يتراوح عمق الفرشة المائية بين 8 أمتار في المناطق العالية وأكثر من 20 مترًا في المناطق السفلية. يتجه سيلان مياه هذه الفرشة السطحية من الشمال الغربي، أي من منطقة فزنا، نحو الجنوب الشرقي اتجاه حنابو (ABHGZR,2018).

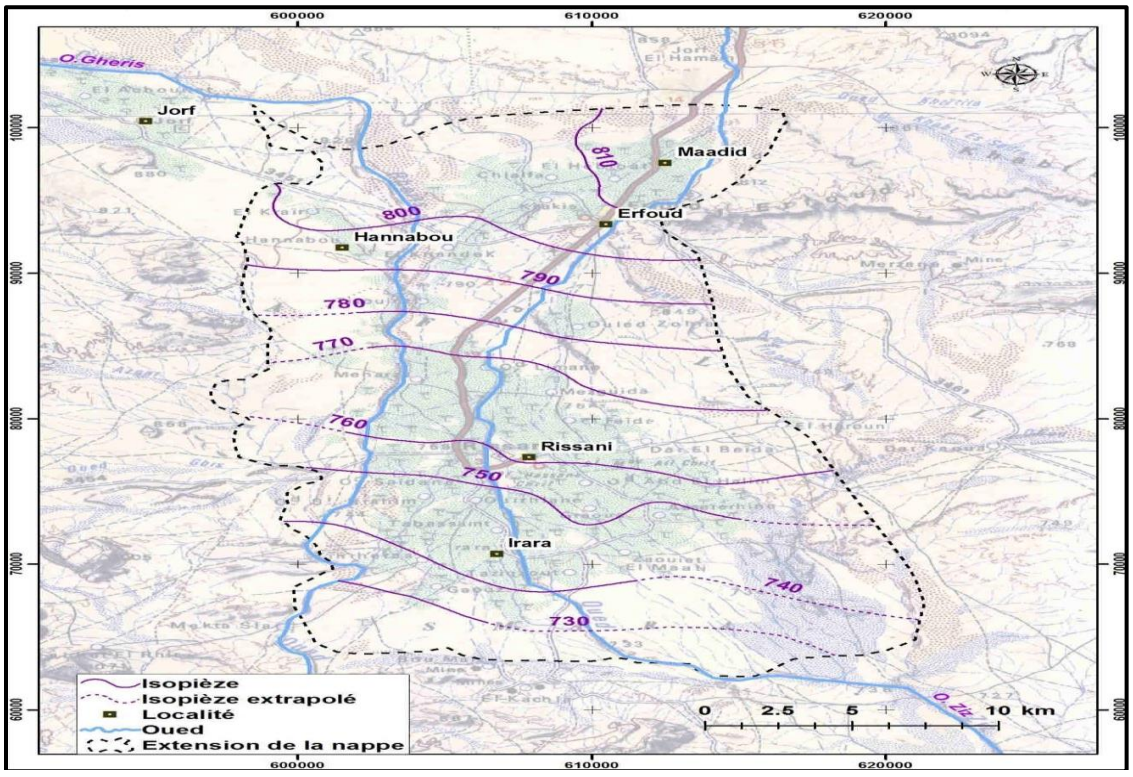
خريطة رقم 32 : خريطة بيزومترية لفرشة الجرف-فزنا المائية.



المصدر: ABHGZR,2018، بتصرف

- **فرشة سهل تافيلالت (أرفود-الريصاني):** تعتبر هذه الفرشة وحدة هيدرولوجية (خريطة 33) تشكل حوض تجميع لجزء مهم من المياه السطحية لكل من وادي زيز وغريس، والمياه الجوفية النازلة من عالية الحوض (MARGAT ,1957). تمتد الفرشة الرباعية لسهل تافيلالت على مساحة 630 كلم^2، على شكل بحيرة باطنية مغلقة فوق تربة كتومة ميلها ضعيف من الشمال نحو الجنوب (أغزاف،1993). ويتراوح مستوى عمق الفرشة المائية ما بين 5 أمتار و13 مترا بمنطقة تزيمي، ما بين 5 أمتار و20 بمنطقة تافيلالت (قصور الريصاني). أما اتجاه سيلان مياه هذه الفرشة السطحية ينطلق من الشمال الغربي أي من تزيمي نحو الجنوب الشرقي اتجاه مرزوكة (ABHGZR,2018).

خريطة رقم 33 : خريطة بيزومترية لفرشة سهل تافيلالت المائية.



المصدر: ABHGZR,2018، بتصرف

أظهرت نتائج دراسة حول الفرشة الرباعية في حوض زيز-غريس، التي أجرتها وكالة الحوض المائي كير زيز غريس (ABHGZR,2018)، أن فرشة مياه الجرف-فزنا تستفيد سنوياً من حوالي 15.7 مليون متر مكعب، بينما تصل كمية المياه المستخرجة منها إلى حوالي 16.3 مليون متر مكعب.

أما فرشة مياه سهل تافيلالت فتستفيد سنوياً بحوالي 36.2 مليون متر مكعب، وتقدر المياه المستخرجة منها بحوالي 43.6 مليون متر مكعب. يعود مصدر تغذية هاتين الفرشتين إلى مساهمات المياه المسربة من وادي غريس ووادي زيز، بالإضافة إلى المياه المستمدة من الإمتطاحات. ويتم رفع أغلب المياه المستخرجة عن طريق الضخ المائي العصري، ثم عبر الخطارات.

بناءً على نتائج الجدول رقم (46)، يظهر أن الفرشة المائية في منطقة الدراسة تعاني من عجز يصل إلى 8 مليون متر مكعب سنويًا في الموارد المائية.

جدول رقم 46: حصيلة الفرشة الرباعية بسهل تافيلالت

فرشة سهل تافيلالت (الجرف-فزنا)	طرق الشحن	الحجم (م م^3)	فرشة سهل تافيلالت (رفود-الريصاني-تيزيمي-السيفا-خنابو)	طرق الشحن	الحجم (م م^3)	المجموع (م م^3)
	تسرب مياه الأمطار	0,5		تسرب مياه الأمطار	2,2	2,7
	تصريف	3,2		تصريف الباطني	16	19,2
	تسرب مياه واد غريس عن طريق الإمتطاحات	11		تسرب مياه واد زيز عن طريق الإمتطاحات	12	23
	تسرب مياه السقي الزراعي	1		تسرب مياه السقي الزراعي	6	7
	مجموع المياه الداخلة	15,7		مجموع المياه الداخلة	36,2	51,9
	طرق التفريغ	**الحجم (م م^3)**		**طرق التفريغ**	**الحجم (م م^3)**	
	الضخ	7,2		الضخ	37,3	44,5
	الخطارات	5		الخطارات	4,3	9,3
	التصريف الباطني	1,6		التصريف الباطني	2	3,6
	التبخر	2,5		التبخر	_	2,6
	مجموع المياه المستخرجة	16,3		مجموع المياه المستخرجة	43,6	59,9
	الحصيلة المائية لفرشة الجرف-فزنا	**-0,6**		**الحصيلة المائية لفرشة سهل تافيلالت**	**-7,4**	**-8**

المصدر: وكالة الحوض المائي كير زيز وغريس،2020، بتصرف

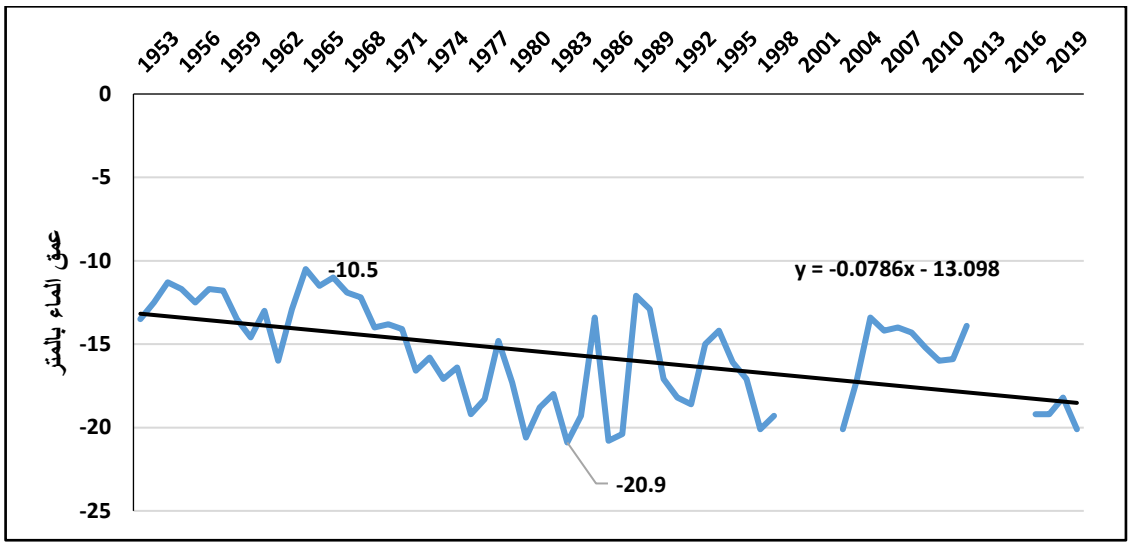
ج- تراجع منسوب مياه الآبار بفعل انتشار الضخ العصري للماء

تشهد سهل تافيلالت توسعاً في عدد الآبار، وقد زاد هذا العدد بشكل كبير خلال السنوات الأخيرة، وذلك بفضل تقنية الضخ الآلي سواء بالوقود أو بالطاقة الشمسية، التي استبدلت التقنيات التقليدية التي كانت تعتمد بشكل أساسي على العمل البشري والحيواني مثل الأغرور والخطارات. هذا الزيادة في استخدام التقنيات الحديثة للضخ أدى إلى زيادة الضغط على استغلال المياه الجوفية، حيث يتجاوز حجم المياه المستخرجة بواسطة التقنيات العصرية بكثير الكميات المستخرجة بالطرق التقليدية. وفي عام 2006، بلغ عدد المضخات في سهل تافيلالت حوالي 1497 مضخة (ORMVAT,2006)، وتعمل هذه المضخات من ساعة إلى خمس ساعات يومياً، وتستخدم لضخ حجم مائي يصل في المتوسط إلى 9.5 لتر في الثانية. من المتوقع أن يؤثر هذا الاستخدام المكثف للمياه الجوفية في المستقبل على قدرة الفرشة المائية الباطنية[1].

.

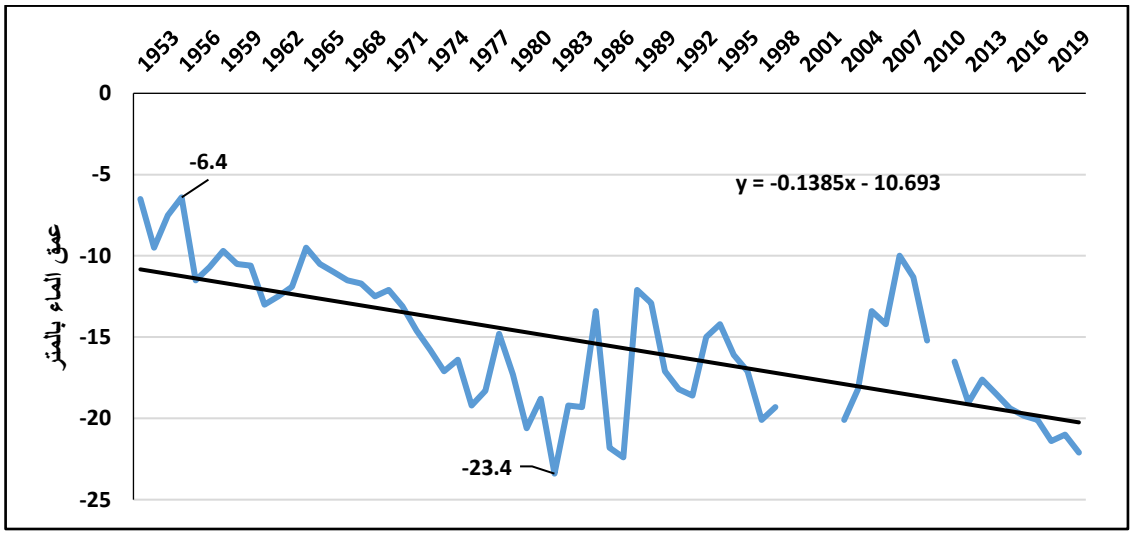
[1] سنتطرق إلى دراسة ظاهرة الضخ العصري بواحات سهل تافيلالت، وصفا وتحليلا في الفصل السابع.

شكل رقم 94 : تطور مستوى منسوب مياه ببئر مسجد فزنا (واحة الجرف)



المصدر: وكالة الحوض المائي زيز-غريس، 2020، والعمل الميداني، 2019 إلى 2021

شكل رقم 95 : تطور مستوى منسوب مياه ببئرالرزيقات بتيزيمي (واحة أرفود)



المصدر: وكالة الحوض المائي زيز-غريس، 2020، والعمل الميداني، 2019 إلى 2021

من الشكلين رقم (94) و (95)، يتضح تراجع مستمر في مستوى الفرشة المائية، وذلك من خلال تتبع مستوى منسوب مياه بئرين في مناطق مختلفة من واحات تافيلالت. تم اختيار بئر في واحة الجرف بحوض غريس (بئر مسجد فزنا)، وبئر في واحة أرفود بحوض زيز (مسجد الرزيقات بتيزمي)، وتم تسجيل المتوسطات السنوية، حيث أظهرت النتائج أن منسوب المياه قد شهد تراجعًا ملموسًا عمومًا خلال السنوات الأخيرة. يتغير منسوب المياه من سنة إلى أخرى، حيث وصل الحد الأدنى له في بئري فزنا والزريقات بالترتيب حوالي 10.5 متر في عام 1965 و6.4 متر في عام 1956. بينما وصل الحد الأقصى للمياه إلى 20.9 متر في عام 1984 و23.4 متر في عام 1983. عمومًا، في عقد الثمانينات من القرن الماضي، شهدت الفرشة المائية تراجعًا ملحوظًا، سواء في حوض غريس أو حوض زيز، ويرجع

ذلك في الدرجة الأولى إلى تزامن تراجع مستوى المياه مع فترات الجفاف التي عرفها حوض زيز-غريس.

عموما، عرفت الآبار الموجودة في حوض زيز تعمقا أكبر من الآبار في حوض غريس، خاصة بعد إنشاء سد الحسن الداخل في عام 1971. هذا السد قام بحجز مياه واد زيز التي تغذي الفرشة المائية لسهل تافيلالت، وهذا يعد عاملًا مهمًا يسهم في تأثير مستوى المياه في الآبار.

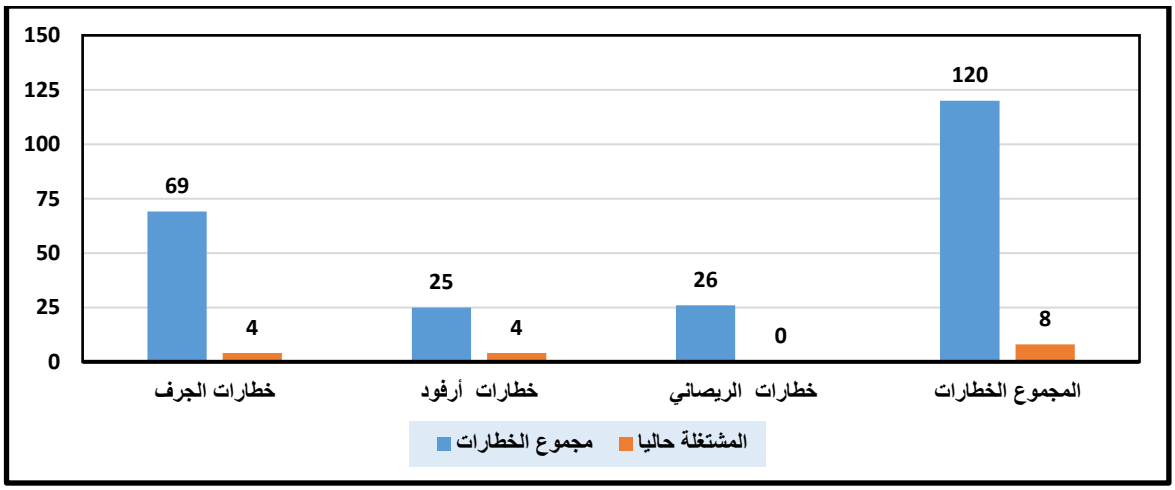
بالإضافة إلى الجفاف الهيدرولوجي وبناء سد الحسن الداخل، يضاف عامل آخر وهو الضغط المتزايد على الفرشة المائية. هذا الضغط يأتي نتيجة لتزايد استخدام التقنيات العصرية للضخ، خاصة التي تعمل بالطاقة الشمسية. هذه التقنيات أصبحت ضرورية ملحة لتلبية احتياجات المياه الأساسية، خاصة بعد جفاف العديد من الخطارات. هذا الضغط المتزايد يؤثر على استدامة الفرشة المائية ويزيد من انخفاض مستوى المياه في الآبار، مما يعزز التحديات المائية في المنطقة بشكل عام.

و- جفاف العديد من الخطارات بواحات حوض زيز-غريس خاصة بسهل تافيلالت

تلعب الخطارات دورا مهما في تاريخ وتراث المجتمعات الواحية، حيث تمثل نظاما متكاملا لتوزيع وتدبير المياه الجوفية للري الزراعي بشكل جماعي. يعود جذور هذه النظم إلى العديد من القيم الاجتماعية والاقتصادية التي كانت تحكم العلاقة بين أفراد المجتمع وتحكم توزيع المياه واستخدامها بشكل مستدام.

عموماً، يتواجد بمجال نفوذ المكتب الجهوي للاستثمار الفلاحي لتافيلالت حوالي 570 خطارة تمتد على طول 2900 كلم، وتسقي حوالي 900 هكتار (أكريمي،2020). لكن مع توالي سنوات الجفاف والاستغلال المفرط للمياه الجوفية، بسبب تنامي ظاهرة الضخ الآلي للماء، وتفكك البنيات الاجتماعية، لم يتبق إلا أقل من 250 خطارة مشتغلة إلى حدود سنة 2013 (بويحياوي،2014)، أما بسهل تافيلالت فمجموع الخطارات حدد في 120 خطارة.

شكل رقم 96 : تراجع عدد الخطارات بسهل تافيلالت نتيجة الجفاف.



المصدر:C.M.V de Jorf et Erfoud et Erissani,2006 ، والعمل الميداني، 2021

يظهر من الشكل (96) أن الجفاف المناخي والهيدرولوجي قد أثر بشكل كبير على خطارات واحات سهل تافيلالت. فمن أصل 120 خطارة، بقيت فقط 8 خطارات مشتغلة حتى الآن، حيث توزعت أربعة منها في بواحة الجرف (حنابو، البوية)، وأربعة أخرى في بواحة أرفود (السيفا).

بالإضافة إلى الجفاف، فإن زيادة عدد الآبار واستخدام التقنيات الحديثة للضخ المائي الفردي كانت لها أيضاً تأثير في جفاف العديد من الخطارات. فقد ساهم تزايد عدد الآبار في تعميق مستوى الفرشة المائية التي كانت تغذي عيون الخطارات، مما أدى إلى تعليق عيون الخطارات. يتطلب هذا الوضع تمديد آبار الخطارات نحو العالية لضمان استمرارية تدفق المياه في تلك المناطق.

صورة رقم 6 : خطارة جافة بواحة الجرف " خطارة البريكية"

المصدر: تصوير شخصي، 6 شتنبر2021.

ومع ذلك، فإن الخطارات التي لا تزال تعمل تمثل جزءًا حيويًا من التراث الزراعي والثقافي في المنطقة، وتعتبر مصدرًا هامًا لتوزيع المياه بشكل عادل وفعال في المناطق الواحية.

3- ارتفاع ملوحة المياه والتربة بحوض زيز-غريس

تعاني منطقة حوض زيز-غريس، وبشكل خاص سهل تافيلالت، من مشكلة تدهور جودة المياه الجوفية نتيجة ارتفاع ملوحتها. تشير القياسات الأخيرة إلى أن تركيز الملوحة يتراوح بين 7 و8 غرام لكل لتر على مستوى أغلبية الواحات في المنطقة.

يعتبر ارتفاع ملوحة المياه ظاهرة بنيوية في بعض أنواع التربة، مما يقلل من قابلية استخدام المياه الجوفية في سهل تافيلالت. وتعزى هذه الظاهرة في الغالب إلى انخفاض معدل التسربات الجوفية، حيث لا يتجاوز 200 لتر في الثانية في السهل. ويضاف إلى ذلك خسارة تقدر بنحو 2 مليون متر مكعب سنوياً

نتيجة للتبخر في المنطقة الجنوبية، التي تمثل بمفردها مخزونا من الملح يصل إلى 1500 طن سنوياً (ميوسي،2002).

تعتبر غالبية المياه في الخزانات الجوفية بمجال الدراسة بشكل عام ذات جودة ضعيفة من الناحية الكيميائية، نتيجة لارتفاع نسبة الأملاح بها. يعود سبب هذا الارتفاع إلى المسار الذي تسلكه مياه الأمطار داخل الوديان، حيث يمكن للجفاف أن يزيد من تركيز الأملاح بفعل الاستغلال المكثف للفرشة الباطنية. يتسبب السحب غير المتوازن مع التغذية المائية للفرشة في زيادة تركيز الأملاح، حيث يتغير تركيز الأملاح باستمرار من سنة إلى أخرى، وحتى خلال نفس السنة، وذلك تبعاً لكمية التساقطات وطبيعة الجريان الذي يؤثر على تغذية الفرشة الباطنية.

عموما المياه الجوفية لتافيلالت تتضمن كلوردات الصوديوم وتصنف إلى ثلاثة أنواع (أغزاف،1993) وهي:

- مياه عذبة مع ضعف نسبة كلوريدات الصوديوم تصل نسبتها إلى أقل من 1,5 غ/لتر مع درجة 0,6 غ/لتر من أيون الكالسيوم. ويوجد هذا النوع في الشمال الغربي لسهل تافيلالت وبالضبط بواحة فزنا.
- مياه متوسط الملوحة تتميز بتركز للأملاح ما بين 1,5 م/لتر إلى 10 غ/لتر ودرجة أيون الكالسيوم تتراوح بين 0,6 إلى 4 غ/لتر، معظم مياه تافيلالت تنتمي لهذا النوع.
- مياه شديدة الملوحة حيث تركز الأملاح يتراوح ما بين 10 إلى 35 غ/لتر، ودرجة أيون الكالسيوم ما بين 4 إلى 15 غ/لتر، ويوجد هذا النوع من المياه في المجالات المسقية لواحة الريصاني خصوصا في جنوبها الغربي، حيث يقدر متوسط كمية الأملاح السنوية الممكن استخراجها بـ 50000 طن (GUEMIMI,1991).
- ومن الطبيعي أن يكون لارتفاع نسبة تركز الأملاح في الماء بواحات سهل تافيلالت تأثير مباشر على ارتفاع نسبتها في التربة والتقليل من قدرتها الإنتاجية (ELKHOUMSI,2017)، رغم تفاوت النباتات فيما بينها في درجة تحملها للأملاح، الشيء الذي سينعكس لا محالة على الإنتاج الفلاحي (الصورة رقم 7).

صورة رقم 7 : تركز الأملاح فوق التربة قرب منطقة مرزوكة

المصدر بتصرف Wafae EL KHOUMSI في سنة 2017

II. ظاهرة الفيضانات بحوض زيز-غريس، ظاهرة استثنائية ترتبط بالسنوات الرطبة

1-أسباب وطبيعية الفيضانات بحوض زيز-غريس

ترتبط واحات حوض زيز-غريس بالماء بصلة قوية، حيث كانت المجاري المائية تلعب دورًا محوريًا في تموضع القصور على ضفافها، وكان لها أيضًا دور حاسم في زوال واندثار العديد من القصور والحواضر، بما في ذلك حاضرة سجلماسة التاريخية. يشير لحسن تاوشيخت في دراسته إلى أن سجلماسة تعرضت لفيضانات مهولة أدت إلى تدميرها بالكامل، كما يؤكد الدكتور DJINN Jacques-Meunié على اندثار مدينة سجلماسة في نهاية القرن الرابع عشر الميلادي، ربما نتيجة لتدميرها بواسطة فيضانات غير عادية لنهري زيز وغريس (تاوشيخت،1993).

وفيما يتعلق بأوقات حدوث الفيضانات، يُلاحظ أن فصل الخريف يتميز بوقوع فيضانات مهمة وقوية، إلا أن هذه الفيضانات تكون ذات مدة زمنية قصيرة، ويعود ذلك إلى نظام التساقطات المطرية، حيث تتزامن أعلى معدلات التساقطات خلال فصل الخريف. بالمقابل، تتميز فيضانات فصل الربيع بأنها أقل قوة وعنفًا وتستمر لفترة أطول، ويُعزى ذلك إلى ذوبان الثلوج على مرتفعات الأطلسية الذي يوفر كميات مائية منتظمة، تترجم إلى صبيب متوسط يومي وشهري مرتفع حتى نهاية شهر ماي.

تحدث الفيضانات في هذا النظام بتردد منخفض، حيث لا يتجاوز 12 يومًا في السنة. وتم قياس هذا التردد على وادي زيز، حيث أظهرت النتائج أن نسبة التردد تصل إلى 33.6% في فصل الخريف، بينما

لا تزيد عن 17.7% خلال فصل الشتاء. وتتراوح قيم الصبيب بين أقصى قيمة تبلغ 61.4 متر مكعب في الثانية وأدنى قيمة تبلغ 26 متر مكعب في الثانية (ABHGZR,2018).

يرتبط تردد الفيضانات في منطقة حوض زيز-غريس مباشرة بتردد الأمطار التي تحدثها. وتتزايد الفيضانات بشكل كبير في فصل الخريف، حيث تكثر الأمطار بشكل ملحوظ، وتكون الفيضانات قوية، لكنها لا تختفي تمامًا في الفصول الأخرى (الجدول رقم 47)، على الرغم من أنها تكون ضعيفة جدًا في فصل الصيف. ويكون العدد السنوي للفيضانات متوسطًا ما بين 1 و6 في السنة في حوض زيز، وحوالي 5 في حوض غريس بمحطة لحميدة. وتتراوح مدة الفيضانات بين يوم واحد و8 أيام.

جدول رقم 47: خصائص الفيضانات بحوض زيز-غريس

الحوض و المحطة		تاريخ الفيضان			الصبيب الأقصى		التساقطات
		اليوم	الشهر	السنة	الصبيب م³/ث	مدته بالأيام	
حوض زيز	فم زعبل 08/59-07/60	26 06 22 29 15 9	05 11 04 11 10 10	63 65 71 72 77 2008	1470 5000 681 632 96 2600	-	104
	سد الحسن الداخل 95/79	17 14 12	10 11 10	79 89 95	1190 1256 1737		35 87.8 48.7
	سيدي حمزة	24	02	2008	145		-
	أرفود	10	10	1994	483	1	-
حوض غريس	لحميدة 1976-1981	-	9 12 1 10 12	76 77	-	8 3 2 6 1	-
	تاديغوست	06	11	65	2530		-

المصدر: ABHGZR,2018. DRH GZR.(1996 et 2007)

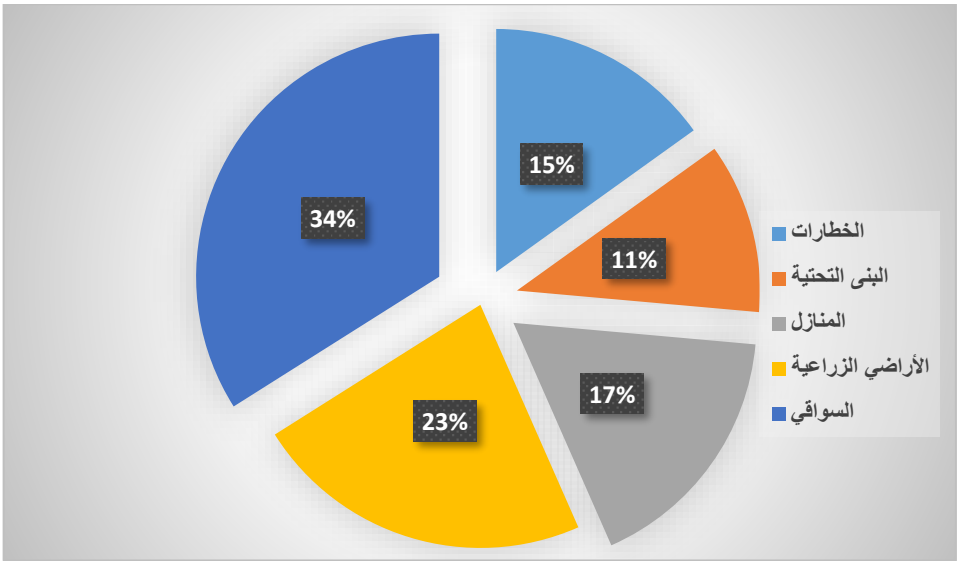
تظهر البيانات في الجدول رقم 47 أن قوة العديد من الفيضانات تتجاوز 1000 م³/ث، ومن بينها الفيضان الذي وقع في 6 نوفمبر 1965، حيث بلغ صبيبه الأقصى 5000 م³/ث في محطة فم زعبل بواد زيز، و 2530 م³/ث في محطة تاديغوست على وادي غريس. كان هذا الفيضان من أقوى الفيضانات، وأدى إلى خسائر فادحة، مما دفع السلطات إلى بناء سد الحسن الداخل في عام 1971 للتصدي لهذه النتائج الخطيرة وللحد من تأثيرات الفيضانات في المنطقة.

ويمكن القول بأن الفيضانات في هذه المنطقة الشبه الصحراوية متوسطة إلى حدود 100 م³ /ث، وتعد قوية كلما تجاوزت هذا الصبيب، في حين أن الفيضانات التي يصل صبيبها الأعلى 1000م3/ث،

فهي استثنائية ونادرة ويمكن اعتبار الواد في حالة فيضان ضعيف كلما تجاوز صبيبه 1 م³/ث (MARGAT,1962).

وعموما فهذه الفيضانات تخلف من ورائها مجموعة من الخسائر المادية والبشرية، أجملتها الساكنة التي شملتها الاستمارة الميدانية (الشكل رقم 97) بكون السواقي المائية (ترابية أو إسمنتية) تعتبر الأكثر ضررا بنسبة 34%، ثم الأراضي الزراعية التي تتعرض للانجراف بنسبة 23%، ثم الخطارات بنسبة 15% (منها بعض الخطارات التي هدم بعض آبارها بشكل كامل بواحة الجرف)، ثم تأتي من حيث الحساسية المنازل والبنية التحتية الأخرى كالطرق والفنادق ومنشآت الترفيه.

شكل رقم 97 : المجالات المتضررة بالفيضانات حسب عينة من المبحوثين بسهل تافيلالت



المصدر: العمل الميداني، 2021

تعتبر الفيضانات في هذه المنطقة الصحراوية متوسطة إلى حدود 100 م³/ث، وتعد قوية كلما تجاوزت هذه القيمة. والفيضانات التي يصل صبيبها الأعلى إلى 1000 م³/ث تعتبر استثنائية ونادرة (MARGAT,1962). يمكن اعتبار الوادي في حالة فيضان ضعيفة كلما تجاوز صبيبه 1 م³/ث.

وعموماً، تترك الفيضانات خلفها مجموعة من الخسائر المادية والبشرية، حيث أظهرت الاستمارة الميدانية (الشكل رقم 97) أن السواقي المائية (ترابية أو إسمنتية) تعتبر الأكثر ضرراً بنسبة 34%، ثم الأراضي الزراعية التي تتعرض تربتها للانجراف بنسبة 23%، ومن ثم الخطارات بنسبة 15%، بما في ذلك بعض الخطارات التي تم هدم بعض آبارها بشكل كامل في واحة الجرف. وبالإضافة إلى ذلك، تتأثر المنازل والبنية التحتية الأخرى مثل الطرق والفنادق ومنشآت الترفيه بشكل كبير بسبب الفيضانات، وتعتبر حساسة لها.

2-التحولات المجالية المرتبطة بالفيضانات بتافيلالت

ظهرت المراكز الحضرية الأولى في تافيلالت خلال فترة الاستعمار الفرنسي، حيث تم تأسيس مدينة أرفود في عام 1918، والريصاني في عام 1934، وثم الجرف في عام 1940. وقد كان ذلك على حساب الأراضي الزراعية، حيث استخدمت هذه الأراضي لبناء المراكز الحضرية (أكريمي،2020).

بعد ذلك، توسعت هذه المراكز بشكل أساسي نتيجة لظهور البنية التحتية العصرية، وذلك نتيجة للرغبة في الحصول على سكن لائق يمكنه مواجهة كل التحديات الطبيعية المرتبطة بالماء، وأيضًا نتيجة لنزوح سكان القصور الذين دمرت بيتهم الفيضانات نحو المراكز الحضرية. وبالإضافة إلى ذلك، ظهرت أحياء عصرية جديدة خصيصًا للمتضررين من الفيضانات (الجدول رقم 48 صفحة 230)، وتخطت البنية التقليدية المصنوعة من الطين والدور الملتصقة، حيث تمتد على طول المسالك والطرق والسواقي. ومن أمثلة هذه الأحياء الحديثة الجديدة في تافيلالت: الحي الجديد في أرفود، والقرية النموذجية البروج، والقرية العصرية العشورية.

2-1-حالة الجماعة الحضرية أرفود

فيضان 5 و6 نوفمبر 1965 تسبب في خسائر هائلة لمركز أرفود، حيث ارتفع منسوب مياه وادي زيز بشكل كبير، ووصل إلى مستوى قنطرة جبل أرفود بارتفاع يقارب 10 أمتار. ناتج عن التساقطات المهمة والصبيب القوي القادم من العالية والذي بلغ نحو 5000 م3/ث في محطة أيت عثمان. تسببت المياه في غمر الدور والمتاجر وجرفت مساحات هائلة من الأراضي الزراعية المحاذية للضفة اليمنى لزيز، بما في ذلك غابة الناضورية.

بعد الكارثة، استفاد معظم المتضررين بنسبة 60% من مساعدات الدولة، والتي شملت مواد غذائية وأغطية وقطع أرضية ومواد بناء، بما في ذلك منازل. على سبيل المثال، استفاد 44% من المتضررين من بناء منازل جديدة في الحي الجديد بمدينة أرفود. يجدر الإشارة هنا إلى مساهمة المستفيدين أيضا في تدارك خسائر الفيضانات. أما الفئة المتبقية من المتضررين، والتي تشكل 40%، فتعود الأسباب إلى مشاكل في الوثائق، خاصة وثائق الملكية العقارية (أكريمي،2020).

2-2- فيضان قصر البروج نواحي مدينة أرفود

في يوم 10 أكتوبر 1994، أحاطت المياه بقصر البروج في منطقة أرفود على الضفة اليمنى لوادي زيز نتيجة ارتفاع منسوب المياه بزيز بسبب تساقطات مطرية وثلجية كثيفة في منطقة زيز الأوسط. سُجِّلت فيضانات قوية، حيث وصل صبيب زيز إلى 483 م3/الثانية في محطة قنطرة رفود، مما أحدث أضرارًا كبيرة في قصر البروج حيث دمرته المياه بالكامل، والذي يتألف من 30 منزلًا ويضم حوالي 280 نسمة. تم إنقاذ السكان بواسطة مروحية.

بالإضافة إلى ذلك، جرفت المياه عددًا من الأراضي الزراعية والنخيل والمواشي، مما أدى إلى خسائر مادية كبيرة في المنطقة(أكريمي،2020).

لوحة رقم 7 : تضرر قصر والسواقي المائية بمنطقة البروج بفعل فيضان 10 أكتوبر 1994

المصدر: تصوير شخصي،2020

بفعل الفيضانات المتكررة، قدمت الجماعة القروية لعرب الصباح زيز مساعدات مالية بقيمة تقارب 1000 درهم لكل عائلة، بالإضافة إلى توفير مواد غذائية. وقد قامت الجماعة بتخصيص أراضٍ تابعة للجماعة السلالية للمعاضيد، نظراً لقربها من حقول سكان البروج، بهدف بناء منازل للمتضررين من الفيضانات. تم تخصيص مساحة 300 متر مربع لكل عائلة، منها 58 متر مربع مبني، مما ساهم في ظهور نسيج عمراني جديد تمثل في القرية النموذجية البروج (الوكالة الحضرية بالرشيدية،2006).

2-3-فيضان مرزوكة

أدت الأمطار الغزيرة، بلغت حوالي 112 ملم في أقل من 3 ساعات، إلى وقوع كارثة في منطقة النصف بمركز، حيث فقد خمسة أشخاص حياتهم. غمرت المياه حوالي 29 إقامة سياحية وفندق، منها تسعة انهارت بشكل كلي، مما تسبب في تحويل الطرقات إلى حفر مليئة بالأحجار والطين. انفجرت السواقي وتعرضت الحقول للتجريف، كما دمر الفيضان 228 مسكنًا، منها 98 منزلا انهارت كلياً في مرزوكة، بالإضافة إلى عدد من المأوى الأخرى في المنطقة، مثل رياض ماريا والنجمة الجميلة وسانيا. ارتفع منسوب وادي زيز وبعض الروافد الأخرى، مثل أودية الشبي والبيضة وتلغمت، مما أدى إلى غمر مناطق شاسعة بالمياه والطين، مما أدى إلى قطع الطريق المؤدية إلى الطاوس بضاية كبيرة بلغت مساحتها نحو 5 هكتارات، ودمرت 7 سيارات[1].

بعد الكارثة، أنجزت الوكالة الحضرية بالرشيدية دراسة برمجت فيها بناء 300 منزل وتهيئة منطقة مرزوكة الشرقية والغربية والحاسي لبيض (اللوحة رقم 8).

[1] **الوكالة الحضرية بالرشيدية (2006)** ملف بعنوان معطيات حول فيضانات 27 -26 ماي 2006 واقتراحات حول إعادة تأهيل مركز مرزوكة.

لوحة رقم8 : تضرر مركز مرزوكة بفعل الفيضان (الصورة يمينا) تهيئة مركز مرزوكة بعد الفيضان (الصورة يسار)

المصدر: الصورة الأولى جمعية مرزوكة للتنمية، الصورة الثانية (تصوير شخصي، ماي 2022)

2-4-فيضان قصر العشورية

على إثر التساقطات المهمة التي شهدتها منطقة العشوية، حيث استقبلت 3.8 مليمتر في يوم 21 فبراير 2004، واستقبال واد البطحة لحمولة كبيرة من مرتفعات أوكنات بالأطلس الصغير، حدث اندفاع قوي للمياه نحو قصر العشورية (لوحة رقم 9). زادت أشغال تهيئة الطريق رقم 702 من حدة هذا الاندفاع، خاصة عند النقطة الكيلومترية رقم 63، حيث عرفت تثبيت قنوات صغيرة لعبور مياه الوادي، لكن سرعان ما اختنقت هذه القنوات أمام قوة الامتطاح. هذا الفيضان أدى إلى انهيار 49 منزلاً بالكامل و13 حظيرة. بعد هذه الكارثة، تم تعويض المتضررين ببناء قرية عصرية تضم 36 منزلاً (الحسن لماني،202).

لوحة رقم 9 : تضرر منطقة العشورية بفعل فيضان (صورة يمينا) تهيئة قرية عصرية بالعشورية (صورة يسارا)

المصدر: مركز دراسة وتنمية المجالات الواحية والصحراوية بالجرف، وتصوير شخصي في مارس سنة 2022

جدول رقم 48: الأحياء الجديدة التي ظهرت بعد الفيضانات بسهل تافيلالت

المنطقة	سنة البناء	المساحة م2	عدد المنازل
الحي الجديد بأرفود	1967	60800	240
القرية النموذجية لبروج	1995	20000	30
القرية العصرية العشورية	2005	7500	36
مشروع مرزوكة الجديدة	2007	220000	300

المصدر: باشوية أرفود، باشوية الجرف، الوكالة الحضرية بالرشيدية.

على الرغم من سلبياتها، تكتسي مياه الفيض أهمية كبرى في المنظومة الواحية بحوض زيز-غريس، حيث تسهم في إحداث توازن إيجابي مهم. فهي تعمل على تطعيم السديمة المائية وتوفير موارد مائية أساسية لسقي المزارع الزراعية. تساهم هذه المياه أيضًا في نمو المحاصيل الزراعية وتعزيز حيوية الأشجار المثمرة، خاصة أشجار النخيل التي تُعَد الثروة الخضراء لسكان الواحات. وتأتي هذه الأشجار على رأس الاهتمام بسبب دورها الحيوي في توفير الموارد الغذائية والاقتصادية للسكان، والتي تعاني من تأثيرات الجفاف ومرض البيوض الذي أثر على الإنتاجية الزراعية.

وللإشارة فخلال سنة 2008 أزهرت أشجار النخيل مبكرا بواحة الجرف قبل الوقت الطبيعي الذي يوافق أواخر شهر فبراير وبداية شهر مارس، لكن أزهرت قبل ذلك بحوالي شهرين أي خلال نونبر ودجنبر من السنة نفسها. وحسب الرواية الشفهية لدى بعض الفلاحين (خصوصا الشيوخ منهم) أكدوا أن هذه الظاهرة لم تحدث منذ حوالي خمسين سنة، والسبب في الإزهار المبكر هو توفر موارد مائية مهمة، متمثلة في مياه الفيض الناتجة بفعل الفيضانات التي عرفتها المنطقة خلال سنة 2008، التي مكنت من ري أشجار النخيل علاوة على ارتفاع درجة الحرارة، وهي كلها عوامل ساهمت في بروز هذه الظاهرة بواحات سهل تافيلالت على سبيل المثال، وتكررت الظاهرة نفسها في سنة 2016 حيث أزهر النخيل مرتين (اللوحة رقم 10).

لوحة رقم 10 : إزهار النخيل بواحة الجرف مرتين بتاريخ 21 أبريل 2016

المصدر: مركز دراسة وتنمية المجالات الواحية والصحراوية بالجرف، 2021

III. دينامية زحف الرمال بواحات الجرف ما بين 1984و2020

تجدر الإشارة إلى أن الامتدادات الرملية في منطقة تافيلالت تشكل تحديًا طبيعيًا هامًا يؤثر على القطاع الزراعي والتنمية العمرانية في المنطقة. فعلى الرغم من أن ظاهرة زحف الرمال كانت تعتبر في الماضي عاملًا عابرًا، إلا أنها أصبحت اليوم عاملًا حاسمًا يؤثر على حركة النمو في القطاع الزراعي والتنمية العمرانية. وتعتبر منطقة واحة الجرف نموذجًا للمناطق التي تتأثر بها ظاهرة زحف الرمال.

تم تتبع هذه الظاهرة بمنطقة الجرف منذ عام 1984 حتى عام 2020 بهدف تحديد نطاق انتشارها وتطورها على مدار الزمن، وتحديد تأثيراتها على المرافق المائية مثل السواقي، وأيضًا تأثيرها على المساحات الزراعية والمناطق المبنية. يهدف هذا التحليل إلى فهم النمط الزماني والمكاني لتوسع الأراضي الرملية وتأثيرها على البنية التحتية والقطاع الزراعي، وذلك لتطوير استراتيجيات فعالة للتصدي لهذه الظاهرة وتقليل تأثيرها السلبي على التنمية المستدامة في المنطقة.

1-نتائج الدراسة الخرائطية لزحف الرمال بواحات الجرف

1-1- وضعية الرمال بواحات المنقارة والجرف وفزنا ما بين سنتي 1984 و2002

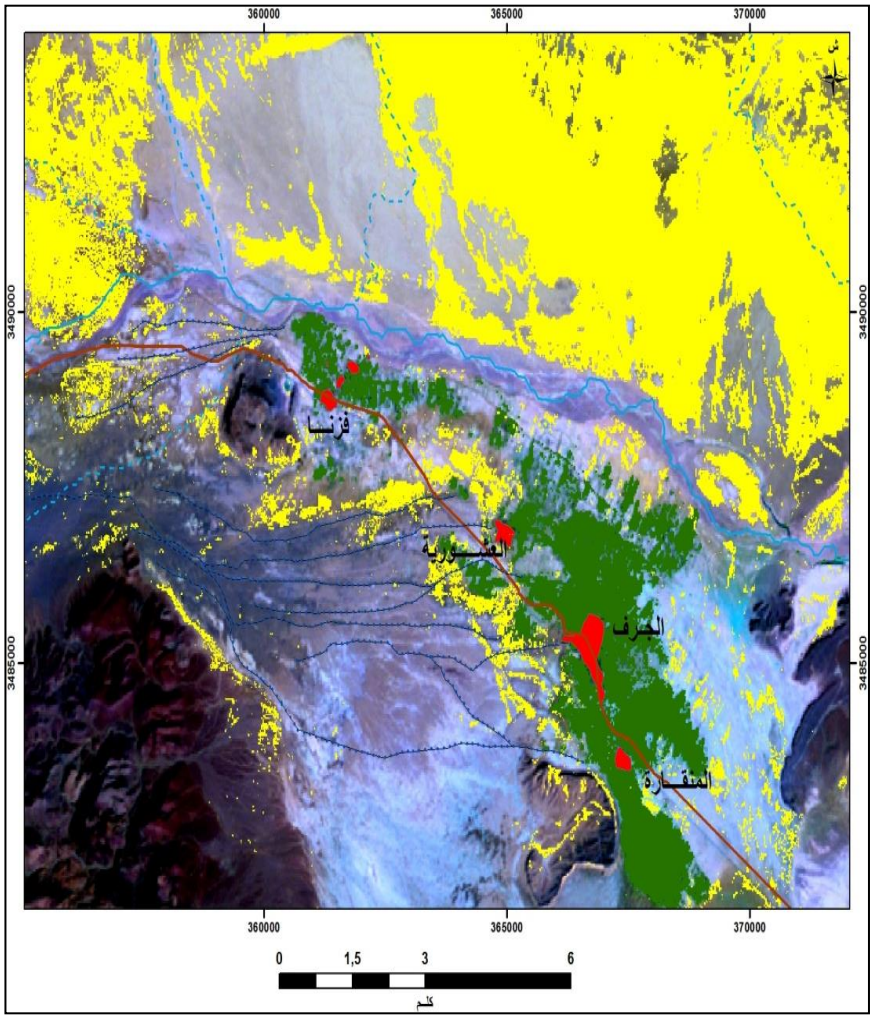
واحات المنقارة، والجرف، تمثل الشريط الواحي الأوسط لواحات الجرف، بينما تشكل واحات العشورية وفزنا الجزء الشمالي الغربي من منطقة الجرف. بالنسبة لواحات حنابو لكراير والبوية، فهي تمثل الواحات الجنوبية الشرقية لمنطقة الجرف. وتتعرض هذه الواحات لخطر زحف الرمال من الواجهتين الجنوبية الشرقية والشمالية الغربية.

توضح الخريطتان (34) و (35) التغيرات التي طرأت على الشريط الأوسط لواحات الجرف بين عامي 1984 و2002. يظهر أن واحة المنقارة تعرضت لزحف كبير للرمال خلال فترة 18 سنة، خاصةً من الجهة الشمالية الغربية، مما أدى إلى انتشار الكثبان الرملية حولها. على الجانب الآخر، لاحظنا أن الجهة الجنوبية الغربية للواحة ظلت محمية بفضل الكتلة الجبلية للمنقارة.

تظهر الخريطتان أيضًا أن واحة الجرف تعرضت لتراكم الرمال بشكل كبير على الجهة الجنوبية الغربية خلال الفترة بين 1984 و2002. في العام 1984، كانت الرمال تشكل مساحة صغيرة قرب المناطق الزراعية، ولكن في عام 2002، احتلت الرمال مساحة كبيرة من الواحة، حيث أحاطت بها وتراكمت حولها.

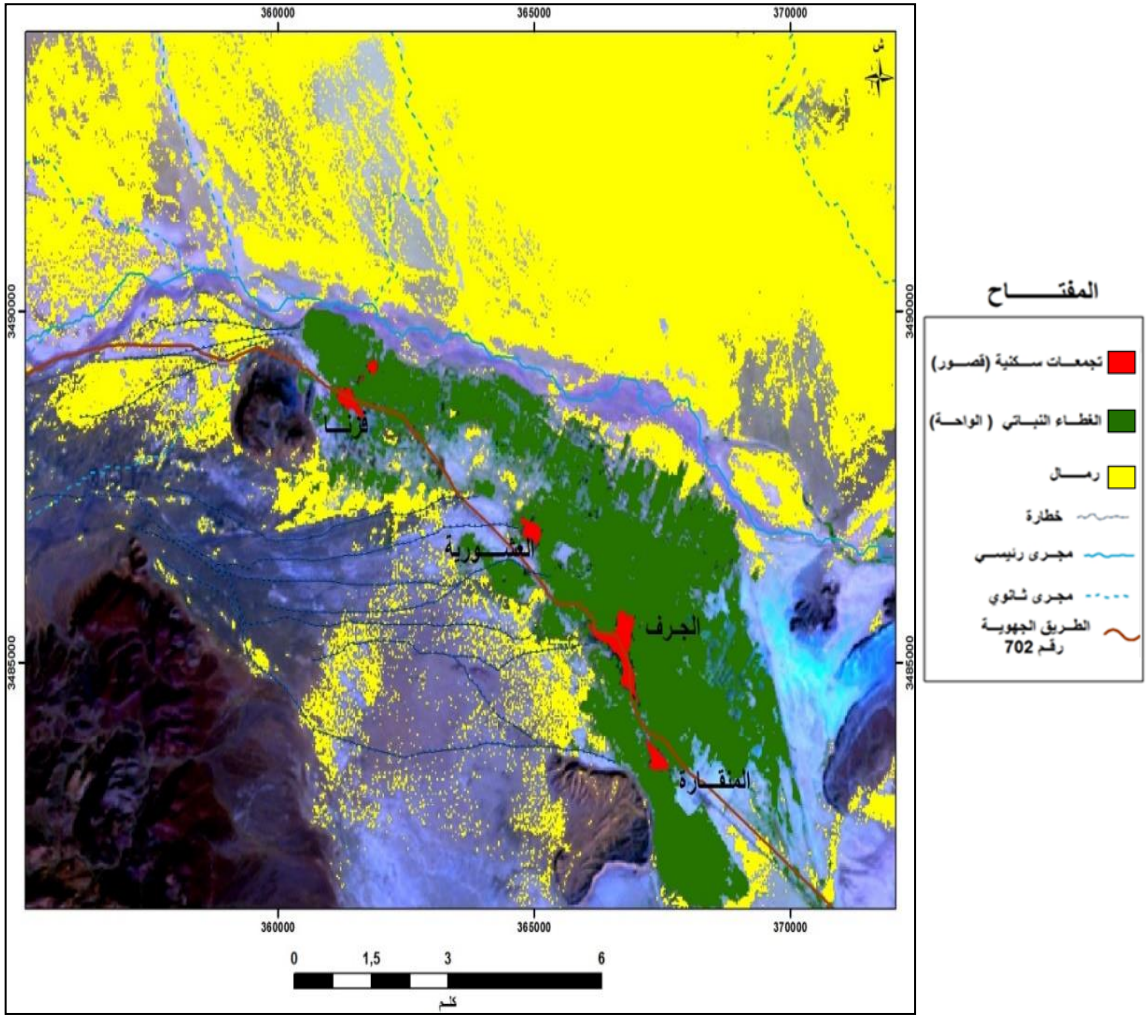
ومع ذلك، قام السكان المحليون بتعويض ما فقدوه بسبب التراكم الرملي عن طريق توسيع مساحة الواحة على الضفة اليمنى لوادي غريس.

خريطة رقم 34 : وضعية الرمال بواحات منقارة، الجرف، العشورية وفزنا سنة 1984



المصدر: صورة القمر الصناعي Landsat بتاريخ 12/03/1984(بتصرف)

خريطة رقم 35 : وضعية الرمال بواحات منقارة، الجرف، العشورية وفزنا سنة 2002



المصدر: صورة القمر الصناعي Landsat بتاريخ 12/03/2002(بتصرف)

واحة العشورية وفزنا تعكس وضعا مختلفا عن الواحات الأخرى، حيث كانت الرمال تحتل جزءًا كبيرًا منها في عام 1984، وهذا الوضع ناتج عن عاصفة رملية ضربت منطقة تافيلالت في عام 1977، حيث اجتاحت الرمال مساحة تقدر بحوالي 16 هكتارًا من الأراضي الزراعية في واحة الجرف.

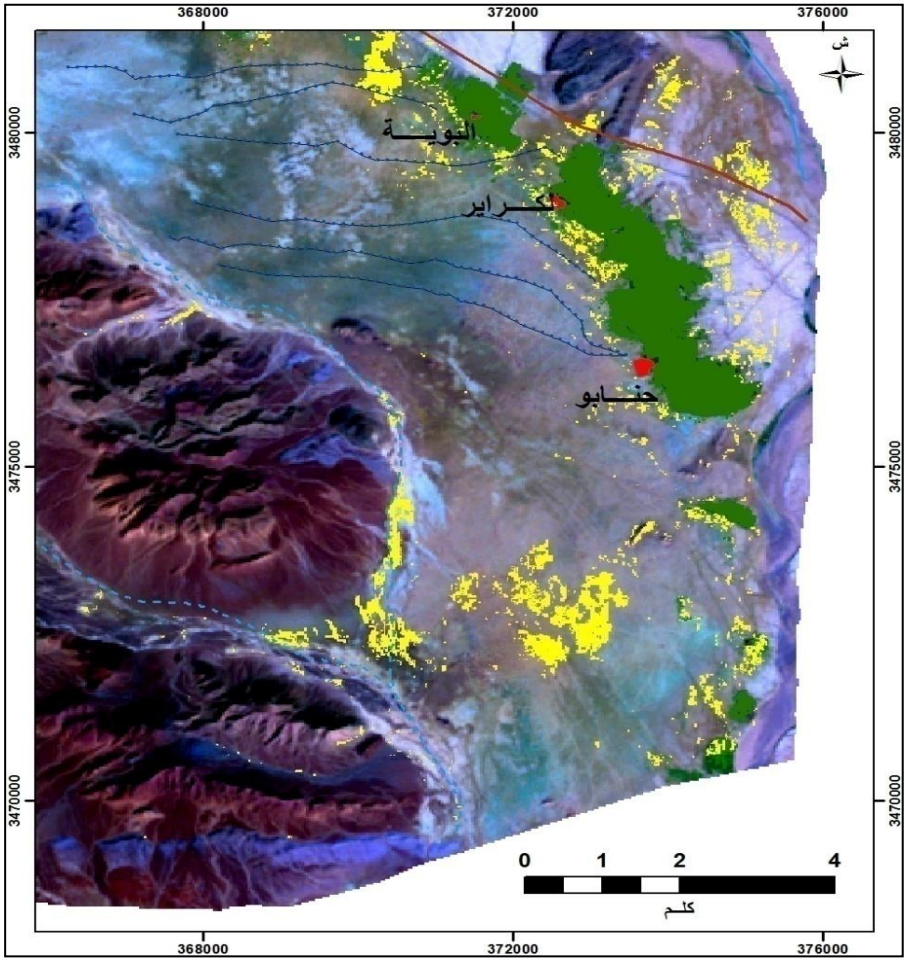
ومع ذلك، يظهر في الخريطة لعام 2002 أن هذه الرمال قد تمت إزالتها، سواءً من قبل السكان المحليين أو بفعل الرياح نفسها. ومع ذلك، لا تزال واحة العشورية مهددة بخطر زحف الرمال، حيث لا تزال تحاط بالرمال منذ عام 2002، سواء من الجهة الجنوبية الغربية أو من جهة الشمال، حيث يتراكم الرمال على ضفتي وادي غريس وتشكل تهديدًا لواحة العشورية.

2-1- وضعية الرمال بواحة حنابو والكراير والبوية بين سنتي 1984 و2002

من خلال الخريطتين رقم (36) و (37)، يظهر أن المنطقة الجنوبية لمنطقة الدراسة شهدت تغيرات في ديناميات الترمل بين عامي 1984 و2002. في عام 1984، كان هناك تراكم للرمال في أقصى الجنوب، بالقرب من جنوب واحة حنابو. هذه الرمال كانت تشكل تهديدًا مباشرًا لواحات حنابو، لكراير، والبوية، والخطوط المائية التي تزوّد هذه الواحات بالمياه، نظرًا لتواجدها في مسار الرياح الجنوبية الغربية.

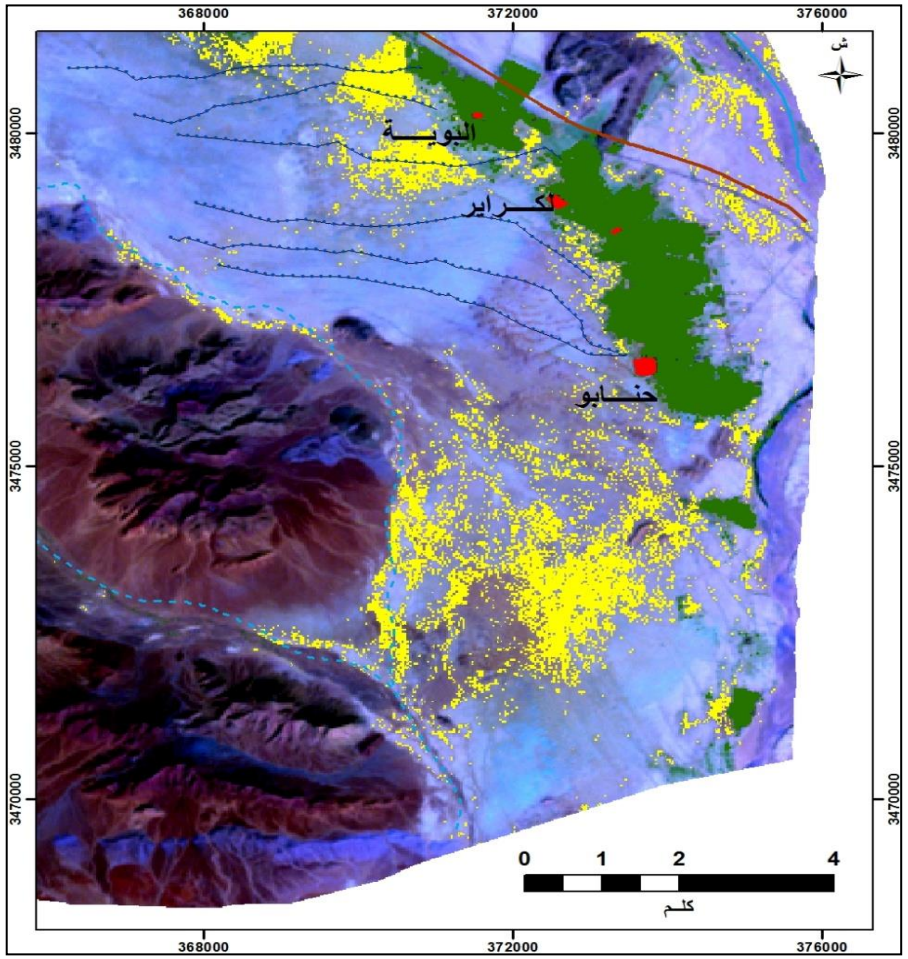
وفي عام 2002، زاد تراكم الرمال في هذه المنطقة، مما زاد من خطر الترمل، وهذا ما حدث في واحة البوية بشكل خاص. تزداد خطورة هذا التراكم بسبب قربها من ممر طبيعي للرياح الذي يفصل بينها وبين واحة المنقارة.

خريطة رقم 36 :وضعية الرمال بواحات حنابو لكر ايروالبوية سنة 1984



المصدر: صورة القمر الصناعي Landsat بتاريخ 12/03/1984(بتصرف)

خريطة رقم 37 :وضعية الرمال بواحات حنابو لكر اير والبوية سنة 2002



المصدر: صورة القمر الصناعي Landsat بتاريخ 12/03/2002(بتصرف)

هذه الوضعية المتقدمة من الرمال التي كانت موجودة في المنطقة في عام 1984، كانت نتيجة لدينامية ريحية مهمة شهدتها المنطقة في سبعينيات القرن الماضي، حيث تشكلت عواصف رملية اجتاحت الواحة. ووفقًا لدراسة أجراها المكتب الجهوي للاستثمار الفلاحي بتافيلالت، تبين أن الأراضي الزراعية التي كانت مغطاة بالرمال في واحات حنابو والكراير والبوية بين عامي 1958 و1987 بلغت 208 هكتار. كما تعرضت الطريق الجهوية رقم 702 للردم بالرمال، ولكن تم إجراء صيانة لها من قبل الجهات المختصة. ومع ذلك، فإن الخطوط المائية تأثرت بشكل كبير من زحف الرمال والردم، خاصة خطارة البوية(المولودي،2006).

ومن الجدير بالذكر أن الدولة، بالتعاون مع الفلاحين المتضررين، نفذت عدة مشاريع للتخفيف من خطر الترمل بين هاتين الفترتين. تضمنت هذه المشاريع إقامة حواجز في اتجاه هبوب الرياح، وقد أظهرت هذه المبادرات نجاحاً جزئياً، حيث نجحت في وقف جزء من الكثبان الرملية عن الزحف داخل الواحة.

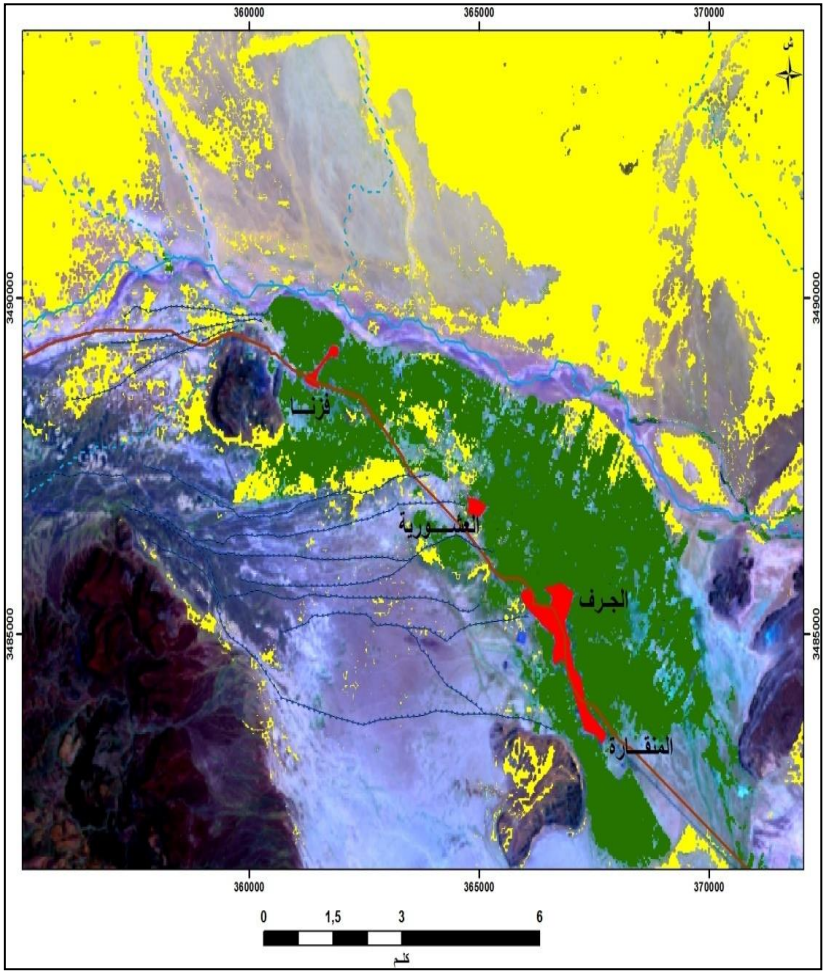
1-3 -تطور زحف الرمال بواحات الجرف في سنة 2020

تبين الخريطة رقم (38) أن واحة الجرف شهدت تغيرات عدة بين سنتي 2002 و2020. فقد ارتفعت نسبة الترمل في واحة فزنا والعشورية، حيث توغلت الرمال إلى داخل الواحة مما أثر بشكل كبير على المساحات الزراعية.

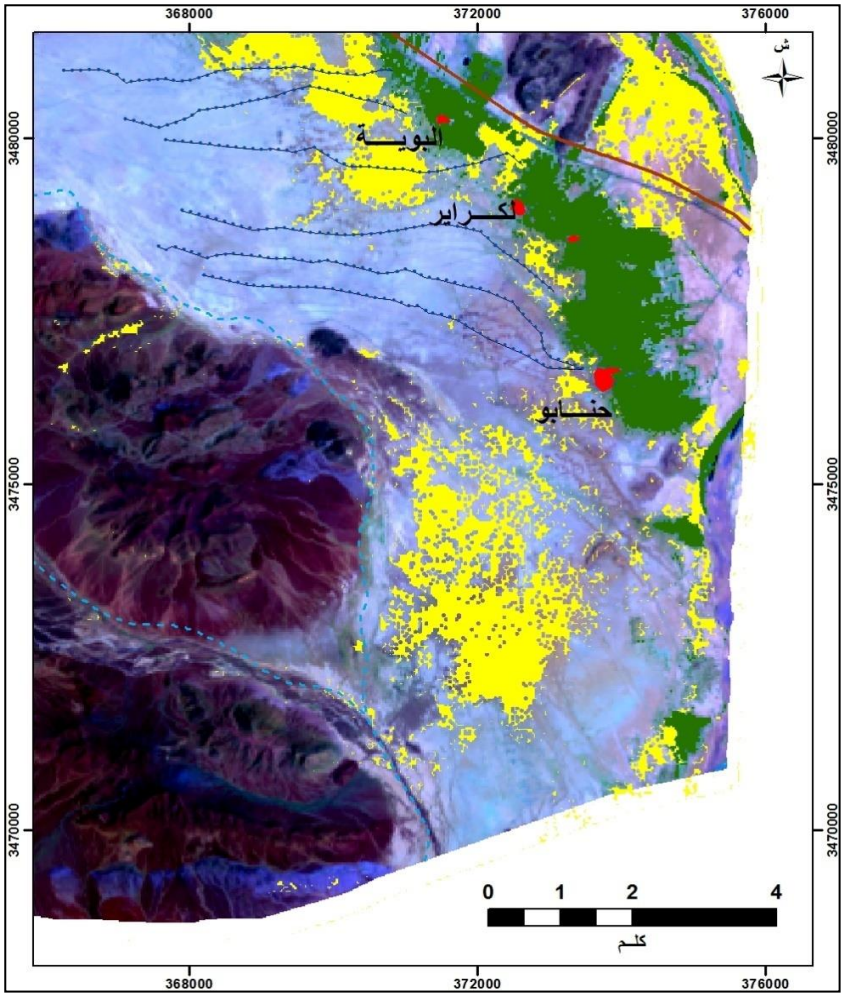
أما الواحات الجنوبية لواحة الجرف مثل حنابو، ولكراير، والبوية، فقد شهدت تغيرات كبيرة أيضًا خلال نفس الفترة. حيث زاد حجم التراكمات الرملية في هذه الواحات، خاصة في الجهة الجنوبية والشرقية، مما جعل واحة حنابو أكثر تهديداً بخطر زحف الرمال، وتراكمت كثبان رملية على جوانبها.

أما واحة لكراير والبوية فقد تعرضت لاكتساح الرمال بشكل كبير، حيث توغلت الرمال إلى داخل الواحة وأحاطت بها من جميع الجهات. كما تضررت خطارات واحة البوية بشكل كبير، لكن تمت صيانتها فيما بعد.

خريطة رقم 38 : وضعية الرمال بواحات المنقارة، الجرف، العشورية وفزنا سنة 2020



خريطة رقم 39 : وضعية الرمال بواحات حنابو لكر اير البوية سنة 2020



المصدر: صورة القمر الصناعي Landsat بتاريخ 12/03/2020(بتصرف)

2-الدراسة الرسابية والمجهرية لعينات الرمال بواحة الجرف

تهدف الدراسة الرسابية إلى استكشاف مجموعة من البيانات والمعلومات المخزنة في التكوينات الرسابية، حيث يمكن من خلالها فهم وتتبع عمليات التشكيل والتطورات الحالية التي شهدها ميدان الدراسة. يتم ذلك من خلال جمع عينات من مختلف المجموعات الرملية في المنطقة، وتحليلها وتفسيرها للحصول على إجابات عن مجموعة من الأسئلة الجيومرفولوجية. وبهذا يمكننا فهم ظروف نقل وتطور الحبيبات الرملية بعد التحريك، باستخدام مؤشرات الفرز الحبيبي. بالإضافة إلى ذلك، فإن الدراسة المجهرية للحبيبات الرملية الكوارتزيت تسهم في فهم العوامل المؤثرة في تشكيل هذه الحبيبات الرملية (الغازي،2006)، والجدول رقم (49) يوضع موقع استخلاص العينات المدروسة.

جدول رقم 49 : إحداثيات موقع استخلاص عينات من الرمال

رقم العينة	إحداثيات العرض (Y)	إحداثيات الطول (x)	الارتفاع بالمتر (Z)	موقع العينات
1	31°29'43.39"N	4°24'44.44"O	825	**الجرف**
2	31°26'36.21"N	4°21'18.92"O	801	**حنابو**
3	31°31'54.44"N	4°26'46.91"O	837	**فزنا**
4	31°10'6.61"N	4° 1'13.79"O	743	**مرزوكة**

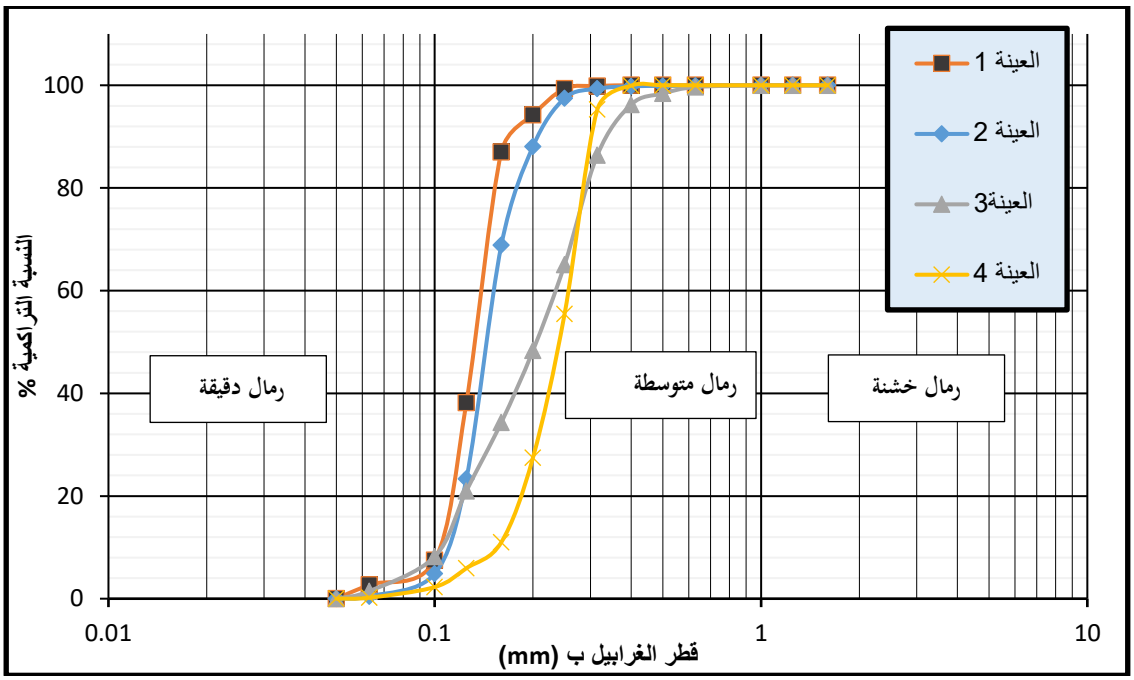
المصدر إنجاز شخصي، 2016

2-1-الدراسة الحبيبية للرمال

تُمكن دراسة توزيع أصناف العناصر الرسوبية المكونة لعينة رملية معينة من فهم ظروف الترسب وتحديد مراحل التعرية والنقل التي مرت بها الرواسب المدروسة. يتم ذلك من خلال تمثيل النتائج على شكل منحنيات وتحليلها، بالإضافة إلى حساب المؤشرات الرسوبية مثل مؤشر الترتيب ومعامل التناسق .(MEZGHAB,2002)

تُعتبر هذه العمليات جزءًا أساسيًا من البحوث الجيولوجية والجيومرفولوجية، حيث تُساعد في فهم تاريخ وتطور المناطق الطبيعية وتحديد العوامل التي أثرت عليها على مر الزمن.

شكل رقم 98 : المنحنى الحبيبي لمجموع العينات



المصدر: نتائج الدراسة المخبرية 2016

من خلال النتائج المحصل عليها في الدراسة الحبيبية للعينات كما هو مبين في الشكل رقم 98، نجد أن الرمال المتوسطة (المتراوحة ما بين 0.1 و0.4 ملم) تسيطر على المنطقة، في حين أن الرمال الدقيقة والرمال الخشنة قليلة الوجود، باستثناء العينة رقم 3 حيث توجد الرمال الدقيقة والمتوسطة بكثافة، ويعود ذلك لوجود هذه المنطقة في سافلة واد غريس، مما يؤدي إلى ترسب الرمال بها نتيجة انتهاء تأثير قوة التيار المائي وتغذية المنطقة بالرواسب الرملية.

يمكن تفسير هذه النتائج بالاعتماد على الديناميات الريحية وقوة التيار المائي؛ حيث تتراكم العناصر الخشنة بالقرب من مناطق التزويد ولا تصل إلى مناطق الاستقبال بسبب عدم قدرة الرياح على نقل حبات الرمال الكبيرة، بينما تنتقل العناصر الدقيقة بسهولة عبر المسافات الطويلة بفعل الرياح.

تظهر المنحنيات التجميعية تماثلًا بين العينات الأولى والثانية، مما يشير إلى أن الرمال المغذية للمنطقة تكون من أصل محلي. في حين تختلف العينة الرابعة حيث تحتوي على حبيبات رمال ذات قطر متوسط بكثافة، ويمكن استنتاج أن الرمال المغذية للمنطقة لا تنتمي إلى منطقة مرزوكة.

2-2-الدراسة المجهرية لحبات الرمال

نظرًا لعدم إمكانية رؤية جزيئات الكوارتز بالعين المجردة، فقد قمنا باستخدام المجهر ذو الاستقطاب الضوئي لهذا الغرض. تم وضع كل عينة على حدة، مع فصل بعض الحبيبات، ومن ثم تم مراقبتها بواسطة المجهر مع الاعتماد على تغيرات شكلها الخارجي ولون حبيبات الرمال لتحديد وجود جزيئات الكوارتز. (عبدلاوي،2016)، والجدول رقم 50 يبين نتائج الدراسة المجهرية لحبات الرمال.

جدول رقم 50: نتائج الدراسة المجهرية لحبات الرمال

رقم العينات	نسبة (%) الحبات الزاوية	نسبة (%) الحبات شبه الزاوية	المجموع	نسبة (%) الحبات المستديرة
1(الجرف)	12,5	17,5	30	70
2(فزنا)	7,5	10	17,5	82,5
3(حنابو)	42,5	25	62,5	37,5
4(مرزوكة)	72,5	12,5	85	15

المصدر: نتائج الدراسة المخبرية 2016

- **العينة رقم 1:** تتميز هذه العينة بقلة عناصر حبات الكوارتز، ولكن العناصر المتوفرة كافية لفهم ظروف الترسيب في الموقع. حيث تتميز حبيبات الكوارتز بسيادة العناصر غير الشفافة ذات أضلاع كروية، ومستديرة، وتشكل 70% من مجموع حبات الكوارتز. ونجد تواجدًا ضعيفًا للحبيبات الحادة وشبه الحادة، مما يشير إلى أن النقل كان ذو أصل مائي، ومن مسافات متوسطة أو بعيدة.
- **العينة رقم 2:** تتميز هذه العينة بسيادة عناصر حبات الكوارتز غير الشفافة ذات أضلاع كروية، حيث تشكل 82% من مجموع الكوارتز. كما أنه يلاحظ شبه غياب للحبيبات الحادة وشبه الحادة، مما يشير إلى أن النقل كان ذو أصل مائي، ومن مسافات متوسطة أو بعيدة.
- **العينة رقم 3:** تتميز بسيادة العناصر الشفافة ذات محيط زاوي وشبه زاوي بنسبة 62.5%، مما يشير إلى أن العناصر المتوضعة بالمنطقة هي رواسب ريحية.
- **العينة رقم 4:** تتميز هذه العينة بكثرة حبات الكوارتز الشفافة، ذات شكل زاوي، وتشكل 85% من مجموع العينة. يظهر لونها الأحمر بالمقارنة مع العينات الأخرى، مما يشير إلى أن العناصر المتواجدة في هذه المنطقة هي رواسب ريحية.

تظهر النتائج أن الرواسب في المنطقة تميل إلى أن تكون نتيجة لعمليات نقل مائية في العينتين الأولى والثانية، في حين تشير العينتين الثالثة والرابعة إلى تأثير الرياح في تكوين الرواسب. يتماشى هذا التحليل مع الظروف البيئية والجغرافية للمنطقة، حيث تعتبر وجود أثار التأثيرات المائية والرياحية متوقعًا في بيئة مثل هذه المنطقة. ومع ذلك، يجب إجراء المزيد من الدراسات والتحاليل لتأكيد هذه النتائج وفهم العوامل المؤثرة بشكل أفضل.

2-3-أصل الرمال بالمنطقة

إن التراكمات الرملية بمجال الدراسة تتكون من رمال ذات أصول متعددة، ويمكن أن نجملها في مصدرين، الأول مصدر محلي والثاني مصدر بعيد.

تظهر الدراسات والتجارب التي أُجريت في مجال الدراسة أن التراكمات الرملية تنحدر من مصادر متعددة، حيث يمكن تلخيصها في مصدرين رئيسيين: مصدر محلي ومصدر بعيد. أظهرت التجارب التي

أُجريت في إطار مشروع المنظمة العالمية للأغذية والزراعة (F.A.O) أن الرمال في المنطقة تميل إلى أن تكون من أصل غريني، ويُعتبر الماء له دور أساسي في عملية تراكم الكثبان الرملية، حيث يعمل على ترسيب الرمال في مناطق الفيض. ومن ثم، يمكن القول إن الأصل المحلي للتراكمات الرملية هو السائد (KABIRI,2005).

على الجانب الآخر، يُعتبر نقل الرمال بواسطة الرياح البعيدة ضعيفًا، حيث لا يمثل سوى جزءًا صغيرًا من ذرات الغبار التي ترسبها الرياح في هذه المناطق. وتُحرك العناصر الرملية الدقيقة غالبًا عبر الرياح في وسط الحوض، وهي بشكل أساسي نتيجة لتعرية مائية نشطة مرتبطة بتعرية ريحية وسط مجال ذو غطاء نباتي متدهور. لذا، لا توجد حواجز حقيقية تعيق نقل الحبيبات الرملية من قِبَل الرياح في هذه المناطق(الحارث،2002).

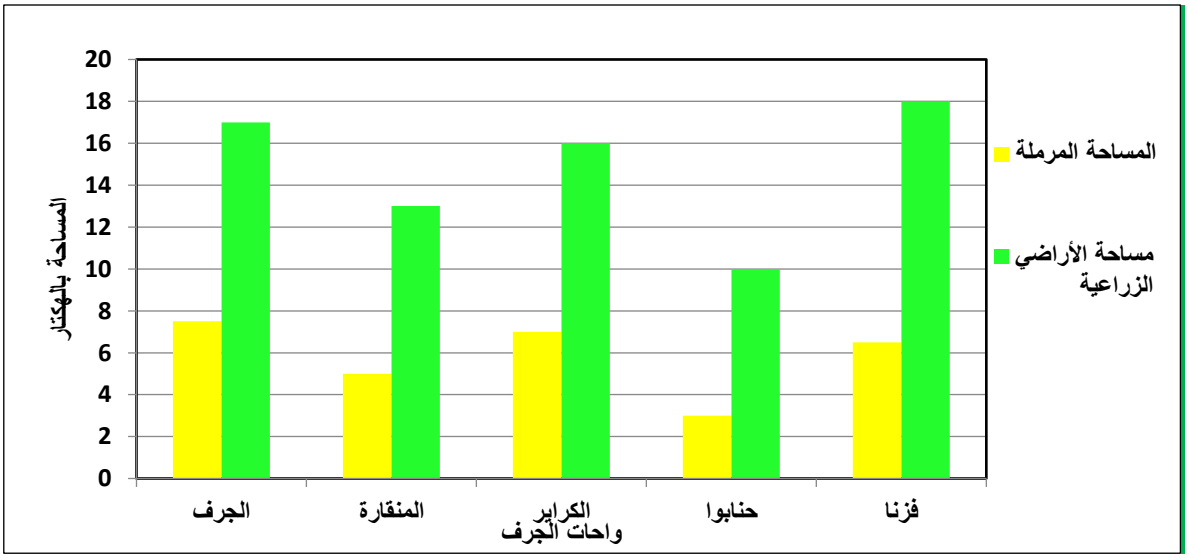
3-زحف الرمال يهدد الأراضي الزراعية والمنشآت المائية بمنطقة الجرف

3-1- آثار زحف الرمال على الأراضي الزراعية

تظهر نتائج العمل الميداني المقدمة أن زحف الرمال في منطقة الدراسة يشكل تهديدًا خطيرًا على المجالات الزراعية في الواحة (اللوحة رقم 11). فقد تضررت عدة هكتارات من الأراضي الزراعية وأصبحت غير صالحة للزراعة بسبب تراكم الرمال، مما أدى إلى فقدان مساحة تفوق 29 هكتارًا من إجمالي 74 هكتارًا كانت قابلة للزراعة في المنطقة (الشكل رقم 99).

هذا التأثير يتجاوز الأضرار البيئية المباشرة إلى تأثيرات اقتصادية واجتماعية خطيرة. ففقدان كل هكتار من الأرض الصالحة للزراعة يؤدي إلى زيادة ضغوط الهجرة على الأسر التي كانت تعتمد على هذه الأراضي لتأمين معيشتها اليومية.

شكل رقم 99 : مساحة الأراضي الزراعية مقارنة بالمساحة المرملة منها بواحة الجرف (الهكتار)



المصدر: الاستمارة الميدانية 2021

بالتالي، يجد الفلاحون أنفسهم مضطرين للتوسع في مساحات خارج الواحة القديمة لزراعة أراضٍ جديدة أو مواصلة الجهود لإزالة الرمال المتراكمة في حالة عدم تضرر الأراضي بشكل كبير. هذا يعكس الضغوط الاقتصادية والاجتماعية الكبيرة التي يفرضها زحف الرمال على سكان المنطقة ومعيشتهم (عبدلاوي،2021).

لوحة رقم 11 : زحف الرمال على حساب الأراضي الزراعية بواحة الجرف

المصدر: تصوير شخصي، 18 أبريل 2022

2-3- آثار زحف الرمال على البنية التحتية الهيدرولوجية

إن التجهيزات الهيدرولوجية في سهل تافيلالت تعاني من تهديد خطير بسبب زحف الرمال. بعض القنوات الحديثة والتقليدية للسقي قد تم غمرها بالرمال في العديد من مناطق المنطقة المدروسة (اللوحة رقم 12)، مما يزيد من تكاليف صيانتها واستصلاحها سنويًا بمبلغ يقدر بحوالي 2 مليون درهم (مولودي،2006)

هذا التأثير له عواقب خطيرة على الزراعة في المنطقة، حيث يؤدي زحف الرمال إلى تعطيل وصول مياه السقي إلى الأراضي الزراعية. بالنتيجة، قد يجد الفلاحون صعوبة أو استحالة في الحصول على مياه الري لمحاصيلهم، مما يؤثر سلبًا على مداخيلهم ويعرض قطاع الزراعة في المنطقة لخطر الانهيار.

لوحة رقم 12 : تغطية الرمال لقناة السقي العصري "جمجمة" بواحة الجرف

المصدر: تصوير شخصي 18 أبريل 2022

بشكل عام، يبرز الحاجة الملحة لاتخاذ إجراءات فورية للتصدي لمشكلة زحف الرمال وحماية التجهيزات الهيدرولوجية الحيوية في المنطقة، وذلك للحفاظ على استدامة الزراعة وضمان توفير المياه اللازمة للمحاصيل الزراعية ومعيشة السكان المحليين.

خاتمة الفصل السادس

تستنتج الدراسة من معطيات ونتائج الفصل السادس، أن تغيرات المناخ لها تأثيرات كبيرة على الموارد الطبيعية في المنظومة البيئية الواحية، خاصة على الموارد المائية. وقد أسفرت هذه التغيرات عن ظهور مجموعة من المشاكل البيئية في مجال حوض زيز-غريس، من بينها الجفاف الذي يعتبر ظاهرة مناخية بنيوية تتكرر باستمرار، مما يؤثر على البيئة والمجتمع الواحي.

مياه الفيض لها أهمية كبيرة في المنظومة الواحية في حوض زيز-غريس، حيث تسهم في إيجابيات عدة مثل توفير موارد مائية للسقي ونمو المحاصيل الزراعية وأشجار النخيل. ومع ذلك، فإن الظاهرة المتزايدة للتصحر، بما في ذلك زحف الرمال، تشكل تهديدًا جديًا للأراضي الزراعية والبنية التحتية المائية في المنطقة، حيث يغطي الرمال مساحات كبيرة من الأراضي الزراعية والبنى التحتية المائية.

بشكل عام، فإن فهم ومواجهة تأثيرات تغيرات المناخ على الموارد الطبيعية في المناطق الواحية يتطلب تبني استراتيجيات شاملة للتكيف مع هذه التحديات، بما في ذلك تدبير المياه والتنمية المستدامة، وتعزيز الوعي بأهمية حماية البيئة والاستثمار في تقنيات الحفاظ على الموارد الطبيعية.

خاتمة القسم الثاني

بناءً على النتائج المتوصل إليها في هذا القسم، يمكننا استخلاص عدة استنتاجات، يعرف الجريان السطحي في حوض زيز-غريس جريانًا موسميًا بصفة عامة، حيث تتجمع مياه الوديان خلال فترة الفيض، التي تكون قصيرة وتصل في بعض الأحيان إلى 4 أو 5 أيام فقط، مما يعكس طبيعة جفاف المنطقة.

تبين أن كميات التساقطات السنوية تختلف بين المحطات الجوية الموزعة في حوض زيز-غريس، حيث سجلت بعضها ارتفاعًا وآخر انخفاضًا. بالمقابل، تبين أن درجات الحرارة العامة ارتفعت بمتوسط يصل إلى 0.5 درجة مئوية في حوض زيز و1.5 درجة مئوية في حوض غريس خلال الفترة من 1982 إلى 2018.

باستنادنا إلى ما توصلنا إليه من استنتاجات في الفصول السابقة حول تأثيرات التغيرات المناخية في حوض زيز-غريس، يظهر أن مجال الدراسة يواجه تحديات طبيعية جديدة، مع تغيرات متقلبة تشمل الجفاف والفيضانات. على الرغم من الآثار السلبية التي قد تحملها بعض هذه الظواهر، إلا أن لها أيضًا فوائد لا يمكن إنكارها، خاصة في تعزيز تغذية الفرشة المائية الباطنية وتحسين الظروف المائية في المنطقة الجافة هذه.

من المهم أن نلاحظ أن المجال الواحي للحوض المائي زيز-غريس لا يزال عرضة لمخاطر تنامي ظاهرة التصحر، وهو الأمر الذي يجب علينا أن نوليه اهتمامًا خاصًا. أيضا لا يمكن إغفال دور العوامل البشرية في هذا السياق، حيث تلعب دورًا حاسمًا كمؤثر أساسي على الموارد المائية في المنطقة. حيث سنعمل في فصول القسم الثالث فهم أعمق لتأثيرات العوامل البشرية على الموارد المائية، والعمل على اقتراح استراتيجيات فعالة لتدبير الموارد المائية بشكل مستدام، مع الحفاظ على التوازن البيئي وتحقيق التنمية المستدامة في المنطقة.

القسم الثالث: أنماط إنتاج واستهلاك المياه بواحات سهل تافيلالت، وأشكال التكيف مع التغيرات المناخية

مقدمة القسم الثالث

يعتبر الماء عنصراً حيوياً وأساسياً للحياة في جميع المجتمعات، وتكمن أهميته بشكل خاص في المناطق الواحية. فنظراً للأهمية الكبيرة للماء في الحياة اليومية والاقتصادية، فإن العلاقات الاجتماعية والتنظيمية في تلك المناطق تتأثر بشكل كبير بمسألة تدبير وتوزيع الموارد المائية المتاحة. وبالتالي، يرتبط الاستقرار البشري في تلك المناطق بشكل أساسي بالأمن المائي..

ومن هنا، فإن سكان الواحات يعملون باستمرار على إيجاد توازن وتنظيمات تسهم في حل المشاكل والصراعات المرتبطة بالمياه، حيث تلعب هذه التنظيمات دوراً هاماً في تعزيز الاستقرار والحفاظ على استمرارية الحياة في الواحات والمناطق الواقعة في المناطق الواحية.

منذ سبعينات القرن العشرين إلى يومنا هذا، شهد تدبير الموارد المائية في المناطق الواحية انتقالاً جذرياً من الطرق التقليدية إلى الطرق الحديثة، وذلك بفضل دخول التقنيات الحديثة مثل الضخ الآلي إلى تلك المناطق. يهدف هذا التحول إلى تحسين كفاءة استخدام المياه وتحقيق أقصى استفادة من الموارد المتاحة، سواء للري أو الاستخدامات الشخصية.

ومن خلال هذا القسم، سنركز على استعراض وتحليل مختلف أشكال تدبير الموارد المائية، وسنبحث في طرق تأقلم المجتمعات مع التحديات المتعلقة بالتغيرات المناخية، والتحولات الاقتصادية، والاجتماعية، والمكانية. وسنسلط الضوء على:

- **يتناول الفصل السابع** دراسة أشكال تدبير الموارد المائية في واحات سهل تافيلالت. وقد خصص لهذا الفصل 400 استمارة ميدانية لتوثيق الممارسات والتجارب المختلفة لتدبير المياه. يسلط الفصل الضوء على التدبير التقليدي والعصري للمياه، مما يساعد في فهم تأثير التغيرات المناخية والتحولات الاقتصادية على استخدام وتدبير المياه.
- **الفصل الثامن،** تم التطرق فيه إلى أشكال تدبير مياه الشرب في واحات سهل تافيلالت، وقد تم تخصيص جزء كبير من الاستمارات (1079 استمارة) لهذا الغرض. يركز الفصل على ممارسات سكان الواحات في تدبير مياه الشرب، سواء عن طريق التزود التقليدي أو العصري، ويقدم نظرة شاملة على الأساليب المستخدمة والتحديات التي تواجهها الساكنة.
- **في الفصل التاسع،** ركزنا فيه على تحليل كيفية تأقلم النشاط الفلاحي مع التحديات الناجمة عن التغيرات المناخية، وذلك من خلال استعراض أشكال العصرنة التي شهدتها أنظمة السقي، ثم التركيز أيضًا على استعراض مختلف أشكال التكيف التي اتخذتها الساكنة.، بالإضافة إلى تقديم مداخل عملية لتعبئة وتنمية الموارد المائية بواحات سهل تافيلالت.

الفصل السابع: أنماط تدبير مياه السقي بواحات سهل تافيلالت وأشكال التأقلم مع الندرة والوفرة

مقدمة الفصل السابع

الإنسان قديمًا استخدم مجموعة متنوعة من الطرق والتقنيات للحصول على الماء وتدبيره، نظرًا لأهميته الحيوية لاستمرار الحياة. فقد أظهر سكان الواحات إبداعًا فريدًا في تطوير طرق متعددة، ساهمت في إنشاء مساحات مستوطنة قادرة على تحقيق الاستقرار والاستفادة. هذه الطرق والتقنيات لم تقتصر على تأمين المياه فحسب، بل امتدت لتشمل قدرتهم على التكيف مع التغيرات المناخية المتقلبة، التي تتميز بتباينها مع مرور الزمن.

تمثل "أكوك" و"الخطارات" أهم الطرق التي طوّرها سكان الواحات لتدبير الموارد المائية، حيث ساهمت في الحفاظ على تماسك المجتمع الواحي وتوزيع التجمعات البشرية. وتمثل هذه التقنيات العمود الفقري للحياة الاقتصادية والاجتماعية في المناطق الزراعية كـواحات سهل تافيلالت، حيث اعتمدت مجتمعاتها على المياه للزراعة والحياة اليومية. ومع ذلك، وبسبب التحولات السريعة نحو الحداثة والتغيرات المناخية، تتعرض هذه الواحات لخطر التدهور والاندثار، مما دفع البعض إلى الانتقال إلى أساليب التدبير الفردي مثل الضخ العصري للماء.

عموما، تأثرت مناطق الواحات بالجفاف خلال الثمانينات، مما دفع السكان إلى التحول نحو أساليب السقي الحديثة. بدأوا في استخدام تقنيات جديدة لتنقيب وضخ المياه الجوفية، مدمجين التقنيات الحديثة مع المعارف التقليدية المحلية. هذا النهج ساهم في ظهور الاستغلال الفردي، حيث اعتمد العديد من الفلاحين، خاصة أولئك ذوي الإمكانيات المالية، على إنشاء استغلاليات عصرية. استخدموا في ذلك آبارًا مجهزة بمضخات تعمل بالطاقة الشمسية، ما أدى إلى تحولات عميقة في أساليب الإنتاج وتوجههم نحو استخدام المياه الجوفية للسقي.

I. التدبير التقليدي للموارد المائية بواحات سهل تافيلالت

1- أشكال التدبير الجماعي التقليدي للموارد المائية: تدبير بُني على حكامة رشيدة

التدبير الجماعي للموارد المائية يعني التعاون بين أفراد المجتمع في استخدام وتدبير المياه بشكل مشترك، ويكون ذلك ضروريًا في المناطق التي تفتقر إلى موارد مائية كافية لتلبية احتياجات السكان. يشمل ذلك المناطق التي تحتاج إلى بنية تحتية لتوزيع المياه وإنشاء منشآت لتخزينها، والتي قد لا يكون من الواقعي تنفيذها بوسائل فردية بسبب التكلفة العالية والجهد الكبير المطلوب.

1-1- أشكال التدبير التقليدي لمياه الفيض بواحات سهل تافيلالت

1-1-1- طريقة تحويل مياه الفيض نحو الحقول بتقنية "أكوك"

يعتبر ابتكار استغلال المياه السطحية لوادي غريس ووادي زيز، بواسطة بناء السدود التحويلية الأرضية المعروفة محلياً بـ "أكوك"، من السمات البارزة لسكان واحات سهل تافيلالت وغيرها من الواحات المغربية (رسم التوضيحي رقم 2).

يتميز هذا الابتكار بالبساطة والفعالية، حيث يقوم السكان ببناء سدود تحويلية بسيطة لتوجيه جزء من مياه الأودية نحو الأراضي الزراعية عبر قنوات السقي التي يقومون بحفرها بأنفسهم. ويشارك جميع أفراد المجتمع، وخاصة الذكور البالغين، في عملية البناء، ما يمثل مثالاً للسلوك الجماعي والتكافل الاجتماعي في المنطقة وتعرف هذه المشاركة محليا " بحد الصايم"[1].

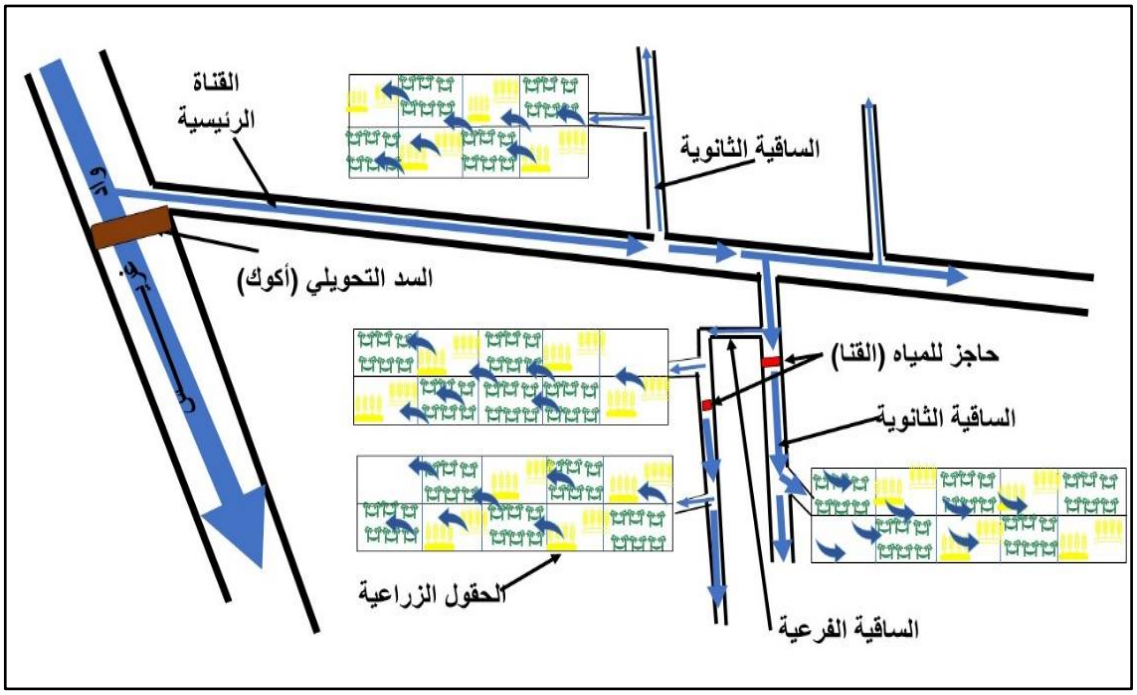
1-1-2- طريقة تدبير مياه "الأكوك" وتقسيم المياه

في سعيهم للتكيف مع التحديات المناخية وندرة المياه في واحات سهل تافيلالت، استخدم السكان المحليون خبرتهم وتجربتهم الطويلة في مجال السقي لابتكار وسائل تقليدية لاستغلال مياه فيضانات أودية زيز وغريس. هذه الوسائل تتمثل في بناء سدود تحويلية بسيطة تعرف محليا بـ "أكوك"، التي تُستخدم لتوجيه جزء من مياه الأودية نحو الأراضي الزراعية. يُظهر الرسم التوضيحي رقم 2 تلك الوسيلة وكيفية عملها.

الأكوك (وفقًا لـ OUHAJOU، 1996) هو مرتفع بسيط مصنوع من الأحجار وأغصان الأشجار التي تُثبت بالطين، يُنشأ في وسط مجرى الوادي بهدف حصر أكبر كمية ممكنة من الماء وضمان توجيهه نحو السواقي.

[1] **حد الصايم:** هي حالة استنفار يعلن عنها من طرف شيخ القبيلة عند حدوث طارئ يستوجب التدخل السريع. ويقضي حد الصايم بضرورة مساهمة كل الأشخاص الذكور البالغين والقادرين على تنفيذ الركن الرابع من أركان الاسلام وهو الصوم في هذا التدخل.

رسم توضيحي2 : شكل مبسط لتقنية السقي "أكوك"



المصدر: رسم شخصي 2021

يتطلب الاستمرار في الاستفادة من هذه السدود التحويلية صيانة دورية لها وللسواقي التابعة لها، ويمكن تحقيق ذلك فقط من خلال التعاون الجماعي الذي يتناسب مع الاستفادة الجماعية.

استغلال مياه الفيض في واحات سهل تافيلالت يُعتبر من بين المصادر الرئيسية لمياه السقي، حيث يتم توجيه الساكنة للاستفادة منها خلال فترات سقوط الأمطار التي تتوافق مع فصل الخريف، وذلك عبر تحويلها باستخدام السدود المنشأة على عالية الأراضي الزراعية. ويتميز استغلال هذه الموارد بالتباين الزمني والمكاني، وذلك حسب الطبيعة المحلية للمناطق المروية في الواحة.

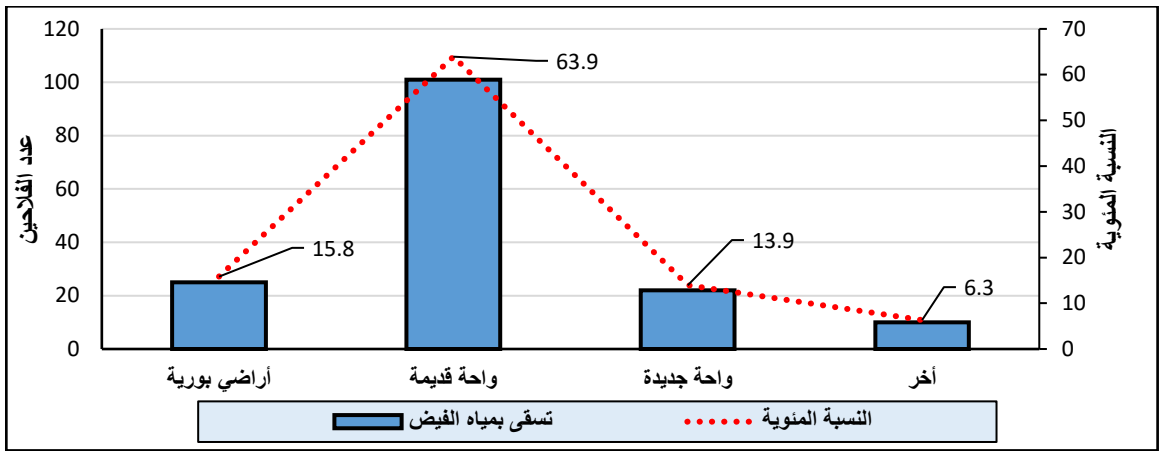
جدول رقم 51: أراء الساكنة حول الاستفادة من مياه الفيض بواحات سهل تافيلالت

الاستفادة مياه الفيض	عدد المستجوبين	%
لا	142	50,4
نعم	158	49,6
المجموع	300	100,0

المصدر: العمل الميداني، في شهري يوليوزغشت لسنة 2021

الشكل رقم 100 يبرز استغلال مياه الفيض حسب القطاعات الزراعية بمجال الدراسة.

شكل رقم 100 :استغلال مياه الفيض حسب طبيعة المجالات المسقية بالواحة



المصدر: العمل الميداني، في شهري يوليوزوغشت لسنة 2021

يظهر من خلال الجدول رقم (51) والشكل رقم (100) وجود تقارب بين المستفيدين وغير المستفيدين من مياه الفيض. ومن جهة أخرى، تأتي الواحات القديمة في المقدمة بالنسبة للمجالات المسقية بمياه الفيض، حيث بلغت النسبة المئوية فيها 63.9% من إجمالي المستجوبين في هذه المجالات. وتليها الأراضي البورية، ثم الواحة الجديدة بنسب تتراوح على التوالي بين 15.8% و13.9% من إجمالي الفئة المستجوبة في كل قطاع زراعي.

يمكن تفسير أسباب استفادة الواحات القديمة على الواحات الجديدة من عدة زوايا:

1. **تاريخ الاستيطان والتجربة الطويلة:** الواحات القديمة لديها تاريخ طويل من الاستيطان والتجارب الفلاحية، مما يعني أن لديها خبرة متراكمة في استغلال الموارد المائية وتوجيهها نحو الزراعة بطرق فعالة.
2. **البنية التحتية المتطورة:** قد تكون الواحات القديمة مجهزة ببنية تحتية متقدمة لتحويل مياه الفيض إلى الأراضي الزراعية، مما يزيد من كفاءة استخدام المياه ويسهم في زيادة الإنتاجية الزراعية.
3. **توفر المعرفة والخبرة:** سكان الواحات القديمة قد اكتسبوا معرفة وخبرة عملية عبر الأجيال في التعامل مع التحديات المتعلقة بالزراعة في بيئة الواحات، وهذا يمكنهم من تحقيق أداء أفضل في استغلال المياه وتحقيق الاستدامة في الإنتاج الزراعي.

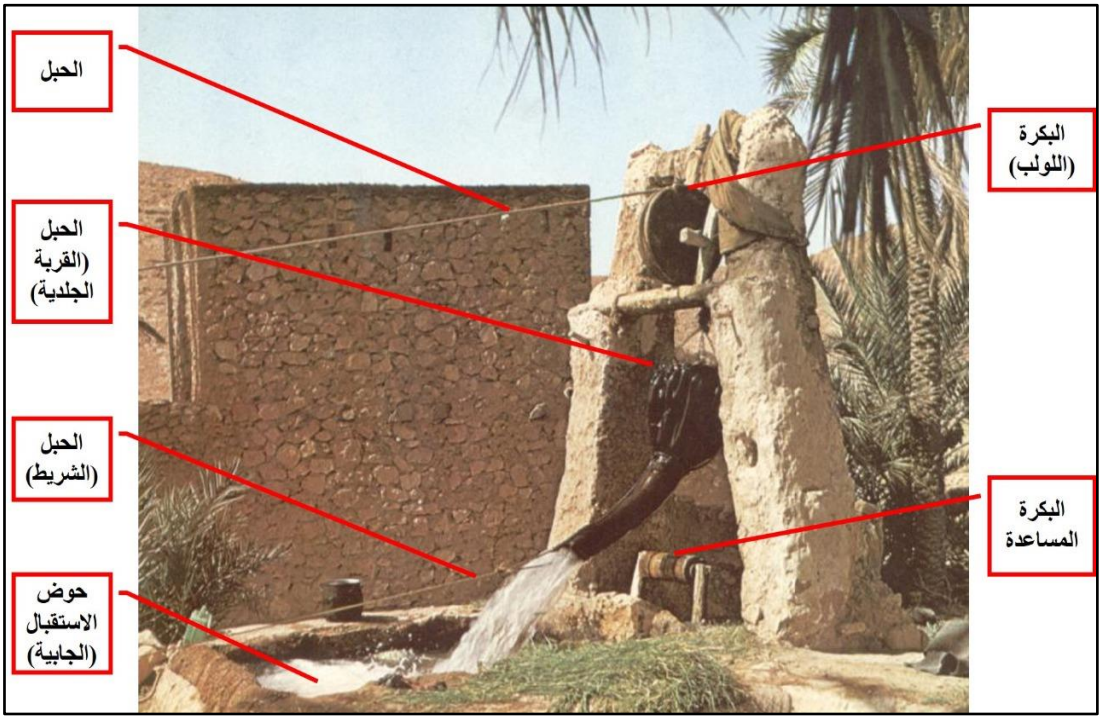
بشكل عام، تتأثر الاستفادة من مياه الفيض بعوامل عدة مثل التاريخ، والبنية التحتية، والمعرفة، والاستراتيجيات الزراعية المتبعة، وهذه العوامل تشكل الفارق بين الواحات القديمة والجديدة في قدرتها على استغلال المياه وتحقيق الاستدامة في الزراعة.

2-2- أشكال التدبير التقليدي للموارد المائية الجوفية: مؤشر لندرة المياه بواحات سهل تافيلالت

2-2-1- تقنية "أغرور" أسلوب تقليدي لرفع المياه

كلمة "أغرور" هي كلمة أمازيغية ترادفها بالعربية "اجبيد" أو "الدلو"، وتعني رفع المياه الباطنية بواسطة الدلو من البئر ليفرغ في الماجن (حوض التجميع)، ثم يتم توزيعها عبر شبكة دقيقة من المسالك. بهذه الطريقة يتم استخراج حوالي 20 إلى 30 لتراً في كل دلو، ليتم إفراغه على وجه الأرض عبر قنوات ترابية نحو الحقل. تستخدم هذه الطريقة بشكل كبير لمدة تصل إلى 200 يوم في السنة، بمتوسط 10 إلى 18 ساعة في اليوم، مما يسهم في استمرارية الزراعة في الواحات(الشرقاوي،2007).

شكل رقم 101 : مكونات النظام التقليدي "أغرور" لجلب الماء



المصدر: بلقاسمي مصطفى، 2010،

في الماضي، كان سكان واحات سهل تافيلالت يستخدمون تقنية "أغرور" بسبب عدم تعمق الفرشة المائية وعدم ارتفاع نسبة الملوحة فيها، ولأن الفلاحين كانوا يمارسون نشاطاً زراعياً يعتمد على الاقتصاد معاشي. كانوا يزرعون محاصيل تحتاج إلى كميات مائية متواضعة، مما يتناسب مع الموارد المائية المتاحة وامكانياتهم المادية. هذا الوضع دفعهم لاختراع تقنيات مثل "أغرور" التي سهلت استغلال المياه بشكل فعال، وسمحت لهم بالتكيف مع الظروف المحلية والطبيعية للمنطقة، والتواصل والتكامل فيما بينهم.

ومع تقدم العصر، وزيادة احتياجات السكان وتطور الزراعة، بدأت طريقة رفع المياه بـ "أغرور" تتراجع لصالح التكنولوجيا الحديثة للضخ المائي، وأصبحت الآبار تتعمق بشكل أكبر، مما جعل الضخ المائي الحديث أكثر فعالية وكفاءة. وبالتالي، تلاشت تدريجياً تقنية "أغرور" في الزمان الحالي، نظراً لتعمق منسوب مياه الآبار وزيادة الحاجة إلى كميات أكبر من المياه في فترات زمنية أقل.

2-2-2- الخطارة نموذج للتكيف والتدبير العقلاني للموارد المائية الباطنية

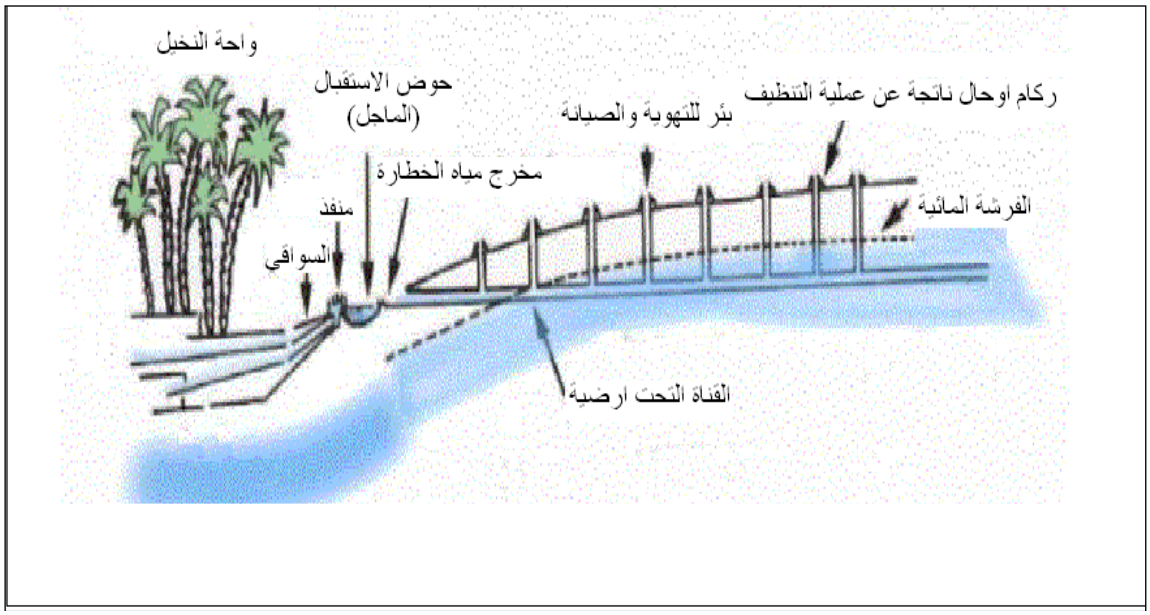
أ- الخطارة، تعريفها ومدة بنائها

تقنية الخطارة تعد واحدة من أهم الوسائل التي اعتمدها الإنسان منذ القدم لتعويض نقص المياه السطحية، خاصة في المناطق التي تتميز بمحدودية الموارد المائية، وذلك في إطار جهود التكيف مع التغيرات المناخية المتعلقة بتوالي فترات الجفاف.

تقوم تقنية الخطارة على استخدام قناة باطنية تمتد على طولها سلسلة من الآبار المتصلة بمسافة تتراوح بين 10 إلى 25 متر، بعمق يتراوح بين 4 متر في المناطق المنخفضة و25 متر في المناطق المرتفعة.

تقوم هذه القناة بتوجيه وتصريف المياه الجوفية المتراكمة في المناطق المرتفعة، حيث تتواجد الآبار العميقة، نحو الأراضي المنخفضة التي تستخدم في الزراعة. تتميز هذه القناة بانحدار أقل من انحدار الفرشة الباطنية ومستوى الأراضي الطبيعية التي تمر بها، مما يسهل تدفق المياه بشكل طبيعي عبرها (بلقاسمي،2010).

رسم توضيحي3 :رسم تقريبي للخطارة[1]



المصدر: El FAIZ Mohammed and THIERRY Ruf. 2006

ب- التدبير العرفي لمياه الخطارات بواحات سهل تافيلالت

تظهر الخطارة كنظام جماعي يقتضي وجود مجموعة متنوعة من الأفراد والمجتمعات، وقد وضعت لنفسها قواعد دقيقة لتنظيمها وتنظيم استخدام الموارد المائية. وتمتاز هذه القواعد بالدقة لدرجة أن الاحترام المتبادل لها يمكن أن يوصف بأن الخطارة تمثل نوعًا من العرف الذي يحكمه المجتمع بأكمله.

[1] **EL FAIZ, M., and THIERRY. R. (2006)**. La gestion collective de l'eau est-elle encore possible dans le Nfis à l'Ouest de Marrakech Coordinations hydrauliques et justices sociales. 4ème séminaire du PCSI Agropoles-Montpellier, 25 et 26 novembre 2004.

فالعرف يُعتبر كل قاعدة أو قواعد يتفق عليها المجتمع ويعتبرها ملزمة للجميع، وحتى لو كانت مجموعة من الأفراد غير واعية بها، فإنهم ملزمون بها لأنه من الفطريات ألا يُعذر أحد بالجهل بالقوانين الأساسية للمجتمع. وتستند قواعد الخطارة على القيم والمبادئ الإسلامية، التي تؤكد على أهمية إتاحة الموارد المائية للجميع، نظرًا لأنها ضرورية للحياة. وتبرز هذه القواعد الدينية الأساسية حاجة المسلمين إلى المشاركة في ثلاثة أمور أساسية وهي الماء والكلأ والنار، كونها موارد أساسية للحياة والبقاء (لمراني،2001).

☜ عرف النوبة

النوبة تُعتبر الوحدة الزمنية الرئيسية لتقسيم الزمن المائي في الواحات، وتعبّر عن تناوب عمليات الري بين مالكي الأراضي. تُحدّد النوبة زمنيًا عادة في 12 ساعة، وتُنفّذ في جميع الخطارات الموجودة بالمنطقة المدروسة. تختلف النوبة بين الليل والنهار؛ ففي الليل، تبدأ من غروب الشمس إلى شروقها، بينما في النهار تكون الفترة العكسية.

لتفادي النزاعات بين المالكين حول توزيع النوبات في الليل والنهار، تم تحديد دور دورة الماء بالنسبة لخطارة القديمة بالبوية، حيث تتألف من 26 نوبة في مدة تبلغ 12 يومًا، تليها دورة أخرى تبلغ 13 يومًا. بهذه الطريقة، يحصل كل مالك على نصيبه من السقي في النهار وفي الليل بالتساوي، مما يسهم في منع النزاعات وضمان توزيع الموارد المائية بشكل عادل بين جميع مالكي الأراضي(السليماني،2014).

جدول رقم 52: عدد المالكين ونظام النوبة بخطارات سهل تافيلالت

الواحة	عدد الخطارات	عدد المالكين	عدد الأدوار المائية	عدد النوبات	المساحة المسقية من طرف الخطارات (هـ)
واحة الجرف	69	5091	914	1828	1730
واحة الريصاني	25	2078	328	656	1023
واحة أرفود	44	4021	279	558	2120
مجموع واحات سهل تافيلالت	138	11190	1521	3042	4873

المصدر: C.M.V Jorf, Erfoud et Errisani, 2006 ، بتصرف

إن طبيعة النوبة تتغير بناءً على المواسم والفصول، حيث تكون النوبة النهارية أطول في فصل الصيف وأقصر في فصل الشتاء، مما يجعل ضبط الوقت وتنظيم النوبات أمرًا صعبًا لمن يدير العملية.

بالنسبة لتكلفة النوبة، فإن ثمنها يقدر بحوالي 200 درهمًا في كل من خطارتي البريكية والزركية بواحة الجرف. وعندما يتجاوز أحد المالكين حصته في النوبة، يتمكن صاحب الحصة المتضررة من اختيار طريقة التعويض، سواء كان ذلك عن طريق تقديم الماء بدلاً من النقص، أو عن طريق دفع مبلغ مالي يتفق عليه بين الطرفين.

ج- توزيع مياه السقي عن طريق الوسائل التقليدية لقياس الزمان

قبل استخدام الساعات الحديثة في تقسيم المياه بالواحة، اعتمدت السكان على عدة وسائل تقليدية لقياس الزمن، بهدف تنظيم توزيع المياه بين المستفيدين خلال الدورة السقوية. ومن أهم هذه الوسائل:

أ- استعمال الظل والنجوم (الساعة الشمسية)

تقنية الساعة الشمسية تعتمد على تحديد وقت النهار بناءً على حركة الشمس وظلال الأشياء، وتتطلب درجة عالية من الدقة والمعرفة بحركة الشمس (المهدان،2007). يتم ذلك عن طريق اتباع التقنيات الموالية:

☜ تقنيات تحديد أوقات النهار:

- استخدام مواعيد محددة: يتم تقسيم فترة النهار إلى قسمين، حيث يتم تحديد مواعيد بداية ونهاية كل قسم بالاعتماد على مواعيد محددة مثل شروق الشمس ومنتصف النهار.

- المراقبة بالظلال: يتم استخدام حركة الظلال لتحديد الفترة الزمنية، حيث يتغير طول الظلال بتقدم الوقت ويمكن استخدامه لتقدير مدة النوبة، كما يوضح الجدول الموالي (المهدان،2007).

جدول رقم 53: طوال الظل والضبط الزمني لمياه الخطارة

الأشهر	يناير	فبراير	مارس	أبريل	ماي	يونيو	يوليوز	غشت	شتنبر	اكتوبر	نونبر	دجنبر
أذان الظهر	8	7	5	3	2	1	1	2	4	5	8	10
أذان العصر	15	14	12	10	9	8	8	9	11	12	15	17

المصدر: محمد مهدان، ص 106.

☜ تقنيات تحديد توقيت الليل:

- يتم تحديد وتقسيم حصص الليل من طرف ساكنة الواحة بالاعتماد على مراقبة واحتساب حركة النجوم، ويتضح أن هذه الوسيلة غير دقيقة، والحال أن السماء قد تكون غائمة، وبالتالي يصبح من العسير مراقبة حركة النجوم، لذلك نجد أن الساكنة تعتمد على وسائل أخرى موازية مع مراقبة النجوم، ففي قصور أيت عطا بواحة طاطا يتم تحديد صلاة العشاء الذي يرمز للثلث الأول من الليل في الوقت الذي يغلق فيه البواب مدخل القصر لينام الجميع، أما مواقيت منتصف الليل وطلوع الفجر فإن سكان الواحة يتعرفون عنها بصياح الديك، بحيث يتم التمييز بين صياح منتصف الليل، حيث لا يصيح الديك إلا مرة واحدة، وصياح طلوع الفجر، حيث يصيح عدة مرات (امحند أوالطالب،2015).

تلك التقنيات والطرق تعكس تكامل المعرفة والخبرة التقليدية مع الظروف الطبيعية المتغيرة، وتساعد في تنظيم عمليات السقي بشكل فعال وفقًا للتوقيت الصحيح واحتياجات المزارعين.

ب- استعمال تقنية "تناست" (الساعة المائية)

تقنية "تناست" كانت تستخدم لقياس فترات زمنية صغيرة أثناء توزيع المياه في الواحات. هذا المصطلح الأمازيغي مشتق من كلمة "أناس" وتعني النحاس، وتشير إلى المادة التي كان يتم صنع الأداة منها، وهي النحاس.

تناست عبارة عن إناء بسيط يُصنع عادةً من النحاس بشكل نصف كرة، ويحتوي على ثقب دقيق في الجزء السفلي. يتم وضع قطعة نحاسية سميكة على الثقب لتحديد حجم الفتحة ومنع تغييرها من قبل الماء أو أي تدخل خارجي. يُعتبر حجم الفتحة وحجم الإناء الذي يمتلأ بالماء المقياس الذي يستخدم لقياس الوقت المناسب لتوزيع المياه.

باستخدام تناست، يتم ضبط حجم تدفق الماء بشكل دقيق وفقًا لحجم الفتحة، مما يساعد في توزيع المياه بشكل عادل بين جميع الفلاحين وضمان تحديد النوبات بدقة وفعالية. (آغا عمر،1996).

لوحة رقم 13 : وسيلة "تناست أو الطويسة" لقياس الحصص المائية

المصدر: جمعية واحة فركلة للبيئة والتراث، سنة 2021.

ج- التدبير التقني للخطارات بواحات سهل تافيلالت: عرف الصيانة والحراسة

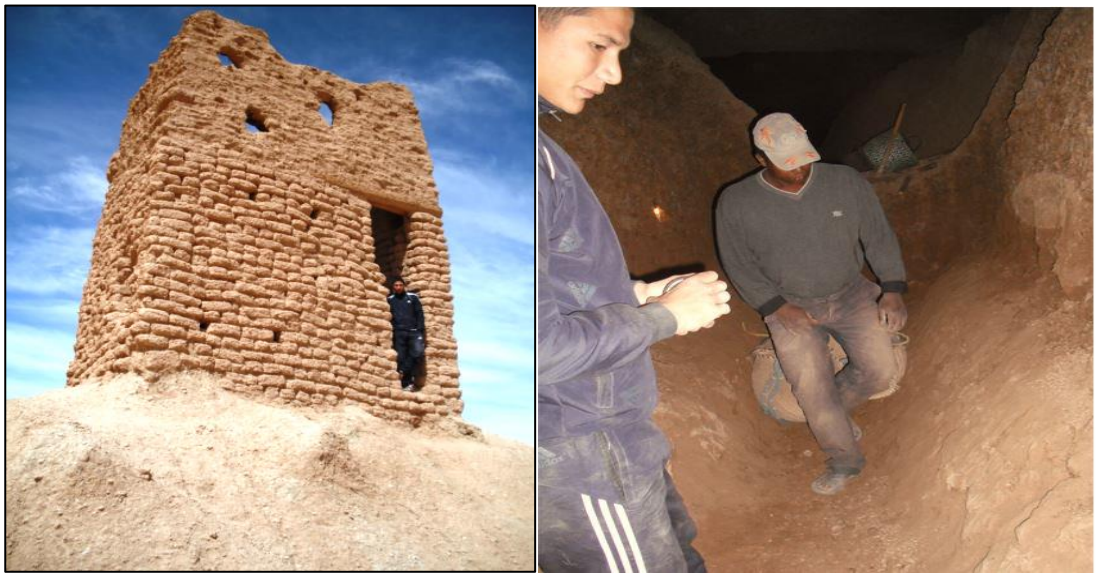
تحتل الخطارة مكانة بارزة في الاقتصاد والحياة الاجتماعية لسكان الواحات، ونظرًا للتغيرات المناخية والظروف الطبيعية الصعبة التي قد تؤثر على جريان المياه في الخطارة، فإن صيانتها تصبح ضرورة حيوية لضمان استمرارية توفير المياه للمجتمع.

في ضوء ذلك، يتحمل كل مالك لحصته في الخطارة مسؤولية صيانتها والمحافظة عليها، وهذا يعني أنه عليه تقديم المساهمة المناسبة لصيانة البنية التحتية للخطارة والمحافظة على مجاري المياه وآبارها. وتظهر هنا أهمية المجتمع المحلي ودوره في تدبير وصيانة الموارد المائية المشتركة.

أما بالنسبة للأرامل والأيتام، فإنهم يعفون عادة من الدفع الفوري لتكاليف الصيانة، وذلك في حالات الضرورة وبناءً على استشارة من المجلس الخاص بالخطارة، وهذا يعكس التكافل والتضامن في المجتمع، حيث يتم دعم الفئات الضعيفة وتقديم المساعدة لهم في الظروف الصعبة (السليماني،2014).

ويأتي دور البرج (لوحة رقم 14) في مراقبة آبار الخطارة وأراضيها، حيث يعتبر البرج نقطة مركزية لرصد ومراقبة حالة المياه والتأكد من سلامة البنية التحتية، وفي حالات الطوارئ، يكون البرج المكان الذي يتم من خلاله التواصل الفوري مع أعضاء المجتمع لاتخاذ الإجراءات اللازمة.

لوحة رقم 14 : تنقية خطارة البريكية بواحة الجرف ،وبرج مر اقبتها وحراستها



زيارة ميدانية للخطارة البريكية، أبريل 2014.

3-3- أنماط السقي التقليدي بواحات سهل تافيلالت

نظام السقي التقليدي في الواحات يعتمد على تنوع مصادر المياه وحجم الملكيات الزراعية والمائية، ويمكن تمييز ثلاثة أنماط رئيسية في هذا النظام وفقًا للدراسات (GUERROUI,1985)، يمكن التمييز بين أسلوبين تقليديين لاستغلال الموارد المائية بواحات سهل تافيلالت، لكل منهما خصائصه ومميزاته.

أ- أسلوب السقي بالغمر

أسلوب السقي بالغمر (اللوحة رقم 8) يعتبر استثنائيًا ويستخدم فقط في حالات الفيض الشديد في الأودية بواحات سهل تافيلالت مثل وادي تنكارفة ووادي فركلة ووادي السات ووادي غريس ووادي البطحة ووادي غريس. يتم استخدام هذا النوع من السقي فقط لري الأراضي البورية، والتي غالبًا ما تزرع بالقمح والشعير.

من عيوب هذه الطريقة في السقي أنها لا تتناسب مع طبيعة المجالات القاحلة وشبه القاحلة التي تعاني من ندرة الموارد المائية. يتم استخدام السدود التحويلية لتحويل مياه الفيض من الأودية الرئيسية إلى سواقي مياه الفيض لري الأراضي البورية والمسقية. ومن العيوب الأخرى لهذه الطريقة أن قصر مدة الاستفادة من مياه الفيض وعدم توفر التجهيزات الهيدرومائية الكافية مثل السدود لتمديد مدة الاستفادة من المياه. كما أن عدم توفر فرصة التفكير في طرق أخرى للاستغلال يؤدي إلى الاعتماد الدائم على هذا النوع من السقي حتى في حالات عدم التوافر الكافي للمياه.

صورة رقم 8 : أسلوب السقي بالغمر بواحة الجرف

تصوير شخصي، في سنة 2019

ب- أسلوب السقي باللوح

أسلوب السقي باللوح أو "الكُمون" يعتمد على تقسيم الأراضي إلى ألواح صغيرة تختلف أبعادها حسب ضعف أو قوة صبيب الخطارة والعين والطبوغرافية المحلية للحيازة. تتراوح أبعاد هذه الألواح عادة ما بين 2 إلى 4 أمتار في العرض و6 إلى 10 أمتار أو أكثر في الطول. تتكيف أبعاد الألواح مع ظروف الموسم مثل الجفاف أو الأمطار، مما يعكس تكيف الإنسان مع ندرة أو وفرة الماء (السليماني،2014).

صورة رقم 9 : أسلوب السقي باللوح بواحة الجرف

المصدر: تصوير شخصي 19 أبريل 2021

يتم استخدام هذا الأسلوب في استغلال الموارد المائية في المناطق المسقية بمياه الخطارات لسقي المحاصيل مثل القمح والشعير والذرة وبعض الخضروات. يتيح هذا النوع من السقي تحقيق فعالية أكبر في استخدام المياه وتوجيهها بشكل مباشر إلى النباتات دون تبديد كبير للمياه. كما يمكن تعديل حجم الألواح وشكلها بحسب احتياجات الزراعة وموسم الزراعة.

عموما، على الرغم من أن أساليب السقي التقليدية مثل الغمر واللوح قد ساهمت في استدامة الواحات على مر العصور، إلا أنها تتسبب في تبذير كبير لكميات المياه وزيادة في التبخر. هذا التبذير يؤدي إلى انخفاض الإنتاجية ويؤثر سلباً على القدرة على الاستمرار في الزراعة وتحقيق الأرباح.

II. الطرق العصرية لتدبير مياه السقي بواحات سهل تافيلالت

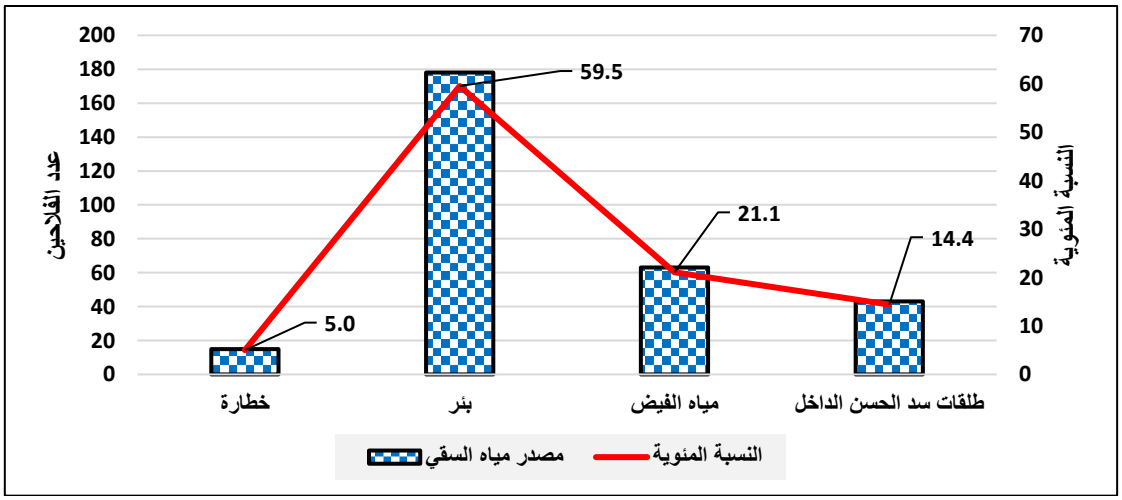
تدبير الماء باستخدام التقنيات العصرية هو جزء أساسي من التحولات التي شهدتها المجتمعات الواحية. منذ بداية سبعينيات القرن الماضي، بدأت المجتمعات في الواحات في التحول نحو استخدام تقنيات أكثر فعالية لتدبير وتوزيع المياه، وذلك لمواجهة التحديات المتزايدة المتعلقة بندرة الموارد المائية.

1- تتعد مصادر وملكيات مياه السقي بواحات سهل تافيلالت

1-1- تتنوع مصادر مياه السقي، مع التركيز على الضخ العصري

في الواحات الجنوب الشرقي للمغرب، مثل واحات سهل تافيلالت، تتعدد مصادر مياه السقي بفضل التنوع الجغرافي والمناخي للمنطقة. وبالفعل، يمكن التعرف على مصادر المياه المختلفة المستخدمة في السقي من خلال الشكل رقم (102) واللوحة رقم (15).

شكل رقم 102 :مصادرمياه السقي بواحات سهل تافيلالت



المصدر: العمل الميداني، في شهري يوليوزغشت لسنة 2021

في الواقع، استناداً إلى الشكل رقم (102)، يتبين أن مياه السقي المستخدمة في واحات سهل تافيلالت تعتمد بشكل رئيسي على مياه الآبار ومياه الفيض، حيث تمثل الآبار نسبة 59.5% ومياه الفيض تمثل نسبة 21.1% من إجمالي مصادر المياه المستخدمة في السقي.

من الجدير بالذكر أن استفادة الفلاحين من مياه طلقات سد الحسن الداخل تشكل نسبة 14.4%، مما يشير إلى أهمية هذا المصدر كمصدر معتمد للمياه في الواحات.

من ناحية أخرى، يبدو أن استخدام مياه الخطارات في السقي قد أصبح ضعيفاً ويشكل نسبة قليلة لم تتجاوز 5%، وهذا يشير إلى تراجع استخدام هذه التقنية التقليدية في السقي في الواحات.

يمكن أن يؤدي الاعتماد الكبير على المياه الجوفية ومياه الفيض إلى تأثير سلبي على الفرشة الباطنية ومستواها، خاصة إذا لم تتم تدبير الموارد المائية بشكل مستدام، مما يبرز أهمية تبني تقنيات وأساليب فعالة للتحكم في استهلاك المياه وتحسين كفاءة استخدامها في السقي في المنطقة.

تظهر البيانات المقدمة في الجدول رقم 54 أن الجماعات القروية تحتل نسبة كبيرة من مصادر المياه في واحات سهل تافيلالت. يمكن تفسير هذا الوضع بعدة عوامل:

1. **المساحة الشاسعة:** تمتد الواحات على مساحات واسعة، وتتميز بالأراضي الزراعية الواسعة التي تخضع لنشاطات الفلاحة، وهذا يجعل الجماعات القروية هي الأكثر استخدامًا للمياه في السقي.
2. **النشاط الفلاحي:** يعتمد الاقتصاد في الواحات بشكل كبير على الفلاحة، ويعتبر الفلاحون في الجماعات القروية هم الأكثر اعتمادًا على الموارد المائية لأغراض الري والسقي.
3. **نقص الموارد في المناطق الحضرية:** بالمقابل، تعتبر الجماعات الحضرية محدودة المساحة والموارد، وتكون حصتها في مصادر المياه ضعيفة نسبيًا، نظرًا لاعتمادها الأقل على الفلاحة والزراعة مقارنة بالمناطق القروية.

جدول رقم 54: مصدرمياه السقي حسب الجماعات الترابية بواحات سهل تافيلالت

الواحات	خطارة	بئر	مياه الفيض	طلقات سد الحسن الداخل	المجموع
فزنا	0	28	15	0	43
الجرف	3	20	11	0	34
عرب الصباح غريس	10	17	11	0	38
عرب الصباح زيز	0	40	5	16	61
السيفا	2	22	7	8	39
أرفود	0	4	2	4	10
السقيصاني	0	19	4	6	29
السفالات	0	10	2	5	17
مولاي علي الشريف	0	8	1	1	10
بني امحمد سجلماسة	0	10	6	3	19
المجموع	15	178	64	43	300

المصدر: العمل الميداني، في شهري يوليوزوغشت لسنة 2021

واللوحة الموالية توضح أهم المصادر الرئيسية لمياه الري بمجال الدراسة

لوحة رقم 15 : بعض مصادرمياه السقي بواحات سهل تافيلالت

بئر مجهز بالطاقة الشمسية: تصوير شخصي بتاريخ 2021/09/01

مياه الفيض: تصوير شخصي بتاريخ 2022/02/27

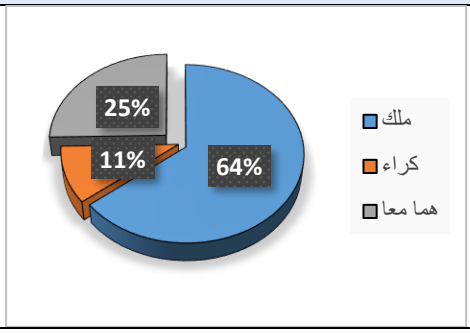
الخطارة: تصوير شخصي بتاريخ 2022/03/04

سد الحسن الداخل قرب مدينة الرشيدية:
/https://www.salon-agriculture.ma

2-1- ملكية مياه السقي بواحات سهل تافيلالت: ملكية خاصة في الغالب

تتنوع ملكية مياه السقي في واحات سهل تافيلالت وفقًا لعدة عوامل، حيث يبرز في الجدول رقم (55) هذا التنوع. يعود ذلك في المقام الأول إلى تنوع واختلاف المناطق الزراعية، بما في ذلك الأراضي البورية والواحات القديمة والجديدة والمزارع العصرية. بالإضافة إلى ذلك، يتأثر توزيع مصادر المياه أيضًا بمواقع الأراضي الفلاحية. فكلما كانت الأراضي الزراعية قريبة من مخارج الخطارات في الواحات القديمة، زاد الاعتماد على مياه هذه الخطارات، التي غالبًا ما تكون ملكية خاصة وتخضع لقوانين الدورة المائية. وعلى الجانب الآخر، كلما ابتعدت الأراضي عن هذه الخطارات، زاد انتشار استخدام تقنيات الضخ العصرية، وبالتالي زادت حالات تأجير المياه.

جدول رقم 55: أنواع ملكية مياه السقي بمجال الدراسة

طبيعية ملكية الماء	التردد	التمثيل البياني لطبيعة الملكية
ملك	193	
كراء	31	
ملك وكراء	76	

المصدر: العمل الميداني، في شهري يوليوزغشت لسنة 2021

من خلال النظر إلى الجدول رقم 55، نجد أن حوالي ثلثي العينة المدروسة (64.3%) تمتلك موارد مائية تخصها بشكل خاص، بينما يبلغ النسبة المئوية للفلاحين الذين لا يمتلكون مياهًا خاصة فقط 10.3%. يضطرون إلى الاعتماد بشكل كامل على تأجير المياه. وفي المقابل، يجدر بالذكر أن ربع الفلاحين من هذه الفئة (25.3%) يجمعون بين الملكية الخاصة وتأجير المياه في حالة عدم كفاية ممتلكاتهم المائية. وبشكل عام، فإن ملكية المياه في منطقة واحات سهل تافيلالت أصبحت شخصية وخاصة، بالمقارنة مع الملكية الجماعية التي كانت مسيطرة عليها في السابق، وسنتناول هذا الموضوع فيما يلي.

2- أشكال التدبير العصري للموارد المائية السطحية بواحات سهل تافيلالت

منذ قرون طويلة، شكلت الزراعة المسقية الركيزة الأساسية للاقتصاد المحلي في المنطقة. لهذا السبب، أولت سكان المنطقة أهمية بالغة لهذا القطاع، وقاموا ببناء السواقي الترابية والسدود التحويلية، وحفر الخطارات والآبار. كما لجأوا إلى نظام تعاوني قديم يعرف بـ "التويزة[1]" و "حد الصايم"، حيث تكون المساهمة في هذا النظام إلزامية إلى حد ما، كما هو موضح في الصورة رقم 10.

[1] **التويزة:** العمل الجماعي الإجباري كما هو متعارف عليه محليا بحد الصايم.

صورة رقم10 : عملية "التويزة" عند حفر قناة الحميدة لتحويل جزء من مياه واد غريس نحو واد زيز سنة 1986

المصدر: مركز الاستثمار الفلاحي أرفود، 2006.

رغم المجهودات الجادة التي بذلها الفلاحون والتدبير الحكيم للموارد المائية بموجب العرف، إلا أن التكيف مع الظروف المناخية القاسية والتحديات المتزايدة أصبح أمرًا حتميًا. مع تراجع الأدوار الريادية التي كانت تلعبها الجماعات، أصبح من الضروري أن تتدخل الدولة لتنظيم وتوجيه استخدام الموارد المائية بالمنطقة. ومع تزايد الاعتماد على التدبير الفردي، فقد شهدنا تنوعًا في أساليب وتقنيات السقي، بالإضافة إلى تغير في طرق استغلال المياه بالمنطقة.

تم تحديث شبكة السقي المعتمدة في سقي الأراضي الزراعية بواحات سهل تافيلالت بمجموعة من التحسينات التي زادت من كفاءتها، مع الحفاظ على مكانتها الطبيعية. تم إجراء إصلاحات تشمل تبليط السواقي وتنقيتها، وخاصة بعد إنشاء سد الحسن الداخل في عام 1971. تم تكليف المكتب الجهوي للاستثمار الفلاحي لتافيلالت بتنظيم ميدان السقي وإدارته. في هذا السياق، تم تنفيذ عدة مشاريع تهدف إلى تحسين مردودية السواقي وزيادة كفاءتها، بالإضافة إلى زيادة مساحة المزروعات وتوسيع نطاق التغطية السقية. هذه التحسينات أدت في النهاية إلى تصنيف السقي إلى ثلاثة أنواع مختلفة.

- يتم توفير السقي الكبير عن طريق سد الحسن الداخل، ويشمل هذا النوع من السقي الواحات مثل أرفود والريصاني.
- بالنسبة للسقي المتوسط والصغير، يتم تنظيمه عبر استغلال امتطاحات الوديان، ويتم ذلك بشكل خاص في واد غريس الواقع في واحة الجرف.

2-1- السقي الكبير بحوض زيز-غريس : تحديث شبكة السقي الموجهة لسهل تافيلالت

2-1-1- تعبئة مياه واد زيز بواسطة سد الحسن الداخل

تواجه منطقة تافيلالت تحديات كبيرة نتيجة لقلة التساقطات المطرية وعدم انتظامها في الزمان والمكان. ينتج عن ذلك ظواهر طبيعية تُصنف ككوارث بيئية، حيث يُمكن اعتبار الجفاف الذي يمكن أن يستمر لفترات طويلة نتيجة لغياب التساقطات المطرية لعدة سنوات متتالية، مما يؤدي إلى نضوب معظم الموارد المائية. علاوة على ذلك، قد تأتي الأمطار في أوقات غير مناسبة مع الموسم الفلاحي، مما يؤثر سلباً على الإنتاج الزراعي. بالإضافة إلى ذلك، تشهد المنطقة بعض الفيضانات الفجائية نتيجة للتساقطات المطرية الغزيرة في أوقات وأماكن محددة، مما يسبب تدميراً للممتلكات والبنية التحتية.

يأتي بناء سد الحسن الداخل[1] (اللوحة رقم 15) والقنوات العصرية التابعة له في هذا الإطار لحماية المنطقة من الفيضان، خصوصا بعد الفيضان المدمر الذي أصاب المنطقة يوم 5 نونبر 1965، والذي خلف خسائر مادية جسيمة قدرت بـ 30 مليون درهم (بويحياوي،2014)، بفعل فيضان واد زيز، حيث بلغت ذروة التدفق 7200 م^3/ث، مما ترك من ورائه 25 ألف شخص بلا مأوى (SALLAK,2019)، والهدف الرئيسي من بناء السد هو تنظيم تدفق المياه السنوي في الجدول المائي، وتوجيهه بشكل أكثر فعالية لتلبية الاحتياجات المائية المتنوعة. يهدف ذلك أيضًا إلى تحسين ظروف الإنتاج الفلاحي في مناطق زيز الأوسط وسهل تافيلالت. بفضل هذه البنية التحتية، تم تحويل حياة الواحات من نظام تدبير تقليدي معتمد على مياه الفيض وتقنية "أكوك" لسقي الحقول الزراعية، إلى حياة حديثة يدير فيها تدفق المياه بشكل مدروس ومراقب من قبل التدبير المختصة..

2-1-2- ساهم سد الحسن الداخل بتنظيم السقي

تشكل المنطقة المسقية للسقي الكبير نصف المساحة الزراعية في إقليم الرشيدية، وتتضمن الدوائر السقوية التالية (ORMVAT,2018):

1. **دائرة التحويل:** تقع غرب مدينة الرشيدية وتشمل جميع القصور والواحات التي كانت توجد جزءًا من أراضيها في المنطقة التي تم بناء السد فيها. تبلغ مساحة هذه الدائرة حوالي 1000 هكتار، وتسقى بواسطة شبكة سقي عصرية.
2. **واحة زيز الضفة اليمنى:** تمتد من تاركة القديمة (مدينة الرشيدية) إلى قصر تازوكة في جماعة الخنك، وتبلغ مساحتها حوالي 400 هكتار، وتتلقى المياه مباشرة من سد الحسن الداخل عبر شبكة ري عصرية من السواقي الإسمنتية.

[1] بدأت الأشغال لإنجاز سد الحسن الداخل في يناير 1968، بدعم من جميع سكان المغرب من خلال الابقاء على ثمن السكر الذي عرف انخفاضا في الأسواق العالمية وتخصيص ذلك الهامش لبناء السد، وانتهت أشغال البناء في مارس 1971، ليبدأ العمل التجريبي لمياه السد خلال شهري مارس وأبريل من نفس السنة، من أجل اختبار القنوات المائية ليبدأ السقي الفعلي بمياه السد في شهر ماي.

3. واحة زيز الضفة اليسرى: تمتد من قصر تغورين في جماعة الخنك إلى مسكي، وتبلغ مساحتها حوالي 4000 هكتار، وتروى مباشرة من سد الحسن الداخل.

جدول رقم 56: شبكة السقي العصري بزيز الأعلى والأوسط

الشبكة المائية العصرية	دائرة التحويل		واحات الضفة اليمنى لزيز		واحات الضفة اليسرى زيز	
	الطول (متر)	الصبيب م3/ثـ	الطول (متر)	الصبيب م3/ثـ	الطول (متر)	الصبيب م3/ثـ
الرئيسية	14050	900	8382	300	61166	1800
الثانوية	32840		8081	بين 20 و30	42924	بين 60 و80
الثلاثية	7223	15 إلى 30	–	–	10513	بين 30 و40
المجموع	54113	-	16463	-	74603	-

المصدر: المكتب الجهوي للاستثمار الفلاحي بتافيلالت الرشيدية، 2018

3- سهل تافيلالت: يشكل مجال دراستنا ويضم فقط في هذا التقسيم كل من واحتي أرفود والريصاني وجزئا من واحة الجرف، وقد تم توزيعه على 22 دائرة سقوية تستفيد مباشرة من مياه السقي انطلاقا من الشبكة الرئيسية القادمة من سد الحسن الداخل، وتبلغ مساحة السهل حوالي 22000 هكتار، وفيما يلي يعرض الجدول رقم 57 شبكة السقي المنجزة بسهل تافيلالت.

جدول رقم 57: تنظيم شبكة السقي بسهل تافيلالت

المنطقة	الشبكة	الطول(م)	الصبيب (ل/ثـ)
تزيمي-المعاضيد	**الرئيسية**	8419	12000
	الثانوية	38948	بين 1000 و1200
	الثلاثية	10422	بين 200 و100
سهل تافيلالت الضفة اليسرى	**الرئيسية**	20072	6000
	الثانوية	91845	بين 1500 و500
	الثلاثية	51768	بين 300 و100
سهل تافيلالت الضفة اليمنى	**الرئيسية**	21850	6000
	الثانوية	43264	بين 1800 و200
	الثلاثية	56512	بين 200 و100
المجموع		343010	24000

المصدر: المكتب الجهوي للاستثمار الفلاحي بتافيلالت الرشيدية، 2018

يتم تنظيم برنامج السقي وتزويد سهل تافيلالت بالمياه من سد الحسن الداخل من خلال إعداد برنامج يحدد عدد الطلقات. تشرف على هذا البرنامج لجنة تقنية مكونة من مكتب الجهوي للاستثمار الفلاحي بتافيلالت، وممثلين عن السلطات المحلية، والمنتخبين، وأصحاب الحقوق المائية.

عند بداية كل موسم فلاحي، تقوم هذه اللجنة بوضع برنامج لتنظيم استغلال مياه السد، حيث يتم توزيع الطلقات على مدار السنة بحسب الاحتياجات. يتم تحديد الحد الأدنى لحجم الطلقات عند 80 مليون متر مكعب، وتوزيعها على ثلاثة إلى أربع طلقات سنوياً، مع متوسط مدة لكل طلقة ما بين 20 إلى 22

يوماً. يتم تخصيص حوالي 1000 متر مكعب لكل هكتار، وتتماشى هذه البرمجة مع الدورة الزراعية، حيث يتم تحديد الجدول الزمني للطلقات على النحو التالي(KADIRI,2017) :

- الطلقة الأولى من أكتوبر إلى نونبر؛
- الطلقة الثانية خلال يناير؛
- الطلقة الثالثة من مارس إلى أبريل؛
- الطلقة الرابعة خلال يوليوز.

ومع ذلك، يواجه هذا البرنامج العديد من التحديات، بما في ذلك الجفاف المتكرر الذي يؤثر على كمية المياه المتاحة في السد، مما يؤدي إلى تأثير على البرمجة المخططة للطلقات. وفي المتوسط، استقبلت سهل تافيلالت حوالي 22 طلقة بين عامي 2004 و2015، بمتوسط 3 طلقات في السنة.

جدول رقم 58: عدد طلقات المائية لسد الحسن الداخل نحو سهل تافيلالت

السنة	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015
عدد الطلقات	2	1	4	3	1	3	3	3	2	0	3	3

المصدر: مركز الاستثمار الفلاحي، بالريصاني، 2019.

يستفيد سهل تافيلالت أيضًا من مياه التحويل، ويوضح الجدول رقم (58) هذا الاستفادة. من ضمن هذه المياه، يأتي دور قناة لحميدة وقناة الغريسية كمصادر رئيسية للمياه التحويلية، وذلك انطلاقا من وادي غريس (أكريمي،2020).

- **قناة السقي لحميدة:** بُنيت في عام 1986 بهدف دعم سقي سهل تافيلالت وتحويل جزء من مياه الفيض من وادي غريس إلى وادي زيز بواسطة قناة بسعة 15 متر مكعب في الثانية. تنطلق هذه القناة من سد لحميدة على وادي غريس وتمتد على الضفة اليسرى لوادي غريس، ثم تخترق سهل تزيمي لتصل إلى نقطة الالتقاء مع وادي زيز وسط مدينة أرفود بطول إجمالي يصل إلى 16 كيلومترًا. تم بناء هذه القناة لحماية قصور عرب الصباح غريس وعدد من الخطارات من الفيضانات، بالإضافة إلى تحويل المياه الضائعة إلى سهل تافيلالت وقطاع الخميلة من خلال وادي زيز.
- **قناة السقي الغريسية:** تم بناء هذه القناة كمشروع تكميلي لقناة لحميدة، وتنطلق من السد التحويلي مولاي إبراهيم على وادي غريس متجهة نحو وادي زيز حيث نقطة الالتقاء تقع جنوب أرفود بحوالي 5 كيلومترات. تصل القدرة التحويلية لهذه القناة إلى حوالي 20 متر مكعب في الثانية، وتنقسم إلى فرعين: الغريسية الغربية والغريسية الشرقية، ويبلغ طول الفرع الشرقي حوالي 10 كيلومترات وتبلغ سعته 15 متر مكعب في الثانية، والذي يؤمن التحويل نحو وادي زيز. تمت إعادة بناء هذه القناة وترميم سد مولاي إبراهيم في عام 2001 لضمان استمرارية وظيفتهما.

صورة رقم11 : قناة الغريسية لتحويل مياه الفيض من سد مولاي إبراهيم نحو سهل تافيلالت

المصدر: تصوير شخصي 2015

جدول رقم 59: تحويل مياه واد غريس نحو واحات سهل تافيلالت

القناة	الطول (م)	الصبيب (لتر/ثانية)
لحميدة	16700	15
لغريسية	13570	20.2
المجموع	20270	35

المصدر: المكتب الجهوي للاستثمار الفلاحي بتافيلالت الرشيدية، 2018

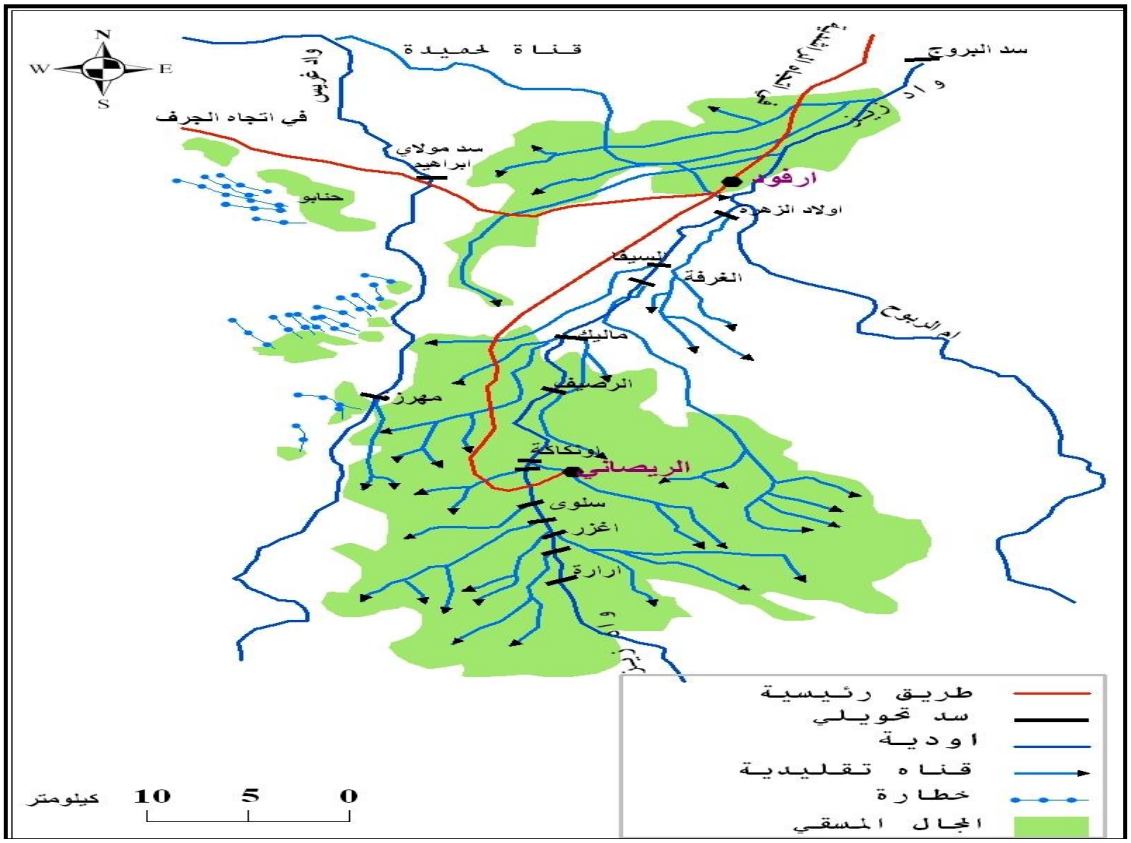
وفقًا للجدول رقم 59، يظهر بوضوح أن سهل تافيلالت يتلقى مياه وادي زيز عبر طلقات سد الحسن الداخل، وذلك عبر القنوات المائية الرئيسية والثانوية التي تم بناؤها من قبل مركز الاستثمار الفلاحي بتافيلالت. تخترق هذه السواقي كل من واحتي أرفود والريصاني، بينما تستفيد واحة الجرف من امتطاحات وادي غريس في إطار ما يعرف بالسقي المتوسط والصغير، كما سنوضح لاحقًا.

2-2- السقي الصغير والمتوسط وارتباطه ببناء السدود التحويلية الحديثة

تخضع واحة الجرف أيضًا لتدخلات المكتب الجهوي للاستثمار الفلاحي لتافيلالت، حيث يُنفذ التدخلات اللازمة في إطار السقي الصغير والمتوسط. تهدف هذه التدخلات إلى تحسين إمكانيات السقي على مستوى الدوائر السقوية التقليدية، التي تركز أساسًا على وادي غريس.

في الماضي، كانت السدود التحويلية القديمة (أكوك) التي بناها السكان غير كافية لتلبية احتياجات السكان المتزايدة. وكانت تتسبب في هدر كميات كبيرة من الماء وتسرب كميات مهمة عبر التربة النفاذية. بعد فاجعة فيضان وادي زيز في عام 1965، قررت الدولة التدخل من خلال سياسة إعادة بناء وتطوير هذه الحواجز التقليدية إلى سدود عصرية صغيرة مبنية بالحديد والإسمنت. هذا المخطط الاستراتيجي تم رسمه من قبل الاستعمار الفرنسي، بهدف الحفاظ أكثر على الماء وتأمين وصوله إلى الحقول دون فقدان لحمولته بسبب النفاذية.

خريطة رقم 40 : توزيع السدود التحويلية والسواقي بواحات سهل تافيلالت



المصدر: المكتب الجهوي للاستثمار الفلاحي بتافيلالت الرشيدية، 2018

جدول رقم 60: أسماء السدود التحويلية وقنواتها التقليدية بسهل تافيلالت

واد زيز				واد غريس			
السد التحويلي	السواقي العصرية	الصبيب م³/ثـ	المساحة المسقية هكتار	السد التحويلي	السواقي العصرية	الصبيب م³/ثـ	المساحة المسقية هكتار
البروج	البلدية – الناضورية	13	5500	الكفيفات	الجيلالية	-	450
أولاد الزهراء	الزهرانية	1	1370		الكفيفات	-	400
السيفية	السيفة	40	1400		الجمجمة	-	650
العراقية	الغرفية	38	3259				
المعاليق	النبدورية – التغوكية	16,6	2083	سيدي مجبر	ساقية الواد	-	950
الرصيف	الوسطانية	18	470	الگارة	العكريشية	-	580
الصفصافية	الصفصافية	1	714		الگارة-الجنوبية	-	500 680
سلاوية	مولاي علي-الغنجوية	11,8	436	الحميدة	الحميدة اليسرى	15	9600
بوعمارة	الواد	22	1183		الحميدة اليمنى	19	
شموخ	أولاد يحي	1	86	مولاي ابراهيم	الغريسية	20	1280
إرارة	اخليج غدوين	45	1684	لمحارزة	المليحة	1	265
				مقطع الصفا	ساقية مقطع الصفا	0,10	600

المصدر بتصرف، مراكز الاستثمار الفلاحي لأرفود والريصاني، والجرف 2006.

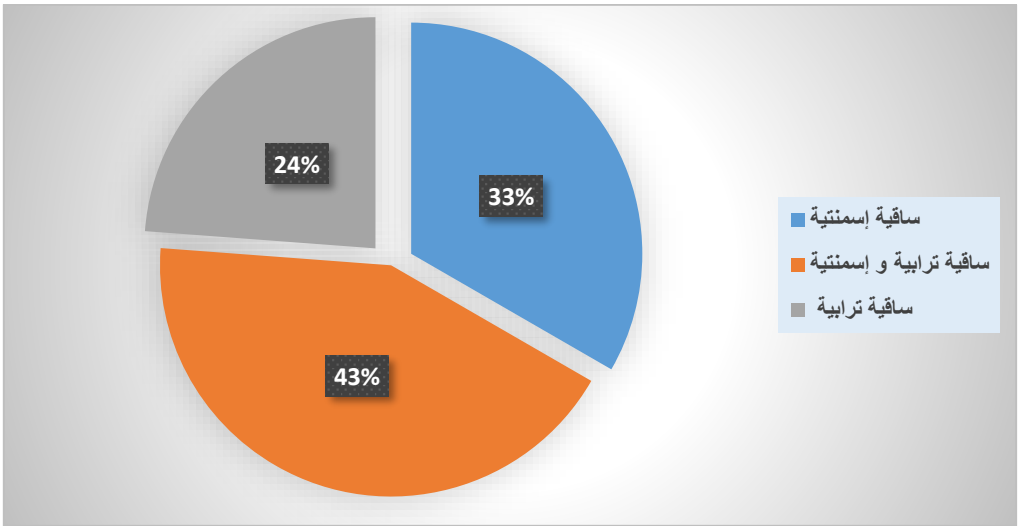
تبقى عملية تبليط السواقي في واحات سهل تافيلالت مبادرة حديثة بدأت في منتصف القرن العشرين، وتنفذ بشكل تدريجي من السواقي الكبرى إلى السواقي الصغرى (المصاريف). لقد أسفرت هذه العملية عن نتائج إيجابية، حيث أصبح من الممكن توزيع مياه الفيض بشكل أفضل، حيث تبدأ من الأماكن الأعلى نحو الأماكن الأدنى. وعلى الرغم من أهمية تبليط السواقي، إلا أننا لاحظنا أن بعض النماذج لا تزال تعتمد على الطريقة التقليدية، مثل الساقية "الواد" في واحة الجرف كما يوضح اللوحة رقم 16.

لوحة رقم 16 : طبيعة سواقي توزيع مياه الفيض بواحات سهل تافيلالت (ترابية وإسمنتية)

المصدر: تصوير شخصي، أبريل 2021

من خلال الشكل رقم (103) ونتائج العمل الميداني، يتبين أن السواقي الترابية التي كانت تهيمن على مجال الدراسة بنسبة 24% قبل النصف الثاني من القرن العشرين، قد شهدت تحولًا بعد التدخلات الحكومية. أصبحت السواقي الإسمنتية تحتل الآن الرتبة الثانية بنسبة 33%، بينما تمثل السواقي التي تجمع بين التراب والإسمنت نسبة 43%. هذا يدل على التكيف مع مشكلة هدر مياه السقي، بالإضافة إلى إعفاء السكان من عمليات الصيانة والمراقبة بعد كل حمولات فيضية لوادي زيز.

شكل رقم 103 : نوعية السواقي المائية بواحات سهل تافيلالت



المصدر: العمل الميداني، في شهري يوليوزوغشت لسنة 2021

3- الضخ العصري وأنماط التأقلم مع ندرة الماء والتغيرات المناخية بواحات سهل تافيلالت

عبر العصور، شكلت الواحات ملاذاً للبشر، ولم تنشأ بمحض الصدفة، بل كانت نتاجاً لجهود بشرية مهمة في جميع الجوانب. تم ابتكار تقنية الخطارات لنقل المياه من المناطق العالية إلى الأراضي الأدنى، وكان ذلك جزءاً من تطور عمليات الزراعة وتنمية الحضارات.

ومع تقدم الزمن وزيادة تأثير التغيرات المناخية، شهدت تلك التقنية تراجعاً في كفاءتها، حتى بعض الخطارات جفت بسبب نقص المياه. وهذا الواقع دفع نحو تبني تقنيات السقي الحديثة كبديل (الضخ العصري[1])، في محاولة للتكيف مع الظروف الجوية القاسية والاستفادة الأمثل منها في الزراعة والاستزراع.

3-1- تاريخ دخول الضخ العصري لواحات سهل تافيلالت

تعود أصول ظاهرة الضخ الآلي إلى الفترة الاستعمارية، خلال بداية الخمسينات من القرن 20، حيث قام المستعمر ببناء أول محطات للضخ الآلي للماء بمنطقة فزنا سنة 1952. وقد تزامن انتشار عمليات الضخ بشكل واسع في المنطقة، بعد إنشاء سد الحسن الداخل، وتناقص الموارد المائية السطحية بالمنطقة من جراء فترة طويلة من الجفاف، عرفها المغرب والجنوب الشرقي منه على وجه الخصوص خلال العقد الأخير، رغم كون هذه الفترة تضم سنوات رطبة نسبيا، فإن الجفاف كان السمة الغالبة (جرير،1993).

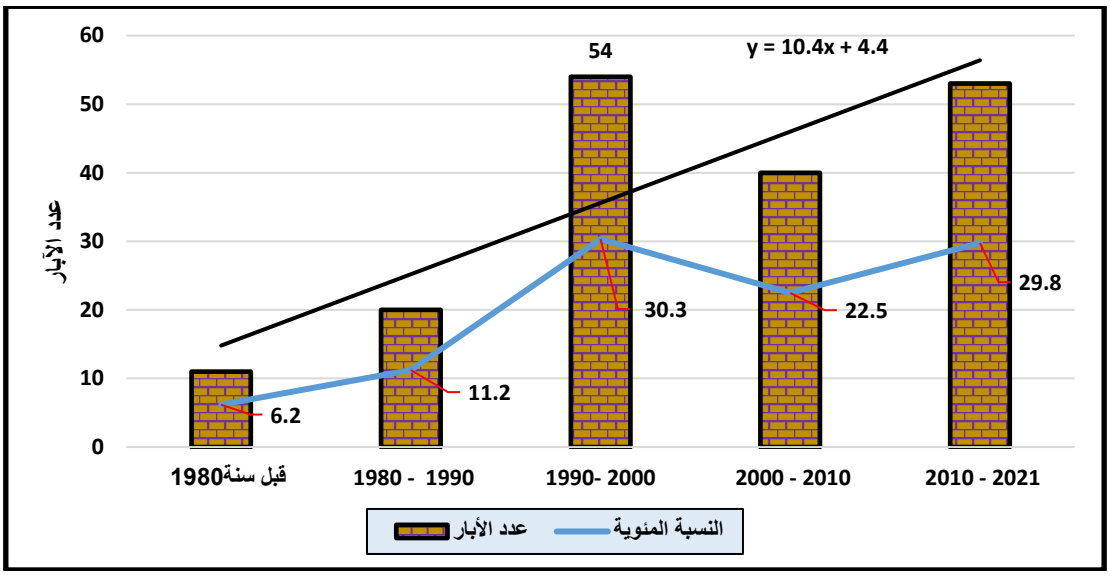
في ظل ندرة التساقطات المطرية في واحات سهل تافيلالت وتوالي فترات الجفاف، ومع زيادة الضغط البشري على الموارد الطبيعية، تراجع مستوى الفرشة المائية الباطنية. في ستينات القرن الماضي، كان مستواها قريبًا من السطح (حوالي 10 أمتار)[2]، مما ساهم في إحياء معظم الخطارات بالمنطقة. ومنذ 1971، شهدت هذه الفرشة تراجعًا واضحًا، حيث وصلت إلى 23.4 متر في سنة 1983 ببئر الزريقات بواحة أرفود، ويعزى هذا التراجع بشكل أساسي إلى الانتشار الكبير للضخ الآلي في المنطقة. الشكل المجاور يوضح تاريخ حفر الآبار بالنسبة للعينة المستجوبة والتي بلغ عددها 178 فلاحًا يمتلكون بئرًا من أصل 300 فلاح شملهم الاستجواب.

---

[1] هناك عوامل متعددة ساهمت في تنامي الضخ العصري بمجال الدراسة، في مقدمتها: التحولات التي عرفها نمط عيش بعض الفئات الاجتماعية، بفعل الهجرة الخارجية خلال النصف الثاني من القرن الماضي، جعلهم يستثمرون عائداتهم في شراء الأراضي وحفر الآبار وتزويدها بأحدث تقنيات الضخ العصري وبالتالي التحرر من أشكال الاستغلال غير المباشر في إطار "الخماسة" أو "المناصفة" وغيرها، حرمان فئات متعددة من الحصص المائية للخطارة أو قصر مدتها، أو طول الدورات السقوية للبعض منها. تراجع أو توقف جريان العديد من الخطارات، التحول من نظام الترحال إلى نظام الاستقرار، التزايد الديموغرافي وما يتطلب ذلك من توفير للحاجيات المائية، كراء أراضي الجموع لبعض المستثمرين بالواحة (نواحي أرفود وحنابو) ساهم في امتلاك أراضي شاسعة، تم تحويل جزء كبير منها إلى ضيعات عصرية...إلخ

[2] ـانظر القسم الثاني، الفصل السادس، الصفحة 220.

شكل رقم 104 : عدد الآبارحسب سنة الحفربواحات سهل تافيلالت ما بين 1980 و2021



المصدر: العمل الميداني، في شهري يوليوزوغشت لسنة 2021

يوضح الشكل رقم (104) التوزيع المتباين والمتذبذب لعدد الآبار التي تم حفرها بواحات سهل تافيلالت على مر السنوات، وذلك نتيجة تعاقب وتوالي سنوات الجفاف في المنطقة، إضافة إلى الطلب المتزايد على الماء في مختلف القطاعات، خاصة في القطاع الفلاحي بعد نضوب العديد من الخطارات.

في الثمانينات وبعدها، كان عدد الآبار التي تم حفرها يتراوح حوالي 31 بئر (17.4%)، ومن ثم تضاعف عددها خلال عقد التسعينات ليصل إلى 54 بئر (30.3%). في العقد الأول من القرن 21، وصل عدد الآبار المحفورة إلى 40 بئر، ثم شهد العقد الثاني من القرن نفسه ارتفاعًا من جديد ليصل إلى 53 بئر، مما يمثل 29.8% من مجموع الآبار التي تم حفرها حتى عام 2021. ويتضح أيضًا من الشكل أن وتيرة زيادة عدد الآبار تقدر بحوالي 10.4 بئر تقريبًا يتم حفرها كل عشر سنوات في مجال الدراسة.

هذا التغير في عدد الآبار يعكس محاولة تلبية الطلب المتزايد على الماء في مختلف القطاعات، خاصة القطاع الفلاحي، بعد نضوب العديد من الخطارات وتأثرها بسنوات الجفاف.

2-3- عدد أبار الضخ العصري بالحيازة: لا تتعدى بئر واحدة في غالب الأحيان

وفقًا للمعطيات الواردة في الجدول رقم 61، يُقدر مجموع محطات الضخ العصري في واحات سهل تافيلالت بحوالي 2240 محطة في عام 2015، وهذا وفقًا للمعلومات التي توصلنا إليها من مركز الاستثمار الفلاحي بأرفود في عام 2021. كما يشير الجدول إلى أن عدد الآبار التي شملتها الدراسة الميدانية في نفس العام كان 178 بئرًا، وهو ما يمثل نسبة 7.9% من إجمالي عدد المحطات.

جدول رقم 61: عدد محطات الضخ العصري التي شملتها الدراسة من مجموع محطات الضخ بواحات سهل تافيلالت

	الجماعات الترابية	مجموع محطات الضخ	عدد المحطات التي شملتها الدراسة الميدانية	النسبة المئوية
واحات الجرف	فزنا	184	28	15,2
	الجرف	200	20	10,0
	عرب الصباح غريس	28	17	60,7
واحات أرفود	عرب الصباح زيز	880	40	4,5
	السيفا	197	22	11,2
	أرفود	19	4	21,1
واحات الريصاني	الريصاني	138	19	13,8
	السفالات	219	10	4,6
	مولاي علي الشريف	51	8	15,7
	بني امحمد سجلماسة	324	10	3,1
المجموع	المجموع	2240	178	7,9

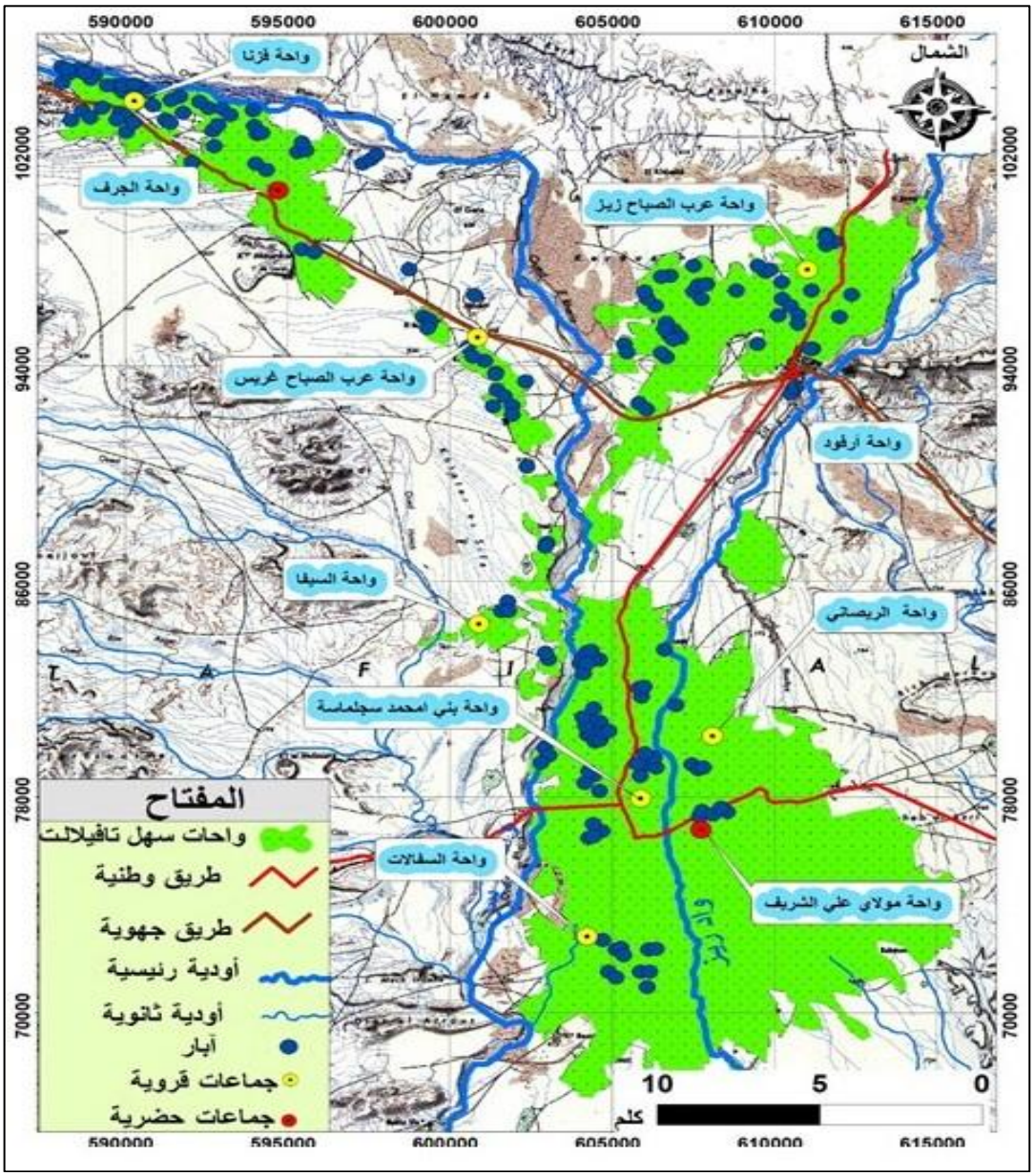
المصدر: C.M.V de Jorf et Erfoud et Erissani,2006 et 2021 ، وABHGZR.2020، ثم العمل الميداني، 2021

تتباين توزيع محطات الضخ العصري بواحات سهل تافيلالت بشكل كبير بين الجماعات الترابية العشر بسهل تافيلالت. يتمركز معظم هذه المحطات في واحات أرفود، حيث يصل مجموعها إلى حوالي 1096 محطة، وترتكز بشكل خاص في الجماعة الترابية عرب الصباح زيز بنحو 880 محطة ضخ.

ومن هذه المحطات، تمت دراسة حوالي 66 محطة فقط. بينما يبلغ مجموع محطات الضخ في واحة الريصاني حوالي 732 محطة، وتمت دراسة 47 محطة منها فقط. أما في واحة الجرف، فإن عدد المحطات يقدر بحوالي 412 محطة، منها تمت دراسة حوالي 65 محطة ضخ عصرية.

توضح الخريطة رقم 41 التوزيع المجالي للآبار التي شملتها الدراسة الميدانية.

خريطة رقم 41 : توزيع أبار الضخ العصري بواحات سهل تافيلالت



المصدر: الخرائط الطبوغرافية لراشيدية وأرفود بمقياس 1/100000 والعمل الميداني2021

تختلف عدد أبار الضخ العصري بالاستغلاليات الفلاحية لدى الفلاحين بواحات سهل تافيلالت تبعا لعوامل متعددة ومتداخلة، ويوضح الجدول الموالي عدد الآبار بالحيازات الفلاحية.

جدول رقم 62: عدد الآبار بالحيازة بواحات سهل تافيلالت

عدد الآبار بالحيازة	عدد الآبار	النسبة المئوية
بئر واحد	162	91
بئرين	13	7
ثلاثة آبار فأكثر	3	2
المجموع	178	100

المصدر: العمل الميداني، في شهري يوليوزوغشت لسنة 2021

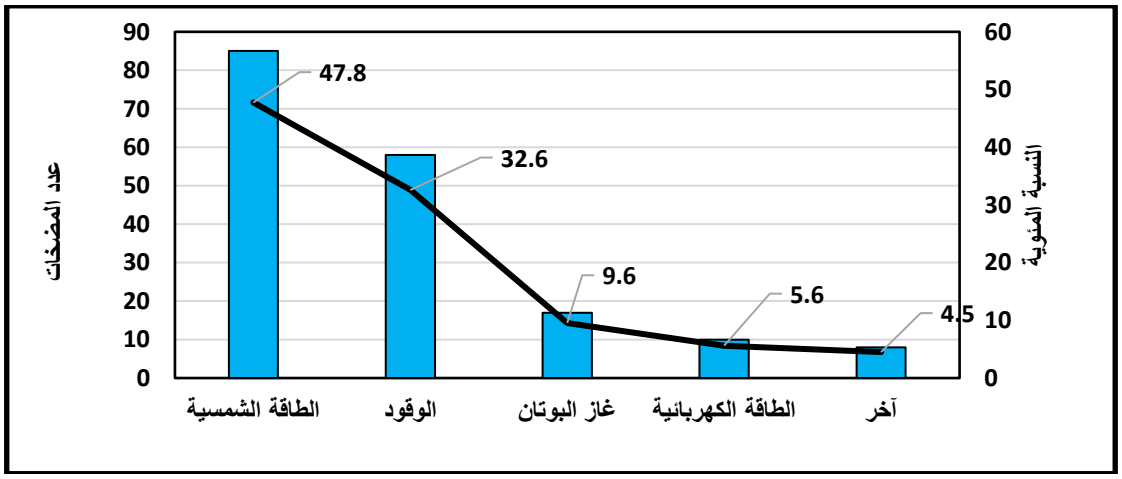
توضح نتائج البحث الميداني (الجدول رقم 62) بخصوص عدد الآبار بالحيازات الفلاحية بواحات سهل تافيلالت أن 91% من مجموع الحيازات بالمنطقة تتوفر على بئر واحد، و7% منها تتوفر على بئرين للضخ العصري، في حين أن 2% من مجموع الاستغلاليات تتوفر على ثلاثة أبار فأكثر للضخ.من أهم عوامل تباين عدد الآبار بالاستغلاليات الفلاحية نجد:

- **أسباب عقارية:** حيث إن صغر حجم الاستغلاليات وتشتتها أحياناً لا تساعد الفلاح في التفكير في حفر أبار جديدة، والعكس صحيح، كلما كانت الاستغلاليات متجمعة وذات مساحة أكبر كلما شجع الفلاحين على حفر الآبار أو الثقوب المائية للاستثمار في القطاع الفلاحي، خاصة إذا كانت الفرشة المائية قريبة من السطح.
- **أسباب مادية:** في كثير من الحالات، بالرغم من وجود الوعاء العقاري وتوفر المياه في مستويات مقبولة، نجد أن الجانب المادي لم يساعد الفلاحين في الاستثمار أكثر في الفلاحة والتفكير في وسائل وطرق استخراج الماء من باطن الأرض، رغم حاجاتهم إلى مياه إضافية، والاكتفاء في غالب الأمر بمياه بئر واحد للضخ العصري وعند الحاجة يتم كراء بعض الحصص المائية من المحطات القريبة.
- **أسباب طبيعية:** العوامل الطبيعية كتوالي فترات الجفاف التي تعرفها المنطقة، قد لا تشجع الفلاحين على خوض غمار الاستثمار في القطاع الفلاحي، حيث يتخوف بعض الفلاحين الصغار من صرف نفقات ضخمة على آبار قد تجف في أي لحظة من السنة.

3-4- مصادر الطاقة بمحطات الضخ العصرية: متنوعة مع الاعتماد أكبر على الطاقة الشمسية

بناء على نتائج الدراسة الميدانية المتعلقة بنوعية الطاقة المستخدمة لتشغيل محطات الضخ لرفع الماء بواحات سهل تافيلالت (اللوحة رقم 17)، يظهر وجود تنوع في طبيعة الطاقة المستخدمة.

شكل رقم 105 : طبيعة مصادر الطاقة المستخدمة لتشغيل محطات الضخ الآلي



المصدر: العمل الميداني، في شهري يوليوزغشت لسنة 2021

يأتي في مقدمتها الطاقة الشمسية بنسبة 47,8% من أشكال الطاقة المستعملة والتي عرفت انتشارا في السنوات الأخيرة، مقابل 32,6% و9,6% لكل من الوقود وغاز البوتان، في حين لا تتعدى نسبة محطات

المشتغلة بالطاقة الكهربائية 5,6%، علاوة على تواجد عدد لا بأس من محطات الضخ تشتغل بالوقود وغاز البوطان في آن واحد وتقدر نسبتها بحوالي 4,5% .

هذا التنوع في مصادر الطاقة يعكس تطورًا تقنيًا واقتصاديًا في استخدام موارد الطاقة بطرق متعددة، مما يسهم في تحسين كفاءة استخدام الموارد وتقليل التأثيرات البيئية.

لوحة رقم 17: تعدد مصادر الطاقة لجلب مياه السقي

استعمال غاز البوطان والوقود لجلب الماء	استغلال الطاقة الشمسية بإحدى الضيعات
محطة ضخ عصرية بالوقود	**محطة ضخ مجهزة بالطاقة الكهربائية**

المصدر: تصوير شخصي يوليوز2021.

يمكن تفسير استعمال الوقود في بعض محطات الضخ بمجال الدراسة، إلى قدم معظمها، وهيمنة الفلاحة المعاشية على نمط الإنتاج مما لا يساعد على تحديث هذه الأليات، بينما يفسر اعتماد الفلاحين لغاز البوتان خلال العقدين الأخيرين إلى سهولة استعمالها لنفس آلة الضخ بالوقود، وانخفاض تكلفتها، أما بداية ارتفاع استعمال الطاقة الشمسية في الآونة الأخيرة، فيرجع بالأساس إلى بداية استثمار الساكنة المحلية في القطاع الفلاحي وهكذا أصبح استعمال الطاقة الشمسية أمرا ضروريا لتخفيض التكاليف المادية لشراء الوقود، علما بأنها أصبحت تفوق في سنة 2022 عتبة 14 درهما.

تنوع مصادر الطاقة المستخدمة في نفس محطة الضخ يمكن تفسيره بوجود عدة عوامل. أحدها هو العوامل الطبيعية مثل قصر مدة التشمس وانتشار الغيوم خلال فصل الشتاء، مما يقلل من كفاءة استخدام الطاقة الشمسية ويجعل استخدام الوقود أو غاز البوطان ضروريًا في بعض الحالات.

أما العوامل التقنية، فتتمثل في ضعف خبرة الفلاحين في مجال الطاقات المتجددة، وقد يكون لديهم صعوبة في صيانة وإصلاح أنظمة الطاقة الشمسية في حال حدوث أعطاب تقنية. لذلك، يجد الفلاح نفسه

مضطرًا للاعتماد على مصادر الطاقة البديلة مثل الوقود أو غاز البوطان لتجنب التوقف في عمليات الري والاستزراع.

في النهاية، يبرز الجدول رقم 63 بعض الاختلافات بين محركات المضخات التي تعمل بالوقود وتلك التي تعمل بالطاقة الشمسية، مما يساعد الفلاحين على اتخاذ القرار المناسب بناءً على احتياجاتهم وظروف المحيط.

جدول رقم 63 : مقارنة الضخ بالطاقة الشمسية والضخ التقليدي بالوقود

عناصر المقارنة	المضخات الشمسية	مضخات الوقود
الاستهلاك اليومي للوقود الملوث للبيئة	لا يوجد	استهلاك كبير
استهلاك الزيوت الخاصة بالمحرك	لا يوجد	استهلاك كبير
الصيانة الدورية	أحيانا	كثيرة جدا
الضمان ضد عيوب الصناعة للنظام بالكامل ب(السنة)	2	لا يوجد
العمر الافتراضي للمحرك (عدد السنوات)	25	قليل جدا
التلوث الناتج خلال تشغيل المحرك	لا يوجد	كبير جدا
الضوضاء الناتجة من تشغيل المحرك	لا يوجد	عالية جدا

المصدر: العمل الميداني، في شهري يوليوزوغشت لسنة 2021

وبطبيعة الحال، فإن الطاقة الشمسية قد رفعت من محاصيل المنتوجات الفلاحية، وذلك من خلال الزيادة الكمية والنوعية، فبالنسبة للزيادات الكمية فقد تمثلت في توسيع رقعة الزراعة لبعض المزروعات والمغروسات مثل الفصة والقمح والشعير ثم النخيل، أما بالنسبة للزيادات النوعية فقد تمثلت في إدخال بعض المنتوجات الفلاحية والتي تعتبر دخيلة على المنطقة كزراعة البطيخ الأحمر مثلا، لكون هذا الأخير له ارتباط كبير في رفع من صبيب المياه المرفوعة بواسطة مضخات الطاقة الشمسية.

إلى جانب فوائد الطاقة الشمسية، فتزايد حفر الآبار واعتماد المضخات التي تعتمد على الطاقة الشمسية ساهم في تسريع نضوب المياه الباطنية في العديد من المناطق. هذا أدى إلى توقف العديد من الخطارات عن العمل وبعضها أصبح معلقًا وبعيدًا عن الفرشة المائية. ونتيجة لذلك، فإن المجالات المسقية التي تعتمد على تلك الخطارات شهدت فقدانًا لأشجارها ونباتاتها، وأصبحت الأراضي جرداء، مما ساهم في تفاقم ظاهرة الترمل (عبدلاوي،2016).

3-5- الوضع القانوني لحفر الآبار: أكثر من نصف الآبار حفرت بدون رخصة

توضح البيانات القانونية لحفر الآبار في منطقة الدراسة (الجدول رقم 64)، تفاوتا واضحا بين الواحات المختلفة، حيث تم منح عدد متفاوت من الرخص لحفر الآبار خلال الفترة من عام 2011 إلى عام 2015. في واحات أرفود، تم منح أكبر عدد من الرخص، حيث وصلت الرخص إلى 245، ومن بينها 238 رخصة تم منحها في جماعة عرب الصباح زيز بمفردها.

أما في واحات الجرف، فقد تم منح حوالي 188 رخصة، منها 125 رخصة في الجماعة الترابية فزنا. أما واحات الريصاني، فقد تم منح حوالي 42 رخصة لحفر الآبار.

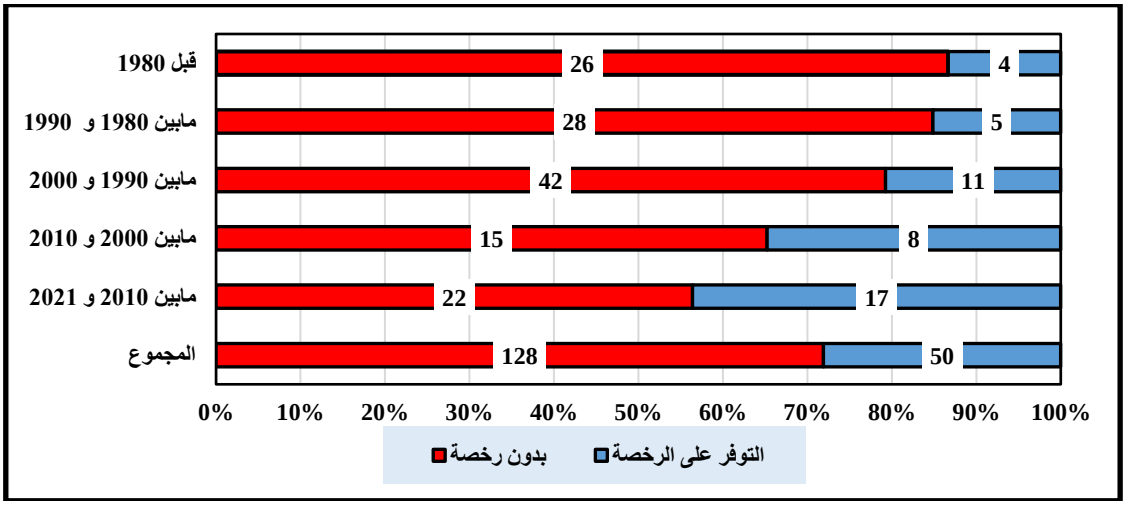
جدول رقم 64: تطورعدد الرخص الممنوحة لحفرالآباربواحات سهل تافيلالت ما بين 2011 و2015

الواحات	الجماعات الترابية	2011	2012	2013	2014	2015	المجموع
واحات الجرف	فزنا	12	45	34	21	13	188
	الجرف	3	16	10	20	2	
	عرب الصباح غريس	0	1	4	6	1	
واحات أرفود	عرب الصباح زيز	52	63	43	70	10	245
	السيفا	0	0	1	1	0	
	أرفود	0	0	1	2	2	
واحات الريصاني	الريصاني	3	1	2	7	0	42
	السفالات	0	0	0	0	0	
	مولاي علي الشريف	0	0	0	0	0	
	بني امحمد سجلماسة	12	7	10	0	0	
المجموع	المجموع	82	133	105	127	28	475

المصدر: وكالة الحوض المائي كيرزيزوغريس،2020 بتصرف

تظهر النتائج الميدانية أن غالبية الآبار في منطقة الدراسة لا تمتلك رخصة للحفر، حيث تصل نسبة الآبار التي تفتقر للرخصة إلى حوالي 71.1% من إجمالي الآبار (128 بئر)، بينما تمتلك نسبة قليلة فقط من الآبار رخصة حفر، وتبلغ حوالي 28.1% (50 بئر).

شكل رقم 106 : عدد الآبارالمتوفرة على رخصة حسب مالكيها المستجوبين بواحات سهل تافيلالت



المصدر: العمل الميداني، في شهري يوليوزوغشت لسنة 2021

ومن الجدير بالذكر أن الآبار غير المرخصة شهدت تذبذبًا وزيادة في العدد على مر السنوات، خاصة خلال فترة الثمانينات والتسعينات حيث ارتفع عدد هذه الآبار بشكل كبير، حيث بلغ حوالي 42

بئر، ما يمثل نحو 35.25% من مجموع الآبار غير المرخصة. يعكس هذا الارتفاع الكبير في الآبار غير المرخصة خلال هذه الفترة النقص في فعالية وفاعلية التشريعات المتعلقة بإصدار رخص الحفر وتدبير الموارد المائية، على الرغم من صدور القانون الأول للمياه في سنة 1995 (القانون رقم 10/95).

تنامى عدد الآبار التي تمتلك رخصة الحفر خلال العقود الأخيرة يعود إلى عدة عوامل تأثرت بها المنطقة، ومن أبرز هذه العوامل هو زيادة الاستثمار في القطاع الفلاحي وتوفر التمويلات المالية لهذا الغرض. هذا التوجه جعل السلطات المعنية تفرض ضرورة الحصول على تراخيص قانونية لحفر الآبار، حيث تم تشديد المراقبة وتطبيق القوانين بشكل أكبر لمنع حفر الآبار غير القانونية في بعض المناطق.

بالتالي، يمكن اعتبار هذه الإجراءات القانونية والإدارية كمحفز لزيادة عدد الآبار المرخصة، حيث إنها تسهم في تنظيم عمليات الحفر بطريقة مستدامة وفقاً للقوانين واللوائح المحددة، وهذا يعود بالنفع على الحفاظ على الموارد المائية وتحقيق الاستدامة في استخدامها للزراعة والاستفادة البشرية الأخرى.

3-6- تعمق الآبار في تزايد مستمر بفعل مجموعة من العوامل

في ظل الظروف الطبيعية القاسية التي تعرفها واحات سهل تافيلالت كباقي واحات الجنوب الشرقي للمغرب، والمتمثلة في جانب منها في موسمية تواتر المياه السطحية، في مقابل اعتماد اغلبية الساكنة على الأنشطة الفلاحية، جعل الانسان يبحث في ظل هذه الظروف على موارد أخرى، تتمثل أساسا في استغلال الفرشة الباطنية وذلك بغية تعويض النقص المائي، خصوصا مع التزايد الديمغرافي للساكنة وما رافق ذلك من ارتفاع للطلب على الماء.

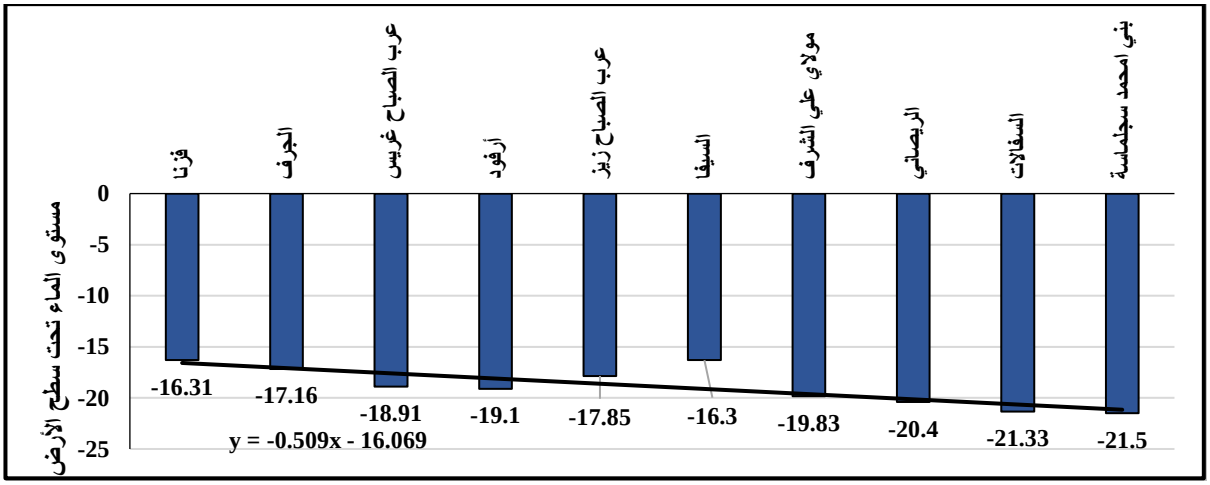
ومن هنا التجأ السكان إلى حفر مجموعة من الآبار، محاولة ضخ كميات مهمة من المياه تخول لهم القيام بالنشاط الفلاحي المعاشي في الغالب. لهذا الغرض قامت الساكنة باستخدام مجموعة من التقنيات لتسهل عملية الضخ، مثل محركات الضخ الآلي (بيتير، طوروس، مارشال، محرك السيارة)، والألواح الشمسية؛ مما ساهم في تراجع واستنزاف هذه الفرشة، نتيجة الحفر الجائر لعدد كبيرمن الآبار، ويوضح الشكل رقم 107 متوسط عمق الفرشة الباطنية للآبار بواحات سهل تافيلالت في شهري يوليوز وغشت من سنة 2021، لحوالي 178 بئر التي تشكل عينة الدراسة.

يتباين مستوى تواجد المياه وعمق الآبار في واحات سهل تافيلالت بناءً على الجماعات المكونة لها. يتراوح متوسط عمق الآبار في واحات الجرف حوالي 17.5 متر، بينما يتراوح في واحات أرفود حوالي 17.8 متر، وفي واحات الريصاني يصل إلى حوالي 20.8 متر. تشير نتائج القياسات الميدانية إلى أن مستوى تعمق الآبار يزداد كلما اتجهنا من الشمال الغربي نحو الجنوب الشرقي لمجال الدراسة.

مع ذلك، يجب أخذ هذه القيم بحذر بسبب عدم الثبات، حيث تتغير هذه القيم بناءً على فصول العام، وخاصة في نهاية فصل الخريف وفصل الربيع وبداية فصل الصيف. تلك التغيرات الفصلية تؤثر بشكل

كبير على مستوى المياه وعمق الآبار، وبالتالي يجب مراعاتها عند التخطيط لاستخدام المياه الجوفية وتحديد مواقع حفر الآبار في المنطقة.

شكل رقم 107 : متوسط عمق الآبار بالمتر بجماعات واحات سهل تافيلالت



المصدر: العمل الميداني، في شهري يوليوز وغشت لسنة 2021

توضح البيانات المقدمة في الشكل رقم 107 أن متوسط تعمق الفرشة المائية يتجه من الشمال الغربي إلى الجنوب الشرقي لمنطقة بمعدل يصل إلى 0.50 متر. ومع ذلك، يجب ملاحظة أن هذا المعدل غير ثابت ويتأثر بشكل كبير بالظروف المناخية، حيث يرتفع في حالات الجفاف وينخفض في السنوات الرطبة.

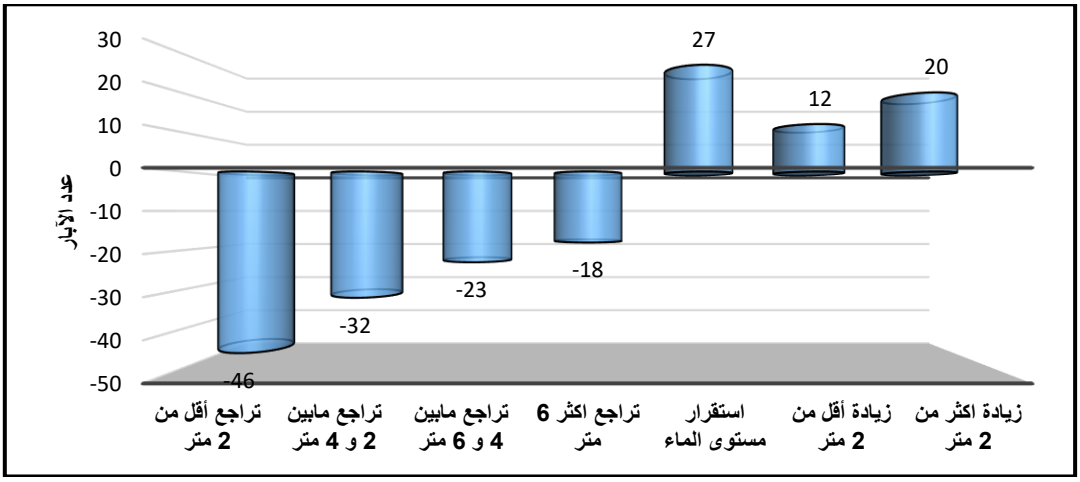
علاوة على ذلك، يتميز معظم الآبار التي تم قياسها بعمق محفور يتجاوز 38 مترًا، مما يشير إلى أن استخراج المياه من الآبار في هذه المنطقة يتطلب عمقًا كبيرًا. هذا يعكس التحديات التي تواجه السكان والمزارعين في الوصول إلى مياه الآبار واستخدامها بشكل فعال، ويبرز أهمية تطوير التقنيات والاستراتيجيات للتعامل مع هذه الظروف الجديدة.

3-7- تعرف أغلبية الآبار تراجعا في مستواها المائي

تفسير مستوى تطور المياه داخل الآبار يعكس التغيرات في عمق وارتفاع مستوى الماء داخل الآبار مع مرور الوقت، سواء كانت زيادة أو تناقصًا أو استقرارًا. يتأثر هذا التطور بمستوى الفرشة المائية، التي قد تتغير نتيجة للتغيرات المناخية وتدخلات البشر غير المدروسة في المنطقة.

عبر الشكل رقم (108)، يمكننا متابعة تطور مستوى المياه داخل الآبار في واحات سهل تافيلالت، حيث يظهر التغيرات التي طرأت على مستوى المياه في الآبار على مدى الفترة من بداية عملية الحفر وحتى عام 2021. هذا التحليل يساعد في فهم تأثير التغيرات البيئية والتدخلات البشرية على توافر المياه واستدامتها في المنطقة.

شكل رقم108 : تطور مستوى الماء بالآبار من فترة الحفر إلى سنة 2021



المصدر: العمل الميداني، في شهري يوليوزوغشت لسنة 2021

تظهر نتائج القياسات المتعلقة بتطور مستوى المياه في الآبار بواحات سهل تافيلالت خلال الفترة الممتدة من الثمانينات في القرن العشرين حتى سنة 2021 تغيرات كبيرة في مستوى المياه داخل الآبار. تشير هذه النتائج إلى أن غالبية الآبار في العينة التي تم دراستها شهدت تراجعًا في مستوى المياه، حيث بلغ نسبة الآبار التي شهدت تراجعًا 66.9%، مع تغييرات في مستوى التراجع تتراوح بين أقل من مترين وحتى أكثر من ستة أمتار.

من جهة أخرى، تظهر النتائج أيضًا أن هناك نسبة قليلة من الآبار شهدت ارتفاعًا في مستوى المياه خلال نفس الفترة، حيث بلغت هذه النسبة 33.1%. وتتراوح هذه الزيادة في مستوى المياه بين أقل من مترين وأكثر من مترين. بينما بقيت نسبة صغيرة من الآبار، والتي بلغ عددها 27، استقرارًا في مستوى المياه بها على مدى الفترة المدروسة.

3-8- طرق حفر الآبار تجمع بين التقليدية والعصرية

تختلف طريقة حفر الآبار بمجال الدراسة، حسب مجموعة من العوامل، وتوضح معطيات الجدول الموالي (الجدول رقم 65) النتائج التي توصلنا إليها بخصوص طريقة حفر حوالي 178 بئر بمجال الدراسة.

جدول رقم 65: توزيع الآبار بمجال الدراسة حسب وسيلة الحفر

طريقة الحفر	عدد الآبار	النسبة المئوية
اليد	91	51,1
آلة الحفر	59	33,1
اليد ووسيلة الحفر	28	15,7
المجموع	178	100,0

المصدر: العمل الميداني، في شهري يوليوزوغشت لسنة 2021

يتضح من النتائج الميدانية وفقًا للجدول رقم 65 أن طريقة حفر الآبار في واحات سهل تافيلالت كانت متنوعة، حيث كانت الطريقة التقليدية اليدوية هي الأكثر شيوعًا، حيث تمثلت في 51.1% من مجموع الآبار المدروسة. يتم الحفر في هذه الحالة باستخدام أدوات يدوية بسيطة مثل الفأس والمعول، وفي بعض الحالات النادرة يتم استخدام البارود عند مصادفة صخور صلبة. هذه الطريقة كانت مناسبة للأراضي ذات التربة الرملية أو الطينية، حيث يكون مستوى الفرشة الباطنية قريبًا من السطح.

ومع توالي سنوات الجفاف، شهدت الواحات انتشارًا واسعًا للضخ العصري، مما جعل العديد من الآبار تكون معلقة بعيدًا عن الفرشة الباطنية، وهذا الأمر دفع إلى استخدام آلة الحفر (Sondage) في حوالي 33.1% من مجموع الآبار، وهو مؤشر على التطور التكنولوجي في عمليات الحفر. وبالتالي، فقد تم استخدام الحفر بالطريقة التقليدية اليدوية مع استخدام آلة الحفر في حوالي 28% من مجموع الآبار.

هذه التطورات تعكس استجابة المجتمع المحلي للتحديات المائية التي تواجهها المنطقة، والتي تتطلب استخدام تقنيات حديثة للحفر لتلبية الطلب المتزايد على المياه في ظل تغيرات المناخ والجفاف المستمر.

لوحة رقم 18 : التقنيات التقليدية العصرية المستعملة في حفر الآبار بواحات سهل تافيلالت

المصدر: تصوير شخصي، يوليوز2021 (الصورة يسارا)، ووكالة الحوض المائي كيرزيز غريس في سنة 2018

3-9- أوقات ومدة تعميق الآبار بواحات سهل تافيلالت

تتعدد طرق ووسائل تأقلم وتكيف الإنسان مع مشكل الندرة المائية بفعل توالي فترات الجفاف وزيادة الضغط البشري، في مقدمتها حفر العديد من الآبار والثقوب المائية، والتي تخضع بدورها لزيادة التعميق مع توالي السنوات، كلما تراجع مستوى الفرشة الباطنية بالمنطقة.

جدول رقم 66: فترة زيادة تعميق الآبارلدى الفلاحين بواحات سهل تافيلالت

فترة الحفر بالسنوات	عدد الآبار	النسبة المئوية
أقل من2	17	12
] 4 - 2]	18	12,7
] 6 - 4]	19	13,4
] 8 - 6]	21	14,8
]10 - 8]	26	18,3
أكثر من10	41	28,9
المجموع	142	100

المصدر: العمل الميداني، في شهري يوليوزوغشت لسنة 2021

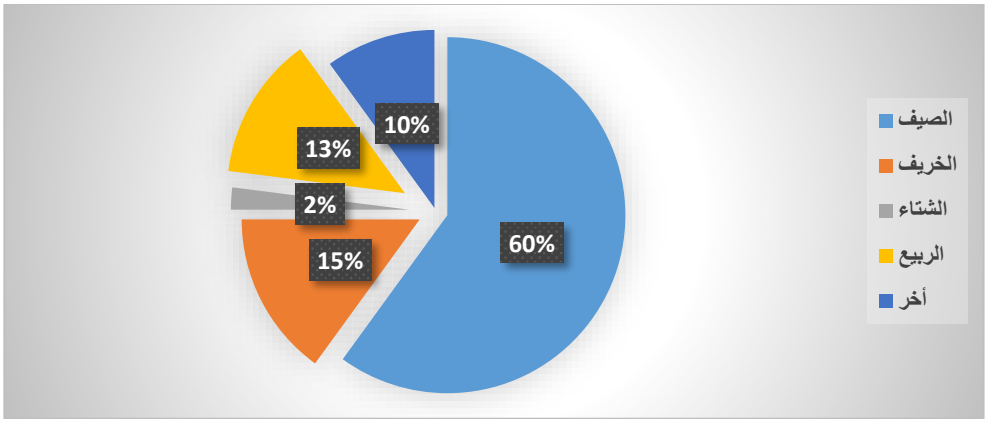
تبين المعطيات الواردة في الجدول أن الزيادة في تعميق الآبار تتباين حسب فترات زمنية مختلفة وفقًا لسياق العمل والاحتياجات المائية المتغيرة. فعلى سبيل المثال، تظهر النتائج أن هناك نسبة قليلة من الآبار (حوالي 12%) يتم زيادة تعميقها مرة واحدة خلال فترة قصيرة لا تتجاوز سنتين، وهذا قد يكون ناتجًا عن اكتشافات جديدة لمصادر المياه أو تغيرات في الاحتياجات الفعلية للماء.

بينما تشير البيانات أيضًا إلى أن هناك نسبة أكبر (حوالي 26.1%) من الآبار تتم زيادة حفرها مرة واحدة خلال فترة تتراوح بين 2 إلى 6 سنوات، مما يشير إلى عملية تحسين وتطوير البنية التحتية للمياه بشكل دوري لمواكبة الاحتياجات المتغيرة.

وتعكس المعطيات أيضًا وجود آبار تتطلب زيادة تعميقها بفترات أطول، حيث تظهر أن حوالي 23% من الآبار تتم زيادة حفرها مرة واحدة في فترة تتراوح بين 6 إلى 10 سنوات، بينما تتجاوز فترة زمنية لزيادة تعمق الآبار 10 سنوات لحوالي 28.9% من الآبار.

أما بالنسبة للتفاوت في فترات الزيادة في الحفر حسب فصول السنة، فهو يعكس الظروف البيئية والمناخية المتغيرة التي قد تؤثر على إمكانية الوصول إلى مصادر المياه وسهولة العمل في تلك الظروف.

شكل رقم 109 : فترات تعميق الآبارحسب فصول السنة من طرف المستجوبين



المصدر: العمل الميداني، في شهري يوليوزوغشت لسنة 2021

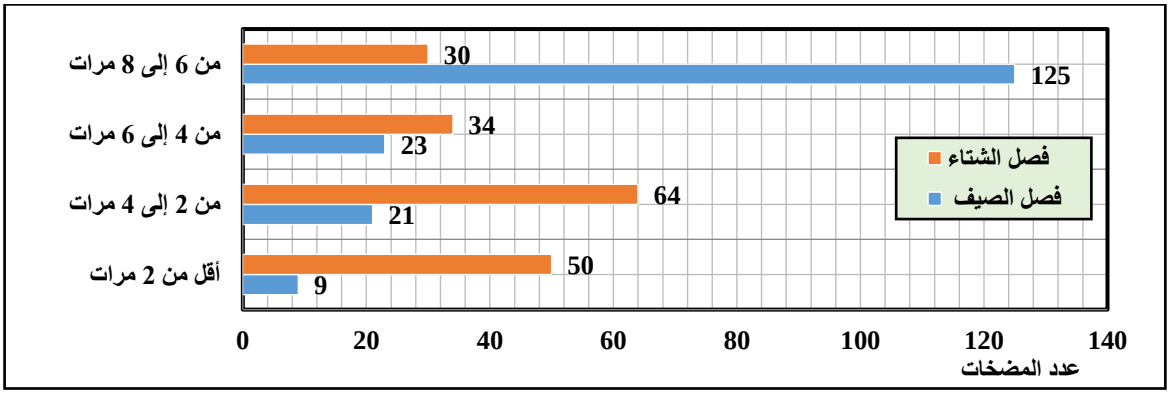
يتضح من خلال الشكل رقم 109 أن 60% من المستجوبين تفضل زيادة تعميق آبارها خلال فصل الصيف، نظرا للنقص الكبير للموارد المائية خلال هذه الفترة من السنة والحاجة أكثر للمياه، مقابل 15%

و13% ثم 2% خلال فصل الخريف والربيع ثم فصل الشتاء على التوالي. في حين 10% الباقية يمكن أن تقوم بزيادة تعميق البئر في أي فترة من فترات السنة.

3-10-وتيرة تشغيل محطات الضخ العصري بواحات سهل تافيلالت

توجد اختلافات في وتيرة تشغيل محطات الضخ للماء في واحات سهل تافيلالت بين فصلي الصيف والشتاء، حيث يزيد الطلب على الماء في الصيف بسبب الحرارة والاحتياجات الزراعية، مما يؤدي إلى زيادة تشغيل المحطات. أما في فصل الشتاء، فيمكن أن يكون الطلب أقل نسبيًا، مما يمكن أن يقلل من وتيرة تشغيل المحطات. العوامل البشرية غير العقلانية قد تزيد من هذه الاختلافات.

شكل رقم 110 : مقارنة عدد أيام تشغيل محطات الضخ أسبوعيا خلال فصلي الصيف والشتاء



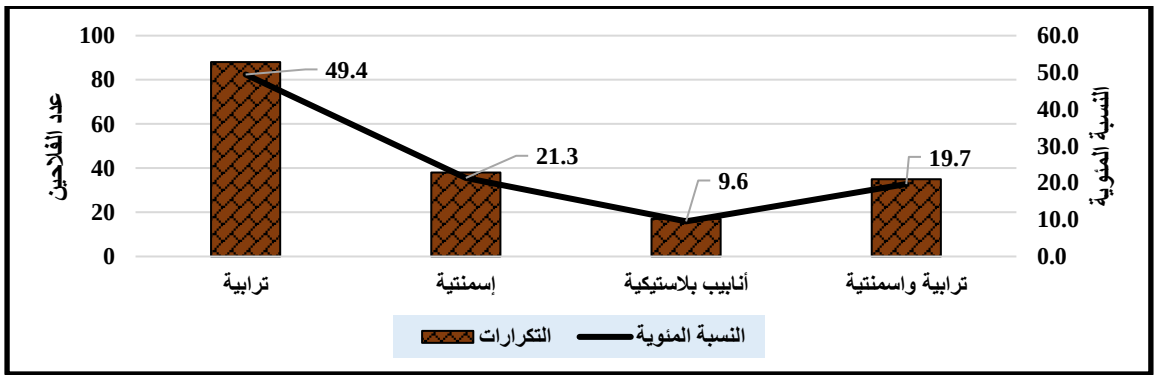
المصدر: العمل الميداني، في شهري يوليوزوغشت لسنة 2021

من خلال الشكل رقم (110)، يتضح أن هناك فارقاً بين فصل الصيف والشتاء في عدد أيام استخدام محطات الضخ العصري أسبوعياً في واحات سهل تافيلالت. في فصل الشتاء، تتذبذب الأيام التي يتم فيها جلب الماء بواسطة الضخ الآلي بين يومين وأربعة أيام في الأسبوع بنسبة 36%، بينما في فصل الصيف، يزداد عدد أيام التشغيل لتصل إلى 6-8 أيام في الأسبوع بنسبة 70.2%. هذا الارتفاع يعزى أساساً إلى ارتفاع درجات الحرارة وزيادة حاجة المزروعات للماء، وتباين طبيعة التربة في المنطقة، وتزامن فصل الصيف مع فترة زراعة المحاصيل المستهلكة للماء مثل البطيخ في العديد من المناطق الواحية مثل (البوية وفزنا والجرف ثم تيزيمي...).

4- طبيعة سواقي محطات الضخ العصري يساهم في هدر كميات مهمة من مياه السقي

تأثير طبيعة ونوعية القنوات المستخدمة في توزيع مياه الري يكون فعّالاً في توزيع المياه بشكل جيد وإدارتها بكفاءة. فهذه القنوات تساهم في التقليل من التبخر والتسربات، وبالتالي تحسين كفاءة استخدام الماء. يوضح الشكل رقم (111) واللوحة رقم (19) طبيعة وأنواع القنوات المستخدمة في منطقة الدراسة.

شكل رقم 111 : طبيعة سواقي السقي بواحات سهل تافيلالت



المصدر: العمل الميداني، في شهري يوليوزغشت لسنة 2021

يُظهر الشكل رقم 111 أن معظم المزارعين لا يزالون يستخدمون القنوات الترابية لتوزيع وتصريف مياه السقي، سواء كانت قنوات ترابية بسيطة بنسبة 21.3% أو مزدوجة مع أنواع أخرى من القنوات بنسبة 19.7%، مما يجعل نسبة المستخدمين للقنوات الترابية تصل إلى 49.4%. هذا يساهم في فقدان كميات كبيرة من الماء بسبب التسرب، خاصة في التربة الرملية المسامية. على النقيض، تستخدم نسبة قليلة جدًا من المزارعين الأنابيب البلاستيكية (9.6%) أو القنوات الإسمنتية (3%)، مما يبرز الحاجة إلى اعتماد طرق توزيع المياه الأكثر فعالية واقتصادًا، مثل استخدام القنوات البلاستيكية التي تقلل من التبخر والتسربات.

لوحة رقم 19: تنوع قنوات وطرائق نقل المياه من مصدره نحو الحقول

ساقية ترابية (المصرف)	ساقية إسمنتية
أنابيب بلاستيكية للسقي بدل السواقي	**ساقية ترابية وإسمنتية**

المصدر: تصوير شخصي، أبريل 2021

خاتمة الفصل السابع

تتجلى أهمية الماء كعنصر أساسي في الحياة الاجتماعية والاقتصادية للمجتمعات الواحية، حيث يحدد توفره وتوزيعه مسار الاستقرار والتنمية في هذه المناطق. يتصاعد الطلب على المياه في ظل الظروف المناخية القاسية وزيادة الضغط البشري، مما يتطلب اعتماد سياسات وتقنيات جديدة لتحسين توزيع وتدبير الموارد المائية بشكل فعّال ومستدام.

تعكس التحولات الحاصلة في تدبير المياه بواحات سهل تافيلالت، ومناطق أخرى مشابهة، استجابة المجتمع لتحديات العصر، حيث تواكب السلطات المحلية والمراكز الحكومية النهج العصري في تدبير وتوزيع المياه، مما يعزز من كفاءة الاستخدام ويحد من الهدر المائي. على الرغم من ذلك، لا يخلو الأمر من التحديات، مثل تدهور جودة المياه وتأثيراته على البيئة، مما يتطلب تبني استراتيجيات شاملة للحفاظ على الموارد المائية وتحقيق التوازن بين الاحتياجات البشرية والبيئية.

في الختام، يبرز أهمية تكاتف الجهود بين السطات الحكومة والمجتمع المحلي والمهتمين لضمان الوصول المستدام للمياه وتحقيق التنمية المستدامة في المناطق الواحية، وهو الأمر الذي يسهم في بناء مجتمعات قوية ومستقرة تعتمد على استدامة الموارد المائية كعنصر أساسي لتحقيق التقدم والازدهار المستدام.

الفصل الثامن: أشكال تدبير مياه الشرب بواحات سهل تافيلالت، أنماط الإنتاج والاستهلاك

مقدمة الفصل الثامن

تأتي أهمية الماء الصالح للشرب كمعيار أساسي في تنمية البلدان والمناطق، حيث يُعتبر توفره مؤشرًا على استقرار السكان وحمايتهم من الأمراض المتعلقة بنقص المياه وتلوثها. تحقيق التنمية المستدامة يتطلب الاهتمام بضمان وصول الماء النقي والصالح للشرب على المدى البعيد، وهذا يعتبر جزءًا أساسيًا من جهود الحفاظ على الصحة العامة ورفاهية السكان.

مع زيادة عدد السكان، وخاصة السكان الحضريين الذين يستهلكون كميات كبيرة من الماء بسبب نمط حياتهم، يزداد الطلب على المياه، مما يعزز أهمية البحث عن مصادر مستدامة وآمنة لتوفير المياه الصالحة للشرب. توفير المياه النقية والصحية يُعتبر أحد الركائز الأساسية للتنمية المستدامة ورفاهية السكان، ويسهم بشكل كبير في تحسين جودة الحياة والمستقبل الصحي للمجتمعات.

بشكل عام، أصبح تدبير الموارد المائية من بين أبرز القضايا التي تواجه المجتمع الدولي في الوقت الحاضر، خاصة في الدول التي تعاني من ندرة المياه وتدهور جودتها، كما هو الحال في المغرب وغيرها من البلدان. إشكالية تدبير الموارد المائية تزداد تعقيدًا في المناطق الواحية، حيث يشمل التحديات النقص في الموارد المائية المخصصة للشرب، وسوء تدبيرها واستغلالها، بالإضافة إلى تدهور جودتها.

هذه المشاكل تؤثر سلبًا على الظروف المعيشية والصحية للسكان في تلك المناطق، وقد تؤدي في بعض الحالات إلى نزوح السكان وفراغ هذه المناطق. لذلك، يتعين على الدول والمجتمعات الواقعة في تلك الأماكن اتخاذ إجراءات فعّالة لتحسين تدبير الموارد المائية، وتطوير البنى التحتية اللازمة لتوفير المياه النظيفة والصالحة للشرب، وتعزيز الوعي بأهمية حفظ المياه وترشيد استهلاكها.

في هذا الفصل سنركز على تسليط الضوء على كيفية تدبير مياه الشرب واستخداماتها المختلفة، بما في ذلك الاستغلال المنزلي والتطهير الصحي، في واحات سهل تافيلالت.

I. أنماط انتاج واستهلاك مياه الشرب بحوض زيز-غريس

1- إنتاج واستهلاك مياه الشرب بحوض زيز-غريس قبل سنة 1985

1-1- وضعية التزود بمياه الشرب بالجماعات الترابية القروية بحوض زيز-غريس

إن وضعية التزود بالماء الشروب في حوض زيز-غريس بالجماعات الترابية القروية أصعب مما هو عليه الحال في الوسط الحضري كما ونوعا. وتختلف ما بين الحوض الأعلى والأوسط والأسفل على مستوى حوض زيز-غريس. فبالنسبة للأحواض العليا والمتوسطة يتغذى سكان القصور (في كل من زيز وغريس) من العيون التي تنبع من الطبقات العميقة وكذا من الآبار لكنها كانت أنداك قليلة، كما يستهلكون مياه الوديان أو السواقي مباشرة وهي مياه عذبة وقليلة التلوث.

أما في سافلة الحوض، يعكس البحث الذي أجراه جون مارگّات منذ عام 1957 حول توفير الماء الشروب لسكان سهل تافيلالت واقع الصعوبات التي يوجهونها، حيث يبين أن نصف سكان المنطقة يبتعدون عن نقاط المياه النقية للشرب بمسافة تصل إلى حوالي 2 كيلومتر. يحتاج كل فرد في المنطقة إلى كميات مياه تتراوح بين 15 و20 لترًا يوميًا، ومع ذلك، فإن المياه المتوفرة غالبًا ما تكون مالحة للغاية، مما يسبب مشاكل في الجودة ويعرض صحة السكان للخطر (ELMANSOUR,1988).

نقاط الماء التي كان يستخدمها السكان في سهل تافيلالت تتمثل في عيون المياه والآبار. تعتبر هذه العيون والآبار الموجودة في منطقة الريصاني وتيزيمي مصدرًا رئيسيًا للمياه العذبة، حيث تتراوح ملوحتها حوالي 1 غرام لكل لتر. تحفر هذه الآبار إما بالقرب من مجرى الوادي أو داخله، وتكون غالبًا آبار موسمية تعتمد على الأمطار. بالمقابل، تعتبر مياه هوامش السهل التي يتم الاعتماد عليها في بعض الأحيان مالحة بشكل لا يصلح للشرب (ELKHAYARI,1989).

إلى جانب استخدام العيون والآبار، يعتمد سكان سهل تافيلالت على الخطارات لتوفير الماء لقصور الهوامش والمناطق القريبة من ضفاف وادي غريس، مثل مناطق حنابو والسيفا وشمال شرق تافيلالت. بالإضافة إلى هذه المصادر الثابتة، يستخدم السكان أيضًا مجموعة من النقاط المؤقتة أو الموسمية لتلبية احتياجاتهم المائية(المنصور،2012) وهي:

- **"الگلتات"**: وهي بقايا مياه الفيضانات، نجدها عند مدخل السواقي على طول امتداد السدود التحويلية في مجرى زيز وغريس (بسهل تافيلالت)، أهمها عند سد "الرصيف" و"ونكاكة" و"سلاوة" و"بوحمارة" و"إغزر" و"شموخ" و"إيرارة" على واد زيز، وسد مولاي إبراهيم على واد غريس.
- **"الحفرات":** وهي أحواض حفرها السكان (من أجل استغلال أتربتها في أشغال البناء) حيث تملأ بمياه الفيضانات أثناء استعمالها في السقي، وهي معرضة للتلوث والتبخر. تكثر خاصة في جهة السفالات جنوب شرق تافيلالت. ويمكنها أن تتسع لحوالي 10000 م^3، يستفيد منها السكان لمدة تتراوح ما بين شهرين وخمسة شهور، أي إلى حين نفاذ المياه بها رغم نوعيتها السيئة.

2-1- وضعية التزود بالماء الصالح للشرب بالجماعات الترابية الحضرية بحوض زيز-غريس

يتم توفير المياه لغالبية سكان المراكز الحضرية داخل حوض زيز-غريس من خلال المياه الجوفية المستخرجة من الآبار، على الرغم من ضعف جودتها وعدم كفايتها في بعض الأحيان. تمتلك هذه المدن شبكات مائية عصرية لتوزيع المياه. فيما يتعلق بمدينة الرشيدية، كان السكان يعتمدون على بئر واحدة فقط لتلبية احتياجاتهم المائية حتى عام 1982، نظرًا لأن كمية الاستهلاك كانت منخفضة لم تتجاوز 14 لترًا في الثانية. لكن مع تحسن مستوى المعيشة، ارتفع الطلب على المياه إلى 40 لترًا في الثانية في عام 1985، وصعد إلى 90 لترًا في الثانية في عام 2000. ومع زيادة الطلب، فإن البئر الواحدة التي تستمد

مياهها من الفرشة الجوفية الغرينية لا تستطيع تلبية جميع الاحتياجات (CHAMAYOU et RHUARD,1977).

حتى عام 1972، كانت مدينتا كلميمة والريش تعتمدان على آبار تستخدم الفرشة المائية الغرينية لتوفير المياه. ومع ذلك، كانت مياه البئر التي كانت تزود مدينة كلميمة تحتوي على نسبة عالية من الملوحة، حيث كان إنتاجها يبلغ حوالي 11 لترًا في الثانية (ONEPE,2018). بالمقابل، كانت مدينة تنغير تستفيد من مياه بئر تستخدم تدفق المياه الجوفية تحت سطح وادي تودغى، وكانت الكمية المنتجة تبلغ حوالي 4 لترات في الثانية لخدمة سكان يبلغ عددهم حوالي 3500 نسمة في عام 1971 (CHAMAYOU et RHUARD,1977).

يواجه مركزا أرفود والريصاني مشكلة نقص المياه الشروب، وتعاني مياه الآبار التي تزودهما من ضعف في الجودة، حيث تتجاوز نسبة الملوحة في مياه مدينة أرفود مستوى 4.6 غرام لكل لتر، وتعاني أيضًا من ضعف في الإنتاجية(المنصور،2012). وفي الريصاني، يتم توزيع الماء الشروب لمدة قصيرة جدًا في اليوم، لذلك يتم استخدامه بشكل أساسي للأغراض المنزلية الأساسية فقط. وبدلاً من ذلك، يتم نقل مياه الشرب من منطقة فزنا بالجرف، وهي تبعد حوالي 20 إلى 25 كيلومترًا شمال شرق مدينة أرفود، باستخدام شاحنات صهريجية، وتتمتع هذه المياه بجودة مقبولة، حيث لا تتجاوز نسبة الملوحة فيها 1.3 غرام لكل لتر. وتباع هذه المياه المحمولة بسعر يبلغ 0.60 درهم لعشرين لتر، مما يعني أن سعر المتر المكعب يبلغ 30 درهمًا. بالإضافة إلى ذلك، يعتمد المركزان أرفود والريصاني على مياه الفيضانات التي تنقل على مسافات متوسطة من قبل المكتب الوطني للماء (المكتب الوطني للماء، أرفود،2019).

يعتمد سكان مدينتي تنجداد والجرف على مياه الخطارات، وخاصةً مياه آبار فزنا وحنابو، التي تتميز بنوعية جيدة، ولكنها كانت تتأثر بشكل كبير في فترات الجفاف. أما مدينة أوفوس، فتستفيد من مياه جوفية من بئر قريب من المركز، ويتم توزيع هذا الماء من خلال شبكة ربط. بالإضافة إلى ذلك، يتم استخدام مياه عيون وادي أوفوس التي توجد في مجراه على بعد حوالي 600 متر تقريبًا(المنصور،2012).

2-إنتاج واستهلاك الماء الصالح للشرب بحوض زيز-غريس بعد سنة 1985

يأتي توجيه جهود المكتب الوطني للماء الصالح للشرب في سياق الحاجة الملحة لتلبية احتياجات السكان بالماء في ظل تأثر إمدادات المياه بسبب بناء سد الحسن الداخل سنة 1971 وتأثيره على مستوى الفرشات المائية.

وتُعَدُّ إقامة أحواض مفتوحة جوار القصور (المطفيات) لتجميع مياه طلقات السد خطوة مهمة لتخزين كميات كبيرة من المياه، التي يمكن استخدامها في إرواء الماشية وتلبية احتياجات السكان، على الرغم من رداءة جودتها. تعكس هذه الجهود التزام المكتب بتوفير الخدمات المائية الأساسية للمجتمعات

المتأثرة، وتحسين الوضع المائي لتلك المناطق رغم التحديات التي قد تواجهها فيما يتعلق بجودة المياه المتاحة.

إن مشكلة الماء تظل قضية مستمرة ومتصاعدة في خطورتها، خاصة خلال سنوات الجفاف، حيث يتعرض سكان القصور والمدن لتحديات كبيرة، خاصة مع تزايد أعداد النازحين الذين يبحثون عن سبل لتأمين حياتهم. هذا الوضع استدعى إجراء دراسات وأبحاث مكثفة، أدت في النهاية إلى التأكيد على إمكانية استغلال الفرشة الجوفية الجوراسية في فم غيور بمنطقة قدم سد الحسن الداخل بحوض زيز (ABHGZR,2011).

تمت معالجة هذه المشكلة من خلال إنشاء مجموعة من الآبار ابتداءً من سنة 1980، حيث بدأ إنتاج الماء الشروب في بعض المراكز الحضرية والقروية في إقليم الرشيدية باستخدام ثلاثة آبار قرب سد الحسن الداخل. يعكس ذلك التزام الجهات المعنية بتحسين وتوفير إمدادات المياه للسكان، واتخاذ الخطوات اللازمة للتعامل مع تحديات نقص المياه، وتوفير موارد مائية مستدامة لتلبية احتياجات المجتمعات في المناطق المحلية (ELKHAYARI,1989).

يتم توسيع قاعدة تزويد السكان بشبكة توزيع المياه في إطار جهود تعميم الربط بالشبكة، ويُلاحظ ارتفاعًا واضحًا في عمليات الربط بالشبكة نتيجة زيادة عدد السكان، ويوضح ذلك الجدول رقم 67:

جدول رقم 67: تطور السكان بالآلاف نسمة ونسبة الربط بشبكة توزيع الماء الصالح للشرب والتوقعات المستقبلية بالمراكز الحضرية لحوض زيز-غريس

المراكز الحضرية	1994		2004		2007		2010		2020		2030	
	السكان	% الربط	السكان	% الربط	السكان	% الربط	السكان	% الربط	السكان	% الربط	السكان	% الربط
الرشيدية	62.5	85	76.8	96	82.4	96	86.4	97	103.3	98	121.1	98
الريش	14	77	20.2	90	22.8	94	24.1	96	30.8	98	37.6	98
أرفود	18.6	83	23.6	96	24.8	96	27.1	97	33.4	98	40.3	98
مولاي علي الشريف	18.5	87	20.5	95	21.3	96	22.4	97	26.0	98	30.1	98
تنغير	30.5	68	36.4	85	39.0	87	40.3	90	47.2	98	54.8	98
كلميمة	14.0	82	16.6	93	17.7	94	18.3	95	21.2	98	24.6	98
تنجداد	5.7	78	7.5	85	8.1	87	8.8	90	11.2	98	13.8	98
الجرف	12.1	96	12.1	98	12.2	98	12.5	98	15.4	98	17.9	98

المصدر بتصرف عن D.R.H GZR 2007 Mission 2 et ONEP. Er-Rachidia 2007

تعرف نسبة الربط بالشبكة تطورا ملحوظا يتسم بالبطء أحيانا وبالسرعة أحيانا أخرى، لكنه يبلغ ذروته مع سنوات 2020-2030 (جدول رقم 67). ويرجع هذا التطور إلى النمو السكاني الذي تعرفه المراكز الحضرية، علما أن التوقعات تشير إلى أن عددهم سيزداد بحوالي 100.000 نسمة بالنسبة لمجموع الحوض، أي أن العدد سيتضاعف، بحيث سينتقل من 176 ألف نسمة سنة، وبنسبة ربط وصلت إلى 82% سنة 1994، ليصل إلى حوالي 340 ألف نسمة سنة 2030، بنسبة ربط حددت في 98%؛ وهذا ما يتطلب تعبئة أكبر للموارد من أجل سد حاجيات الأعداد المتزايدة. أما بالنسبة للمجال القروي فنلاحظ بأن عدد السكان حسب التوقعات سيعرف تناقصا، بسبب الهجرة.

أما بالنسبة للمجال القروي، ففي إطار التوجهات التنموية المستقبلية، نلاحظ أن هناك تعدد للمخططات في مجال تزويد الساكنة القروية بالماء الصالح للشرب، خاصة عند ربطها بشبكة التوزيع العصرية. وتهدف هذه التوجهات إلى تحسين الظروف الاجتماعية والصحية، وتقليص الفوارق بين العالمين القروي والحضري، كما تهدف إلى بلورة مستوى للتنمية البشرية أكثر توازنا لصالح السكان.

وهكذا، عرفت عملية الربط بالشبكة في المجال القروي تطورا كبيرا وقياسيا، فانطلاقا من غياب الربط بالشبكة (قبل 1980) بالنسبة للعديد من المداشر على مستوى حوض زيز-غريس، انتقلت النسبة إلى 87% سنة 2008[1]. وتعرف عملية الربط تطورا أهم في الفترة الحالية لتبلغ 90% سنة 2010، في حين أن التوقعات المستقبلية تحدد نسبة 98% لكل مداشر الجماعات القروية شأنها في ذلك شأن المراكز الحضرية في أفق سنة 2030[2].

وتجدر الإشارة إلى أن استفادة السكان القرويين من الماء الشروب تتم بواسطة ثلاث طرائق :

- بواسطة نقط مجهزة : Points d'eaux Aménagés (P.E.A)
- بواسطة الربط الشخصي: Branchement particulier (B.P)
- بواسطة النافورات الجماعية : Bornes Fontaines (B.F)

II. أشكال تدبير مياه الشرب بالجماعات الترابية لواحات سهل تافيلالت

1- مصادر مياه الشرب بواحات سهل تافيلالت: مصادر متعددة مع التركيز على شبكة الربط

مصادر التزويد بالمياه الصالحة للشرب في واحات سهل تافيلالت تتميز بالتعدد والتنوع، حيث تجمع بين النمط العصري من خلال الربط بالشبكة المدارة من قبل المكتب الوطني للماء الصالح للشرب، والنمط التقليدي المتعلق بالآبار والخطارات والسقايات العمومية (لوحة رقم 20).

يظهر الجدول رقم 68 هذا التنوع، حيث يُلاحظ أن النمط العصري يسيطر على سهل تافيلالت بنسبة تصل إلى 88%، بينما يبلغ 6% للمصادر التي تجمع بين شبكة الربط والبئر. وعلى الرغم من

[1] - **O.N.E.P Er-Rachidia(2007)**Taux d'accès par commune et découpage Communal.
[2] - **D.R.H(2007**)Plan directeur Annexe d'Aménagement. Fiches Besoins en eau par milieu.

وجود هذا التنوع، فإن شبكة الربط العمومية تظل رهانًا أساسيًا يعتمد عليه أمام هشاشة باقي مصادر التزويد التقليدية.

جدول رقم 68: مصدر التزود بمياه الشرب والاستعمال المنزلي بسهل تافيلالت

مصدر التزود	عدد الأسر	النسبة المئوية
شبكة الربط العمومي	943	88
بئر مجهزة	5	0,5
سقاية عمومية	10	0,9
شبكة الربط العمومي والخطارة	19	1,8
شبكة الربط العمومي والبئر	64	6
الجمعية[1]	16	1,5
الجمعية والبئر	15	1,4
مجموع الأسر المبحوثة	1072	100

المصدر: العمل الميداني، في شهري يوليوز وغشت لسنة 2021

يُعزى اعتماد نسبة مهمة من الأسر على مصادر المياه التقليدية، التي تقدر بحوالي 10%، إلى عدة أسباب. **أولاً**، يعود ذلك إلى غياب شبكة الربط في بعض القصور والواحات في سهل تافيلالت، مثل فزنا وبعض قصور جماعة السفالات. **ثانياً**، نتيجة لتوالي سنوات الجفاف في المنطقة، أصبح من الضروري حفر الآبار لتوفير المياه، مما يجعل الأسر تعتمد على هذه المصادر التقليدية للمياه. وأخيراً، يسهم الانقطاع المتكرر لمياه شبكة الربط في تعزيز استخدام المصادر التقليدية كبديل.

جدول رقم 69: توزيع مصادر التزود بالماء الشروب بالجماعات الترابية لسهل تافيلالت

جماعات سهل تافيلالت	شبكة الربط	الجمعية	سقاية عمومية	بئر مجهزة	شبكة الربط والخطارة	شبكة الربط والبئر	الجمعية والبئر	المجموع
الجرف	97	0	0	1	6	7	0	111
أرفود	263	0	0	1	0	13	0	277
مولاي علي الشريف	178	0	0	0	0	12	0	190
فزنا	4	16	0	0	0	0	15	35
السيفا	35	0	0	1	5	9	0	50
عرب الصباح غريس	24	0	0	0	8	5	0	37
السفالات	77	0	10	0	0	0	0	87
عرب الصباح زيز	129	0	0	2	0	12	0	143
الريصاني	28	0	0	0	0	5	0	33
بني امحمد سجلماسة	108	0	0	0	0	1	0	109
المجموع	943	16	10	5	19	64	15	1072

المصدر: العمل الميداني، في شهري يوليوزوغشت لسنة 2021

وتوضح اللوحة رقم (20) بعض مصادر وطرق تخزين مياه الشرب بمجال الدراسة.

[1] جمعية فزنا للبيئة والتضامن والماء الصالح للشرب بالجماعة القروية فزنا، تعتبر الوحيدة بمجال الدراسة وشريك مستقل للمكتب الوطني للماء الصالح للشرب في تدبير مياه الشرب.

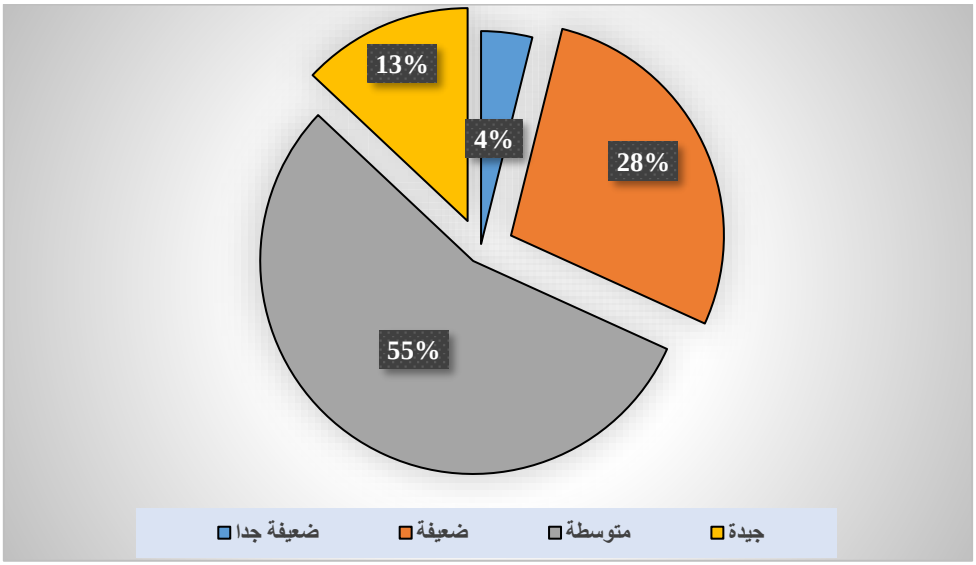
لوحة رقم 20: تعدد مصادر مياه الشرب بواحات سهل تافيلالت

المصدر: تصوير شخصي غشت سنة 2021

2- جودة مياه الشرب بواحات سهل تافيلالت

معرفة أراء السكان في واحات سهل تافيلالت حول جودة الماء لها دور مهم في فهم العديد من الجوانب والتحديات المتعلقة بتوفير المياه واستخدامها. ووفقًا لنتائج العمل الميداني، يظهر أن جودة مياه شبكة الربط التي يوزعها المكتب الوطني للماء الصالح للشرب تعتبر متوسطة بنسبة تقدر بحوالي 55%.

شكل رقم 112 : أراء المستجوبين حول جودة الماء الشروب الموزع من طرف شبكة الربط العمومي

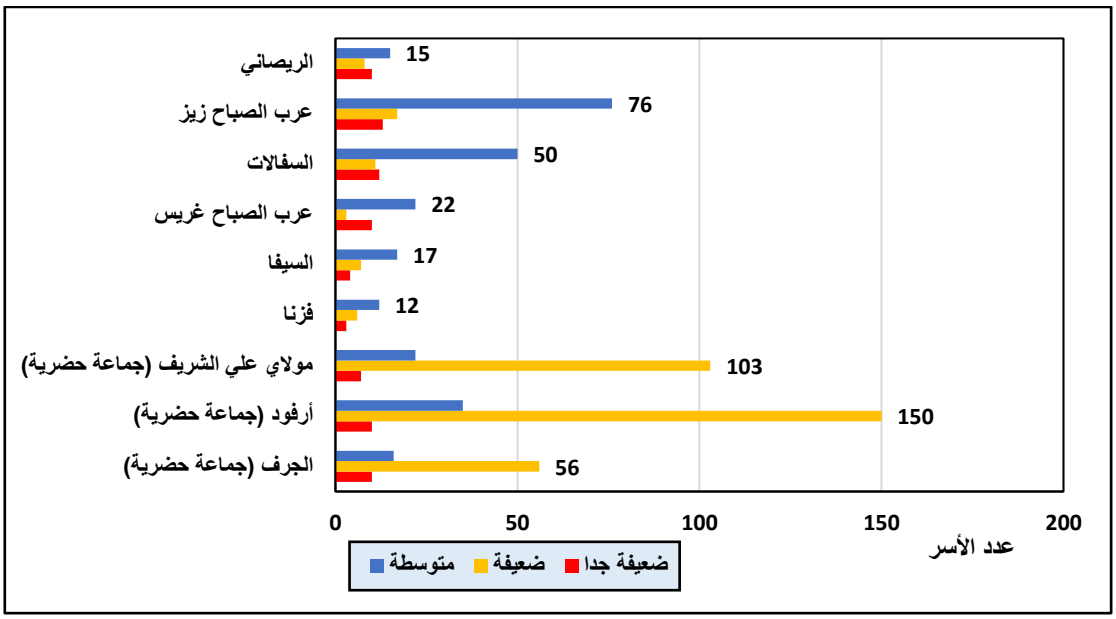


المصدر: العمل الميداني، في شهري يوليوزوغشت لسنة 2021

ومن هذه النتائج المدرجة في الشكل 112، يمكن استنتاج مسألتين رئيسيتين؛ **الأولى** هي عدم رضا الفئة الكبيرة من السكان على جودة الماء بنسبة كبيرة، **والثانية** هي أن نسبة 15.3% يرون أن جودة المياه ضعيفة إلى ضعيفة جدًا، في حين يعتبر فقط 27.9% من المستجوبين أن جودة مياه الشرب الموزعة جيدة. يمكن أن تكون هذه الملاحظات دافعًا للاعتماد على مصادر المياه التقليدية، خاصة بالنسبة لشرب الماء، حيث يفضل بعض السكان تجنب مياه الشبكة الموزعة والاعتماد بدلاً عن ذلك على مصادر المياه التقليدية.

من منظور آخر، يتباين تقييم جودة مياه الشرب بين الوسط الحضري والقروي وفقًا لآراء المستجوبين. يظهر أن غالبية السكان المستجوبين في الوسط الحضري عبروا عن ضعف جودة المياه بنسبة تقدر بحوالي 75% من إجمالي السكان الحضريين. على الجانب الآخر، يرى معظم السكان في الوسط القروي أن جودة المياه مرضية بشكل نسبي، حيث بلغت نسبة الرضا حوالي 65% من إجمالي السكان القرويين. هذا ما يوضحه الشكل المرفق.

شكل رقم113 : أراء الساكنة حول جودة الماء بشبكة الربط الصالح للشرب



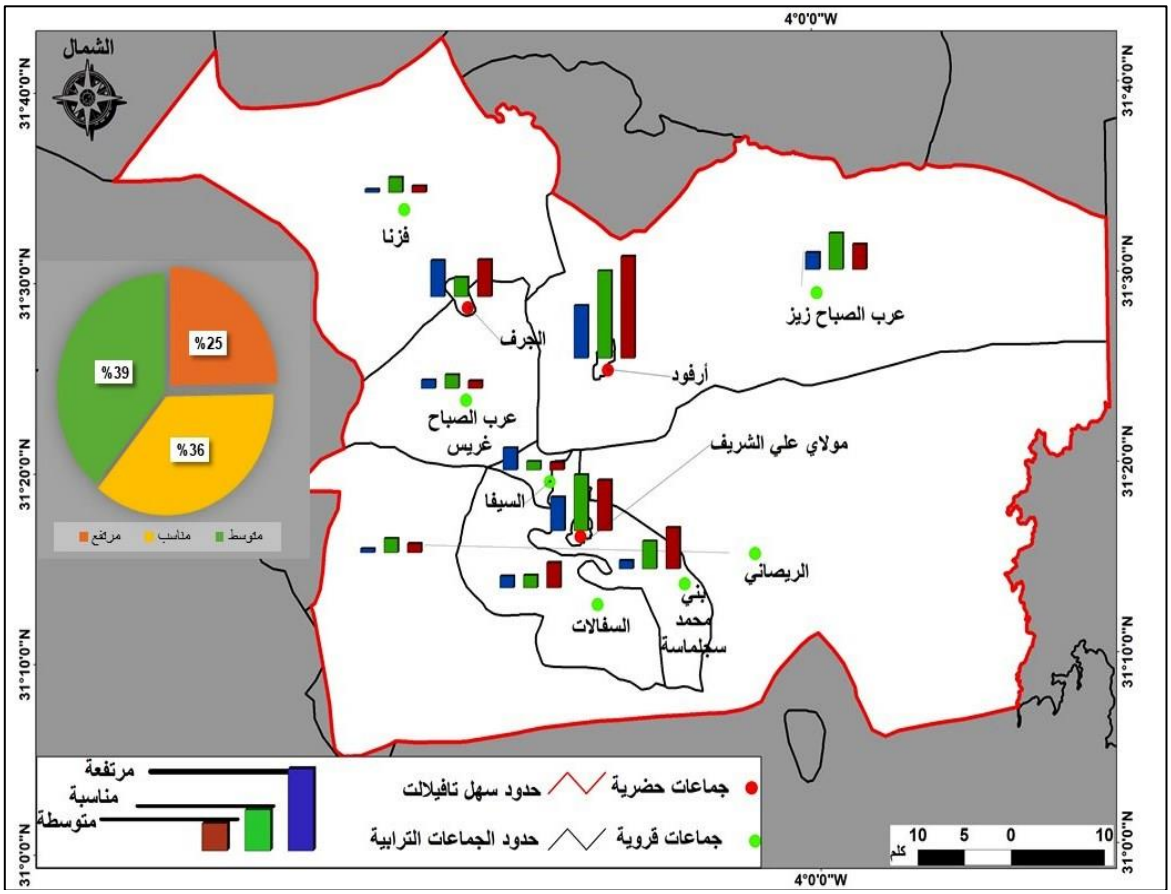
المصدر: العمل الميداني، في شهري يوليوزغشت لسنة 2021

3- تسعيرة مائية تشجع على هدر مياه الشرب

يظهر أن مشكلة الماء ليست محصورة فقط في قلة الموارد المتاحة، بل تتعدى ذلك إلى جوانب أخرى متعددة، مثل حساسية هذا العنصر الحيوي اتجاه التغيرات المناخية وتأثيرها على جودته وكميته، بالإضافة إلى النقاط المتعلقة بتكلفته وسعره.

كما تبرز أهمية جودة الماء بالنسبة لكل فرد لضمان حياة كريمة وصحية. وفيما يتعلق بالسعر والتكلفة، يظهر من الخريطة رقم 42 أن أقل من 25% من السكان المستجوبين في واحات سهل تافيلالت يرون أن تكلفة المياه مرتفعة.

خريطة رقم 42 : توزيع تقييم تسعيرة الماء الشروب حسب المستجوبين بواحات سهل تافيلالت



المصدر: العمل الميداني، في شهري يوليوزوغشت لسنة 2021

وعلاقة بتقييم تسعيرة الماء الشروب حسب أراء المستجوبين، ولتوضيح الصورة أكثر ندرج الجدول رقم (70)، المتعلق بمتوسط الأداء الشهري للأسر بالدرهم.

جدول رقم 70: توزيع الأسر المستجوبة حسب متوسط الأداء الشهري لفواتير الماء الشروب

متوسط الأداء الشهري بالدرهم	عدد الأسر	النسبة المئوية
أقل من 25 درهم	223	21
ما بين 25 و50 درهم	262	24
ما بين 50 و75 درهم	223	21
ما بين 75 و100 درهم	159	15
أكثر من 100 درهم	165	15
مجموع الأسر المصرحة	1032	96
عدد الأسر التي لم تصرح برأيها	40	4
مجموع الأسر المبحوثة	1072	100

المصدر: العمل الميداني، في شهري يوليوزوغشت لسنة 2021

من خلال نتائج العمل الميداني الواردة بالجدول رقم (70)، يمكن القول إن التعرفة لا تشكل صعوبة للمستهلك، خصوصا ونحن في مجال يتميز بندرة المياه، حيث يتبين أن متوسط الأداء الشهري للأسر

حسب الأشطر يختلف (الجدول رقم 70)، فبالنسبة للاستعمال المنزلي، تم تحديد كيفية احتساب الاستهلاك من طرف المكتب الوطني للماء الصالح للشرب على النحو التالي (الجريدة الرسمية، 2014):

- استهلاك شهري يقل عن 6 م^3 أو يساويها :يحتسب الاستهلاك بالكامل بتعريفة الشطر الأول (2,37 درهم لكل م^3)؛
- استهلاك شهري يفوق 6 م^3 ويقل عن 12 م^3 أو يساويها :تحتسب 6 أمتار الأولى بتعريفة الشطر الأول، وما زاد عن ذلك يحتسب بتعريفة الشطر الثاني (7,39 درهم لكل م^3)؛
- استهلاك شهري يفوق 12 م3 ولا يتجاوز 20 م^3: تحتسب الفاتورة على أساس مجموع الاستهلاك مضروب في تعريفة الشطر الثالث (7,39 درهم لكل م^3)؛
- استهلاك شهري يفوق 20 م^3 ولا يتجاوز 35 م^3: تحتسب الفاتورة على أساس مجموع الاستهلاك مضروب في تعريفة الشطر الرابع (10,98 درهم لكل م^3)؛
- استهلاك شهري يفوق 35 م^3: تحتسب الفاتورة على أساس مجموع الاستهلاك مضروب في تعريفة الشطر الخامس (11,03 درهم لكل م^3).

جدول رقم 71: متوسط الأداء الشهري لدى الأسر حسب الأشطر

متوسط الأداء في الشهر بالدرهم	أقل من 6 متر مكعب (الشطر 1)	ما بين 6 و12 متر مكعب (الشطر 2)	ما بين 12 و20 متر مكعب (الشطر 3)	ما بين 20 و35 متر مكعب (الشطر 4)	أكثر من 35 متر مكعب (الشطر 5)	المجموع
أقل من 25 درهم	223	0	0	0	0	223
ما بين 25 و50 درهم	13	246	0	0	3	262
ما بين 50 و75 درهم	0	200	23	0	0	223
ما بين 75 و100 درهم	0	63	95	0	1	159
أكثر من 100 درهم	0	8	9	103	45	165
المجموع	236	517	127	103	49	1032
النسبة المئوية	23	50	12	10	5	100

المصدر: العمل الميداني، في شهري يوليوزوغشت لسنة 2021

من خلال الجدول رقم (71)، يظهر أن نسبة حوالي 23% من الأسر داخل الشطر الأول لا يتجاوز متوسط الأداء لديها 25 درهم خلال الشهر الواحد. بينما وصلت نسبة الأسر التي تنتمي إلى الشطر الثاني إلى حوالي 50%، ومتوسط أدائها يتراوح بين 25 و50 درهم. أما بالنسبة للأشطر المتبقية، فوصلت نسبتها إلى حوالي 27%، ولديها متوسط أداء يزيد عن 50 درهم.

يمكن استخدام سياسات تعريفية مناسبة للحد من التبذير وتشجيع الاستهلاك المعقول. على سبيل المثال، يمكن تقديم تحفيزات لتشجيع الأسر على تقليل استهلاك الماء عبر تطبيق أسعار متغيرة تعتمد على

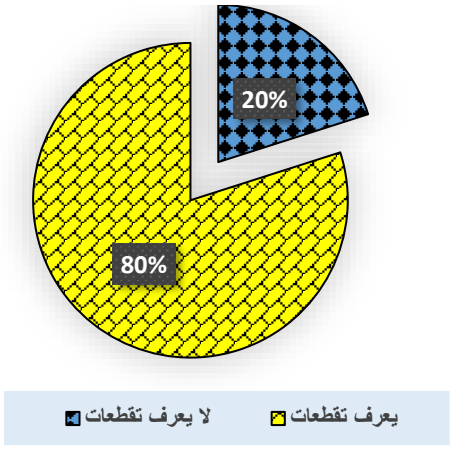
حجم الاستهلاك، حيث يمكن تقديم تعريفات أقل للأسر التي تستهلك كميات أقل من الماء وتحفيزها على المزيد من الادخار.

4- وتيرة التزود بالماء الشروب يطبعها الانقطاع المتكرر

تواجه وتيرة تزويد السكان بالماء الصالح للشرب مشاكل متعددة. بالإضافة إلى عدم وصول الشبكة إلى بعض المناطق مثل قصور جماعة السفالات، أو عدم ربط بعض القصور الأخرى بالشبكة بسبب ارتفاع تكاليف الانخراط أو وجود بناء غير قانوني، هناك مشكلات مرتبطة بتقلبات توزيع المياه الموزعة من طرف المكتب الوطني للماء الصالح للشرب، حيث تعاني بعض الأسر من انقطاعات متكررة على مدار السنة.

هذه المشاكل تؤثر على جودة حياة السكان وتجعل من الصعب عليهم الاعتماد على مصادر المياه بشكل مستقر. لذا، يجب على الجهات المعنية اتخاذ إجراءات لتحسين جودة ووفرة المياه الموزعة، بالإضافة إلى توسيع شبكة التوزيع لتشمل المناطق التي لم تصلها بعد وتوفير خيارات تعريفية ملائمة للأسر المتأثرة.

جدول رقم 72: وتيرة تزود الأسر بالماء الشروب من شبكة الربط

وتيرة تزود الساكنة بالماء	عدد الأسر	النسبة المئوية	التمثيل البياني لوتيرة التزود
لا يعرف تقطعات	208	19	
يعرف تقطعات	828	77	
المجموع	1036	97	
عدد الأسر التي لم تصرح برأيها	36	3	
مجموع الأسر المبحوثة	1072	100	

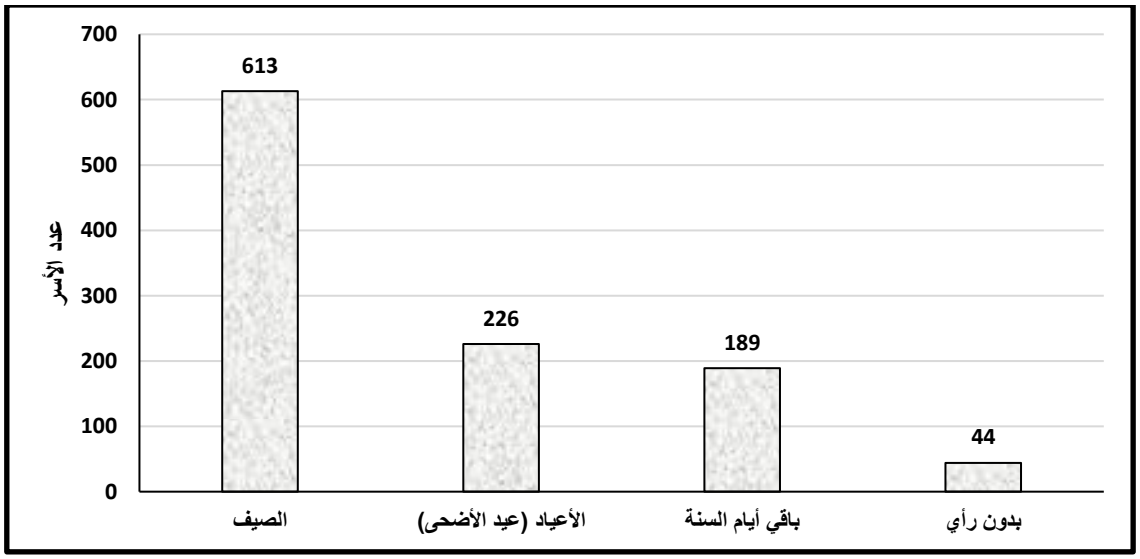
المصدر: العمل الميداني، في شهري يوليوزوغشت لسنة 2021

حسب الجدول رقم 72، يبدو أن نسبة كبيرة من الفئة المستجوبة تعاني من مشكلة انقطاعات في توفير المياه الموزعة من قبل المكتب الوطني للماء الصالح للشرب، حيث يصل عدد الأسر التي تعاني من هذه المشكلة إلى 828 أسرة، مما يمثل حوالي 77% من العينة الاستقصائية. في المقابل، يبدو أن هناك نسبة صغيرة فقط من الأسر، وتحديدًا 19% من العينة (208 أسرة)، تستمر في توفير المياه بشكل مستمر بدون انقطاع، حتى لو كانت هذه الفترات قصيرة على مدار السنة، وعادة ما تكون هذه الأسر موجودة في

المناطق الحضرية مثل الجرف، مولاي علي الشريف، وأرفود. وبينما امتنعت نسبة صغيرة، تقدر بـ 3% من العينة، عن التصريح برأيها في هذا الصدد.

ومن أجل فهم فترات انقطاع الماء، يمكن الاعتماد على نتائج البحث الميداني لتحديد هذه الفترات وتقديم الحلول الملائمة لتحسين الوضع وتوفير المياه بشكل مستمر للسكان.

شكل رقم 114 : فترات تقطعات الماء الشروب بالجماعات الترابية لواحات سهل تافيلالت



المصدر: العمل الميداني، في شهري يوليوزوغشت لسنة 2021

حسب الشكل رقم (114)، الذي يتعلق بفترات انقطاع الماء الشروب، فإن نسبة تقدر بحوالي 57.2% من الفئة المبحوثة أكدت على انقطاع الماء بشكل متكرر خلال فترات الذروة في فصل الصيف، وفي بعض الحالات النادرة، يمكن أن تصل هذه الفترات ليوم كامل أو أكثر. هذا الانقطاع المتكرر يدفع السكان إلى اللجوء إلى مصادر المياه التقليدية مثل الآبار المحلية، حيث يتنقل بعض سكان الجرف إلى فزنا للحصول على المياه التي توفرها الجمعيات أو المتوفرة في الآبار، وتقدر المسافة التي يقطعونها بحوالي 7 كيلومترات.

من جهة أخرى، أكدت مجموعتان أخرتان من نفس الفئة على انقطاع الماء خلال بعض الأيام على طول السنة بنسبة 17.6%، في حين أكدت المجموعة الأخرى بنسبة 21.1% أن الانقطاع يتزامن مع فترات المناسبات مثل الأعراس والأعياد الدينية (عيد الأضحى)، حيث يزداد الطلب على المياه.

بشكل عام، يظهر من البيانات أن فترات انقطاع المياه التي يوزعها المكتب الوطني للماء الصالح للشرب تتزامن بشكل كبير مع فصل الصيف، حيث تزداد الحاجة إلى المياه بسبب ارتفاع درجات الحرارة في تلك المناطق، بالإضافة إلى موسم استقبال المهاجرين القادمين من داخل البلاد وخارجها.

III. علاقة نوع السكن ومساحته بالاستهلاك المائي بواحات سهل تافيلالت

كان لتطور البنية التحتية القروية، خاصة الربط بشبكة الماء الشروب والكهرباء في بداية الألفية الثالثة، أثر كبير في جعل الجميع يتجه نحو السكن العصري الصلب (عقاوي وآخرون،2019).

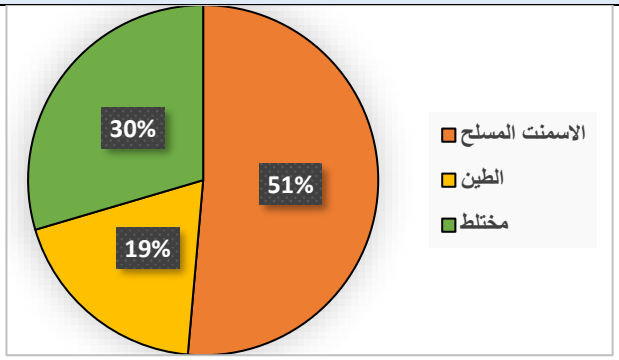
1- نوعية السكن واستهلاك الماء: سيادة ارتفاع الاستهلاك بالمنازل الإسمنتية

تبين من الدراسة الميدانية في مجال الواحات أن هناك ثلاثة أنماط رئيسية للسكن، وتوزعت نسبتها كما يلي:

- **السكن المبني بالإسمنت:** يشكل نسبة 51.4% من إجمالي عدد السكنات المشمولة في الدراسة، مما يدل على أن هذا النمط هو الأكثر شيوعاً بين السكان.
- **السكن المختلط:** يشكل نسبة 29.6% من إجمالي عدد السكنات، ويعني ذلك وجود مزيج من المواد البنائية في هذا النوع من السكن، مما يعكس تنوعاً في أساليب البناء وتفضيلات السكان.
- **السكن المبني بالطين:** يمثل نسبة 19% من إجمالي عدد السكنات، مما يدل على استمرار استخدام مواد البناء التقليدية مثل الطين في بعض المناطق.

تظهر هذه النسب أن السكن المبني بالإسمنت هو الأكثر شيوعاً بين السكان في المنطقة المدروسة، مما يشير إلى تقدم البنية التحتية وتفضيل السكان للاستقرار في منازل مبنية بمواد معاصرة وقوية.

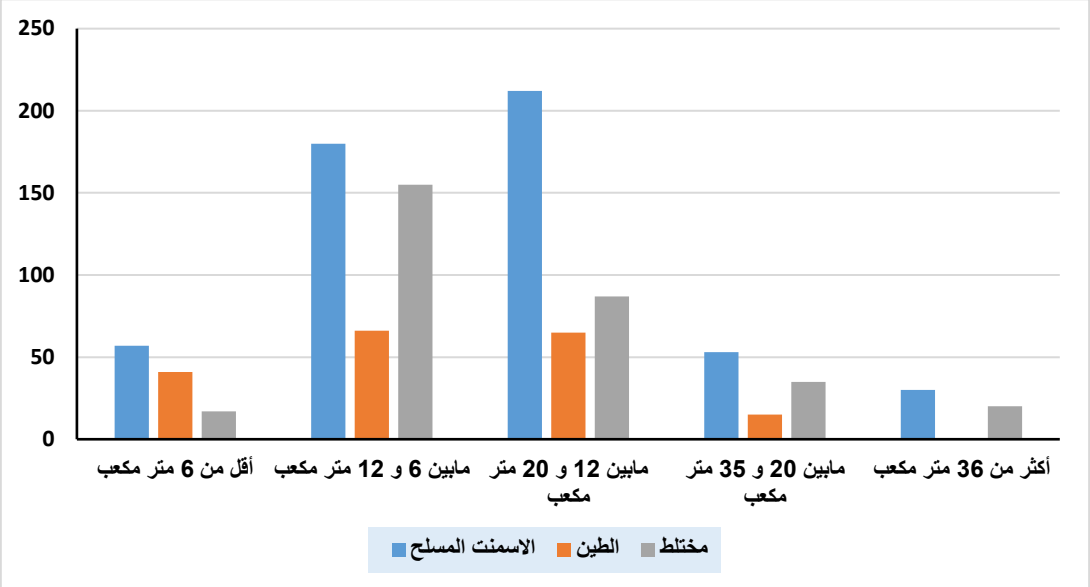
جدول رقم 73 : طبيعة المسكن لدى الأسر المستجوبة بمجال الدراسة

نوعية السكن	عدد الأسر	النسبة المئوية	التمثيل البياني لنوعية السكن
الإسمنت المسلح	551	51,4	
الطين	204	19	
مختلط	317	29,6	
المجموع	1072	100	

المصدر: العمل الميداني، في شهري يوليوزغشت لسنة 2021

ولتحديد مدى تأثير نوعية السكن على استهلاك الموارد المائية الموجهة للشرب حسب الأشطر، ندرج معطيات البحث الميداني في الشكل الموالي.

شكل رقم115 : حجم الماء المستهلك حسب نوعية السكن



المصدر: العمل الميداني، في شهري يوليوزوغشت لسنة 2021

من خلال الشكل رقم (115)، يظهر أن الأسر التي تقطن في منازل الإسمنت تستهلك كميات أكبر من الماء مقارنة بالأسر التي تقطن في منازل الطين أو السكن المختلط. يمكن تفسير هذا الفارق بعدة عوامل، منها:

- **احتياجات التنظيف والتطهير:** يحتاج السكن المبني بالإسمنت إلى كميات أكبر من الماء للتنظيف والتطهير بشكل دوري ويومي، بسبب الظروف البيئية المحلية التي تتضمن وجود الغبار والرمال. هذا يمكن أن يؤدي إلى زيادة استهلاك الماء بشكل ملحوظ.
- **عادات الاستخدام:** قد تختلف عادات استخدام الماء بين الأسر وفقًا لظروفهم الخاصة واحتياجاتهم، وقد يكون للأسر التي تقطن في المنازل الإسمنتية احتياجات استهلاك ماء مختلفة قد تتطلب كميات أكبر مثلا الحمامات.
- **التجهيزات المنزلية والبنية السكنية:** قد تكون المنازل المبنية بالإسمنت تحتوي على تجهيزات أكثر تطورًا مما يؤدي إلى استهلاك أكبر للماء، مثل الاستخدام المتكرر للمياه في أجهزة الغسيل والتنظيف.

2- ارتباط بين ارتفاع حجم الاستهلاك المائي ومساحة السكن

ارتباطا بنوعية السكن التي تم التطرق لها سابقا، تعرف مساحة الوحدات السكنية بدورها تباينا كبيرا، خاصة بين المناطق القروية (أكثر مساحة)والمناطق الحضرية (أقل مساحة) .

جدول رقم74 : مساحة المسكن لدى الأسر المستجوبة بواحات سهل تافيلالت

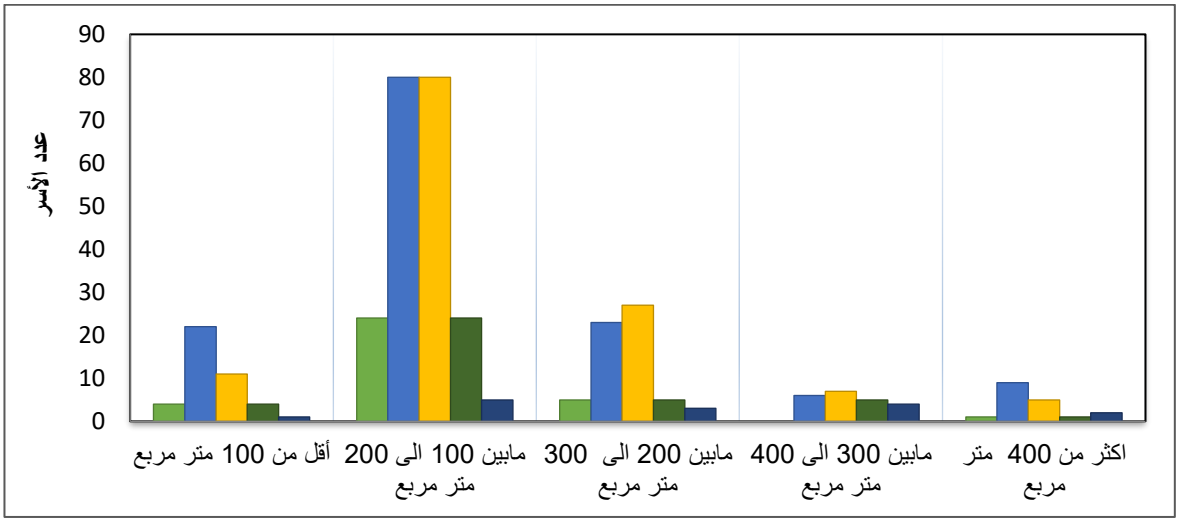
مساحة المسكن بالمتر مربع	عدد المساكن	النسبة المئوية
أقل من 100 م^2	110	10,3
ما بين 100 إلى 200 م^2	655	61,1
ما بين 200 إلى 300 م^2	189	17,6
ما بين 300 إلى 400 م^2	64	6,0
أكثر من 400 م^2	54	5
المجموع	1072	100

المصدر: العمل الميداني، في شهري يوليوزوغشت لسنة 2021

من خلال الجدول رقم (74)، يظهر أن الوحدات السكنية التي تتراوح مساحتها ما بين 100 متر مربع و200 متر مربع تمثل نسبة كبيرة تقارب 58.9% من إجمالي الوحدات السكنية. وتأتي بعدها المنازل التي تتراوح مساحتها بين 200 متر مربع و300 متر مربع بنسبة 17.2%.

هذا النوع من الوحدات السكنية ذات المساحات الكبيرة قد ينعكس بشكل مباشر على ارتفاع استهلاك الماء. قد يكون لهذه الوحدات مساحات خارجية أكبر تتطلب سقيا ورعاية إضافية، بالإضافة إلى وجود مرافق إضافية داخل المنزل مثل الحمامات التي تحتاج إلى ربط منتظم. هذا يعني أن الأسر في هذه الوحدات قد تحتاج إلى كميات أكبر من الماء لتلبية احتياجاتها اليومية.

شكل رقم 116 :حجم الماء المستهلك حسب مساحة السكن



المصدر: العمل الميداني، في شهري يوليوزوغشت لسنة 2021

من خلال الشكل رقم 116، والذي يتعلق بحجم المياه المستهلكة حسب مساحة السكن، يمكن ملاحظة أن الأسر التي تملك منازل بمساحة أقل من 100 متر مربع تستهلك كميات من المياه تتراوح بين 6 و20 متر مكعب في الشهر، وهذا يوضح أن استهلاك الماء يتركز بين الشطرين الثاني والثالث من

الأشطر. أما بالنسبة للأسر التي تملك منازل بمساحة تتراوح بين 100 و200 متر مربع، فإن استهلاكها للماء يتراوح بين 6 و35 متر مكعب في الشهر، مما يعكس زيادة في استهلاك الماء مع زيادة مساحة المسكن.

وعلى العموم، يتضح أن استهلاك الماء لدى الأسر يزداد مع اتساع مساحة المسكن، ولكن هناك استثناءات، حيث تظهر نسبة محدودة من الأسر، رغم امتلاكها منازل ذات مساحة كبيرة، إلا أن استهلاكها للمياه الموزعة عبر الشبكة أقل، ويعود ذلك جزئياً إلى اعتمادها على مصادر أخرى تقليدية ومتنوعة مثل الآبار والخطارات.

3- علاقة حجم الأسرة بمستوى الاستهلاك المائي

توضح نتائج العمل الميداني الموجودة في الجدول رقم 75 أن استهلاك الماء للأسر في سهل تافيلالت يرتبط بشكل كبير بعدد أفراد الأسرة. يظهر أن نسبة كبيرة تصل إلى حوالي 50.1% من الأسر، التي تتألف من أقل من 5 أفراد، وتقطن في مجمل الجماعات الترابية بالمنطقة، تستهلك كميات متوسطة من المياه.

بينما تشكل الأسر التي تضم عدد أفراد يتراوح بين 5 و10 أفراد حوالي 28% من مجموع الأسر، وتستهلك كميات أكبر من المياه بالمقارنة مع الأسر التي تضم أقل من 5 أفراد. هذا يعكس الزيادة الطبيعية في استهلاك المياه مع زيادة عدد الأفراد في الأسرة.

أما النسبة المتبقية من الأسر، التي يفوق عدد أفرادها 10 فأكثر، فقد يكون لديها استهلاك مياه أكبر.

جدول رقم 75 : توزيع عدد أفراد الأسرة حسب الجماعات الترابية لسهل تافيلالت

الجماعات الترابية لسهل تافيلالت	أقل من 5 أفراد	ما بين 5 و10 أفراد	ما بين 10 و15 أفراد	المجموع
الجرف (جماعة حضرية)	88	13	10	111
أرفود (جماعة حضرية)	220	42	15	277
مولاي علي الشريف (جماعة حضرية)	140	30	20	190
فزنا	3	12	20	35
السيفا	7	22	21	50
عرب الصباح غريس	5	8	24	37
السفالات	19	42	26	87
عرب الصباح زيز	27	75	41	143
الريصاني	7	14	12	33
بني امحمد سجلماسة	21	44	44	109
المجموع	537	302	233	1072

المصدر: العمل الميداني، في شهري يوليوزغشت لسنة 2021

يختلف الاستهلاك الشهري للمياه حسب الأسر، كما يوضح الجدول الموالي:

جدول رقم 76 : حجم المياه المستهلكة مقارنة مع عدد أفراد الأسر

عدد أفراد البيت	حجم الماء المستهلك في الشهر					المجموع
	أقل من 6 متر مكعب	ما بين 6 و12 متر مكعب	ما بين 12 و20 متر مكعب	ما بين 20 و35 متر مكعب	أكثر من 35 متر مكعب	
أقل من 5 أفراد	69	249	188	40	36	582
ما بين 5 و10 أفراد	21	58	116	43	7	245
ما بين 10 و15 أفراد	25	94	60	20	6	205
المجموع	115	401	364	103	50	1032

المصدر: العمل الميداني، في شهري يوليوزوغشت لسنة 2021

توضح نتائج العمل الميداني المبينة في الجدول رقم 76 وجود علاقة واضحة بين استهلاك المياه وعدد أفراد الأسرة. تبين أن كلما زاد عدد أفراد الأسرة، زاد استهلاك المياه بشكل طبيعي. على سبيل المثال، لاحظنا أن 401 أسرة وصلت إلى الشطر الثاني من استهلاك المياه، بينما وصل ما مجموعه 364 أسرة إلى الشطر الثالث.

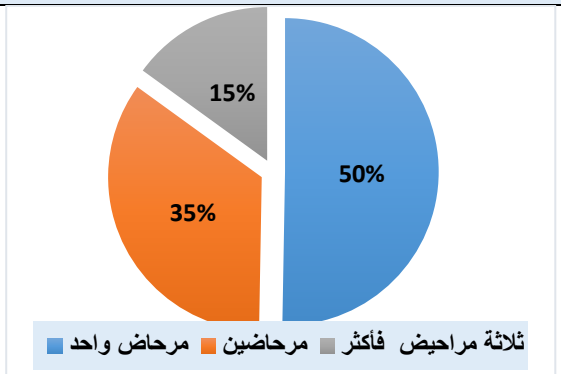
ومع ذلك، يجب أن نلاحظ أن هذه العلاقة ليست قاعدة ثابتة. فعلى الرغم من أن الأسر ذات العدد الكبير من الأفراد عادةً ما تستهلك كميات كبيرة من الماء، إلا أن هناك استثناءات، حيث توجد أسر قليلة العدد تستهلك كميات كبيرة من الماء. وهذا يمكن أن يكون نتيجة لاختلاف العادات والتقاليد وأساليب الاستهلاك بين الأسر.

علاوة على ذلك، يمكن أن يكون تباين استهلاك المياه بين الأسر ناتجًا عن الفروق في التجهيزات المنزلية والممارسات اليومية، مثل استخدام الحمامات وغسل الملابس. ويبدو أن هذه الاختلافات أكثر وضوحًا في الجماعات الحضرية حيث تكون التجهيزات المنزلية أكثر تطورًا وتنوعًا، مما يؤدي إلى استهلاك مياه أكبر.

4- لنوعية وعدد المراحيض أثر كبير على استهلاك الماء

تؤكد البيانات المتحصل عليها في العمل الميداني، أهمية الحاجة إلى توفير التغطية الكاملة بشبكة التطهير السائل، بما في ذلك توفير مرافق صحية ملائمة مثل المراحيض. فالحفر العشوائي للمراحيض ليس فقط ينتج عنه تلوث للفرشة الباطنية، بل يمكن أيضًا أن يشكل خطرًا على الصحة العامة والبيئة.

جدول رقم 77: عدد المراحيض بالمنازل

عدد المراحيض	عدد المنازل	النسبة المئوية	التمثيل البياني لنسبة المراحيض
مرحا ض واحد	539	50	
مرحاضين	372	35	
ثلاثة مراحيض فأكثر	161	15	
المجموع	1072	100	

المصدر: العمل الميداني، في شهري يوليوزوغشت لسنة 2021

توضح البيانات الواردة في الجدول رقم (77) الوضعية الحالية لمرافق الصرف الصحي في المنطقة المدروسة. يظهر أن نصف السكان يمتلكون مرحاضًا واحدًا فقط، مما يشير إلى نقص في المرافق الصحية الأساسية. بالمقابل، يمتلك 35% من السكان مرحاضين، بينما تمتلك 15% ثلاث مراحيض أو أكثر.

هناك تفاوت بين المراحيض التقليدية[1] والعصرية، حيث تمثل الأولى 26% من مجموع المراحيض، مقابل 63% للنوع الثاني كما هو مبين في الجدول الموالي رقم (78).

جدول رقم 78: نوعية المراحيض حسب عينة البحث بالجماعات الترابية لسهل تافيلالت

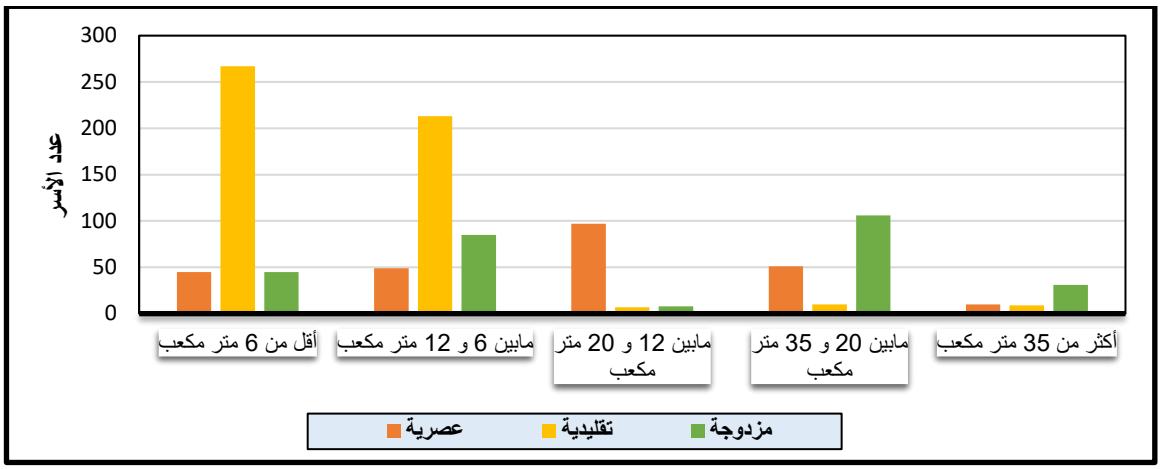
النوعية	التردد
عصرية	121
تقليدية	676
مزدوجة	275
المجموع	1072

المصدر: العمل الميداني، في شهري يوليوزوغشت لسنة 2021

ومن أجل تحديد كمية المياه المستهلكة عن طريق نوعية المراحيض حسب الأسر المبحوثة، سنستعين بمعطيات الشكل الموالي:

[1] هناك عدة أنواع من المراحيض منها ما هو تقليدي ونقصد به هنا مرحاض القرفصاء وهو النوع السائد بمجال الدراسة، ثم النوع الثاني المعلق والذي تتبعه طرادة المياه (**la chasse d'eau**).

شكل رقم 117 : عدد المراحيض حسب حجم استهلاك المياه لدى الأسر



المصدر: العمل الميداني، في شهري يوليوزوغشت لسنة 2021

انطلاقا من الشكل رقم (117)، نرى أن هناك علاقة واضحة بين نوعية المراحيض وكمية المياه المستهلكة. يبدو أن معظم الأسر التي تستخدم المراحيض التقليدية تستهلك كميات قليلة من المياه، وهذا يعود جزئياً إلى طريقة عمل هذه المراحيض التقليدية التي لا تستهلك الكثير من المياه. بالمقابل، يتضح أن الأسر التي تستخدم المراحيض العصرية تستهلك كميات كبيرة من المياه، مما يعكس الاستخدام الكثيف للمياه في هذه المرافق.

علاوة على ذلك، يظهر أن عدد المراحيض المتوفرة في المنزل يؤثر على كمية المياه المستهلكة. على سبيل المثال، رغم أن الأسر التي تمتلك مرحاضًا واحدًا تستهلك عمومًا كميات كبيرة من المياه، إلا أن هذا الأمر يتغير باختلاف الأشطر المائية. في الأشطر المائية الثلاثة الأولى، تستهلك الأسر التي تمتلك مرحاضًا واحدًا أكثر من بقية الأسر، بينما في الأشطر المائية الأخيرة، نرى أن الأسر التي تمتلك مرحاضين أو ثلاثة تستهلك كميات أكبر من المياه.

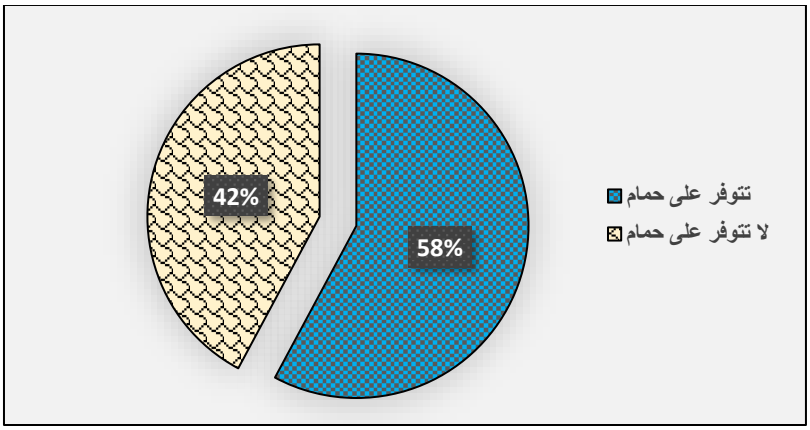
بشكل عام، توضح معطيات الشكل رقم 117 أن عدد ونوعية المراحيض لهما تأثير كبير على كمية الماء المستهلكة في المنزل. ويبرز أهمية اتخاذ إجراءات لتوفير المياه وتقليل التبذير، خاصةً في الأسر التي تستخدم المراحيض العصرية والتي تستهلك كميات كبيرة من المياه. ونظرا لتأثيرات هذه المراحيض خاصة غير الموصولة بشبكة التطهير السائل على الفرشة المائية، هناك تجربتين لإنجاز مراحيض إيكولوجية بمؤسساتيين تعليمتين بإقليم الرشيدية سنتطرق لهما في الفصل التاسع.

5- تزايد عدد الحمامات يساهم في دخول معظم الأسر في الشطرين الثالث والرابع

من خلال استمارات البحث الميداني، يظهر أن توفير الماء الصالح للشرب قد أثر بشكل إيجابي على جودة حياة الساكنة وشروط النظافة في المناطق المدروسة. يعد توفر الحمامات والمرافق الصحية الأساسية أمرًا حيويًا للسكان، حيث أصبحت جزءًا لا يتجزأ من حياتهم اليومية.

بفضل توفير المياه النظيفة، تحسنت شروط النظافة والصحة العامة في المجتمع، حيث أصبح من الممكن الاعتناء بالنظافة الشخصية والصحية بشكل أفضل. بالإضافة إلى ذلك، فإن توفر الحمامات والمرافق الصحية يعزز من مستوى الراحة والعيش اللائق للسكان، ويسهم في الحفاظ على الصحة العامة والوقاية من الأمراض المنتشرة بسبب سوء النظافة.

شكل رقم 118 : توزيع الأسر حسب توفرها على الحمام بالبيت



المصدر: العمل الميداني، في شهري يوليوزغشت لسنة 2021

يظهر الشكل رقم (118) أن نسبة الأسر التي تتوفر على الحمامات في منطقة سهل تافيلالت تبلغ 58%، وهي نسبة تفوق المعدل الوطني[1] بقليل بـ 54 % وتقترب من المعدل الجهوي[2] حوالي 42,5 %. ومن بين الأسر التي تمتلك حمامًا في منازلها، يعتبر الحمام الواحد الأكثر شيوعًا بنسبة 66.8%، بينما تمتلك نسبة 26.3% من الأسر حمامين، وأقل من 7% تمتلك أكثر من حمامين.

لفهم تأثير توفر الحمامات وزيادة عددها على استهلاك وتبذير الموارد المائية، يجب التحقق من البيانات الميدانية المتعلقة بتوزيع الأسر واستهلاك الماء الشهري وعدد الحمامات في المنزل، والتي يتم توضيحها في الجدول الموالي.

جدول رقم 79 : توزيع الأسر المستجوبة حسب امتلاكها للحمام بالبيت

توزيع الأسر	حجم المياه المستهلكة حسب الأسر					المجموع
	أقل من 6 $م^3$	ما بين 6 و12 $م^3$	ما بين 12 و20 $م^3$	ما بين 20 و35 $م^3$	أكثر من 35 $م^3$	
أسر بدون حمام	350	80	20	2	0	452
أسر تتوفر على حمام	100	200	240	70	10	620
المجموع	450	280	260	72	10	1072

المصدر: العمل الميداني، في شهري يوليوزغشت لسنة 2021

[1] هذه النسبة تعبر عن الحمامات المستقلة، سواء كانت تقليدية أو عصرية (تتوفر على رشاشات، وحوض الاستحمام).
[2] النشرة الإحصائية الجهوية لجهة درعة-تافيلالت، 2015. **(HCP A.S.D.T,2016)**

يتضح من الجدول رقم (79) أن معظم استهلاك الماء للأسر التي لا تمتلك حمامًا في منازلها يتركز في الشطر الأول، مع عدم تسجيل أي حالات استهلاك في الشطر الخامس. بالمقابل، توزع استهلاك الماء للأسر التي تمتلك حمامًا على جميع الأشطر المائية، خاصة الثاني والثالث، بالإضافة إلى الأشطر الأخيرة.

ومن ذلك، نستنتج أن زيادة عدد الحمامات في المنزل لها تأثير سلبي على استهلاك وهدر كميات كبيرة من الماء. فعلى سبيل المثال، يتوزع تركيز استهلاك الماء للأسر التي تمتلك حمامًا واحدًا بين الشطر الأول والثاني والثالث، بينما يتركز استهلاك الماء للأسر التي تمتلك حمامين بين الشطر الثاني والرابع. وبشكل عام، تظل الأسر التي تمتلك حمامًا واحدًا إلى حمامين أكثر استهلاكًا للماء.

ومهما يكن من أمر، فان أغلبية الحمامات بمجال الدراسة تكون بتصميم هندسي موحد على شكل النموذج المعتمد في الحواضر. حيث تكون المرافق الصحية المنزلية محاذية لباقي الغرف الداخلية بالمنزل[1].

على الرغم من التوسع الجغرافي للبرنامج الوطني المندمج لتوفير الماء الصالح للشرب في العالم القروي، بما في ذلك توفير الإيصالات الفردية وزيادة حجم كتلة المياه المستخدمة، إلا أن معظم الأسر تصرف مياهها العادمة في الحفر الصحية بنسبة تبلغ 55.1%. هذا المعدل يفوق المستوى الوطني، حيث إن حوالي 47.9% من الأسر على الصعيد الوطني تصرف مياه الصرف الصحي في الطبيعة. وهذا التصرف يسبب إضرارًا بالبيئة وبجودة المياه الجوفية بشكل خاص، مما يستدعي الحاجة إلى اتخاذ إجراءات لتحسين تدبير المياه العادمة والحد من تأثيرها السلبي على البيئة والصحة العامة.

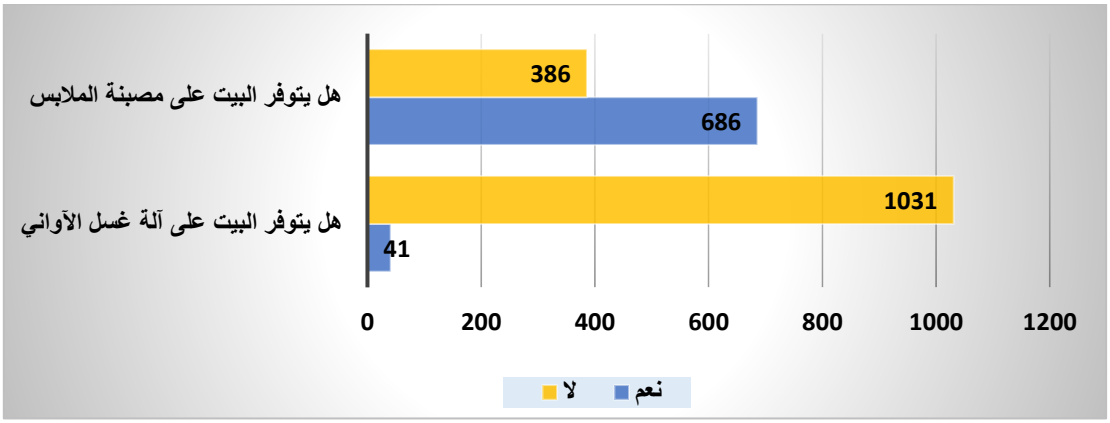
6- التجهيزات المنزلية وعلاقتها باستهلاك الماء

تعرف الأسرة المغربية تحولات عميقة تمس مختلف الجوانب، سواء كانت اجتماعية أو ثقافية. وهذا التحول يتضح في نمط عيشها وطرق تعاملها مع الموارد الطبيعية، خاصة المائية، والبيئة بشكل عام. ونتيجة لذلك، فإن تجهيز المنازل ومحاولة التخفيف من ثقل الأعباء المنزلية أصبح الأمر الهم الكبير بالنسبة للأسر في الآونة الأخيرة.

تم إدخال العديد من المعدات والآليات المنزلية التي لها علاقة مباشرة باستعمال الماء، مثل مصبنة الملابس وآلة غسل الأواني. هذه الإضافات تعكس النمط الحديث لحياة الأسرة وتهدف إلى توفير الوقت والجهد في القيام بالأعمال المنزلية، بالإضافة إلى السعي لتحسين استخدام الموارد المائية وتقليل الهدر، وهو أمر يعكس الوعي المتزايد بأهمية المحافظة على المياه والبيئة.

[1]- تقيم البرنامج المندمج لتزويد العالم القروي بالماء الصالح للشرب PAGER. 2020، ص 40.

شكل رقم 119 : حجم الماء المستهلك حسب توفر الأسر على مصبنة الملابس وآلة غسل الأواني

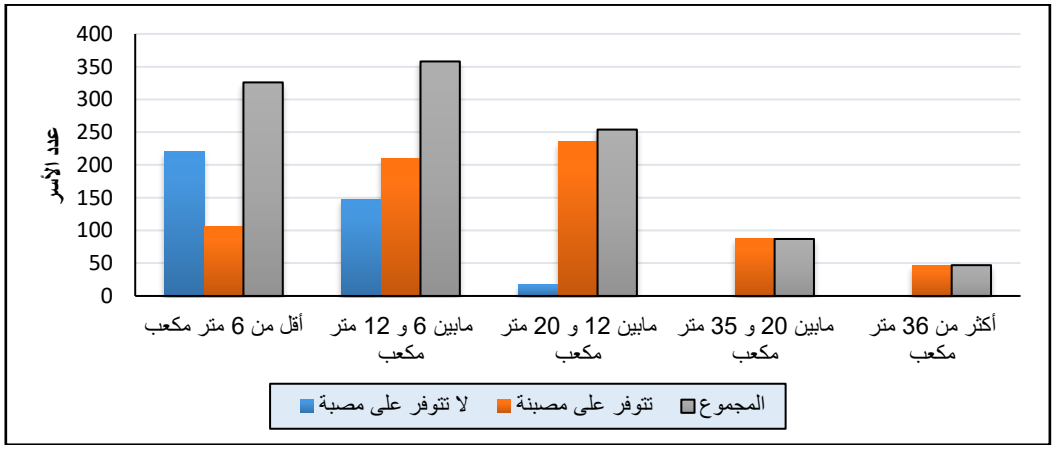


المصدر: العمل الميداني، في شهري يوليوزوغشت لسنة 2021

تعتبر آلة غسل الأواني من الآليات الحديثة، لكن دخولها إلى المنطقة كان متأخرًا نسبيًا بسبب عدة عوامل، مثل محدودية دخل الأسر، وعدم ربطها بشبكة الماء الصالح للشرب، أو بسبب انقطاع المياه المتكرر في بعض الأماكن. يبرر هذا توفر آلة غسل الأواني لدى عدد محدود جدًا من الأسر، حيث تمتلكها 41 أسرة فقط من أصل 1072 أسرة بمجال الدراسة كما يبين ذلك الشكل رقم (119).

من نتائج العمل الميداني، كما هو موضح في الشكل رقم (120)، نجد أن الأسر التي تمتلك مصبنة الملابس تسجل أعلى نسبة في استهلاك مياه شبكة الربط. تحتل هذه الأسر مراتب متقدمة في استغلال مياه الشطر الثاني والثالث ثم الرابع، حيث يستخدم أكثر من 85% من هذه الفئة الماء من هذه الشبكة. بينما تتمركز أغلبية الأسر التي لا تمتلك مصبنة الملابس في الشطرين الأول والثاني، ويرجع ذلك ربما إلى اعتماد هذه الأسر على مصادر مياه بديلة مثل الآبار والخزانات. هذا يؤدي إلى انخفاض حجم الماء المستهلك عبر شبكة الربط. بناءً على ذلك، يمكن القول إن توفر الأسر على مصبنة الملابس يساهم في زيادة استهلاك الماء، حيث تتجاوز معظم الأسر التي تمتلك مصبنة للملابس الاستهلاك المائي في الشطر الأول لتصل إلى الأشطر الأخيرة.

شكل رقم 120 : حجم الماء المستهلك من شبكة الربط لدى الأسر حسب توفرها على مصبنة الملابس



المصدر: العمل الميداني، في شهري يوليوزوغشت لسنة 2021

يعتبر تجهيز المنازل بمصابن الملابس من الأمور ذات الأهمية البالغة، حيث يمكن أن يسهم ذلك في تخفيف الضغط على نقاط التصريف في السواقي، ويحمي المياه الزراعية من التلوث، كما يمكن أن يخفف العبء المنزلي عن النساء.

ومع ذلك، يجب أن نكون حذرين من الاستهلاك المفرط للمياه، خاصة في المناطق التي لا تتوفر فيها شبكات صرف صحي عامة، حيث قد يكون التصرف في المياه المستعملة غير منظم. لذلك، من الضروري التوعية بأهمية استخدام المياه بشكل مسؤول، والاحتياط من تبذيرها، وذلك من خلال تعزيز العرف المنظم للتعامل مع الموارد المائية المحدودة، والذي ينص على "رفع الضرر الذي يسببه الماء المستعمل الملوث ... لما يترتب من ضرر للمارة والسكان عامة ولضمان السلامة من الأمراض وتفادي الروائح الكريهة " (إحدى،2006).

IV. سلوكيات السكان اتجاه تطهير السائل وإعادة استعمال مياهه

رغم أن قطاع التطهير لم يشهد نفس مستوى التطور الذي شهده قطاع المياه الشروب في المغرب، إلا أنه شهد تحسنًا كبيرًا في السنوات الأخيرة. يحظى قطاع التطهير حاليًا بعناية خاصة، حيث بدأ المغرب في تنفيذ مخطط التطهير السائل للفترة من 2005 إلى 2020، بهدف زيادة نسبة التوصيل بشبكات الصرف الصحي في المدن إلى 80% ومعالجة 60% من مياه الصرف الصحي.

1- تصريف المياه المستعملة تقليدي في الغالب قد يضر بالبيئة المحلية

تأتي طرق التخلص من المياه المستعملة بأهمية كبيرة في الحفاظ على جودة الفرشة الباطنية والحد من تلوث البيئة بشكل عام. وعند التحلي بالنتائج التي توصلنا إليها من خلال البحث الميداني الذي أجريناه في هذا السياق لفهم طرق التخلص من المياه العادمة (الصور 13 و14.

جدول رقم 80: طريقة التخلص من المياه المستعملة بالجماعات الترابية لواحات سهل تافيلالت

الجماعات الترابية	شبكة الربط	الحفر الصحية	المجموع
الجرف (جماعة حضرية)	80	31	111
أرفود (جماعة حضرية)	245	32	277
مولاي علي الشريف (جماعة حضرية)	125	65	190
فزنا	34	1	35
السيفا	0	50	50
عرب الصباح غريس	0	37	37
السفالات	0	87	87
عرب الصباح زيز	0	143	143
الريصاني	0	33	33
بني امحمد سجلماسة	0	109	109
المجموع	484	588	1072

المصدر: العمل الميداني، في شهري يوليوزوغشت لسنة 2021

يوضح الجدول رقم 80 أن حوالي 55% من السكان المشمولين في الدراسة ما زالوا يستخدمون الحفر الصحية الثابتة كوسيلة لتصريف المياه العادمة، وهي طريقة تقليدية، بينما يستفيد حوالي 45% منهم من الربط بشبكة التطهير السائل، وهي طريقة حديثة وأكثر تطورا.

صورة رقم 12 :حوض لمعالجة المياه العادمة بالجرف. صورة رقم 13 :الحفر الصحية الثابتة لتصريف المياه العادمة

المصدر: تصوير شخصي في سنة 2016 و2021

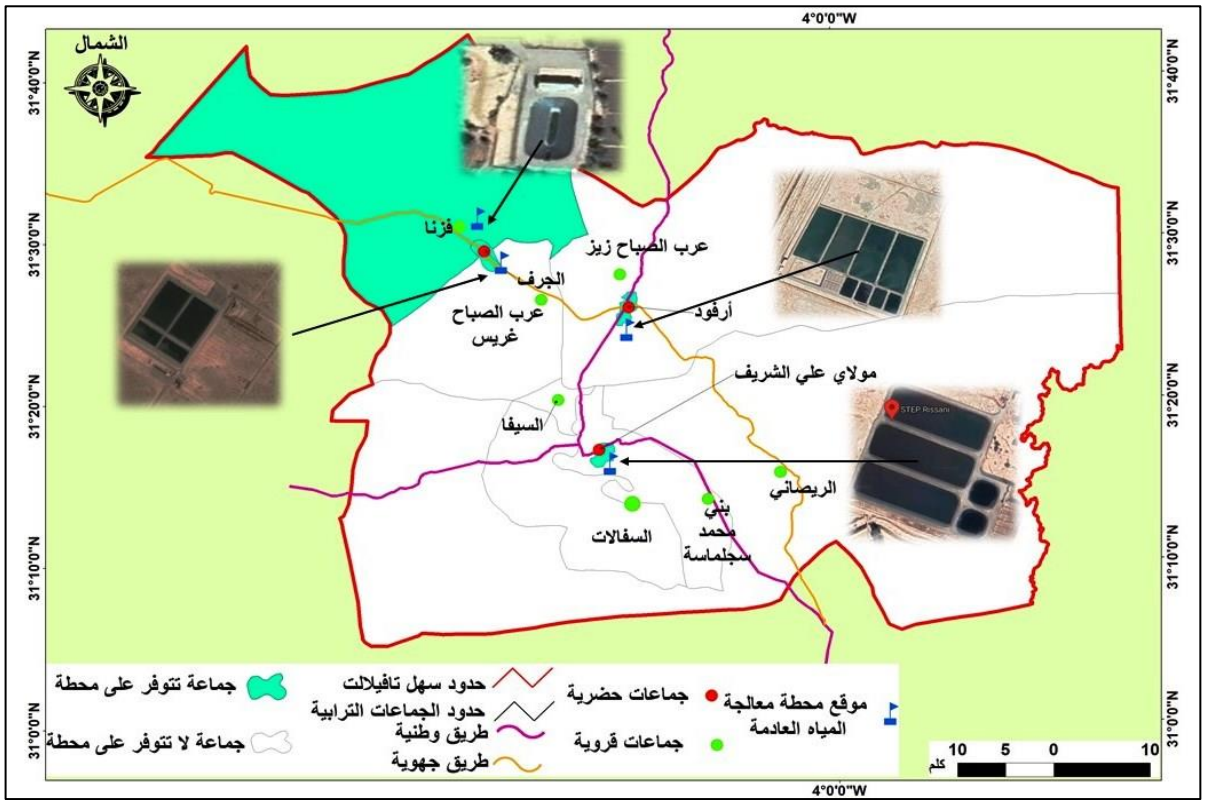
توضح النتائج الميدانية أن طرق تصريف المياه المستعملة تختلف بشكل كبير حسب الجماعات الترابية في سهل تافيلالت. فبالرغم من شبكة الصرف الصحي تعتبر طريقة عصرية لتصريف المياه العادمة، إلا أنها لم تقتصر على الجماعات الحضرية فقط، بل امتد استخدامها أيضًا إلى الجماعات القروية، ومن بين هذه الجماعات يمكن ذكر جماعة فزنا كمثال واضح على ذلك، كما يوضح ذلك الخريطة رقم 43 التي تمثل توزيع أساليب تصريف المياه المستعملة في هذه المنطقة.

يظهر من البيانات المقدمة في الجدول رقم (80) والخريطة رقم (43) المتعلقة بتوزيع طرق تصريف المياه المستعملة (المياه العادمة) حسب الجماعات الترابية في سهل تافيلالت، تباينًا كبيرًا في طرق التصريف. يُلاحظ أن استخدام الحفر الثابتة يُعتبر الأكثر شيوعًا، حيث يقوم حوالي 55% من العينة المستجوبة باستخدام هذه الطريقة، ومن بينهم 6 جماعات ترابية قروية. بالمقابل، تستخدم نحو 45% من العينة شبكة التطهير السائلة في الجماعات الحضرية الثلاث، بالإضافة إلى الجماعة الترابية القروية فزنا.

ومن الملاحظ أن بعض الأسر، على الرغم من توفر الشبكة في الجماعات التي تحتوي عليها، لا زالت تعتمد على الحفر الصحية الثابتة، ويبلغ عددهم 129 أسرة، وهذا يشير إلى عدم وعيهم بخطورة هذه الطريقة على جودة مياه الفرشة الباطنية، أو لظروف مادية قد حالت دون ربط منازلهم بشبكة التطهير السائل[1].

[1] فعلى سبيل المثال تصل تكلفة الربط بشبكة تطهير السائل بالجماعة الترابية للجرف حوالي 2000 درهم.

خريطة رقم 43 : التوزيع المجالي لشبكة الصرف الصحي والحفر الصحية بسهل تافيلالت

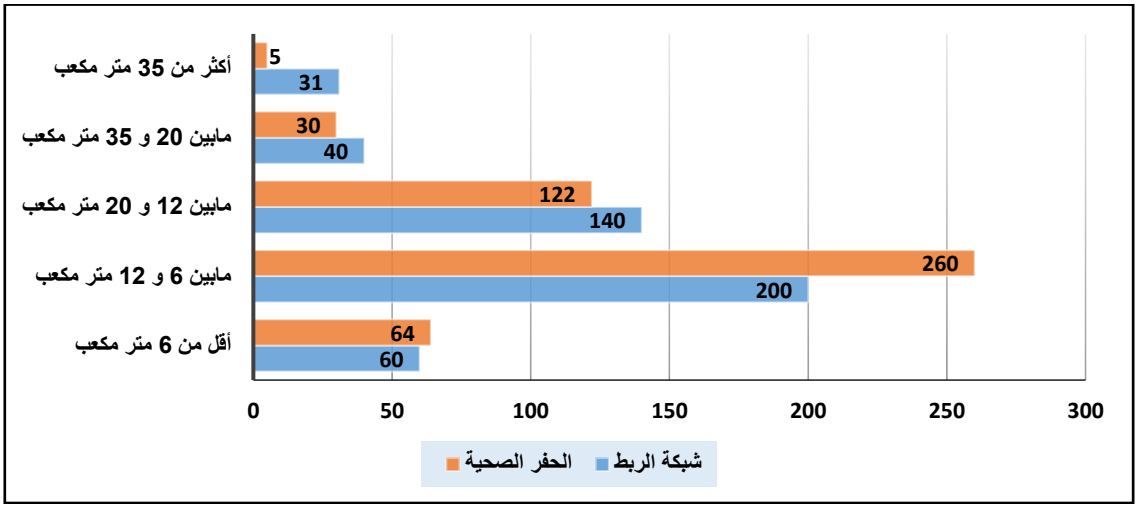


المصدر: Google Earth ,2015، التقسيم الجهوي الجديد لسنة 2015، والاستمارة الميدانية2021

2- علاقة حجم المياه المستهلكة بطرق تصريفها

قد يؤثر نمط وطريقة تصريف المياه المستعملة على حجم المياه المستهلكة بالبيت، ولمعرفة هذه العلاقة بمجال دراستنا، أدرجنا ضمن الاستمارة الميدانية سؤال بهذا الخصوص وجاءت النتائج كما هي واردة في الشكل الموالي.

شكل رقم 121 : حجم المياه المستهلكة حسب طريقة تخلص الأسر من المياه المستعملة



المصدر: العمل الميداني، في شهري يوليوزوغشت لسنة 2021

من خلال الشكل رقم (121)، يظهر لنا أن مجال تركز استهلاك الماء لدى الأسر التي تستعمل الحفر الصحية الثابتة يتراوح بين 6 إلى 35 متر مكعب، وهذا المجال يكون أكبر بكثير من مجال تركز

استهلاك الماء لدى الأسر التي تستفيد من شبكة الربط بشبكة التطهير السائل، حيث يتراوح استهلاكها من 12 إلى 35 متر مكعب.

وبناءً على هذه المعلومات، يمكن القول إن عملية ربط الأسر بشبكة التطهير السائل لها أثر إيجابي كبير في الحد من هدر كميات كبيرة من الماء، وتحقيق الاستدامة في استخدام الموارد المائية، كما يمكن أن تساهم في إعادة تدوير المياه العادمة واستخدامها في أغراض مثل سقي الأشجار المتواجدة على جوانب الطرق، في جميع الجماعات الترابية بسهل تافيلالت.

3- سلوكيات السكان اتجاه إعادة استعمال المياه العادمة بواحات سهل تافيلالت

3-1- موقف الساكنة بواحات سهل تافيلالت من استغلال المياه المستعملة المعالجة في السقي

إعادة استغلال المياه المستعملة بعد معالجتها تعتبر من الخطوات الحيوية في استراتيجية الدولة المغربية لتحقيق التنمية الفلاحية، خاصة في ظل الخصاص المائي الذي يشهده العديد من مناطق التراب الوطني. ومع ذلك، فإن دراستنا أظهرت أن 46.2% من الأسر المتصلة بشبكة التطهير السائل غير مستعدة لاستخدام هذه الموارد المائية المعالجة في أغراض زراعية.

ومن الجانب الآخر، أبدى أكثر من نصف الأسر، تحديداً 53.8%، رغبتها في استغلال هذه الموارد في حال توفرها بعد معالجتها. يُظهر ذلك الاستعداد المحتمل للاستفادة من المياه المعالجة في الزراعة، والتي قد تسهم في تعزيز الاستدامة البيئية والزراعية وتحسين الإنتاج الزراعي.

جدول رقم 81: إعادة استعمال المياه العادمة بعد معالجتها في سقي الأراضي الزراعية

رأي السر	تردد الأسر	النسبة المئوية %
لا يمكن استعمالها	283	46,2
يمكن استعمالها	330	53,8
المجموع	613	100

المصدر: العمل الميداني، في شهري يوليوزغشت لسنة 2021

3-2- موقف المستجوبين حسب الجماعات الترابية من إعادة استعمال المياه المعالجة في السقي

بالنسبة لتوزيع أراء الأسر حول استخدام المياه المعالجة في القطاع الزراعي بحسب الجماعات الترابية في سهل تافيلالت بعد ربط منازلهم بالشبكة، نجد أن الأغلبية العظمى من الأسر، والتي تشمل حوالي 66 عائلة، أعربت عن استعدادها للاستفادة من هذه المياه غير التقليدية في الزراعة، خاصةً أن أغلب أرباب الأسر يعملون في القطاع الفلاحي.

على الجانب الآخر، وجدنا أن هناك عددًا قليلاً من الأسر، تقريباً 406 عائلة، تشكك في فكرة استخدام تلك المياه المعالجة في الزراعة، حيث يرون أن ذلك قد يتسبب في تلويث البيئة وتأثير سلبي على صحة الإنسان.

جدول رقم 82: إعادة استعمال المياه العادمة بعد معالجتها في القطاع الفلاحي حسب الجماعات

وضعية الشبكة	الجماعات	لا يمكن استعمالها	يمكن استعمالها	المجموع
جماعات مغطاة بشبكة تطهير السائل	الجرف	46	65	111
	أرفود	129	148	277
	مولاي علي الشريف	96	94	190
	فزنا	10	25	35
جماعات غير مغطاة بشبكة تطهير السائل	السيفا	18	32	50
	عرب الصباح غريس	10	27	37
	السفالات	20	67	87
	عرب الصباح زيز	38	105	143
	الريصاني	9	24	33
	بني امحمد سجلماسة	30	79	109
المجموع		406	666	1072

المصدر: العمل الميداني، في شهري يوليوزغشت لسنة 2021

إن إنشاء محطات لمعالجة المياه المستعملة في الجماعات الترابية بسهل تافيلالت، والتي لم تجهز بعد بشبكة تطهير السائل، يمكن أن يلعب دورًا هامًا في تخفيف الضغط على الموارد المائية التقليدية. فعندما يتم معالجة هذه المياه المستعملة، يمكن إعادة استخدامها في الزراعة والسقي، مما يساهم في تحسين تدبير الموارد المائية وتعزيز التنمية الزراعية. بالإضافة إلى ذلك، يمكن أن يسهم زيادة الوعي بين الفلاحين حول استخدام المياه المعالجة في الزراعة في تعزيز التنمية الفلاحية. حيث يمكن أن تكون هذه المياه مصدرًا رخيصًا ومتاحًا للسقي، مما يساعد على زيادة الإنتاجية الزراعية وتحسين العائد المالي للفلاحين.

هذه المياه المعالجة غالبًا ما تكون سهلة المعالجة مقارنةً بالمياه الصناعية السامة، حيث تحتوي على مواد بيولوجية ومواد كيميائية تمكن من معالجتها بفعالية، مما يسهل استخدامها في الزراعة دون خطر كبير على البيئة والصحة العامة (AAFIR,2006).

V. النشاط السياحي بواحات سهل تافيلالت: مستهلك جديد يساهم في تأزيم وضعية الواحات

تختلف تأثيرات النشاط السياحي على المناطق المستقبلة بمستويات متعددة، اقتصادية، واجتماعية، وبيئية، وثقافية. وقد خلصت مجموعة من الدراسات سواء الدولية أو الوطنية إلى أن القطاع له آثار إيجابية على المستوى الاقتصادي؛ إذ يساهم في توفير العملة الصعبة وفي رفع الناتج الداخلي الإجمالي؛ كما يعمل على توفير فرص للشغل ودعم الاستقرار الاجتماعي، بتحسين مستوى بعض الأسرة المرتبطة به. مقابل ذلك أكدت العديد من الأبحاث التأثيرات السلبية للسياحة على البيئة؛ والمتمثلة في الانعكاسات على الموارد الطبيعية ومن بينها الموارد المائية (عبدلاوي،2021).

وأمام تنامي الأنشطة السياحية الواحية، ستعاني هذه الأخيرة أكثر فأكثر من مشكل بين التوفيق بين التنمية والحفاظ على الموارد البيئية والمائية على الخصوص، على اعتبار أنه كلما تركزت الوحدات

الفندقية، كلما تركز الطلب على الماء وتركز التلوث، ومن تم التأثير على التوازنات المحلية (أعفير وآخرون،2005).

ولتحديد نظام استهلاك المياه داخل المجال السياحي كان من اللازم التعرف على مختلف تجهيزات المؤسسات السياحية التي لها علاقة بالماء من جهة، وحجم المياه المستهلكة في علاقتها مع اشتغال هذه المؤسسات من جهة ثانية (المحداد،1988). ومن أجل تحديد تجهيزات المؤسسات السياحية تم القيام ببحث عام شمل ببعض الوحدات الفندقية بالجماعة الحضرية لأرفود، بحكم أنها تشكل مركز تركز معظم الوحدات الفندقية بإقليم الرشيدية، وقد ركزنا في البحث على 7 وحدات فندقية.

1- ارتفاع استهلاك المؤسسات السياحية للماء واختلافه حسب الأصناف

يعتبر القطاع السياحي من القطاعات الاقتصادية الحديثة إذ عرف طفرة نوعية خلال العقدين الأخيرين من القرن 21، جعلت منه اليوم قطبا اقتصاديا رائدا، سواء على مستوى عدد المؤسسات الفندقية أو على مستوى التزايد المستمر في عدد السياح الوافدين على المنطقة سنويا، أمام هذه الوضعية أصبح القطاع السياحي المستهلك الثالث للماء بعد القطاع الفلاحي والمنزلي بمجال الدراسة، وهذا الاستهلاك مرتبط بمجموعة من العوامل تختلف حسب صنف الفنادق وتوفرها من عدمه على وسائل الترفيه، مثل المسابح.

1-1- البنية التحتية للفنادق

نقصد هنا بالبنية التحتية لمؤسسات الإيواء مختلف المرافق التي لابد أن تتوفر في كل وحدة فندقية، منها عدد غرفه وما تضمنه من وسائل الراحة مثل الحمامات والمراحيض والمغاسل، والمسابح والمساحات الخضراء.

جدول رقم 83: توزيع الوحدات الفندقية التي شملها البحث الميداني حسب بنيتها التحتية بمدينة أرفود

الفندق	الصنف	عدد الغرف	عدد الحمامات	عدد المراحيض	عدد المغاسل
بيلير	* 4	140	144	146	148
السلام	* 4	141	145	148	147
العاطي	* 4	174	176	180	175
مجموع الفنادق (4*)	* 4	455	465	474	470
تافيلالت	* 3	60	30	45	31
مجموع الفنادق (3*)	* 3	60	30	45	31
فندق السالمي	* 2	17	15	20	21
مجموع الفنادق (2*)	* 2	17	15	20	21
الرمال الذهبية	* 1	10	10	12	13
جنان ارفود	* 1	14	14	16	13
مجموع الفنادق (1*)	* 1	24	28	26	26
المجموع	-	556	538	565	548

المصدر: العمل الميداني، في شهري يوليوزغشت لسنة 2021

تعتبر تجهيزات الفندق من بين العوامل الرئيسية في جذب الزوار، كما أنها تسهم بشكل كبير في استهلاك المياه، سواء كانت مياه الشبكة العامة أو المياه المستخرجة من الآبار الخاصة. ومن جهة أخرى، تمثل هذه التجهيزات مصدرًا لتلوث المياه، التي يتم تصريفها عبر شبكة الصرف الصحي.

يوضح الجدول رقم 83 أن عدد الغرف في الفنادق يزداد مع تصنيفها، حيث بلغ عدد الغرف المسجلة خلال الدراسة 556 غرفة، ومن هذا العدد، يوجد 455 غرفة في فنادق تصنيفها 4 نجوم. كما يوضح الجدول أن عدد الحمامات والمراحيض يتجاوز 538 و565 على التوالي، في حين يصل عدد المغاسل إلى 548، ومن هذه المغاسل، يوجد 470 في الفنادق ذات التصنيف الأعلى بـ 4 نجوم.

1-2- مجالات الاستهلاك السياحي للماء: أغلبها تستعمل مياه صالحة للشرب

يُقصد هنا بمجالات الاستهلاك السياحي للماء، الاستخدامات التي تقدم من خلالها الخدمات المباشرة للسياح داخل المؤسسات الفندقية، وتكون الأكثر استهلاكًا للماء الشروب. وفقًا لقرار وزير السياحة[1] رقم 1751.02، يُفرض على الفنادق المصنفة توفير مجموعة من الخدمات التي تستهلك المياه، حيث يُشترط للفنادق المصنفة من 4 نجوم فأعلى أن تتوفر على مطعم، ويمكن للفنادق ذات الفئة الأقل من ذلك تقديم وجبة الفطور فقط. ويُشترط استخدام الماء الشروب في تحضير هذه الوجبات. بالإضافة إلى ذلك، يجب على الفنادق من فئة 3 نجوم فأعلى تقديم خدمة غسل الملابس للزبائن، ويُعتبر تنظيف الغرف والحمامات والأرضيات من بين الاستخدامات الأكثر استهلاكًا للماء.

جدول رقم 84: توزيع أنواع مصادر المياه حسب نوع الاستخدامات الغذائية

نوع الاستخدام	ماء صالح للشرب %	ماء البئر %	هما معا %	المجموع
إعداد الطعام	100	-	-	100
غسل الأواني	79,8	-	20,2	100
غسل الملابس	64,4	21,3	14,3	100

المصدر: العمل الميداني، في شهري يوليوزغشت لسنة 2021

استنادًا إلى النتائج الموضحة في الجدول رقم 84، يتبين أن جميع وحدات الفنادق قد التزمت بمتطلبات قرار وزير السياحة المذكور سابقًا. يُستخدم الماء الشروب في جميع مراحل إعداد الطعام بنسبة 100%، بما في ذلك غسل الأواني والخضروات والفواكه. وفيما يتعلق بغسل الملابس، تستخدم الفنادق المصنفة بـ 4 نجوم مثل فندق العاطي والسلام بمدينة أرفود الماء الصالح للشرب بنسبة 64.4%، بسبب استخدامها لآلات غسل كبيرة ترتبط مباشرة بقناة الماء الصالح للشرب. أما بالنسبة للفنادق الأخرى، فهناك

[1] قرار وزير السياحة رقم 1751.02 تاريخ 23 شوال 1424 (18 ديسمبر 2003) وضع معايير التصنيف للمنشآت السياحية.

من يستخدم مياه البئر مثل فندق جنان أرفود بنسبة 21.3%، بينما تستخدم النسبة المتبقية من الفنادق كلاً من مياه البئر والماء الصالح للشرب.

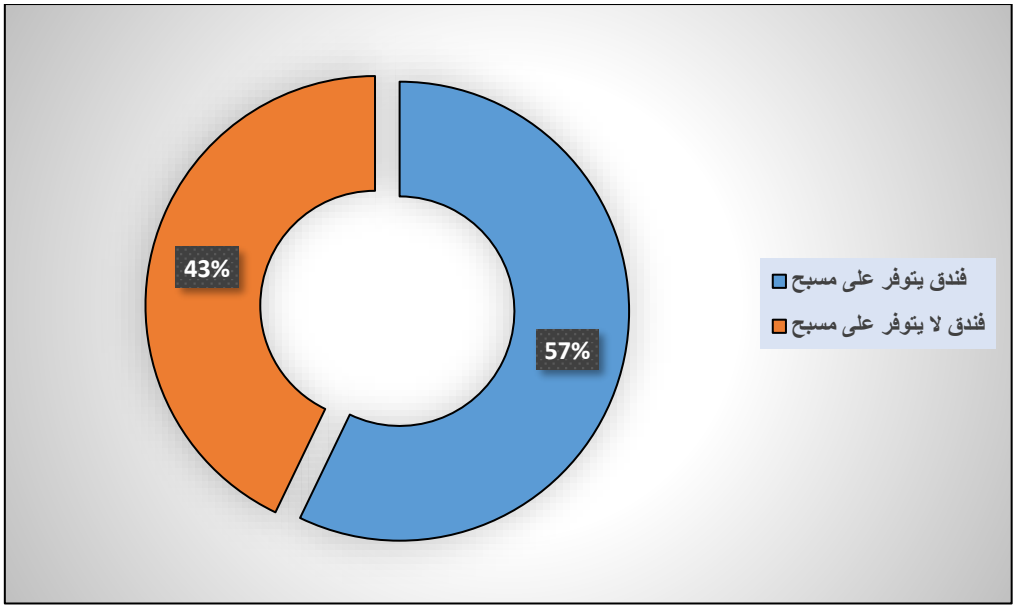
2-الخدمات الترفيهية بفنادق واحات سهل تافيلالت

بالنسبة للاستخدامات الترفيهية، التي تكون عادة متوفرة في الفنادق من الفئة 3 نجوم أو أكثر، يُصر القرار الوزاري المذكور سابقًا على ضرورة توفير مسابح ومساحات خضراء في المؤسسات السياحية. ووفقًا للعينة المختارة من الفنادق، نجد أن بعضها يتوفر في الفعل على هذا النوع من الخدمات.

2-1- المسابح، عنصر ترفيهي جد مستهلك للماء

يُعَدُّ المسبح عنصرًا تنشيطيًا أساسيًا في الفنادق المصنَّفة بدءًا من الفئة 3 نجوم وما فوق، بجانب المساحات الخضراء والملاهي الليلية وغيرها، كما يُعتبر وسيلة للسياح للاسترخاء والتخفيف من آثار ارتفاع درجات الحرارة خلال فصل الصيف. وعمومًا، فإنَّ كل الفنادق المُشمَلَة في الدراسة الميدانية يتم سحب المياه للمسبح من الفرشة الجوفية، وذلك على غرار ما يحدث في منطقة دادس (AAFIR,2006)، بالإضافة إلى التزوُّد بالمياه عن طريق شبكة المياه الصالحة للشرب التابعة للمكتب الوطني للماء. ولهذا، فقد كان من الضروري أن تولي الفنادق، وخاصة تلك التي تصنَّف كفنادق، اهتمامًا خاصًا بمياه المسبح، والتي يختلف مصدر ملئها وطاقته الاستيعابية من فندق إلى آخر، بالإضافة إلى عدد مرات تجديد مياهه خلال الشهر.

شكل رقم 122 : توزيع الفنادق حسب توفرها على مسبح



المصدر: العمل الميداني، في شهري يوليوزغشت لسنة 2021

نستنتج من الشكل رقم 122 أنه من أصل سبع فنادق التي أجرينا عليها البحث الميداني، منها 4 فنادق تتوفر على مسبح أي بنسبة 57%، وهي في الغالب الفنادق التي يبدأ تصنيفها من **3** نجوم فما فوق (الصورة رقم 14).

صورة رقم 14 : مسبح فندق بيلير بالجماعة الترابية أرفود

تصوير شخصي، يوليوز 2017

أما الفنادق المتبقية فهي لا تتوفر على مسبح، وعموما تختلف الفنادق التي تتوفر على مسبح على مستوى حجمه ومصدر مياهه وعدد مرات ملئه في الشه، وهذا ما يوضحه الجدول رقم 85.

جدول رقم 85: توزيع المسابح حسب الحجم ومصدر المياه بالفنادق المدروسة

الفنادق	الصنف	حجم المسبح متر^3	عدد مرات ملئه في الشهر	مصدر المياه	حجم المياه المستهلكة سنويا متر^3
بيلير	* 4	300	1	ماء شرب+بئر	3600
السلام	* 4	162	1	ماء شرب+بئر	1944
العاطي	* 4	640	1	ماء شرب+بئر	7680
تافيلالت	* 3	86	1	ماء شرب+بئر	1032
المجموع	-	1188	1	ماء شرب+بئر	14256

المصدر: العمل الميداني، في شهري يوليوزوغشت لسنة 2021

من الجدول رقم 85، يتبين لنا أن الحجم الكلي للماء المستخدم في مسابح الفنادق بلغ 1188 متر مكعب في الشهر، مع تباين في حجم المياه بين الفنادق المختلفة، حيث يحتل فندق العاطي نصيب الأسد بـ

640 متر مكعب. بالمقابل، يضم فندق تافيلالت مسبحًا صغيرًا بطاقة استيعابية تصل إلى 86 متر مكعب في الشهر. أما بالنسبة لعدد مرات ملئ المسابح، فقد اتفق أرباب الفنادق على مرة واحدة شهرياً.

بناءً على نتائج الجدول، فإن حجم المياه المستخدمة سنويًا يبلغ حوالي 14256 متر مكعب، حيث يأتي الماء الصالح للشرب كمصدر بنسبة 9.1%، وتُستخدم بعض المسابح الصغيرة المرافقة للمسابح الكبيرة الماء الصالح للشرب. أما المصدر الثاني هو المياه من البئر بنسبة 90.9%، مع إضافة بعض المواد المطهرة لتحسين جودة المياه.

بالنسبة لمصير المياه بعد إفراغ المسابح، فقد اتضح أن 53% من الفنادق تقوم بإعادة استخدامها في سقي المساحات الخضراء، سواء بالغمر أو التقطير. أما الفنادق الباقية، فيتم التخلص من المياه عبر تصريفها في قنوات الصرف الصحي، مما يشكل خسارة كبيرة للأراضي الزراعية المجاورة للفنادق.

2-2- الفضاءات الخضراء بالفنادق: متنفس للسياح لكنه مستهلكة للمياه

تُعتبر المساحات الخضراء إلى جانب المسابح من بين أهم المعايير التي تؤثر في جودة وتصنيف الفنادق. وتُعد هذه المساحات الخضراء عاملاً إضافيًا يضغط على الموارد المائية داخل الوحدات الفندقية، حيث تتنوع في مساحتها وتصنيفها من فندق إلى آخر، كما يوضح الجدول رقم 86.

جدول رقم 86: توزيع الفضاءات الخضراء في الفنادق المصنفة بمدينة أرفود

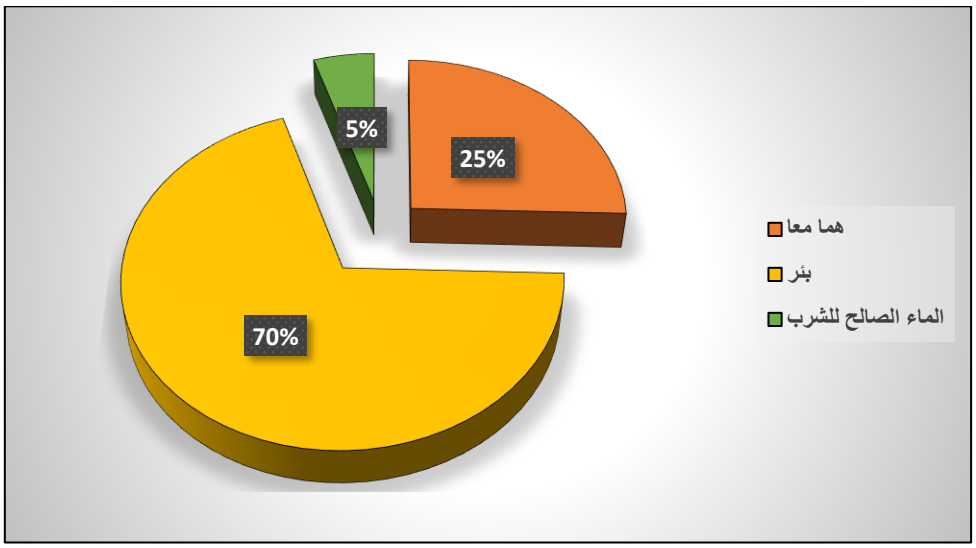
الوحدة الفندقية	المساحة الإجمالية (متر^2)	المساحة الخضراء (متر^2)	نسبة المساحة الخضراء
العاطي	39680	16610	41,9
بلير	38730	7140	18,4
السلام	10990	3824	34,8

المصدر: العمل الميداني، في شهري يوليوز وغشت لسنة 2021

يوضح الجدول رقم (86) تفاوتا في نسب المساحات الخضراء بين الفنادق المدرجة في الاستطلاع الميداني. فتتجاوز نسبة المساحات الخضراء في فندق العاطي وفندق السلام ثلث مساحتهما بنسب تصل إلى 41.9% و34.8% على التوالي. بينما تشهد مساحة الخضراء في فندق بلير انخفاضًا تدريجيًا بنسبة تقدر بحوالي 18.4% على الرغم من كبير مساحته الإجمالية التي تبلغ حوالي 38730 متر مربع، حيث لا تمثل المساحة الخضراء سوى نسبة صغيرة منها تقدر بحوالي 7140 متر مربع.

بالنسبة لمصادر مياه السقي، تتنوع بين الماء الصالح للشرب والآبار أو كلاهما معًا، وكما أظهرت الدراسة الميدانية، فإن حوالي 53% من الفنادق يُعيد استخدام مياه المسابح بعد تجديدها في بداية كل شهر على مدار السنة.

شكل رقم 123: مصادر سقي المساحات الخضراء بالفنادق المبحوثة



المصدر: العمل الميداني، في شهري يوليوزوغشت لسنة 2021

يوضح الرسم البياني رقم (123) أن حوالي 70% من أصحاب الفنادق أكدوا أن مصدر ري المساحات الخضراء هو الآبار، خاصة لري الأشجار ذات الحجم الكبير نسبيًا، نظرًا لقدرتها على تحمل ملوحة المياه المستخدمة. بينما يتم ري بعض الأزهار والنباتات السطحية باستخدام مياه الشرب بنسبة 5%. كما أظهرت الدراسة الميدانية أن هناك نسبة تصل إلى 25% من الفنادق تستخدم مياه البئر والمياه الصالحة للشرب كمصدر لري المساحات الخضراء.

خاتمة الفصل الثامن

على الرغم من كل المجهودات التي بُذلت في قطاع المياه الشروب في مجال سهل تافيلالت، إلا أن النقص المائي لا يزال يشكل أكبر التحديات، نظرًا للزيادة المتواصلة في الطلب على المياه وندرتها في بعض الأحيان، وهذا الأمر لم يعد مقتصرًا فقط على القرى، بل تجاوز إلى المناطق الحضرية. على الرغم من توفير شبكات توزيع للمياه الصالحة للشرب، إلا أنها لا تلبي احتياجات السكان المتزايدة، مما يؤدي في بعض الأحيان إلى انقطاع المياه لعدة ساعات خلال اليوم، أو حتى لعدة أيام في المناطق القروية النائية، بالإضافة إلى أن المياه الموردة تحتوي على نسبة ملحية مرتفعة.

ومن الملاحظ أن شبكات التطهير السائل غير متاحة في معظم الجماعات القروية بسهل تافيلالت، باستثناء جماعة فزنا، مما يجبر السكان على التخلص من مياه الصرف الصحي بطرق غير ملائمة، مثل تصريفها إلى باطن الأرض عبر حفر عشوائية. وهذا يؤدي إلى تلوث المياه الجوفية التي يعتمد عليها السكان.

بجانب الاستهلاك المرتفع للمياه من قِبل الأسر، أصبح القطاع السياحي من بين أكبر المستهلكين للمياه داخل المناطق الواحية، وهذا أدى إلى حدوث توازن غير متكافئ بين الموارد المائية المتاحة للاستخدام المنزلي من جهة، واحتياجات القطاع الزراعي من جهة أخرى. ومع دخول السياحة كعامل جديد في المنافسة على المياه، تفاقمت المشكلة، خاصة مع ارتفاع المطالب بالمياه نتيجة لنشاط السياحة.

على الرغم من أن مداخيل القطاع السياحي قد تكون أفضل من مداخيل القطاع الفلاحي التقليدي، الذي يستهلك كميات كبيرة من المياه، فإن السؤال يتعلق بالتضحية بالماء لصالح قطاع سياحي متأثر بشدة. تعتبر جائحة فيروس كورونا مثالًا جيدًا على هذا النوع من الإختلال، حيث أدى انخفاض أعداد السياح إلى فراغ الفنادق من الزبائن، لكن مع ذلك، يظل سقي المساحات الخضراء ضروريًا لأصحاب الفنادق من أجل الحفاظ على جاذبيتها واستعدادها لمرحلة ما بعد الجائحة.

الفصل التاسع: أشكال تكيف ساكنة واحات سهل تافيلالت مع ظاهرة التغيرات المناخية وندرة الموارد المائية

مقدمة الفصل التاسع

في الفصول السابقة، تم التركيز على تحليل آثار التغيرات المناخية وأشكال الضغط البشري على موارد المياه في واحات سهل تافيلالت. وفي هذا الفصل، سنقوم بتسليط الضوء على مختلف استراتيجيات تكيف السكان الواحيين مع التحديات الطبيعية والبشرية المتنوعة. يُلاحظ أن بعض هذه الاستراتيجيات التي تمت مناقشتها مسبقًا، تمتاز بأنها تراثية وقد تم توريثها عبر الأجيال، وتُعتبر جزءًا أساسيًا من نمط الحياة الواحية حتى اليوم. ومن بين هذه الاستراتيجيات، التدبير التقليدي للمياه الذي يعتمد على تقنيات وممارسات متعارف عليها منذ فترة طويلة، بالإضافة إلى الاستراتيجيات الحديثة التي تهدف إلى تدبير الموارد المائية بشكل أكثر كفاءة. وقد أسفرت هذه الاستراتيجيات الحديثة عن نتائج إيجابية واضحة، كما تم شرحه في الفصول السابقة، بينما أثرت بعضها بشكل سلبي على البيئة الواحية بشكل عام.

في هذا الفصل، سنتناول مجموعة من العناصر، منها:

- طرق تكيف السكان مع نقص المياه والجفاف في مناطق سهل تافيلالت.
- استراتيجيات التكيف مع التصحر.
- دور السياسات والتشريعات على الصعيد المحلي والوطني في تعزيز استدامة الموارد المائية.
- الابتكارات التكنولوجية في مجال تدبير وتوزيع المياه في الواحات.
- تعزيز الوعي المجتمعي حول أهمية المحافظة على الموارد المائية واستخدامها بشكل مستدام.

سنقوم بمناقشة هذه العناصر لفهم كيفية تكيف السكان مع التحديات المائية في واحات سهل تافيلالت على المستويات المحلية والجهوية والوطنية.

I. بعض أشكال التكيف مع ندرة مياه الشرب ومختلف استعمالاته المنزلية بواحات سهل تافيلالت

لقد أفرزت التحولات السوسيواقتصادية، والتغيرات المناخية التي تعرفها واحات سهل تافيلالت، وما صاحبها من تدني معدلات التساقط المطري، وتوالي السنوات الجافة، أزمة مائية حادة، خاصة منذ ثمانينات وتسعينات القرن الماضي، بل استمرت هذه الوضعية حتى الآن. الشيء الذي دفع السكان إلى اعتماد طرق ووسائل تخزين وتدبير الثروة المائية، بهدف استغلاله كلما دعت الضرورة لذلك، ويعتبر بناء وتشييد الخزانات المائية أحد أوجه مظاهر التكيف مع الخصاص المائي بالمنطقة.

1-الخزانات المائية كحل للتخفيف من الخصاص المائي

أمام الندرة المائية التي فرضتها الظروف الطبيعية وتنامي عدد السكان سنة بعد أخرى، وظف الإنسان تقنية في تدبير وتخزين المياه، تمثلت في توظيف خزانات مائية إسمنتية أو بلاستيكية

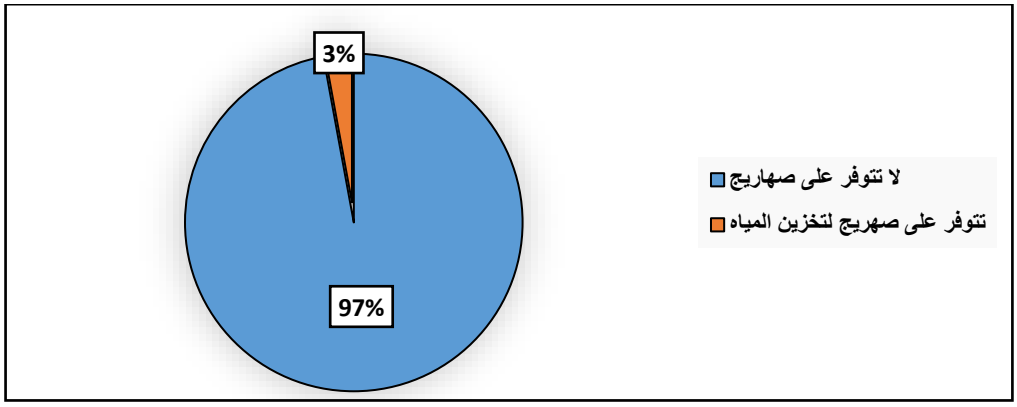
(الصهاريج)، بغرض التخفيف من وقع الخصاص المائي الذي أصبح يهدد الانسان الواحي والمجال بشكل عام.

لوحة رقم 21: استعمال الخزانات المائية الاسمنتية والبلاستيكية للأغراض المنزلية بمجال الدراسة

المصدر: تصوير شخصي (مارس 2022)

لتقريب أكثر من مدى استعمال وانتشار هذه الصهاريج بواحات سهل تافيلالت، ندرج الشكل الموالي.

شكل رقم 124 : أراء الساكنة حول توفرهم على الخزانات المائية بالبيت



المصدر: العمل الميداني، في شهري يوليوزوغشت لسنة 2021

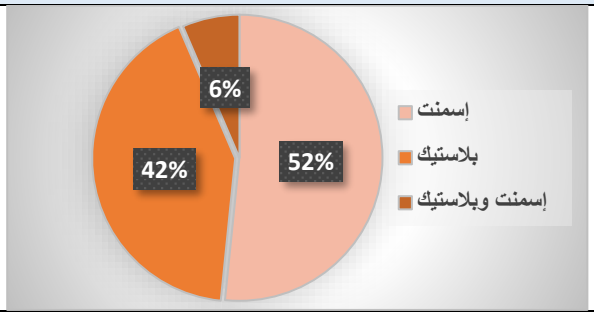
من خلال الشكل رقم 124، يظهر لنا أنه من بين 1072 أسرة تم استجوابها، يتوفر صهريج مائي عند 31 أسرة فقط، مما يمثل نسبة تقريبية تبلغ حوالي 3%. يهدف هذا الصهريج إلى تخزين وتجميع المياه للاستفادة منها عند الحاجة، وهذا يعكس مدى تكيف الإنسان مع ندرة المياه الموجهة للشرب والاستخدامات المنزلية المختلفة.

وبالنسبة لطبيعة هذه الصهاريج المائية، فإنها تكون إما بلاستيكية أو إسمنتية، وتستوعب بضعة أمتار مكعبة من الماء. وتقوم عملية جلب المياه لهذه الصهاريج من خلال عدة طرق، مثل استخدام

المضخات المائية لسحب المياه من الآبار، أو يتم توصيل المياه مباشرة من النافورات التي يديرها المكتب الوطني للمياه الصالحة للشرب.

جدول رقم 87 :طبيعة الخزانات المائية لدى الأسر بمجال الدراسة

طبيعة الخزانات المائية	عدد الأسر	النسبة المئوية	التمثيل البياني لطبيعة الخزانات المائية
إسمنت	16	51,6	
بلاستيك	13	41,9	
إسمنت وبلاستيك	2	6,4	
المجموع	31	100	



المصدر: العمل الميداني، في شهري يوليوزغشت لسنة 2021

يتضح من الجدول رقم (87)، وجود تقارب في عدد الخزانات المائية حسب طبيعتها (إسمنتية أو بلاستيكية) بين الأسر المستجوبة. تشكل الخزانات الإسمنتية حوالي 51.6% من الخزانات الموجودة في المنطقة، بينما تشكل الخزانات البلاستيكية حوالي 41.9%. بينما تقدر النسبة المتبقية التي تجمع بين الخزانات البلاستيكية والإسمنتية بنسبة تقدر بـ 6.4%.

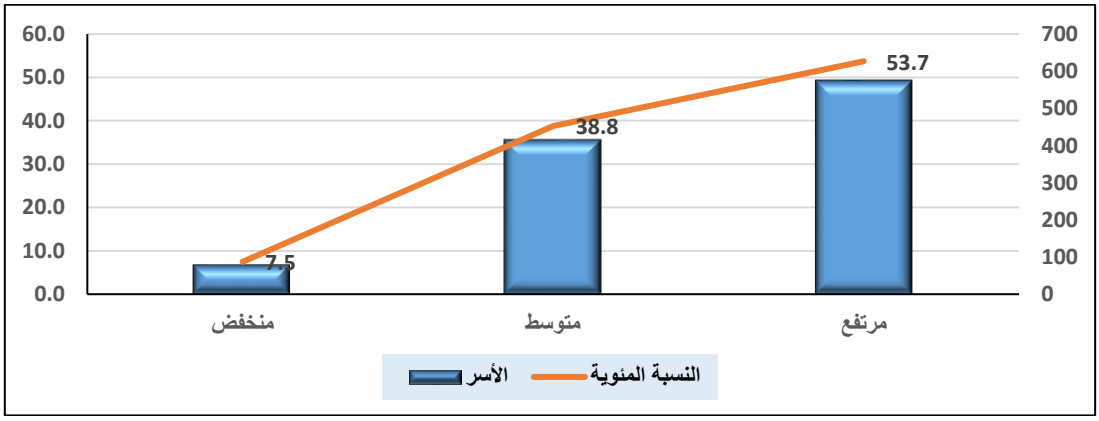
ومن جانب آخر، هناك تفضيل مختلف بين الأسر فيما يتعلق بوضع الخزانات المائية، حيث يفضل بعض الأسر وضعها فوق أسطح المنازل، في حين يفضل البعض الآخر وضعها على سطح الأرض.

2- سلوكيات السكان اتجاه الاقتصاد في مياه الشرب

2-1- مستوى استهلاك مياه الشرب متوسط إلى مرتفع لدى أغلبية الساكنة

يشكل معرفة مستوى استهلاك مياه الشرب حسب أراء الساكنة المستجوبة بالغ الأهمية في فهم وقياس العديد من الجوانب، ويبرز الشكل الموالي أراء هذه العينة بخصوص وتيرة استهلاك هذه المادة الحيوية لتلبية مختلف الحاجيات اليومية.

شكل رقم 125 : مستوى استهلاك الماء لدى الأسر بواحات سهل تافيلالت



المصدر: العمل الميداني، في شهري يوليوزغشت لسنة 2021

من البيانات الموجودة في الشكل رقم (125)، يبدو أن 53.7% من الأسر المستجوبة في جميع الجماعات الترابية بواحات سهل تافيلالت يرون أن استهلاكهم للمياه الشروب، بينما يرون 38.8% منهم أن استهلاكهم متوسط. وتظهر تباينات طفيفة بين الجماعات الترابية الحضرية والقروية.

من جهة أخرى، اعتبرت عينة تبلغ 7.5% من الأسر أن استهلاكها للمياه الشروب منخفض. ويظهر أيضًا من الشكل السابق أن معدل الاستهلاك يزيد بمعدل 248 أسرة من الاستهلاك المنخفض إلى المتوسط والمرتفع، وهذا يشير إلى زيادة في مستوى الاستهلاك بين الأسر المستجوبة.

يظهر من أراء عموم المستجوبين أن ارتفاع استهلاك مياه الشرب يعود إلى سلوكيات التعامل مع هذه المادة، حيث يتبع العديد منهم طرق وممارسات تؤدي إلى هدر كميات كبيرة من المياه. وبالتالي، يعتبر ترشيد واستغلال الموارد المائية، خاصة تلك الموجهة للشرب، أمراً ضرورياً لا مفر منه، خاصة في المناطق ذات الندرة المائية الملحوظة مثل واحات سهل تافيلالت.

يتعرض نصيب الفرد من الماء لتراجع مع تزايد السكان والضغط المتزايد على الموارد المائية بسبب الاستخدامات المتنوعة للمياه، وهو أمر يجعل هذه المناطق أكثر حساسية للتغيرات المناخية.

بناءً على إجابات عموم المستجوبين، يتضح أن الوضع الحالي يستدعي ترشيد واستغلال المياه بشكل أكبر، بالإضافة إلى زيادة وعي السكان بأهمية الحفاظ على هذه المادة الحيوية. بالإضافة إلى ذلك، ينبغي اتخاذ حلول صديقة للبيئة والاستفادة من مصادر المياه التقليدية بعد معالجتها، مثل الخزانات والآبار، للاستخدامات المنزلية، وخاصة في المناطق القروية. هذا يساعد على تخفيف الضغط على شبكة الربط خلال فترات الذروة، خاصة في فصل الصيف (أعفير وآخرون،2020).

2-2- موقف الساكنة من مسألة الاقتصاد في استهلاك مياه الشرب

يشكل حسن تدبير وترشيد الموارد المائية سواء الموجهة للشرب أو باقي الاستعمالات المنزلية، من المرتكزات الأساسية لتحيق التنمية المستدامة المنشودة، خاصة بالنسبة لمناطق الندرة كما هو الحال بمناطق الواحات بالجنوب الشرقي للمغرب.

جدول رقم 88: إجابات الساكنة حول ضرورة الاقتصاد في الماء بالمنزل

أراء المستجوبين	عدد المستجوبين	النسبة المئوية
ليس ضروريا	29	2,7
ضروريا	1043	97,3
المجموع	1072	100,0

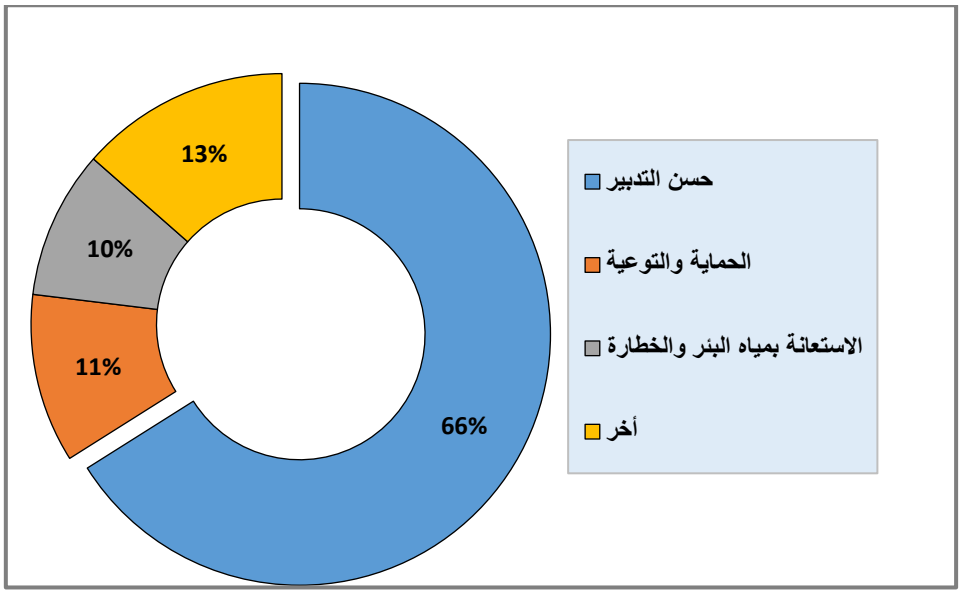
المصدر: العمل الميداني، في شهري يوليوزغشت لسنة 2021

من خلال الجدول رقم 88، يبدو أن 97.3% من المستجوبين يرون أن الاقتصاد في استخدام الماء بالمنازل ضروري، بينما يرون 2.7% منهم أنه ليس من الضروري الاقتصاد في استخدام الماء بالمنازل.

على الرغم من أن النسبة الأخيرة قد تبدو ضعيفة، إلا أن هذا لم يمنع من تضاعف الجهود من قبل مختلف الجهات المتدخلة في مجال المياه، مثل المكتب الوطني للماء الصالح للشرب ووكالة الحوض المائي لكير زيز غريس والجماعات الترابية، بالإضافة إلى وسائل الإعلام والجمعيات المدنية لزيادة التوعية بأهمية الحفاظ على الماء وتحسين إدارته واقتصاد استخدامه.

يعتبر سلوك السكان في التعامل مع الموارد المائية بشكل عام، ومياه الشرب بشكل خاص، عاملاً مهماً في تحديد مدى حسن تدبيرهم أو تبذيرهم لهذه المادة الحيوية. يبرز الشكل رقم 126 سلوكيات وطرق تعامل الأسر المستجوبة مع مياه الشرب في المنزل من أجل الحفاظ عليها وحسن تدبيرها.

شكل رقم 126 : سلوكيات الساكنة حول الاقتصاد في الماء بالبيت



المصدر: العمل الميداني، في شهري يوليوزغشت لسنة 2021

استنادًا إلى نتائج العمل الميداني الموجودة في الشكل رقم 126، فإن 66% من السكان المستجوبين أكدوا على حسن التدبير في استخدام الماء بالمنزل وعدم استعماله إلا في تلبية الحاجيات الضرورية. بينما ركزت نسبة 11% منهم على حماية الماء من مختلف أشكال التلوث. وأكد 10% منهم أنهم يستعينون بمصادر مائية أخرى تقليدية كمكمل لتخفيف الضغط على مياه شبكة الربط.

هذه النتائج تشير إلى وجود وعي واضح بين السكان حول أهمية حسن تدبير الماء وحمايته، وكذلك توجههم نحو استخدام مصادر مائية بديلة للتخفيف من الضغط على مياه الشبكة الرئيسية. يمكن أن تساهم هذه السلوكيات في الحفاظ على مورد الماء وتحسين جودته، وبالتالي دعم التنمية المستدامة في المنطقة.

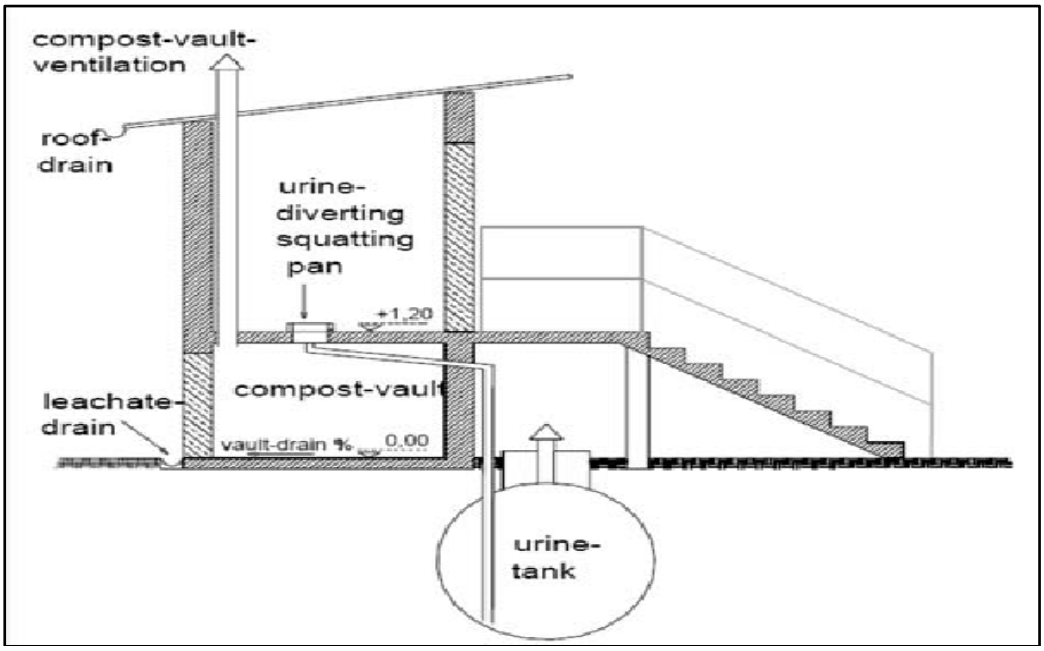
3- الصرف الصحي البيئي: من المراحيض الملوثة للفرشة إلى المراحيض المحافظة على البيئة

الصحة البيئية تمثل فلسفة جديدة ترتكز على رؤية موجهة تعتبر فيها المخلفات البشرية ومياه الصرف الصحي موارد طبيعية وليست نفايات، كما أشارت إلى ذلك دراسة أجراها الباحث بنسالم في عام

2018. تشمل هذه الفلسفة مفاهيم تدوير النفايات واستخدامها مرة أخرى، حيث يتم فصل "البول" والفضلات في مراحيض معينة لإعادة تدويرها واستخدامها في تخصيب التربة في الزراعة.

يتم ذلك من خلال إعادة إدخال العناصر الغذائية مثل النيتروجين والفوسفور والبوتاسيوم في التربة، مما يسهم في تحسين جودة التربة وزيادة عائد الزراعة بشكل مستدام. هذا النهج يساهم في تقليل الضغط على الموارد الطبيعية وتحسين صحة البيئة بشكل عام (BENSALEM,2018).

رسم توضيحي4 : نظام مراحيض الصرف الصحي البيئي



المصدر: BENSALEM, 2018

يتمثل جزء من أنشطة برنامج واحات تافيلالت (POT) في تنفيذ مشروع بناء مراحيض لصرف الصحي البيئي، المعروف برمز MOR/SGP/OP4/Y3/CORE/2010/04. يهدف هذا المشروع إلى المساهمة في تحسين نوعية الحياة والبيئة في محمية المحيط الحيوي بواحات تافيلالت، من خلال تطوير استراتيجيات للتخفيف من آثار التلوث على الموارد المائية الجوفية.

تم تمويل هذا المشروع بواسطة برنامج الأمم المتحدة الإنمائي، وتم تنفيذه في مؤسستين تعليميتين في منطقة تافيلالت. وتشمل هذه المؤسستين مجموعة مدارس مولاي يوسف في الجماعة القروية المدغرة وإعدادية معركة البطحاء في الجماعة القروية فزنا.

بعد الانتهاء من بناء المراحيض، تم تنظيم أنشطة توعية للمجتمع حول طريقة استخدام هذه المرافق والغاية منها. يهدف هذا العمل إلى تعميم هذه الخطوات والممارسات في جميع مناطق تافيلالت، وبالتالي تعزيز الوعي بأهمية الحفاظ على البيئة وتحسين استدامة الموارد المائية.

لوحة رقم22 : مراحيض صحية بيئية بإعدادية معركة البطحاء بفزنا

المصدر: BENSALEM, 2018

هذا المشروع البيئي يمثل خطوة مهمة نحو تحسين النوعية البيئية وتعزيز الاستدامة في منطقة واحات تافيلالت. من خلال بناء مراحيض لصرف الصحي البيئي في المؤسسات التعليمية، يسهم المشروع في توفير بيئة صحية ونظيفة للتلاميذ والأساتذة، وفي الوقت نفسه يحافظ على الموارد المائية الجوفية ويقلل من التلوث البيئي.

4- الجمعيات المدنية شريك أساسي في تدبير مياه الشرب، نموذج بالجماعة الترابية لفزنا

تختلف طرق تدبير المياه الصالحة للشرب في الجماعات الترابية لواحات سهل تافيلالت، حيث تتولى جمعيات مسؤولية تدبير مياه الشرب بدلاً من المكتب الوطني للماء الصالح للشرب. يتضح أن عمليات البحث عن الموارد المائية وتنقيبها، بالإضافة إلى توزيع وتدبير المياه، تعتمد على الموارد المالية والمساهمات العينية المقدمة من السكان. هذه الجهود تستند على المعارف المحلية والتقنيات التقليدية لتحديد مواقع الآبار والمساهمات في بناء وصيانة نظم توزيع المياه. تعتمد هذه الجمعيات أيضًا على نظم محلية لتوزيع المياه التي تُنظم بشكل يراعي العدالة الاجتماعية واحتياجات السكان، مما يسهم في توفير مياه نقية وتحسين جودة الحياة في المنطقة.

تُعتمد الجمعيات في مشاريع تدبير مياه الشرب على شراكات مع مختلف الجهات والمنظمات الدولية غير الحكومية. تفضل جماعة فزنا القروية خدمات الجمعيات على المكتب الوطني للماء الصالح للشرب لأسباب متعددة، بما في ذلك جودة المياه وتكلفة الخدمة والتسهيلات المقدمة. الجمعيات تتميز بالمرونة في عملية الدفع وتظهر تضامناً اجتماعياً قوياً، حيث يتم تقديم المساعدة للأسر ذات الدخل

المحدود والغير منظمة. هذه الجوانب الاجتماعية غير المتوفرة عادةً في تعاملات المكتب الوطني للماء الصالح للشرب، والذي يركز بشكل أكبر على الجوانب التقنية والإدارية لخدمة زبائنه.

تعتبر الجماعة الترابية لفزنا نموذجاً مميزاً للجماعات الترابية في المغرب، حيث يلعب المجتمع المدني دورًا هامًا في تدبير الموارد المائية وتنفيذ مشاريع تنموية متنوعة. يهدف ذلك إلى تحسين مستوى التنمية والحياة للسكان، وكذلك للحد من الظواهر الاجتماعية السلبية مثل ظاهرة الهدر المدرسي بين الفتيات، حيث يلعبن دورًا مهمًا في جلب وتوفير المياه الشروب.

4-1- تعريف جمعية فزنا للبيئة والتنمية والماء الصالح للشرب

تأسست جمعية فزنا للبيئة والتنمية والماء الصالح للشرب في عام 2000 بهدف تحقيق عدة أهداف، من بينها العمل على توصيل جميع المنازل بمياه الشرب النقية، وتنفيذ مشاريع تنموية تعم الجميع، والتي من شأنها تشجيع تعليم الفتيات اللواتي كان يتكبدن عبء جلب الماء الشروب. كما تسعى الجمعية أيضًا إلى تدبير الموارد المائية المخصصة للري والشرب بطريقة فعّالة ومستدامة[1].

منذ عام 2001، قامت جمعية فزنا للبيئة والتنمية والماء الصالح للشرب بتوصيل المياه الشروب إلى المنازل عبر شبكة مائية تمتد على مسافة تزيد عن 15000 متر. ويبلغ عدد المنخرطين في هذه الشبكة أكثر من 656 شخصًا. تم بناء صهريج تحويلي بقوة دفع تصل سعته الإجمالية إلى 300 متر مكعب من المياه الصالحة للشرب، وتم تمويل هذا المشروع من قبل المنخرطين في الجمعية. يمكن لهذا الخزان المائي تلبية احتياجات أكثر من 4000 نسمة من السكان.

اعتمدت جمعية فزنا للبيئة والتنمية والماء الصالح للشرب في توزيع الماء الشروب على عدادات خاصة لكل منخرط، وذلك بهدف حماية المياه من الاستعمالات العشوائية وتعزيز التدبير الجيد لهذه المادة الثمينة في المناطق الجافة. استندت الجمعية في هذا النهج إلى نظام الأشطر الذي يأخذ بعين الاعتبار الوضعية الاجتماعية والاقتصادية للساكنة المحلية، بالإضافة إلى مستوى توفر الماء الشروب. وقد هدفت هذه الخطوة إلى خلق توازن يضمن توزيع المياه بشكل عادل وفعال بين السكان، مع تعزيز الوعي بأهمية الحفاظ على الموارد المائية في المناطق ذات البيئة القاسية.، كما يبينه الجدول التالي:

جدول رقم 89: التسعيرة المائية حسب نظام الأشطر بواحة فزنا

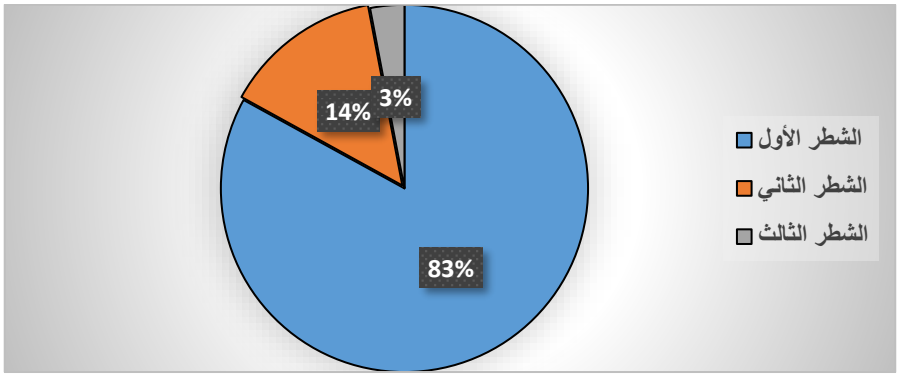
الأشطر بالطن	الثمن بالدرهم	نسبة المستهلكين%	ضريبة العداد بالدرهم	إتاوة مالية ثابتة
من 1 إلى 30	3	83	5	15 درهم
من 31 إلى 60	10	14		
61 فما فوق	15	3		

المصدر: جمعية فزنا للبيئة والتنمية والماء الصالح للشرب، 2022

[1] القانون الأساسي لجمعية فزنا للبيئة والتنمية والماء الصالح للشرب، بواحة فزنا في سنة2022.

من الجدول رقم 89، نستنتج أن 83% من المنخرطين لا يتجاوز استهلاكهم من الماء الشروب الشطر الأول، ويعزى ذلك إلى التدبير المحكم لهذه الأسر ذات الدخل المحدود في استعمال الماء. يكتفي هؤلاء الأفراد باستخدام مياه الجمعية في الأعمال المنزلية اليومية مثل تنظيف الأواني والشرب، بينما يلجؤون إلى مصادر أخرى مثل الآبار الخاصة للاحتياجات الأخرى مثل البناء والسقي. وفي المقابل، تتميز الفئتان الأخيرتان بمستوى معيشي متوسط واستهلاك مياه أعلى، حيث تستخدم مياه الجمعية في جميع جوانب حياتها اليومية بما في ذلك الاستعمالات المنزلية، والبناء، والتجهيز، والسقي.

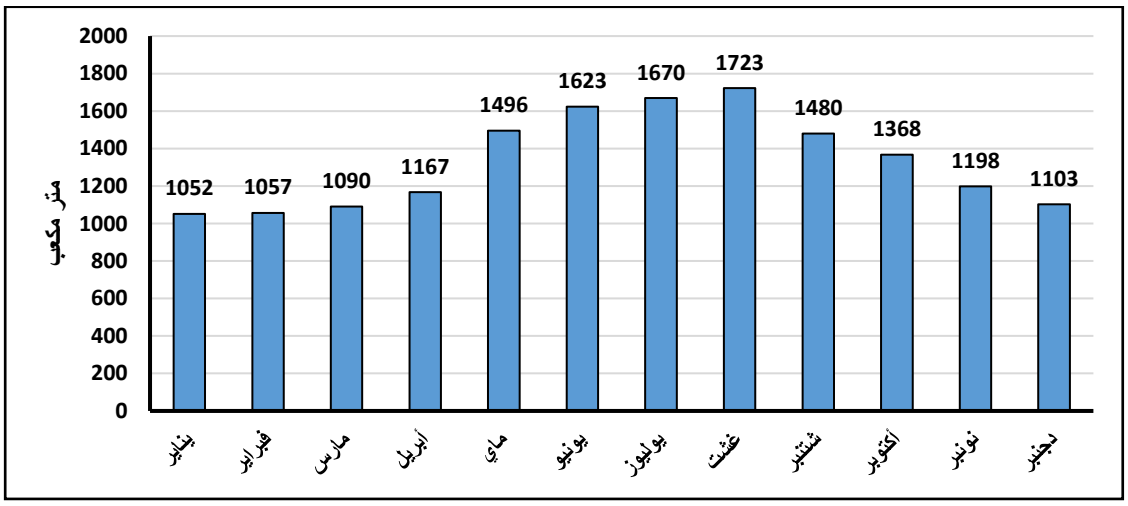
شكل رقم 127 : توزيع استهلاك المياه بين ساكنة واحة فزنا حسب نظام الأشطر ما بين سنتي 2010 و2021



المصدر: جمعية فزنا للبيئة والتنمية والماء الصالح للشرب، 2022

والشكل الآتي يوضح معدل الاستهلاك المائي الشهري بواحة فزنا بين سنتي 2010 و2021:

شكل رقم 128 : معدل الاستهلاك المائي الشهري بين سنتي 2010 و2021 بواحة فزنا



المصدر: جمعية فزنا للبيئة والتنمية والماء الصالح للشرب، 2022

من الشكل رقم 128 يتضح أن استهلاك المياه يرتبط بشكل أساسي بعامل درجة الحرارة، حيث يلاحظ أن في فصل الصيف، حيث تكون درجات الحرارة مرتفعة، يتزايد استهلاك المياه بشكل كبير، ويصل إلى ذروته في شهر غشت حيث تبلغ كمية المياه المستهلكة أقصى حد عند 1723 متر مكعب. هذا يعكس الحاجة المتزايدة للماء في مثل هذه الأقاليم الجافة خلال هذه الفترة من السنة. وعلى الجانب الآخر، في فصل الشتاء حين تكون درجات الحرارة منخفضة، تقل حاجة الأفراد لاستخدام الماء، مما يؤدي إلى

انخفاض كمية المياه المستهلكة، ويلاحظ ذلك بانخفاض الاستهلاك إلى أدنى مستوى في شهر يناير بمقدار 1052 متر مكعب.

2-4- تواجه الجمعيات عدة صعوبات في تدبيرها للمياه الصالحة للشرب

تواجه شبكات توزيع المياه العديد من المشاكل والصعوبات، ومن بين أبرزها حدوث تسربات وثقوب في القنوات المائية البلاستيكية الموجودة تحت الأرض. يعزى ذلك إلى ضعف جودة هذه القنوات، وارتفاع درجة حرارة الأرض في فصل الصيف، مما يؤدي إلى تلف البنية التحتية وتسرب المياه، مما يتسبب في فقدان كميات مهمة من المياه الصالحة للشرب سنويًا. لتحسين هذا الوضع، قامت الجمعية بتكوين شراكات مع مختلف الجهات لتجديد بعض مقاطع من الشبكة المائية التي تعاني من جودة ضعيفة، واستبدالها بقنوات بلاستيكية ذات جودة عالية تتحمل الظروف البيئية بشكل أفضل.

تواجه بعض الأسر صعوبات في تسديد الفواتير الشهرية لاستهلاك المياه، نتيجة لضعف أو تدني دخلها. وتتعامل الجمعية مع هذه الحالات عن طريق مراسلة الأسر غير القادرة على تحمل تكاليف الفواتير الشهرية، حيث تتفق معها على إعطاء مهلة لا تتجاوز 15 يومًا لتسديد الفاتورة. وفي حالة عدم قدرة المنخرط على تسديد الفاتورة، تقوم الجمعية بسحب العداد حتى يتم سداد المبلغ المستحق. ومع ذلك، فإن الجمعية نادراً ما تلجأ إلى هذه الخطوة، حيث تحاول في كثير من الأحيان تجميع الفواتير الشهرية غير المسددة حتى يتسنى لشخص من الأسرة تسديدها، وغالبًا ما يكون هذا الشخص هو أحد أفراد العائلة العاملين خارج المنطقة، مما يعكس الروح التضامنية للجمعية وتفهمها للظروف الاقتصادية للأسر في المنطقة[1].

II. أشكال تكيف الساكنة مع مياه السقي في ظل التغيرات المناخية

1- اعتماد السقي الموضعي كطريقة مقتصدة لمياه السقي بواحات سهل تافيلالت.

اقتصاد وتحكم في استعمال المياه يعتبران من أبرز مزايا السقي الموضعي، خاصة في المناطق التي تعاني من نقص المياه مثل المناطق النائية في جنوب شرق المغرب. بالإضافة إلى ذلك، يسهم السقي الموضعي في تحسين كمية ونوعية الإنتاج الزراعي، ويسهم في توفير العمالة وزيادة الاقتصاد في المنطقة بالمقارنة مع الطرق التقليدية للري. كما يقلل من تلوث المياه الجوفية والسطحية نتيجة للاستخدام الأقل للأسمدة.

1-1- تاريخ إدخال التقنيات الحديثة للسقي بالمنطقة

يُظهر الجدول رقم 90 أن فترة إدخال التقنيات الحديثة للسقي، مثل السقي الموضعي وتقنيات الرش، في واحات سهل تافيلالت كانت متأخرة مقارنة ببعض مناطق المغرب الأخرى. يشير الجدول

[1] مقابلة ميدانية مع تقني جمعية فزنا للبيئة والتنمية والماء الصالح للشرب الخاصة بتزويد الساكنة بالماء الشروب (2022).

أيضًا إلى تباين كبير في الزمان والمكان حسب الجماعات الترابية. على الرغم من دراية المستجوبين بأهمية هذه التقنيات في الاقتصاد في المياه المستخدمة للري، فإن الاعتماد عليها كان متباينًا وغير موحد بين الجماعات الترابية في المنطقة.

جدول رقم 90: تاريخ بداية استعمال التقنيات المقتصدة للماء بواحات سهل تافيلالت

تاريخ بداية الاستعمال	عدد المستجوبين	النسبة المئوية
قبل سنة 2000	2	3,3
] 2010-2000]	23	37,7
[2021- 2010]	36	59
المجموع	61	100

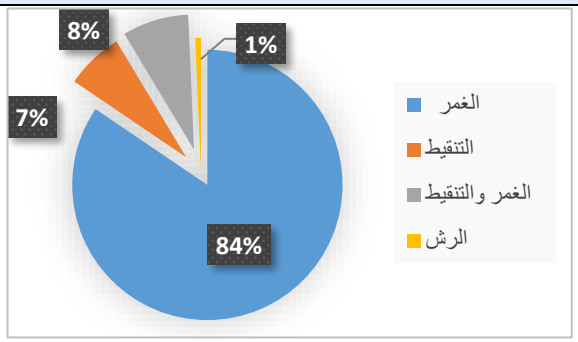
المصدر: العمل الميداني، في شهري يوليوزغشت لسنة 2021

على الرغم من الاستخدام المحدود للتقنيات الحديثة في السقي في مجال الدراسة، إلا أن بداية استعمالها بشكل فعلي يرجع إلى بداية مطلع القرن الواحد والعشرون. وتشير البيانات في الجدول 90 إلى أنه من بين 61 فلاحًا مستخدمًا لهذه التقنيات العصرية، فإن 37.7% استخدموها خلال الفترتين من 2000 إلى 2010 ومن 2010 إلى 2021، بينما لم تتجاوز نسبة الاستخدام هذه التقنيات العصرية 3.3% قبل عام 2000.

2-1- أقل من خمس الفلاحين فقط يعتمدون التقنيات المقتصدة للمياه

من خلال نتائج العمل الميداني الموجودة في الجدول رقم 91، والمتعلقة بطرق استغلال الموارد المائية في عملية السقي، يظهر أن معظم الفلاحين (حوالي 84.5%) لا يزالون يعتمدون على أسلوب السقي بالغمر التقليدي. يعتبر هذا الأسلوب قديمًا ويتسبب في زيادة الضغط على الفرشة الباطنية وتبذير المياه، خاصة مع ارتفاع درجات الحرارة التي تصل في بعض الأحيان خلال فصل الصيف إلى أكثر من 45 درجة مئوية، مما يؤدي إلى زيادة معدل التبخر وبالتالي تزايد الضغط على موارد المياه.

جدول رقم 91: طريقة السقي بمجال الدراسة

طريقة السقي	عدد المستجوبين	النسبة المئوية	التمثيل البياني لطبيعة السقي بمجال الدراسة
الغمر	245	84,5	
التقطير	20	6,9	
الغمر والتقطير	23	7,9	
الرش	2	0,7	
المجموع	290	100,0	

المصدر: العمل الميداني، في شهري يوليوزغشت لسنة 2021

وعلى الجانب الآخر، يلاحظ أن حوالي 7.9% من نفس الفئة يمارسون طريقة مزج بين الطريقة التقليدية والحديثة في السقي، حيث يستخدمون الغمر والتقطير معًا. أما استخدام طريقة السقي بالتقطير فقط، فإنه لا يزال ضعيفًا، حيث لا يتجاوز 6.9% من إجمالي طرق السقي. يُذكر أيضًا أن هناك نسبة ضئيلة جدًا من الفلاحين (حوالي 0.7%) يستخدمون تقنيات الرش، وغالبًا ما يتم ذلك في الضيعات العصرية الكبيرة.

1-3- أهمية الطرق المقتصدة لمياه السقي حسب رأي الساكنة

إن فهم الفلاحين لأهمية الطرق المقتصدة لاستخدام الموارد المائية في عملية السقي يعتبر أمرًا بالغ الأهمية. حيث يساهم الوعي بالتقنيات المثلى في الحد من تبذير المياه وزيادة كفاءة الاستخدام، مما يعزز الاستدامة البيئية والاقتصادية لعملية الزراعة. وتؤكد إجابات الفئة المستجوبة في الجدول رقم 92 على أهمية هذه النقطة، مما يظهر أن هناك فهمًا ووعيًا متزايدًا بين الفلاحين بشأن أهمية الاقتصاد في استخدام المياه في الزراعة.

جدول رقم 92: أهمية الطرق المقتصدة للماء حسب أراء الفلاحين

أهمية طرق اقتصاد الماء	عدد المستجوبين	النسبة المئوية
اقتصاد الماء	201	67
سقي مساحة شاسعة والرفع من الإنتاجية	68	22,6
الاستغناء على كثرة اليد العاملة	16	5,3
ربح الوقت	15	5
المجموع	300	100

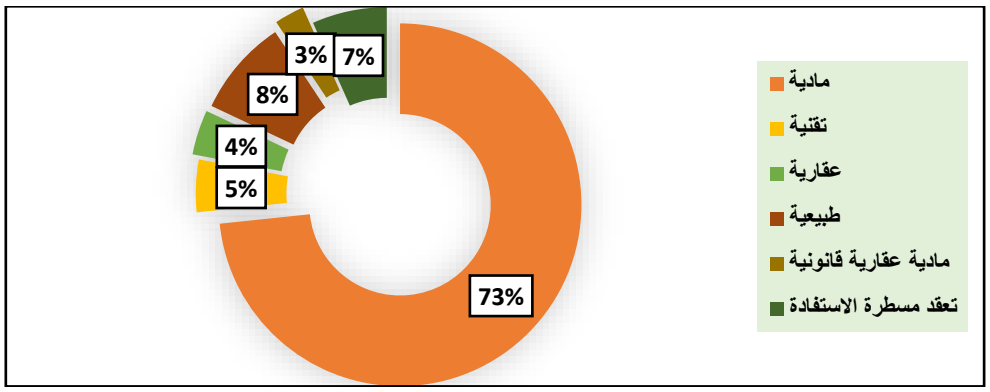
المصدر: العمل الميداني، في شهري يوليوزوغشت لسنة 2021

توضح البيانات المقدمة في الجدول رقم (92) أن نسبة كبيرة من المستجوبين، تقريبًا 67%، أكدت فائدة تقنية السقي بالتقطير للفلاحين وللمنطقة بشكل عام. يتمثل هذا النفع في تقليل استهلاك الماء وتقليل فقدان المياه نتيجة للتبخر والهدر الناجم عن السقي التقليدي بالغمر. بالإضافة إلى ذلك، أشار حوالي 22.6% من المستجوبين إلى أهمية هذه التقنية من خلال زيادة المساحة الصالحة للزراعة. ومن الملاحظ أيضًا أن استخدام هذه التقنيات الحديثة قد يساهم في رفع مستوى الإنتاجية في الزراعة. وأبدى الفلاحون الباقون استحسانهم لهذه الطرق العصرية في السقي لأنها تقلل من الحاجة إلى اليد العاملة، مما يقلل من التكاليف المالية المرتبطة بعمليات استصلاح الأراضي.

1-4- إكراهات تعميم الطرق المقتصدة للماء بمجال الدراسة

تظهر الطرق والتقنيات الحديثة في السقي، كما يوضح الشكل رقم 129، دورًا مهمًا في تحسين اقتصاد المياه وحمايتها من التبذير والضياع. ومع ذلك، تواجه هذه التقنيات الحديثة تحديات وعراقيل عديدة وفقًا لنتائج البحث الميداني.

شكل رقم 129 : إكراهات استعمال التقنيات المقتصدة للماء لدى الفلاحين



المصدر: العمل الميداني، في شهري يوليوزوغشت لسنة 2021

تواجه الطرق الحديثة للسقي العديد من المشاكل والإكراهات في مجال الدراسة، وتشمل هذه المشاكل:

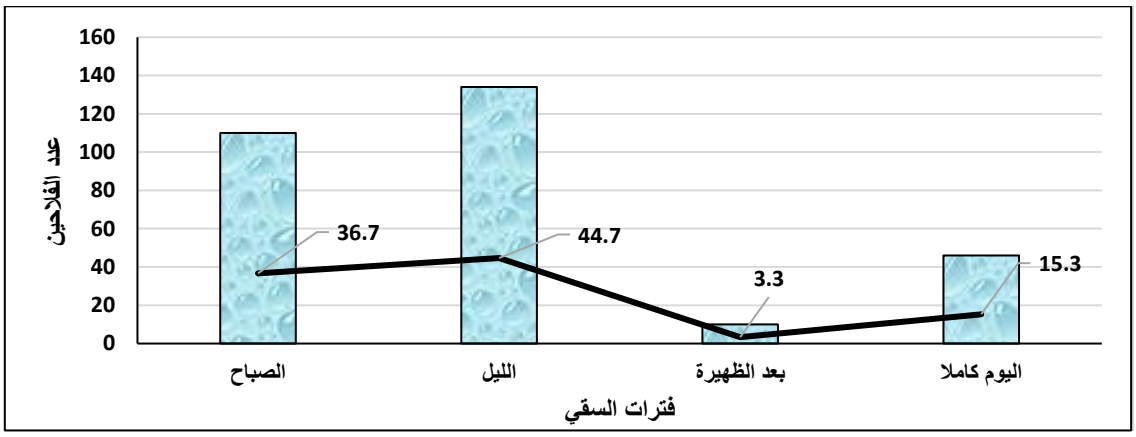
- **الإكراهات المادية:** يعاني 73% من الفلاحين من مشاكل مادية في اعتماد التقنيات المقتصدة لمياه السقي، مثل تكاليف اقتناء المعدات والتجهيزات.
- **الإكراهات العقارية:** تعبر 4% من الفلاحين عن مشاكل عقارية في استخدام السقي بالتقطير، مثل عدم وجود شواهد ملكية الأرض أو البنية العقارية غير الملائمة لاستخدام التقنيات الحديثة.
- **الإكراهات الطبيعية:** يؤكد 8% من الفلاحين على وجود مشاكل طبيعية مثل النقص الحاد في المياه أو سوء جودة المياه، الأمر الذي يؤثر على فعالية التقنيات الحديثة.
- **الإكراهات التقنية:** يواجه 5% من الفلاحين صعوبات تقنية مثل توفر الطاقة الشمسية أو صيانة المعدات المستخدمة في السقي بالتقطير.
- **الإكراهات المرتبطة بالمسطرة الإدارية:** تتعلق بتعقيدات الإجراءات الإدارية المتعلقة بالاستفادة من التجهيز بالسقي الموضعي أو الرش، مثل حفر الآبار واستخدام معدات السقي المتقدمة.

بشكل عام، هناك العديد من المشاكل والإكراهات التي تواجه الفلاحين في استخدام الطرق الحديثة للسقي، وتحتاج الجهات المعنية إلى بذل مزيد من الجهد للتغلب على هذه التحديات، بهدف الحفاظ على الموارد المائية وتحسين استخدامها في هذه المناطق.

2- اختيار الفترات المناسبة للقيام بعملية السقي للتقليل من عملية التبخر

إن اختيارات فترات القيام بعملية السقي (الشكل رقم 130) أهمية بالغة في الحفاظ على الموارد المائية من التبخر، خاصة في فصل الصيف بمناطق الواحات الصحراوية، بفعل ارتفاع درجة الحرارة وسيادة الطرق التقليدية للسقي التي تعتمد على الغمر. ولمعرفة مدى وعي فلاح بهذا الأمر، قمنا بطرح سؤال متعلق بفترات السقي على الفلاحين، فكانت الإجابات على الشكل الآتي:

شكل رقم 130 : توزيع فترات السقي من طرف فلاحي واحات سهل تافيلالت



المصدر: العمل الميداني، في شهري يوليوزوغشت لسنة 2021

من خلال الشكل رقم 130، يظهر أن العديد من الفلاحين يعتمدون على القيام بعملية السقي خلال الفترات الرطبة من النهار، مثل الصباح والمساء والليل، وذلك لتجنب تبخر المياه بسبب ارتفاع درجات الحرارة خلال ساعات النهار الحارة. هذا يعكس استراتيجية التكيف والتأقلم التي يتبعها الفلاحون للحفاظ على كميات المياه المستخدمة في السقي وتقليل الهدر.

من اللافت أيضًا أن نسبة مهمة من الفلاحين تبلغ حوالي 15.3% يقومون بعملية السقي في جميع فترات اليوم، بما في ذلك الفترات الحارة من النهار. يمكن أن يكون ذلك ناتجًا عن الحاجة الماسة للماء في بعض الحالات، مثل حدوث نوبات من الجفاف أو احتياجات الزراعة الماسة. ومن الممكن أيضًا أن يكون لهذه السلوكيات علاقة بالدورة السقوية للخطارات، حيث قد يتعين على الفلاحين سقي المحاصيل في الأوقات المحددة بغض النظر عن الظروف الجوية.

بشكل عام، يظهر أن الفلاحين يتبعون استراتيجيات متعددة في تحديد فترات السقي، مما يعكس تكيفهم مع الظروف المتغيرة وحاجات المحاصيل المختلفة.

3- اعتماد ساكنة الواحة على زراعات أقل استهلاكا للماء ومتأقلمة مع خصائص البيئة القاحلة

استراتيجيات تعميق الآبار هي جزء مهم من جهود السكان لتدبير موارد المياه والتكيف مع نقص الإمدادات المائية. من خلال تعميق الآبار، يهدف السكان إلى الوصول إلى مياه جوفية أعمق وأكثر ثباتًا، مما يسمح بتزويد المحاصيل بالماء بشكل أكثر فعالية.

بالنسبة للاعتماد على مزروعات أقل استهلاكًا للماء وأكثر تكيفًا مع الظروف القاحلة، يمكن أن تشمل هذه المزروعات أصنافا نباتية مثل النباتات المقاومة للجفاف والتي تتطلب كميات أقل من الماء للنمو والإنتاج. على سبيل المثال، يمكن أن تشمل هذه المزروعات أصنافًا من الأشجار والنباتات الصحراوية المتكيفة مع البيئات الجافة، بالإضافة إلى تحديد أنماط الري الفعالة مثل الري بالتنقيط والري بالتحلية، التي تقلل من هدر المياه وتحسن استخدامها.

باستخدام هذه الاستراتيجيات، يمكن للسكان تخفيف الضغط على موارد المياه وتحسين تكيفهم مع الظروف البيئية القاسية، وهو ما يسهم في الحفاظ على البيئة وتحقيق الاستدامة في استخدام الموارد المائية.

جدول رقم 93: طبيعة المغروسات المعتمدة المقتصدة للماء بالواحة

المغروسات المعتمدة	عدد المستجوبين	النسبة المئوية
النخيل	74	74
الزيتون	21	21
الورديات	5	5
المجموع	100	100

المصدر: العمل الميداني، في شهري يوليوزوغشت لسنة 2021

تظهر معطيات الجدول رقم (93) أن النخيل هو المحصول الأكثر اعتماداً من قبل السكان المستجوبين في المنطقة، وذلك بنسبة تصل إلى 66%. يأتي الزيتون في المرتبة الثانية بنسبة تقدر بحوالي 28%. بينما تأتي الورديات مثل اللوز، الرمان، والمشمش في المرتبة الأخيرة بنسبة أقل.

وفي حالات طول فترات الجفاف، يفضل حوالي 53.4% من الفئة المستجوبة سقي محصول معين دون آخر. ويراعى في ذلك اختيار المحاصيل التي تظهر قدرة أكبر على التكيف مع ظروف الجفاف، مثل النخيل الذي يظهر قدرة جيدة على التحمل في مثل هذه الظروف. من الناحية العملية، يُفضل سقي الورديات مثل اللوز والرمان والمشمش أقل، نظراً لضعف قدرتها على التكيف مع طول فترات الجفاف مقارنة بأشجار النخيل.

لوحة رقم 23 : اعتماد السقي بالتقطيرلسقي المغروسات (الزيتون والنخيل والرومان)

المصدر: تصويرشخصي 10غشت 2021

4- تحسيس الساكنة بالتخلي على الزراعات المستهلكة للماء واعتماد الأقل استهلاكا له

استنزفت الفرشة المائية الباطنية، وتسببت في العطش الذي جعل جل سكان الدواوير في جحيم. فهم الذين يعانون يوميا مع ندرة الماء الشروب. يرون في هذه الزراعة المستحدثة وبالا عليهم وعلى نخيلهم

وبهائمهم، إذ أصبح منتجي البطيخ الأحمر يصدرون الماء في جلل خضراء مخططة بالسواد يصل وزنها أحيانا إلى 25 كيلوغرام (ألميمون،2015).

حسب بعض الدراسات، تقدر كمية الماء التي يستهلكها زراعة هكتار واحد من فاكهة البطيخ الأحمر، من سقي الأرض قبل زرع البذور إلى عملية الجني بحوالي 6000 م^3 من الماء باستعمال تقنية السقي بالتقطير وتتضاعف الكمية عندما يتعلق الأمر بالسقي بالغمر[1]، وهذا يعني أن كيلوغراما واحدا من البطيخ الأحمر يحتاج ما معدله 95 لتر من الماء.

رغم هذا، فان هذه الفاكهة تعتبر أقل استهلاكا للماء بالمقارنة مع مزروعات أخرى في المنطقة مثل الفصة التي تعتمدها الساكنة كعلف للماشية[2] ثم النخيل، علاوة على أن مثل هذه الزراعات تسقى طوال السنة بينما الدلاح لا يدوم سقيه سوى أربعة أشهر فقط.

فالقمح والفصة ثم النخيل، كلها مزروعات تستهلك الماء أكثر ما يستهلكه البطيخ الأحمر، إذ نظرنا من المنظور المتعلق بعدد اللترات لكل كيلوغرام واحد[3]، إلا أن مشكل استنزاف الماء بواسطة فاكهة الدلاح يكمن في اتساع المساحة المستغلة لهذه الفاكهة، مما يساهم في ارتفاع كبير لحجم المياه المستخرجة من باطن الأرض.

عموما، إن تقنين الزراعات المستهلكة للمياه بمناطق الواحات، وواحات سهل تافيلالت بشكل خاص من شأنه التخفيف من حدة أزمة مياه الشرب، وهكذا عدم المساس بحق الفرد من الماء، في المقابل، يمكن اعتماد زراعات أخرى أقل استهلاكا للماء وأكثر إنتاجية ومتأقلمة مع خصوصية البيئة الجافة، من قبيل تنمية غراسة شجر النخيل المقاوم للأمراض البيولوجية "كمرض البيوض" وتجهيزه بنظام سقي موضعي، مع مراقبته بشكل دوري (الميموني،2018).

5- تدخلات مؤسسات الدولة وجمعيات المجتمع المدني في إطار مشاريع الإعداد الهيدروفلاحي والتأقلم مع التغيرات المناخية بواحات سهل تافيلالت

عرف قطاع الموارد المائية الموجهة للسقي تدخلات متعددة، من طرف جهات مختلفة، من بينها المكتب الجهوي للاستثمار الفلاحي بتافيلالت، ثم وكالة الحوض المائي لكير زيز وغريس بالرشيدية، بالإضافة إلى المنظمات العالمية، ثم جمعيات المجتمع المدني.

---

[1]- زراعة البطيخ الأحمر على مساحة 1300 هكتار سنة 2013 بمنطقة زاكورة تكلف ما يقارب 12 مليون متر مكعب من الماء في السنة. وهذه الكمية تمثل خمس الموارد المائية السطحية لدرعة الوسطى حسب المعلومات الواردة في المخطط المديري للتهيئة المندمجة للموارد المائية لحوض درعة من خلال دراسة منجزة ما بين 1979 و2003 (ورد ضمن مقال منشور بالجريدة الإلكترونية هسبريس، تاريخ الزيارة 2022/02/18).

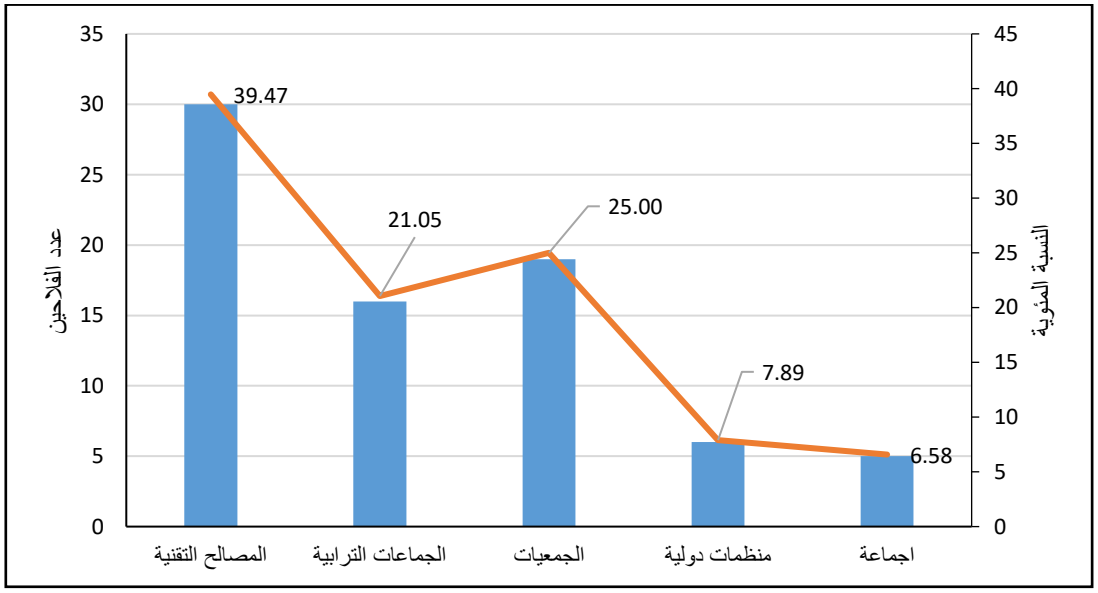
[2]- تستهلك زراعة الفصة حوالي 20 ألف متر مكعب في الهكتار الواحد، أي أربعة أضعاف ما يستهلكه هكتار واحد من البطيخ الأحمر.

[3]- حسب تصريح المناصفي في زاكورة أول من استثمر في زراعة البطيخ الأحمر بهدف تسويقي سنة 2003 بمنطقة الفايجة، أكد أن كيلو غرام واحد من البطيخ الأحمر يستهلك 96 لتر من الماء، في حين أن كيلو غرام من الحناء يستهلك 455 لتر من الماء، وأن نفس الكمية من القمح والتمر يحتاج لكي ينضج 195 و 1126 لتر من الماء على التوالي (ورد في مقال صحفي منشور بجريدة هسبريس الإلكترونية، تاريخ الاطلاع 2022/02/18، https://www.hespress.com

1-5- الجهات المتدخلة في عملية الإعداد الهيدروفلاحي بواحات سهل تافيلالت

قطاع السقي في المنطقة يشهد تدخلات عدة من مختلف الجهات، ورغم ذلك يظل التأثير محدوداً في بعض الأحيان من حيث الزمان والمكان. وتوضح نتائج البحث الميداني أن غالبية الفلاحين لم تستفد بشكل كافٍ من هذه التدخلات، حيث بلغت نسبة عدم الاستفادة حوالي 75% من الفئة المستجوبة، بينما استفاد حوالي 25% فقط منها، وهو ما يعادل 76 فلاحاً.

شكل رقم 131 : الجهات المتدخلة في قطاع المياه الموجهة للسقي



المصدر: العمل الميداني، في شهري يوليوزوغشت لسنة 2021

يُظهر الشكل رقم (131) تعدد الجهات المتدخلة في قطاع مياه السقي بمجال الدراسة. يأتي على رأس هذه الجهات المصالح التقنية، مثل وكالة الحوض المائي والمكتب الجهوي للاستثمار الفلاحي لتافيلالت والمراكز التابعة لها، حيث تمثل نسبة 39.47% من مجموع التدخلات. تليها جمعيات المجتمع المدني بنسبة 25%، وتشمل مركز دراسة وتنمية المجالات الواحية والصحراوية بالجرف والجماعات الترابية لواحات سهل تافيلالت (3 جماعات حضرية و7 جماعات قروية) بنسبة 21.05%. بالإضافة إلى ذلك، تشمل التدخلات المنظمات الدولية مثل الوكالة اليابانية للتعاون الدولي JICA ومؤسسة "أجماعة"، على الرغم من أن نسبة مساهمتهما تكون محدودة ولا تتعدى 7.89% و6.58% على التوالي من مجموع التدخلات. ولا ينبغي أيضًا تجاهل عددًا مهمًا من التدخلات التي تتم بشكل تشاركي بين الجهات المذكورة سابقًا.

أ- طبيعة تدخل مختلف الجهات في قطاع السقي بواحات سهل تافيلالت

تعددت وتنوعت تدخلات الإعداد الهيدروفلاحية المنجزة من طرف مختلف المؤسسات والفاعلين، كما يتبين نتائج الدراسة الميدانية التي يوضحها الجدول رقم (94).

جدول رقم 94: طبيعة التدخلات في قطاع مياه السقي حسب أراء المستجوبين

طبيعة التدخلات	عدد المستجوبين	النسبة المئوية
الاصلاح والتعميق	37	48,7
الإصلاح والتجهيز بوسائل الضخ والسقي	17	22,4
تقوية قدرات الموارد البشرية	20	26,3
الترافع	2	2,6
المجموع	76	100,0

المصدر: العمل الميداني، في شهري يوليوزغشت لسنة 2021

من خلال الجدول رقم 94، يمكن تصنيف التدخلات التي حضي بها قطاع السقي بواحات سهل تافيلالت على النحو التالي:

- **الإصلاح والتعميق:** تشكل حوالي 48.7% من مجموع التدخلات، وتشمل عمليات الإصلاح والتعميق مثل بناء السواقي وتنظيف الخطارات، بالإضافة إلى زيادة تعميق الآبار للحصول على موارد مائية إضافية وحمايتها من التبذير والضياع.
- **تقوية القدرات:** تشكل تدخلات تقوية القدرات حوالي 26.3% من مجموع التدخلات، وتتضمن دورات تكوينية للفلاحين والهيئات المجتمعية لتبني ممارسات جديدة في تدبير الموارد المائية.
- **التجهيز:** تأتي التدخلات المتعلقة بالتجهيز في المرتبة الثالثة بنسبة 22.4%، وتشمل توفير المعدات والتقنيات اللازمة لعمليات السقي، بما في ذلك تجهيز بالتقنيات الحديثة مثل التقطير والرش، وبناء صهاريج لتجميع مياه السقي وإحداث الآبار المائية.
- **الترافع:** تشمل التدخلات الترافعية كل الأشكال والطرق التي تهدف إلى الاستفادة من مياه السقي أو تحسين تدبيرها وحمايتها، وتشكل نسبة صغيرة من مجموع التدخلات.

لوحة رقم 24 : بعض التدخلات التي همت السقي الموضعي والاعداد الهيدروفلاحي بواحات سهل تافيلالت

المصدر: تصوير شخصي في مارس وغشت 2015 و2021.

ب- انخراط الساكنة المحلية في أشغال الاعداد الهيدروفلاحي

إن مشاركة الساكنة المحلية في تنفيذ مختلف البرامج والأشغال المرتبطة بتعبئة وتدبير الموارد المائية دور مهم في الدفع بعجلة التنمية المحلية في إطار العمل التشاركي. لقياس هذا الجانب ندرج جدولا متعلقا بإجابات الساكنة بخصوص مشاركتهم في إنجاز مشاريع التهيئة الهيدروفلاحية بالجدول الموالي:

جدول رقم 95: مشاركة الفلاحين في إنجازوتنفيذ مشاريع مياه السقي

الإجابة	النسبة المئوية	الإجابة	النسبة المئوية
مشارك	32,1	**راضي**	**27,8**
مشارك	67,9	**غير راضي**	**72,2**
المجموع	100	**المجموع**	**100**

المصدر: العمل الميداني، في شهري يوليوزوغشت لسنة 2021

من خلال الجدول رقم (95)، يظهر أن حوالي 32.1% من الفلاحين شاركوا في تنفيذ وإنجاز مشاريع التهيئة الهيدروفلاحية، بينما عبر 67.9% عن عدم مشاركتهم.

تأثير التدخلات الهيدروفلاحية على السكان له أهمية كبيرة على مستوى مختلف جوانب الحياة. ومن أجل قياس هذا الجانب من منظور المستفيدين من مختلف التدخلات التي تنفذها الجهات المعنية وجمعيات المجتمع المدني والمنظمات الدولية في مجال السقي، تم تضمين سؤال في الاستبيان يتعلق بمدى رضا الفئة المستهدفة عن مشاريع التهيئة الهيدروفلاحية.

على الرغم من تعقيد وتعدد شروط استفادة الفلاحين من مشاريع التهيئة الهيدروفلاحية، إلا أن حوالي 72.2% من الفلاحين عبروا عن عدم رضاهم عن هذه المشاريع والتدخلات. يعزى ذلك، في رأيهم، إلى عدم مشاركة السكان في تطوير المشاريع وتنفيذها. بينما أكد 27.8% من المستجوبين رضاهم عن التدخلات التي نفذتها مختلف الجهات في قطاع السقي.

ج- تحديات محدودية فعالية مشاريع الإعداد الهيدروفلاحية من منظور المستجوبين

بالرغم من رضا بعض العينات من المستجوبين بخصوص تدخلات الإعداد الهيدروفلاحية، إلا أن العينات غير الراضية أكدت وجود تحديات ومشاكل متعددة يجب التغلب عليها أو على الأقل التخفيف من حدتها، كما يوضح ذلك الجدول الموالي.

جدول رقم 96: أراء الفلاحين حول طبيعة التحديات التي تعرقل التدخلات في مجال مياه السقي

طبيعة التحديات	النسبة المئوية (%)
مادية وتقنية	26,5
طبيعية	42,2
بشرية	2,4
إدارية	4,8
تحديات أخرى	24,1
المجموع	100,0

المصدر: العمل الميداني، في شهري يوليوزوغشت لسنة 2021

حسب معطيات الجدول رقم (96)، فإن أهم الاكراهات والمشاكل التي يوجهها قطاع السقي بمجال الدراسة تتمثل فيما يلي:

- **التحديات الطبيعية:** يواجه حوالي 42.2% من المستجوبين مشاكل طبيعية تعيق إنجاز أو استمرار التدخلات المنجزة في إطار التهيئة الهيدروفلاحية، مثل توالي فترات الجفاف وقلة الأمطار التي تؤثر سلبًا على الموارد المائية المتاحة للسقي.
- **التحديات المادية والتقنية:** يواجه نسبة 26.5% من الفلاحين مشاكل مادية، مثل ارتفاع تكاليف صيانة التقنيات والمعدات المستخدمة في عملية السقي، بالإضافة إلى الإمكانيات المادية المطلوبة لحفر الآبار الجديدة. كما تشمل هذه التحديات مشاكل تقنية مرتبطة بضعف الخبرة والتدريب في استخدام التقنيات الحديثة في مجال السقي.
- **التحديات البشرية:** تواجه نسبة قليلة من الفلاحين (2.4%) مشاكل بشرية، تتعلق بالصراعات الناشئة عن تدبير المنشآت المائية المشتركة مثل توزيع مياه الفيض أو مياه الخطارات بين المستفيدين.

2-5- اعتماد تقنيات أكثر اقتصادا للماء

عند وصول مياه السقي إلى الحقول الزراعية فإنها غالبا ما تتعرض للهدر والتبذير بفعل سيادة الطرق تقليدية للسقي[1]، مما يفرض تبني حلول لحماية الماء من الضياع والتبذير على مستوى الحقول.

أ- استعمال تقنية السقي بالنانو

تقنية النانو في السقي تُعتبر جديدة ومبتكرة في نقل الماء، حيث تعتمد على دفن أنابيب النانو تحت سطح التربة بالقرب من جذور النباتات. يُمكن للغشاء النانوي التصاقًا مع جزيئات التربة بفضل دفنه تحت الأرض، ونتيجة لتأثير الضغط، يمر الماء مباشرة عبر الغشاء إلى المناطق ذات الضغط العالي إلى المناطق ذات الضغط المنخفض، وهذا يحاكي طريقة تحرك الماء داخل النبات بواسطة جذوره، لكن بشكل عكسي[2] (لوحة رقم 25).

[1] -يعتبر القمح بنوعيه الطري والصلب والشعير والذرة ثم الخضروات أكثر الزراعات سيادة بمجال الدراسة، إلا أن اعتمادها على السقي التقليدي باستعمال الغمر واللوح ساهم بشكل كبير في استنزاف الفرشة الباطنية، مقابل إنتاجية ضعيفة، فعلى سبيل الذكر لا تتعدى إنتاجية الهكتار الواحد من القمح الصلب والقمح الرطب 33و 21 قنطار على التوالي، مقابل 7 و 14 قنطار فقط في الهكتار لشعير والذرة على التوالي.

[2]- غشاء ذو مسامات دقيقة جدا غير مرئية تصل الى حوالي 100000 مسام / لكل سم مربع وقطر من 10 ~ 900 MN

لوحة رقم 25 : تقنية السقي بالنانومتر

المصدر: شبكة الأنترنيت 2021

تقنية السقي بالنانو تسمح بنقل جزيئات الماء والمواد المذابة فيها، مثل الأملاح والسماد، خلال الانتقال في التربة. بالإضافة إلى ذلك، تمكن هذه التقنية من إطلاق كميات صغيرة من الماء بسرعة متساوية مع سرعة امتصاص النباتات للماء من التربة على مدار الساعة.

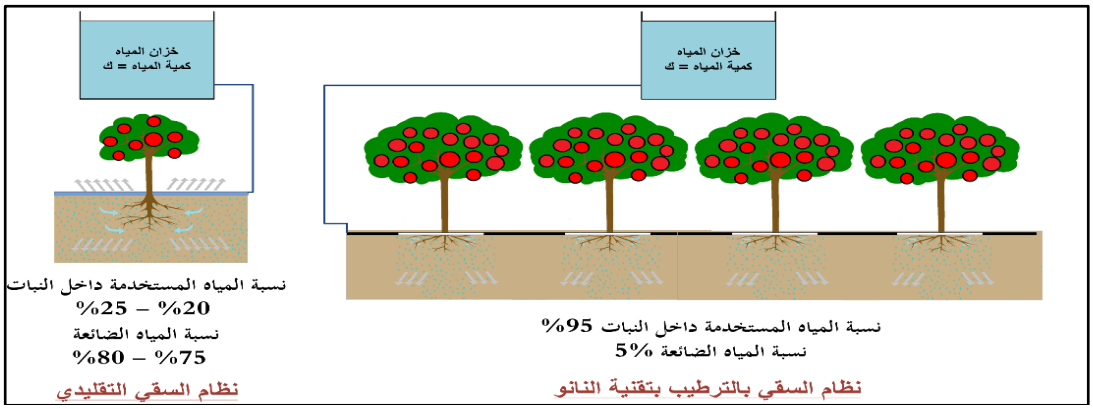
عملية انتقال الماء باستخدام تقنية النانو لا تتوقف حتى يتوازى الضغط الخارجي للماء داخل التربة مع الضغط الداخلي للماء داخل الأنبوب النانو. يتميز السقي بالنانو بكونه عملية مستمرة ودائمة، وهو يختلف تمامًا عن طرق السقي الأخرى مثل السقي بالتقطير أو الرش المحوري أو السقي بالغمر. هذا النظام لا يحتاج إلى طاقة للدفع، حيث تولد جذور النباتات الطاقة اللازمة لنقل جزيئات الماء إلى منطقة الجذور وامتصاصها منها.

تقنية السقي بالنانو أو الترطيب تتمتع بعدة مميزات تجعلها مفضلة للاستخدام، ومن أهم هذه المميزات:

1. **توفير كمية المياه:** تقلل تقنية السقي بالنانو من كمية المياه المستخدمة للري بنسبة تتجاوز 60 إلى 80% مقارنة بالطرق التقليدية، حيث لا يحدث هدر الماء بسبب التبخر أو التسرب إلى باطن الأرض.
2. **عدم الحاجة للمعدات الكهروميكانيكية:** لا تتطلب تقنية السقي بالنانو استخدام مضخات المياه أو محركات الديزل، وبالتالي فهي خالية من الأجزاء الميكانيكية وسهلة التركيب والصيانة.
3. **توفير الطاقة:** نظرًا لعدم الحاجة للمعدات الكهروميكانيكية، يقلل النظام من استهلاك الطاقة بنسبة تصل إلى 95% مقارنة بالطرق التقليدية مثل السقي بالتقطير.
4. **التشغيل التلقائي:** يعمل النظام تلقائيًا دون الحاجة للتدخل البشري، مما يقلل من تكاليف اليد العاملة.

من المهم مقارنة تقنية السقي بالنانو مع أنواع السقي السطحي الأخرى. فمثلاً، يُظهر الرسم رقم 6 أن كمية الماء المستخدمة في سقي شجرة واحدة باستخدام تقنية النانو تكفي لسقي أربع شجرات باستخدام الطرق التقليدية، وتزيد نسبة إنتاج كل شجرة بنسبة 30%[1].

رسم توضيحي 5 : تقنية السقي بالنانو مقارنة مع أنواع السقي الأخرى



المصدر بتصرف عن موقع http://ghirass.innugate.com

ب- توسيع دائرة استعمال تقنيات السقي بالتقطير

السقي بالتقطير يعتبر واحدًا من الأساليب الحديثة والمقتصدة لاستخدام المياه في الزراعة، ويمكن اعتماده لتفادي عيوب التقنيات التقليدية وتحسين كفاءة استخدام المياه وزيادة الإنتاجية. ومع ذلك، تواجه هذه التقنية بعض الإكراهات التي يمكن التغلب عليها من خلال إنشاء تعاونيات مستخدمي مياه السقي للأغراض الزراعية.

توسيع نطاق استخدام السقي الموضعي في واحات سهل تافيلالت يمكن أن يكون حلاً لهذه الإكراهات، خاصةً مع أن 80% من العينة المستجوبة لا تزال تعتمد على الطرق التقليدية مثل الغمر في عملية السقي. ومن الجدير بالذكر أن استخدام السقي بالتقطير يتم في الغالب في الضيعات العصرية خارج نطاق الواحات القديمة.

بالإضافة إلى ذلك، هناك نسبة تصل إلى 12% من عينة الدراسة تجمع بين السقي بالتقطير والغمر، وأحيانًا يتم استخدام تقنية الرش المحوري. هذا يشير إلى تبني تدريجي للتقنيات الحديثة والمزيج بين الطرق التقليدية والمستجدة لزيادة كفاءة استخدام المياه في الزراعة وتحسين الإنتاجية.

جدول رقم 97: طريقة السقي بمجال الدراسة

طريقة السقي	عدد المستجوبين	%
الغمر	240	80
التقطير	24	8
الغمر والتقطير والرش	36	12
المجموع	300	100,0

[1] السقي باستخدام تقنية النانو (innugate.com) | GHIRASS ECOTECHNOLOGY

III. استراتيجيات التكيف مع التغير المناخي بواحات حوض زيز-غريس

يمكن لواحات سهل تافيلالت مواجهة التحديات الكبيرة المطروحة خلال الألفية الثالثة، والتي تتعلق بشكل أساسي بتأثيرات التغيرات المناخية وأزمة المياه. يجب أن تتبنى سياسات فعالة تقوم على تدبير متكاملة للموارد الطبيعية بأساليب حديثة.

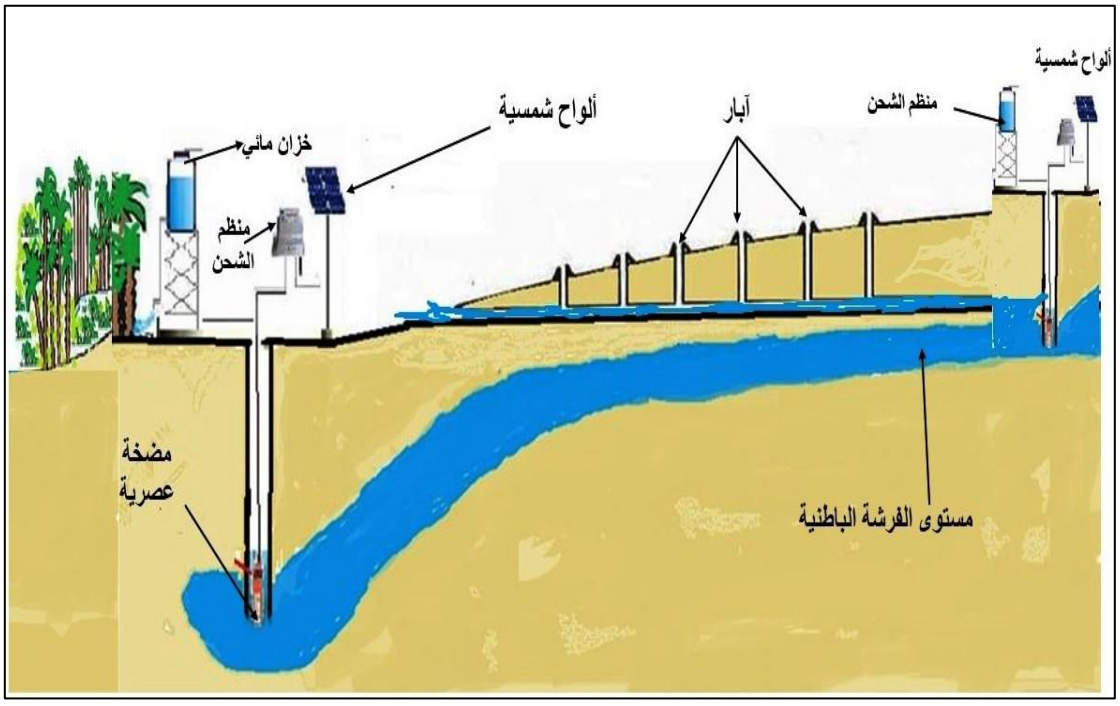
لتحقيق هذا الهدف، يتعين توحيد الجهود على المستوى القانوني والتنظيمي والتقني؛ حيث أصبح من الضروري وضع استراتيجيات لتحقيق تدبير فعال وأمثل لحفظ الموارد الطبيعية. وفي ظل هذا الوضع البيئي المقلق، يمكننا تقديم مجموعة من المقترحات التي تهدف إلى تدبير محكمة للموارد الطبيعية، خاصة الموارد المائية.

1- الإستراتيجية التنموية المقترحة لرد الإعتبار للخطارات بواحات سهل تافيلالت

بناءً على ما سبق، يعتبر الخطارات موردًا ترابيًا وتراثيًا فريدًا يميز المناطق الواحية في جنوب شرق المغرب، خاصة واحات سهل تافيلالت. لقد لعبت دورًا بارزًا في تنظيم الحياة الاجتماعية والثقافية في المنطقة، وساهمت في تثبيت السكان من خلال نشاطاتها في تنشيط الحياة الاقتصادية.

وأمام الواقع الصعب الذي تواجهه وإكراهات الحياة التي تهددها بالتدهور والانهيار، فقد قمنا بمحاولة لإعادة الاعتبار للخطارات وتنشيط نشاطاتها من خلال التحريات الميدانية الموجهة لهذا الغرض. ويتطلب هذا الوضع اتخاذ تدابير عاجلة لا يمكن تأجيلها، حيث يجب العمل على الحفاظ على هذا المورد الثري وتعزيز دوره في تنمية المنطقة وتحسين جودة حياة السكان.

رسم توضيحي رقم6 : رسم تخطيطي للنموذج التنموي المقترح لإعادة رد الاعتبارللخطارات



المصدر: تصورشخصي للنموذج التنموي لرد الاعتبارللخطارات بناء على نتائج التحريات الميدانية

ونقترح القيام بما يلي:

- **تزويد سافلة الخطارة بألواح الطاقة الشمسية والمحركات الكهرومائية** يعد حلاً مبتكراً وعملياً لمواجهة نقص المياه، حيث يمكن استخدام الطاقة الشمسية لتشغيل المحركات وضخ المياه من المصادر البديلة مثل الآبار الجوفية، مما يقلل الاعتماد على الموارد المائية التقليدية ويساهم في تحسين الاستدامة البيئية.
- **يجب تنظيم الأنشطة الزراعية في سافلة الواحة بعناية**، من خلال اختيار أنواع المحاصيل التي تحتاج إلى كميات مائية مناسبة وتتكيف مع البيئة المحيطة. يمكن اعتماد غرس أشجار النخيل وأنواع أخرى من الأشجار ذات القيمة الاقتصادية العالية لتحقيق استفادة أقصى من الموارد المائية المتاحة.
- **بناء سواقي مجهزة بأنابيب** لحماية المياه من التبخر يعد إجراءً هاماً للحفاظ على كميات الماء المخزنة وتقليل الفاقد في عملية الري. يمكن أيضاً تصميم هذه السواقي بشكل يسهل توجيه المياه بشكل فعال إلى الحقول والمحاصيل، مما يعزز كفاءة استخدام الموارد المائية ويحسن الإنتاجية الزراعية.

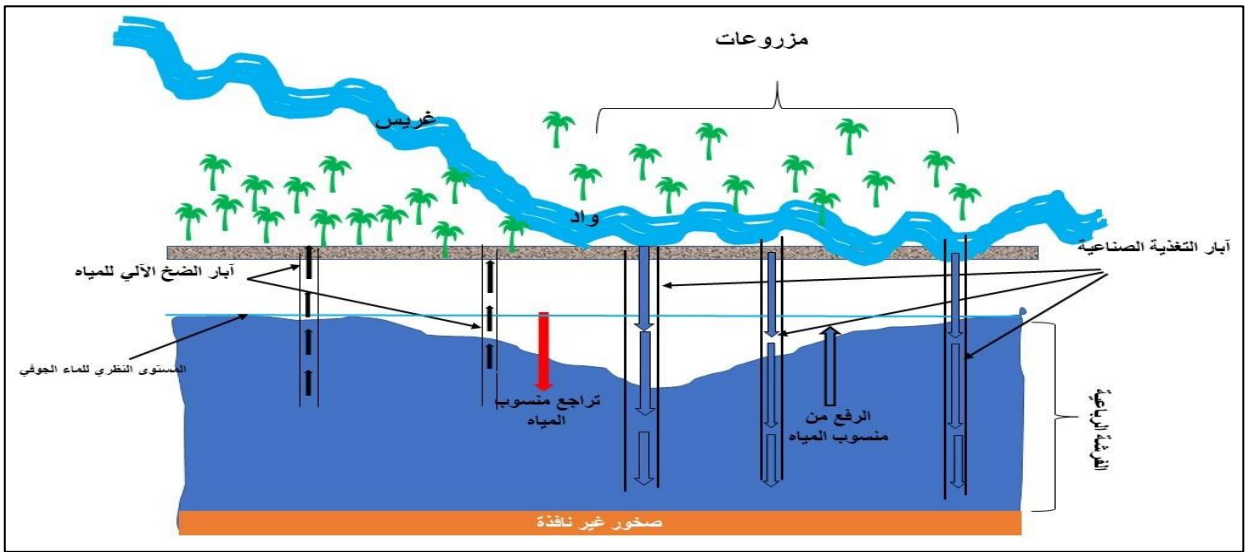
2- التغذية الاصطناعية للفرشة الباطنية

تقنية التغذية الاصطناعية للمياه الجوفية تعتبر حلاً مهماً في ظل تراجع منسوب مياه الفرشة الباطنية نتيجة للظروف الجوية القاسية وسوء استخدام المياه. تعتمد هذه التقنية على حفر آبار على طول الوديان لتوفير إمداد مستمر للمياه الجوفية إلى الفرشة الرباعية الهزيلة في المنطقة. يمكن أن تكون هذه التقنية فعالة في تعويض المياه المسحوبة وضمان استمرارية توفير المياه للمزارعين والمجتمعات المحلية.

تقنية التغذية الاصطناعية تعتبر خياراً جيداً لتعزيز الاستدامة المائية وتحسين توزيع المياه في المنطقة، ومن المهم أن تتم عمليات الحفر بشكل استراتيجي ومتوازن لتحقيق أقصى فائدة من الموارد المائية المتاحة. يمكن لهذه التقنية أن تحقق التغذية المستدامة للمياه الجوفية وتحافظ على توازن النظام البيئي في المنطقة.

يوضح الرسم التوضيحي رقم 7 عملية تطبيق تقنية التغذية الاصطناعية للمياه الجوفية وكيفية تحسين توزيع المياه في الفرشة الرباعية الهزيلة، مما يسهم في تعزيز الإنتاج الزراعي وتحسين الظروف المعيشية للسكان المحليين.

رسم توضيحي رقم7 : رسم توضيحي للتغذية الاصطناعية للفرشة المائية

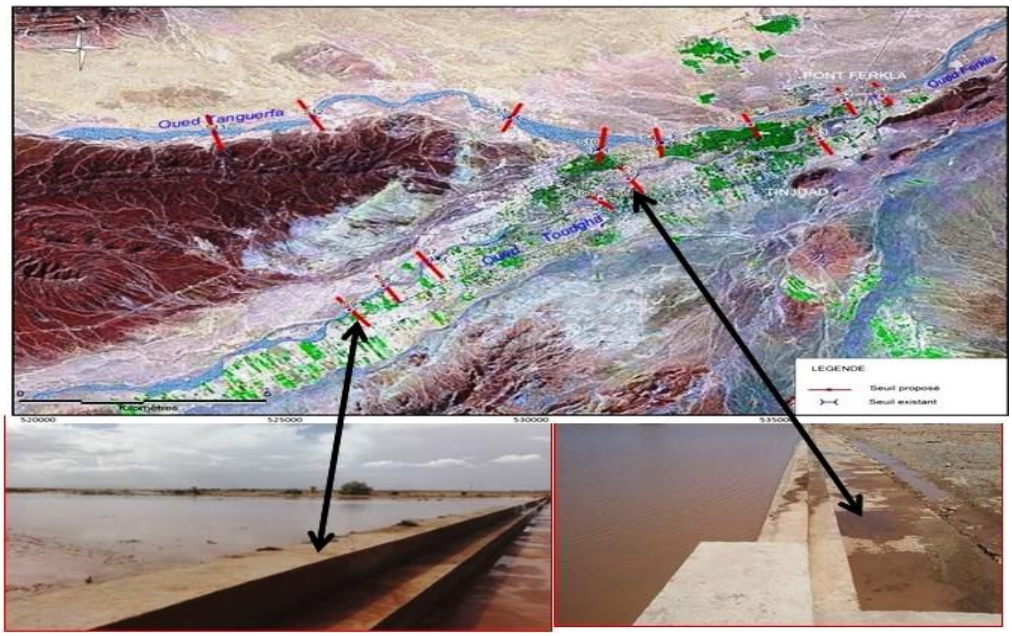


المصدر: رسم شخصي، نونبر2021

عملية التغذية الصناعية تهدف إلى استغلال وتنظيم مياه الإمتطاحات بطريقة تجنب الكوارث وتعزيز مخزون المياه الجوفية وتوازن الإمداد والاستهلاك. يُعتبر بناء العتبات المائية على مجرى الوديان أحد الحلول الناجعة لتحقيق هذا الهدف. على سبيل المثال، في منطقة فركلة والجرف، قامت وكالة الحوض المائي بالرشيدية بالتعاون مع الجهات المعنية ببناء العتبات المائية على مجرى الوديان.

تتكون العتبات المائية من حواجز إسمنتية تُقام بشكل عمودي على مجرى الوادي. تكون ارتفاعاتها في الاتجاه المقابل لجريان الماء، ما بين 1 و2 أمتار، مما يسمح عند مرور مياه الفيض بالاحتفاظ بكميات هامة من الماء على مساحة واسعة. يساهم ذلك في تغذية الفرشة الباطنية التي تُغذي منابع الخطارات وتحافظ على استمرارية تدفق المياه واستدامتها في المنطقة (خويا وآخرون،2021).

شكل رقم132 :مو اقع العتبات المائية على طول واد تانكرفة بفركلة



تمثل عملية تطعيم الفرشة المائية في منطقة حنابو والسيفا جزءًا هامًا من جهود إعادة تكوين الموازنة المائية في هذه المنطقة. قامت وكالة الحوض المائي لكير زيز غريس ببناء عتبة على وادي حنيش في الفترة بين عامي 2013 و2016 بهدف استغلال مياه حمولات الوادي لتغذية الفرشة المائية التي تغذي منابع الخطارات في منطقة حنابو والسيفا.

ويُقدر حجم المياه المغذية للفرشة المائية بـ 0.093 مليون متر مكعب في عتبة حنابو، و0.102 مليون متر مكعب في عتبة السيفا. يعتبر هذا الإجراء جزءًا من الاستراتيجية الشاملة لتدبير الموارد المائية وتحسين توزيع المياه في المنطقة، مما يعزز استدامة الزراعة وحياة السكان فيها (OURHOU,2017).

صورة رقم 15 : صورة جوية لموقع العتبات المائية لمنطقة حنابو والسيفا

المصدر: Google earth pro ,2015، بتصرف بتاريخ 2021/11/15

4- تدابير واستراتيجيات التكيّف في واحات تافيلالت

الاستراتيجيات المعتمدة للتكيف مع التغيرات المناخية في منطقة حوض زيز-غريس، وخاصة في سهل تافيلالت وواحات زيز-غريس الأوسط، بالإضافة إلى المناطق الجبلية للأطلس الكبير الشرقي، تتضمن التدابير البيئية (E) والتدابير المائية والزراعية (C) والتدابير الصناعية (I)، وتتنوع الاستراتيجيات المقترحة حسب النوعية الجغرافية والاحتياجات الخاصة لكل منطقة.

فيما يلي استراتيجيات التكيف لثلاث مناطق مختلفة في حوض زيز-غريس:

1. واحات زيز-غريس الأوسط :

- C1: تعبئة مياه الأمطار واستغلالها في السقي الزراعي.
- C2: زيادة كثافة غراسة أشجار النخيل.
- C3: التحكم في ملوحة المياه والتربة.
- C5: إعادة استخدام مياه الصرف الصحي بعد معالجتها.

2. سهل تافيلالت :

- E2: تمديد فترات طلقات سد الحسن الداخل في فترات الجفاف.
- E4: إنشاء محطات معالجة مياه الصرف الصحي.
- E6: التحديد الدقيق للمناطق المعرضة للفيضانات.
- C4: الرفع من السعة التخزينية لسدود الكبرى والصغرى.

3. المناطق الجبلية للأطلس الكبير الشرقي:

- I1: تطوير وتحديث البنية التحتية للصناعات المحلية لتوفير فرص عمل محلية وتنويع مصادر الدخل.
- I3: تشجيع الابتكار وتبني التكنولوجيا النظيفة في الصناعات المحلية للحد من التأثير البيئي السلبي.
- I4: تنفيذ سياسات تشجيعية لتحفيز الاستثمار في الصناعات المستدامة والمتوافقة مع البيئة.

هذه الاستراتيجيات تهدف إلى تعزيز القدرة على التكيف مع التحديات المناخية وضمان استدامة الموارد الطبيعية والاقتصادية في المنطقة.

خطاطة رقم2 :تدابيرواستراتيجيات التكيف مع التغيرات المناخية بواحات تافيلالت

4- أشكال تكيف الواحات مع ظاهرة زحف الرمال

يتبع أنشطة مكافحة الترمل حتى الآن نهجًا يركز على التقنيات الوقائية، ويتمحور حول تثبيت الكثبان وصيانتها باستخدام حباك الجريد وأشرطة التصدي في قطاعات التراكم. ومع ذلك، لم يتم التركيز على قطاعات التآكل كموضوع يستوجب التدخل. هذا قد يؤدي إلى طول مدة التصدي لمشكلة الترمل،

خاصةً مع تحرك الرمال وتدهور الغطاء النباتي، خاصة في القطاعات الحيوية للواحة التي تعاني من تغذية رملية مفرطة مثل حنابو، فزنا، والعشورية.

في مجال الدراسة، هناك تدخلات تهدف إلى حماية المجال الزراعي والمنشآت المائية، ويمكن التمييز بين التدخلات التقليدية التي يقوم بها الفلاحون، والتدخلات العصرية التي تعتمد على تقنيات متقدمة:

- **التدخلات التقليدية:** يمكن أن تشمل استخدام التقنيات المحلية المتاحة مثل زراعة النباتات المثبتة للتربة ومنع انتشار الترمل. يمكن أيضًا استخدام الحباك الجريد وأشرطة التصدي كتقنيات وقائية.
- **التدخلات العصرية:** تشمل استخدام تقنيات هندسية متقدمة مثل بناء الحواجز الرملية والجدران الخضراء للحد من تحرك الرمال وحماية المساحات الزراعية.

من الضروري تضمين قطاعات التآكل في أنشطة مكافحة الترمل لتحقيق أفضل النتائج وضمان الاستدامة البيئية والزراعية في المنطقة.

4-1- التقنيات التقليدية والعصرية للحد من زحف الرمال

يمتلك الفلاح المحلي خبرة وفهمًا عميقًا للظروف والتحديات التي تواجه المنطقة التي يعيش فيها، بما في ذلك مشكلة الرمال. يعتمد الفلاح المحلي على تجاربه الشخصية والمعرفة المحلية لابتكار تقنيات تساهم في التخفيف من هذه المشكلة. من بين هذه التقنيات، يمكن ذكر:

أ- بناء الأسوار للحد من حركية الرمال

هو إجراء يتخذه السكان المحليون للحفاظ على أراضيهم ومحاصيلهم من تأثير الرمال. تظهر الصورة الرقم 16 أن هذه الطريقة يمكن أن تؤخر تحرك الرمال نحو المناطق المراد حمايتها. ومع ذلك، قد تتسلل الرمال عبر الأسوار بفعل قوتها وتعدد اتجاهاتها، مما يعني أن الأسوار لا تقضي على المشكلة بشكل نهائي وإنما تؤخر وصول الخطر. علاوة على ذلك، يمكن أن تؤدي الأسوار إلى تراكم الرمال وظهور الكثبان بسبب عامل الحاجز الصناعي، مما يترك المناطق المحمية مهددة بالهجوم الرملي. ويظهر الشكل رقم 133 أن نسبة 22% من السكان قاموا ببناء الأسوار لتفادي دخول الرمال والحد من تأثيرها على محاصيلهم، ولكنها لا تمثل حلاً نهائياً للمشكلة وقد تظل المنطقة تحت تهديد الرمال بشكل دائم.

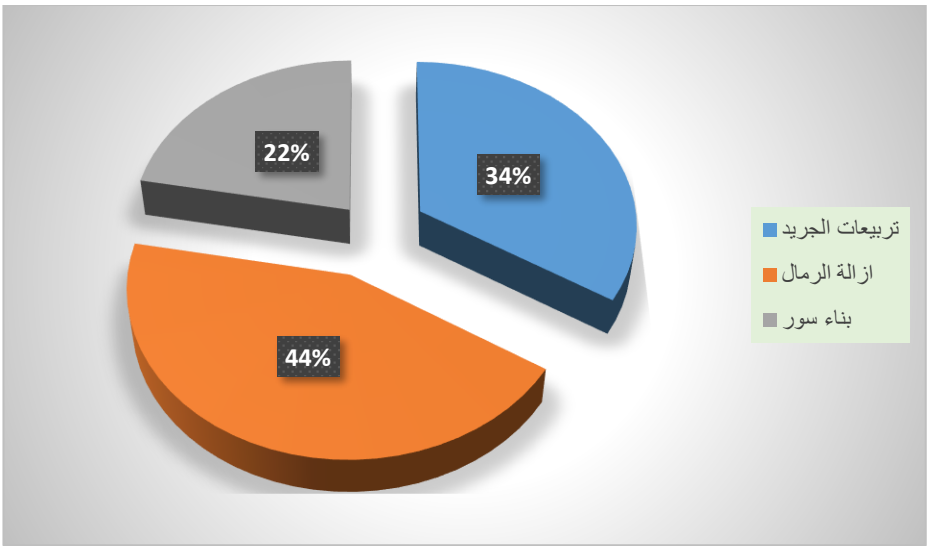
صورة رقم 16 : سور تضرر بفعل زحف الرمال بمنطقة تنغراس (الريصاني)

المصدر: تصوير شخصي 2016/04/10

ب- اعتماد جريد النخل لإيقاف زحف الرمال

يمثل إحدى الطرق التقليدية التي يستخدمها الفلاحون لمكافحة الترمل. يتم ذلك من خلال إزالة الرمال من داخل الحقول وقنوات السقي بشكل دوري، ويتم ذلك في بداية كل موسم فلاحي جديد وبعد مرور عواصف رملية قوية. يعتمد الفلاحون في هذه العملية على القوة البدنية ومساعدة الأبناء أو اليد العاملة المأجورة، وتتم العملية بوسائل بسيطة مثل القفة والدابة، أو باستخدام الجرافات لنقل الرمال إلى مناطق لا تهدد بها المزارع الآخرون. يُمثل هذا النوع من التدخلات نسبة 44% من جميع الإجراءات التي يتخذها السكان المحليون لمكافحة زحف الرمال، وتأتي بعدها إقامة تربيعات الجريد بنسبة 34%. يمكن ملاحظة ذلك في الشكل رقم 133 واللوحة رقم 26.

شكل رقم 133 : الطرق التي تستعملها الساكنة للحد من زحف الرمال



المصدر: العمل الميداني، في شهري يوليوزوغشت لسنة 2021

لوحة رقم 26 : استصلاح الأراضي المرملة بالجرار بمنطقة السيفا و إقامة حاجز من جريد النخيل لحماية الحقول

المصدر: BENCACEM ,2018، وتصوير شخصي سنة 2016

2-4- التقنيات العصرية للحد من زحف الرمال

أ- التصدي الميكانيكي لزحف الرمال، لوحات الفيروسيمات وتربيعات الجريد

تهدف هذه التقنيات إلى منع زحف الرمال خلال العواصف الرملية. تشتمل وسائل التثبيت على اللوحات المتموجة من الفيروسيمات والتي يمكن تركيبها بسهولة وسرعة، كما يمكن رفعها ونقلها بسهولة لتجنب تلفها أثناء العواصف. كما تشمل أيضًا استخدام الجريد والقصب وأغصان الأشجار كوسائل محلية لتثبيت الرمال.

لوحة رقم 27 : تقنيات التصدي لزحف الرمال بواسطة اللوحات المتموجة وتربيعات جريد النخل بواحة حنابو

المصدر: تصوير شخصي بواحة حنابو 2016/04/09

تتميز هذه الوسائل بسهولة الاستخدام والتشغيل، ويمكن الانتهاء من العمل بسرعة، كما أنها لا تتطلب يد عاملة كبيرة. ومن الإيجابيات أيضًا أنها تساهم في تسريع وتيرة الأشغال، ويمكن رفعها ونقلها بسهولة لتجنب الضرر أثناء العواصف.

مع ذلك، تظل هناك بعض السلبيات، مثل التكلفة العالية لهذه الوسائل، حيث يقدر سعرها بحوالي 105.000 درهم لكل كيلومتر خطي، كما تتطلب صيانة دورية للحفاظ على كفاءتها وفعاليتها.

ب- التصدي البيولوجي

إذا كان التصدي الميكانيكي يهدف إلى إنشاء حواجز ما بين مصدر الرمل والهدف المراد حمايته، فالتصدي الميكانيكي يلعب دورا هاما، لكن لا يمكنه أن يؤمن التثبيت الدائم للكثبان، إذ يتطلب صيانة مستمرة، مما يثقل من سعر الصيانة.

فإن التصدي البيولوجي يستعمل مصدات نباتية حية (اللوحة رقم 28). ولذلك فإن زرع غطاء نباتي يبقى ضروريا لتدعيم دور الحواجز الميكانيكية وتبديلها على المدى المتوسط والبعيد، وبذلك يعتبر الغطاء النباتي وسيلة بيولوجية فعالة لمقاومة التعرية.

لوحة رقم 28 : تدعيم التثبيت الميكانيكي بالتثبيت البيولوجي بواحة عرب الصباح غريس

تصويرشخصي بتاريخ 2016/04/10

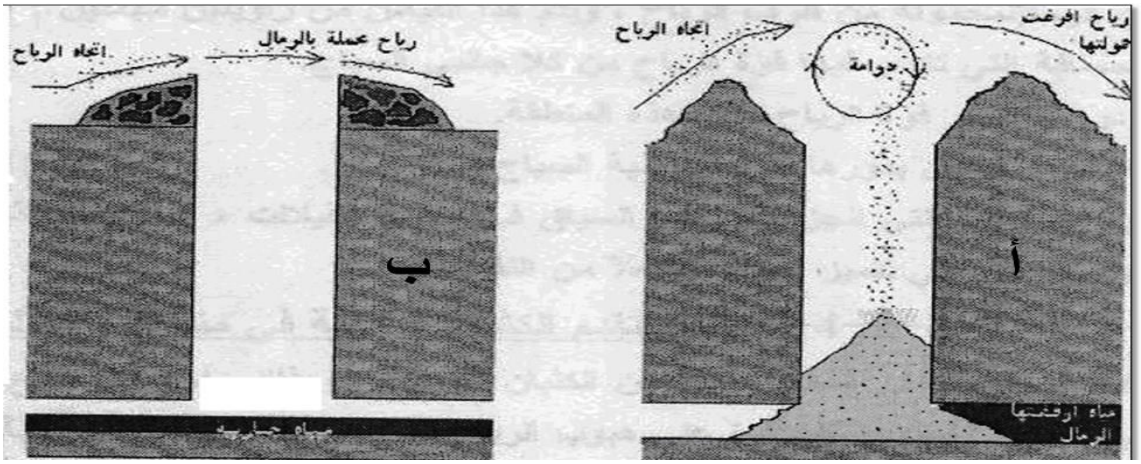
نلاحظ من خلال اللوحة رقم (28) ازدواجية بين التثبيت الميكانيكي والبيولوجي، لضمان استمرارية المقاومة والمكافحة من خطر زحف الرمال، لذا يمكن القول إن هناك تكامل بين هاتين التقنيتين، حيث إن المكافحة الميكانيكية توفر الظروف المحلية لعمل المكافحة البيولوجية، وهذه الأخيرة بدورها تكمل دور المقاومة الميكانيكية، وتعمل على استدامة المكافحة.

3-4- بعض الجهود المبذولة لحماية المنشآت المائية من الترمل

اقترح الدكتور السعيدي يوسف خطة لحماية الخطارات من زحف الرمال تعتمد على بناء مدارات من الطين فوق قواعد محدبة. تهدف هذه المدارات إلى تسريع حركة الرمال وتوجيهها بعيدًا عن فتحة البئر، حيث يكون المدار المطل على البئر مقعرًا في الوسط لمنع صعود الرمال إلى الأعلى وتجنب سقوطها على البئر. كما يمكن بناء حواشي لآبار الخطارات لتوجيه الرمال بعيدًا عن الفتحة الباطنية، مع تقريب هذه الحواشي إلى بعضها البعض ومنحها شكلاً مقببًا لمساعدة الرياح على تفادي ترسب الرمال في

الآبار. يتمثل الهدف في الحفاظ على نظافة فتحات البئر ومنع انسدادها بالرمال، كما يوضح الشكل المرفق موقع فتحات البئر والطريقة المثلى لحمايتها من الرمال المتساقطة نحو القناة الباطنية(السعيدي،2004).

رسم توضيحي رقم 8 : تقنية وقاية أفواه الخطارات من الرياح المحملة بالرمال



المصدر : يوسف السعيدي، 2004

بناءً على الوصف، يتضح أن الرسم التوضيحي رقم (8) يصور حالتين للآبار:

- **الحالة الأولى (أ):** في هذه الحالة، يُظهر الرسم الترسبات الرملية في قناة مرور المياه أسفل البئر. يُعزى هذا الترسيب إلى تكوين دوامات في المياه بسبب تصميم فتحة البئر، مما يؤدي إلى انتقال الرمال وترسبها داخل البئر.
- **الحالة الثانية (ب):** في هذه الحالة، يظهر الرسم تنفيذ بئر مهيأة، حيث تم تصميم فتحة البئر بشكل يمكن من توجيه اتجاه الرياح المحملة بالرمال نحو الأعلى. هذا التصميم يساعد على تجنب تشكيل الدوامات ويحافظ على نظافة فتحة البئر ويمنع ترسيب الرمال بداخلها.

تلخيص الفرق بين الحالتين يعكس أهمية تصميم الآبار بشكل صحيح لتجنب تراكم الرمال داخلها وضمان استمرارية تدفق المياه بشكل سلس وفعال.

صورة رقم 17 : صورة جوية تبين تقنية التربيعات لحماية الطريق الجهوية والخطارات بمنطقة الجرف من زحف الرمال

المصدر بتصرف: Google Earht 2015

5- بعض البرامج وخطط النهوض بالواحات

تم العمل بالتعاون مع المنظمات العالمية على وضع استراتيجيات وخطط وطنية للنهوض بالواحات المغربية، وذلك نظراً للتحديات التي تواجه واحات الجنوب الشرقي، بما في ذلك واحات سهل تافيلالت، ولأهمية الإيكولوجية التي تتمتع بها هذه المناطق نذكر من بينها ما يأتي:

5-1- المشروع الوطني لإنقاذ واعداد الواحات

قام المشروع الوطني لإنقاذ واعداد الواحات بإعداد دراسة شاملة في الفترة من 2002 إلى 2004، بمبادرة من مديرية إعداد التراب الوطني. تركزت الدراسة على تحليل وتقدير الوضع الراهن للواحات المغربية، بهدف وضع استراتيجية شاملة لتنميتها وتهيئتها، من خلال تنفيذ برنامج قصير ومتوسط المدى لإعادة الاعتبار لهذه المناطق الهشة.

أحد الخيارات الاستراتيجية التي اتخذها هذا المشروع هو التركيز على تدبير ندرة المياه، من خلال اقتراح نموذج يهدف إلى الاستفادة القصوى من الموارد المائية المتاحة. يعتمد هذا النموذج على معرفة وتحليل الترابط بين مختلف مصادر المياه واستخداماتها، باستناد إلى العلاقات المعقدة والمتعددة التي تحدد الواقع المائي في المنطقة. يمثل هذا النموذج إطارًا مرجعيًا يساعد في تحديد الموارد المائية المتاحة واستخداماتها المحتملة بما يتناسب مع الظروف الفريدة لكل حوض ومنطقة (مديرية إعداد التراب الوطني،2006).

5-2- إحداث الوكالة الوطنية لتنمية مناطق الواحات وشجر الأركان

لتعزيز التنمية في المناطق الواحاتية المغربية ومواجهة التحديات التي تواجهها، أنشأت الحكومة الوكالة الوطنية لتنمية مناطق الواحات وشجر الأركان وفقاً للقانون رقم 10-06 الصادر في 18 فبراير 2010. تهدف هذه الوكالة بشكل رئيسي إلى تطوير الموارد البشرية واستغلال الثروات الاقتصادية وحماية البيئة.

قامت الوكالة بإطلاق مشروع غرس مليون نخلة مثمرة بحلول عام 2015 على مساحة تبلغ 48 ألف هكتار. بالإضافة إلى ذلك، تم تكليف الوكالة بمهام عدة، بما في ذلك حماية وتنمية أشجار النخيل في المناطق الواحاتية، وتعزيز تدبير الموارد المائية المحدودة وتحسين استخدامها، ومكافحة التصحر وتقدم الرمال. كما تشجع الوكالة الأبحاث العلمية المتعلقة بالأنظمة البيئية في المناطق الواحاتية. .

5-3- الوكالة اليابانية للتعاون الدولي

إذا كان إنجاز أي مشروع تنموي في إطار جمعوي ينبع من الوعي والإدراك الكامل بمشاكل الواحة والحرص على الحفاظ على مكوناتها من الماء والنباتات والثقافة والتنوع البيولوجي، فإن الوكالة اليابانية للتعاون الدولي (JICA) لم تكن بمعزل عن هذا الوعي. فهي تحدد الأهداف التي تسعى إليها من خلال

تنفيذ مشاريعها في واحة الجرف، والتي تندرج ضمن أهداف العمل الجمعوي التي تسعى إليها الهيئات المحلية مثل جمعيات المجتمع المدني ومؤسسات الجماعات.

يتمثل أحد أهداف الوكالة اليابانية JICA في تنمية واحة الجرف في دعم وتعزيز الجهود الجماعية المحلية. يعكس هذا الدعم التزام JICA بتعزيز الشراكة مع المجتمعات المحلية ودعمها في تحقيق أهدافها التنموية. تشمل هذه الأهداف تحسين تدبير الموارد المحلية، وتعزيز الزراعة المستدامة، وتحسين البنية التحتية للمياه والزراعة، وتعزيز التعليم والتدريب المهني، وتعزيز الحفاظ على التنوع البيولوجي والثقافي في المنطقة (السليماني،2014):

- تحسين المخزون المائي والبنية التحتية الهيدروفلاحية في الواحة لمواجهة التحديات المتزايدة للجفاف والتغيرات المناخية، بحيث يصبح هذا المخزون قادرًا على تلبية الاحتياجات في الفترات الزمنية ذات الوفرة والندرة للمياه.
- تغيير سلوك الساكنة من المنافسة السلبية والصراعات القوية حول استخدام الموارد المائية إلى التعاون والتضامن من أجل تدبير مستدامة لهذه الموارد الهشة.
- تدريب أعضاء الجمعيات المهنية من خلال تنظيم دورات تدريبية تهدف إلى تعزيز مهاراتهم وزيادة فهمهم لمتطلبات تنمية الواحات والاستدامة.
- تعزيز ثقافة التشاور والتعاون بين أفراد المجتمع المحلي وتوعيتهم بأهمية المشاريع المشتركة التي تعمل على تحسين الظروف المعيشية والبيئية.
- التوعية بأهمية تحول الجمعيات التقليدية إلى هياكل عصرية ومتطورة، مثل جمعية فزنا للبيئة والتنمية كنموذج، وجعل العمل الجمعوي وسيلة لتعزيز الحوار وتعزيز الاتصالات بين السكان، خاصة في ظل انحسار دور القبائل وتراجع انعقاد مجالسها.

خاتمة الفصل التاسع

تستنتج من هذا الفصل أن سكان واحات سهل تافيلالت، إلى جانب الدولة، قاموا بجهود جبارة لمواجهة التحديات البيئية والاجتماعية التي تعترض تنمية المنطقة. واجتهد السكان في تكييف أنفسهم والتأقلم مع التحولات والتغيرات المناخية، مثل الجفاف وندرة المياه، وزحف الرمال. قاموا بتبني استراتيجيات متعددة لتحسين استخدام وتدبير الموارد المائية والمحافظة على البيئة، وشجعوا على التعاون المجتمعي وتطوير المشاريع المشتركة.

على الرغم من هذه الجهود، فإن التحديات لا تزال تتزايد وتشكل تحديًا كبيرًا للمنطقة، خاصة في ظل التغيرات المناخية التي تؤثر سلبًا على الموارد المائية والأراضي الزراعية. تعتبر مشكلة زحف الرمال من بين أبرز المعضلات التي تواجه واحات سهل تافيلالت، حيث لا يزال التصدي لها يشكل تحديًا كبيرًا رغم الجهود المبذولة.

تتعاون العديد من الجمعيات التنموية والمنظمات المحلية والعالمية في مجال البحث والتنمية لمواجهة هذه التحديات، ورغم وجود بعض العراقيل، إلا أن بعضها استطاع تحقيق نجاحات ملموسة في تطبيق مشاريعها، مثل توفير المياه الصالحة للشرب وتعزيز التنمية المستدامة.

بشكل عام، يظهر أن هناك حاجة ملحة لتعزيز التعاون والتنسيق بين الجهات المختلفة لمواجهة التحديات الراهنة وتحقيق التنمية المستدامة في واحات سهل تافيلالت، مع التركيز على تطوير البنية التحتية وتعزيز قدرة المجتمع على التكيف مع التحولات المناخية والبيئية المتزايدة.

خاتمة القسم الثالث

يظهر بوضوح أن الماء يشكل عنصرًا حيويًا وأساسيًا في حياة واحات سهل تافيلالت، وهذا يعكس الحالة في الواحات المغربية بشكل عام. ترتكز العلاقات الاجتماعية والتنظيمية في هذه المناطق بشكل أساسي على تدبير الموارد المائية المتاحة، حيث يرتبط استقرار الأمن القبلي والاجتماعي بشكل أساسي بالأمن المائي.

تناولت المؤسسة "أجماعة" دوراً بارزاً في ضمان استقرار الإنسان واستمرار حياته في واحات سهل تافيلالت، وذلك من خلال تنظيمها للموارد المائية خلال فترات الفيض والندرة. خلال فترات الفيض، تمكنت المؤسسة من تدبير المياه عبر السيطرة عليها من خلال سدود تحويلية بسيطة تعرف بـ "أكوك"، فيما أثناء فترات الندرة، تم استخدام تقنيات الأغرور والخطارة لتدبير المياه الجوفية.

مع مرور السنوات، شهدت واحات سهل تافيلالت تحولاً في تدبير الموارد المائية من نهج تقليدي متعدد الأشكال، يعتمد على التقاليد والأعراف المحلية مثل العرف المائي الذي كانت تسهر عليه مؤسسة "أجماعة"، إلى نهج عصري يدبره الدولة بشكل موجه. فقد تولت الدولة من خلال المكتب الجهوي للاستثمار الفلاحي لتافيلالت ووكالة الحوض المائي كير زيز وغريس، وبشكل فردي من خلال تجهيز المشاريع الزراعية بمحطات الضخ الآلي، تنظيم عملية توزيع وتدبير المياه بشكل أكثر تنظيما وفاعلية.

تعود أسباب ضعف جودة مياه الشرب في واحات سهل تافيلالت إلى عدة عوامل، ومن أبرزها ضعف تدبير القطاع المائي بالطريقة المثلى. فقد يكون التدبير غير فعال نتيجة لقلة الاستثمارات في البنية التحتية المائية وتقنيات معالجة المياه، مما يؤدي إلى عدم توفير المعايير اللازمة لجودة المياه. كما يسهم غياب شبكات تطهير السائل في تفاقم المشكلة، حيث يضطر السكان في معظم الجماعات القروية بسهل تافيلالت، باستثناء جماعة فزنا، إلى تصريف مياههم العادمة نحو باطن الأرض في حفر عشوائية، مما يتسبب في تلوث الفرشة المائية وتدهور جودة المياه.

تزداد أهمية الماء كمورد حيوي في واحات سهل تافيلالت، لكن التوازن بين استهلاك المياه في القطاع الفلاحي والسياحي يعد تحديًا متزايدًا. فالقطاع السياحي، الذي ينمو بسرعة في هذه المناطق، يضع ضغوطًا كبيرة على موارد المياه المتاحة، مما يزيد من التوتر بين الطلب المتزايد والمورد المحدود. وهذا الواقع يفرض استعراضاً جاداً لسياسات تدبير المياه وتوجيهها نحو استخدام مستدام وعادل لهذا المورد الحيوي.

علاوة على ذلك، يجب أن تكون جهود التكيف والتأقلم مع التحولات المناخية والتحديات البيئية مستمرة ومتعددة الأوجه. يجب على المعنيين من السكان والدولة العمل سويًا على تطوير وتعزيز البنية التحتية المائية وتقديم الدعم لمشاريع التحلية والتوجيهات الزراعية المستدامة.

خاتمة عامة

خلصنا من خلال هذه الأطروحة والتي عالجت موضوع **إشكالية تدبير الموارد المائية في ظل التغيرات المناخية والضغط البشري بحوض زيز-غريس -حالة واحات سهل تافيلالت-**، والتي أبرزنا فيها أن الماء يعتبر المحور الرئيسي بالنسبة للسكان بهذه المناطق الصحراوية، وسريع التأثر جراء ظاهرة التغيرات المناخية من جهة، والضغط البشري من جهة أخرى. وهكذا فقد توصلنا إلى الاستنتاجات نعرضها على الشكل الآتي:

تواجد حوض زيز-غريس في الجنوب الشرقي المغربي ساهم في إضفاء وضعية مائية مقلقة على المنطقة، نظراً لتأثير الوضعية المورفولوجية والجيولوجية على الموارد المائية السطحية والجوفية. وقد أظهرت دراسة تحليلية للعناصر المناخية في هذا الحوض علاقتها بكميات المياه المتاحة، حيث تشهد المنطقة ذبذبات كبيرة في كميات الأمطار على مدار الزمن، حيث انخفضت كميات الأمطار تاريخيًا في الستينيات والثمانينيات والتسعينيات من القرن العشرين، مع التأكيد على أن سنوات 1963 و1983 بوصفها سنوات جافة بشكل خاص. بينما شهدت سنوات 1979 و1995 وثم سنتي 2008 و2014 زيادة في كميات الأمطار، مما أدى إلى زيادة توافر المياه في المنطقة.

يتميز الجريان السطحي في حوض زيز-غريس بطابعه الموسمي، حيث يكون الجريان مؤقتًا خلال فترة الفيضانات، التي تستمر لمدة تتراوح بين 4 إلى 5 أيام سنويًا. يتمثل هذا الجريان بشكل عام في أودية زيز وغريس، ولا يكون دائمًا إلا في المناطق التي تحتوي على عيون مائية دائمة، خاصة في الأجزاء العليا من الحوض أو بعض المناطق الوسطى مثل عين مسكي في حوض زيز أو عين تفونسين في حوض غريس. وقد بلغ متوسط الصبيب السنوي في وادي زيز للفترات المدروسة (1960-2016) حوالي 1.27 متر مكعب في الثانية، بينما لم يتجاوز متوسط الصبيب في وادي غريس 0.61 متر مكعب في الثانية، مما يعكس ضعف الجريان فيه. وتشهد المياه الجوفية تقلبات كبيرة في مستوياتها، نتيجة للتغيرات المناخية وتغيرات نظام تغذيتها، حيث سجلت تقلبات في كل من الطبقة الجوراسية والطبقة الكريطاسية، بينما سجلت نقصًا بالفعل بلغ حوالي 14.82 مليون متر مكعب في الفرشة الرباعية في عام 2018.

شهد الحوض المائي لزيز-غريس، الموجود في جنوب شرق المغرب، اتجاها عاما نحو زيادة كمية الأمطار السنوية على مدى الفترة من عام 1960 إلى عام 2019، حيث تشير البيانات المسجلة في المحطات الموجودة في عالية حوض زيز-غريس إلى زيادة بمعدل 0.6 ملم كل سنة في محطة فم تيليشت، و0.5 ملم كل سنة في محطة مزيزل بحوض زيز. بينما شهدت محطات حوض غريس انحسارًا بمعدل 0.03 ملم و0.19 ملم كل سنة على التوالي في محطات أموكر وأيت بويجان. أما في المناطق الوسطى للحوض، فقد سجلت محطات حوض زيز زيادة طفيفة في معدلات الأمطار، حيث سجلت محطة الرشيدية زيادة بمعدل 0.16 ملم كل سنة ومحطة سد الحسن الداخل بمعدل 0.10 ملم كل سنة، بينما شهدت محطات

حوض غريس انحسارا بمعدل 0.09 ملم في محطة تاديغوست وزيادة طفيفة بمعدل 0.13 ملم في محطة مروتشة. في المناطق السهلية بحوض زيز-غريس، سجلت محطات لحميدة والجرف وأرفود والطاوس زيادة طفيفة في معدلات الأمطار.

أما فيما يتعلق بالحرارة، فقد شهد الحوض زيز زيادة في متوسط درجات الحرارة بمقدار 0.5 درجة مئوية خلال الفترة من عام 1982 إلى عام 2018. بينما سجل حوض غريس ارتفاعًا أكبر بمتوسط زيادة درجات الحرارة بمقدار درجة مئوية واحدة أكثر من حوض زيز خلال نفس الفترة.

تشير النتائج المتوصل إليها سابقا إلى وجود عجز واضح في الحصيلة المائية بحوض زيز-غريس، مع تباين واضح حسب المواسم والشهور. وسُجلت أعلى قيم للعجز خلال فصل الصيف، حيث بلغت 655.3 ملم في محطة الطاوس و603.6 ملم في محطة أرفود و521.0 ملم في محطة الحسن الداخل. يعود هذا العجز بشكل رئيسي إلى ارتفاع معدل التبخر وقلة التساقط المطري. وتُسجل قيم العجز أيضًا خلال فصل الشتاء، ولكن ليس بنفس القدر الذي يتم تسجيله خلال فصل الصيف.

تعد ظاهرة التغيرات المناخية ظاهرة كونية، ويُعتبر المغرب، نظرًا لموقعه في العروض المدارية، من بين الدول الأكثر تأثرا بهذه الظاهرة، وخاصة واحات حوض زيز-غريس وواحات سهل تافيلالت. وقد ساهم هذا التأثير في تسريع وتيرة بعض الظواهر الطبيعية مثل الجفاف والفيضانات وزحف الرمال.

بناءً على البيانات والمؤشرات المعتمدة في الدراسة، تبين سيادة المناخ الجاف والصحراوي طوال العام، وهو ما يؤكده التصنيف المناخي أمبيرجي وكوبن ومؤشر دو مارتون. وأظهرت البيانات الإحصائية تذبذبًا بين الفترات الجافة والرطبة، حيث قدر متوسط السنوات الجافة بحوالي 35 سنة مقابل 25 سنة رطبة خلال فترة الدراسة التي استمرت لمدة 60 سنة.

إن تراجع الموارد المائية لم يعد يُفسر فقط بالتغيرات المناخية وتوالي سنوات الجفاف، بل أصبح الإنسان بدوره كائنًا فاعلاً يساهم بقسط كبير في هذا التراجع، سواء كانت الموارد سطحية أو جوفية. فقد ساهم الضغط البشري من خلال التحول من التدبير التقليدي المتعدد الأشكال إلى التدبير العصري التقليدي، في تفاقم التحديات المائية مثل زيادة نسبة الملوحة وتعمق السديمية المائية. ومع تراجع آبار الضخ الجماعي والخطارات، أصبحت هناك تحديات إضافية تتعلق بالتملح وتعمق السديمية المائية، مما دفع بالمجتمع إلى البحث عن استراتيجيات جديدة للتأقلم مع هذه التحديات المائية المتزايدة.

بالإضافة إلى ما سبق، يؤثر النمو الديمغرافي لسكان الواحات على الموارد المائية المتاحة، حيث يزيد الضغط والطلب على المياه، سواء للشرب أو للسقي. تقنيات استخراج المياه الجوفية بواسطة الطاقة الشمسية واستخدام الأساليب العصرية في الري تسهم في تراجع احتياطي المنطقة من المياه. كما تتأثر جودة المياه بالتلوث الناجم عن استخدام المبيدات الكيماوية في الفلاحة، ورمي النفايات فوق السطح المائي وعلى طول الوديان.

علاوة على ذلك، أصبح القطاع السياحي، الذي يعتبر مستهلكًا كبيرًا للمياه، منافسًا جديدًا للقطاع الفلاحي في استهلاك المياه. ورغم أن مداخيل هذا القطاع تعتبر أفضل من مداخيل القطاع الفلاحي، إلا أن زيادة الطلب على المياه من قبل القطاع السياحي يخلق توازنًا غير مستقر بين الموارد المائية المتاحة للأسر والنشاط الفلاحي.

عمومًا، استطاع السكان في حوض زيز-غريس، وبشكل خاص في سهل تافيلالت، التكيف بشكل محدود مع آثار التغيرات المناخية من خلال التعاون مع الدولة. قام الفلاحون والسكان بجهود لمواجهة التحديات البيئية والاجتماعية، مثل فترات الجفاف المتكررة. زادوا عمق الآبار للحصول على كميات مياه أكبر لري المحاصيل، واتخذوا إجراءات لتنظيم عملية حفر الآبار وغيرها من التدابير الوقائية.

بالإضافة إلى ذلك، تنشط العديد من الجمعيات التنموية في هذا المجال. على سبيل المثال، جمعية فزنا للبيئة والماء الصالح للشرب، التي ساهمت بشكل كبير في توفير الماء الصالح للشرب للعديد من السكان. يمكن اعتبارها شريكًا أساسيًا مع المكتب الوطني للماء الصالح للشرب في تزويد السكان بمياه صحية الشروط. هذا يمثل نموذجًا لشكل من أشكال التكيف الناجح.

وبعد معالجة الاشكالية المحورية لبحثنا هذا والخروج بمجموعة من الاستنتاجات التي عرضناها، نقترح مجموعة التوصيات للحفاظ على المنظومة الواحية بحوض زيز-غريس وبسهل تافيلالت، وعلى استدامة تدبير الموارد المائية خاصة، والتي قد تساعد متخذي القرار على الفهم الجيد لهذا المجال الواحي قصد تحقيق التنمية المنشودة. وهي كالآتي:

- إعادة الاعتبار للموروث الثقافي سيما في مجال تدبير الموارد المائية مثل القانون العرفي الذي كانت تدبره مؤسسة "اجماعة" والمنظم في الوقت ذاته للعلاقات الاجتماعية؛ وذلك وفق مقاربة جديدة مؤطرة بتنظيمات بديلة كالجمعيات المحلية والتعاونيات؛
- للحفاظ على الموارد المائية في حوض زيز-غريس وسهل تافيلالت هي العودة إلى اعتماد نظام الخطارات أو الآبار الجماعية لضخ مياه السقي. كان هذا النظام معمولًا به في الماضي وقد أثبت فعاليته في توزيع المياه بطريقة عادلة ومستدامة، كما أنه ساهم في الحفاظ على الفرشة المائية بالإضافة إلى ذلك، يجب تقنين حفر آبار الضخ الفردي التي انتشرت بشكل كبير في المنطقة.
- تشديد مراقبة عملية الزيادة في تعميق آبار الضخ بدون ترخيص مسبق[1]، نظرا لكون هذه الظاهرة تكثر في فصل الصيف حيث يقل الماء بها، أو تتعرض للنضوب. إضافة إلى تحديد الحصة المائية المسموح استهلاكها في كل بئر، والتي تحدد حسب حجم المياه المتاحة بالمنطقة، وعدد الهكتارات المتوفر عليها وكذا الوسائل المعتمدة في السقي. ولما لا التفكير في وضع عدادات مائية ذكية تراقب

[1] وهذا ما جاء به قانون الماء،36.15 حيث أشار في الباب الثالث المتعلق باستعمال الملك العمومي المائي، المتضمن للمادة 28التي تشير إلى أنه يخضع لنظام الترخيص: -حفر الآبار وانجاز الأثقاب بهدف البحث و/ أو جلب واستعمال موارد المياه الجوفية. – كحت تعميق أو توسيع أو تقديم أو تنظيم أو تحويل مجاري المياه المؤقتة أو الدائمة

بشكل منتظم كمية المياه المستهلكة، وتشرف على مراقبتها بشكل دوري المؤسسات المعنية بمراقبة الشأن المائي بالواحات، مع فرض غرامات طبقا لما جاء به المشرع المغربي في قانون 10.95 وقانون 36.15 لكل من تجاوز الحصة المسموح بها. وفي نظرنا يمكن لهذا المقترح أن يقلل من الضخ العشوائي وهكذا من تعمق السديمة المائية بالواحات؛

- إحداث مرصد محلي لتقييم وتتبع حالة التدهور البيئي بالمجال الواحي (من حيث الموارد المائية، التصحر، زحف الرمال، مرض البيوض،) ثم وضع خرائط بيئية توضح المناطق التي تعرف تدهورا بيئيا أو تلك المهددة ببعض الظواهر الطبيعية، وتوضع رهن إشارة الباحثين قصد المساهمة في البحث عن حلول علمية وعملية لمعالجة بعض الاختلالات البيئية ومن ثم مساعدة الساكنة للتأقلم معها؛
- تطبيق تقنيات السقي الحديثة، يجب تشجيع المزارعين على استخدام تقنيات الري الحديثة مثل الري بالتقطير والري بالتنقيط، التي تعتبر فعالة في استخدام المياه بكفاءة عالية وتقليل التبخر والهدر.
- تبني زراعة متجددة، يجب تشجيع المزارعين على زراعة محاصيل متجددة التي تتناسب مع ظروف الخصاص المائي في المنطقة، مثل المحاصيل المقاومة للجفاف أو التي تتطلب كميات أقل من المياه.
- تعميم شبكة الصرف الصحي، يجب توسيع شبكات الصرف الصحي لتشمل الجماعات الترابية القروية، لتجميع مياه الصرف الصحي ومعالجتها بشكل صحيح، ثم استخدامها في القطاع الفلاحي كمياه ري معالجة، مما يسهم في توفير موارد مائية إضافية للاستخدام الزراعي وتقليل الاعتماد على المياه الجوفية.

وختاما، ربما تكون هذه الدراسة قد حققت بعضا من أهدافها لكن موضوعها كبير ومعقد ومتداخل، لكون ظاهرة التغيرات المناخية وندرة الموارد المائية ظواهر كونية يرتبط فيها العالمي بالوطني ثم المحلي، لذلك فاستمرار البحث العلمي حول الماء وتدبيره بشكل أفضل سيساهم في ايضاح الرؤية واكتشاف آليات واضحة ومحددة للتعامل معه، وكذا تحقيق الأمن المائي خدمة للتنمية المستدامة، وأمام الوضعية المناخية المتسمة بالقحولة، نتسأل هل الواحات ستستمر في ظل هذه الوضعية المائية المقلقلة، أم أن الواحات التي استطعت البقاء لوقتنا هذا قادرة على الاستمرار والديمومة.

المراجع المعتمدة في البحث

❖ الكتب

- **الأمم المتحدة، (2012)**، الاتفاقية الإطارية بشأن تغير المناخ.
- **البزاز محمد الأمين، (1992)**، تاريخ الأوبئة والمجاعات بالمغرب في القرنين الثامن عشر والتاسع عشر، منشورات كلية الآداب والعلوم الإنسانية بالرباط، رسائل واطروحات رقم 18، 1992، ص 34.
- **بلفقيه محمد،(1988)**، أوليات في الجغرافية الزراعية الشركة المغربية لتنمية النشر والتوزيع، الرباط، (صوما بروب)
- **بن منصور عبد الوهاب، (1968)**: قبائل المغرب الجزء الأول المطبعة الملكية الرباط.
- **التغيرات المناخية والتنمية بالمغرب (2017):** منشورات مختبر الأبحاث والدراسات الجغرافية والتهيئة والخرائطية، كلية الآداب والعلوم الإنسانية سايس، فاس.
- **الجيل الثالث لحقوق الانسان؛ السياق والإشكاليات (2020):** منشورات المجلة المغربية للإدارة المحلية والتنمية، العدد 110.
- **الحافيظ إدريس، (2021)** الموارد المائية بالمغرب، الامكانات والتدبير والتحديات، صفحة رقم 3-4، كتاب منشور في موقع https://www.noor-book.com.
- **السلوي عبد المالك** (2006) التساقطات والحصيلة المائية بالسهول الأطلنطية المغربية، منشورات كلية الآداب والعلوم الإنسانية بالمحمدية، جامعة الحسن الثاني – المحمدية، سلسلة الندوات رقم 8، عدد الصفحات.494
- **العطري عبد الرحيم، (2009):** تحولات المجتمع القروي، أسئلة التنمية المؤجلة، مطبعة دفاتر الحرف والسؤال، سلا.
- **علي حسن، (1986)**، المعجم الجغرافي المناخي، دار الفكر للطباعة والتوزيع والنشر بدمشق، سوريا.
- **المحداد الحسن، (2003)** الماء والإنسان بحوض سوس إسهام في دراسة نظام مائي مغربي، منشورات مركز ابن تومرت للدراسات والنشر والتوثيق أكادير وكلية الآداب والعلوم الانسانية بأكادير. عدد الصفحات
- **المنظمة العالمية للأرصاد الجوية، (2010)**، لجنة الأرصاد الجوية الزراعية، الدورة الخامسة عشرة، بيلو هوريزونتي، البرازيل 15-21تموز/ يوليو 2010.
- المنظمة العالمية للأرصاد الجوية،2018، دليل الممارسات المناخية، https://library.wmo.int/doc_num.php?explnum_id=10028

❖ الأطاريح الجامعية وبحوث الماستر

- **اسليماني الحساني عبد المنعم (2014)**، التحولات السوسيومجالية بواحات تافيلالت (منظومة خطارة السويهلة-اولاد غانم بالجرف نموذجا)، بحث لنيل شهادة الماستر في الجغرافيا، كلية الآداب والعلوم الإنسانية سايس فاس.
- **أكريمي عبد الكريم (2011):** المخاطر البيئية بحوض زيز السفلي: نموذج الفيضانات، بحيث الماستر في الجغرافية، كلية الآداب والعلوم الإنسانية ظهر المهراز، فاس، عدد الصفحات 138.
- **أكريمي عبد الكريم، (2020)**، المخاطر البيئية بواحة تافيلالت: الدينامية والانعكاسات وآليات التدبير نموذج الفيضانات، أطروحة دكتوراه كلية الآداب والعلوم الإنسانية ظهر المهراز-فاس، عدد الصفحات 357.

- **امحرزي الحسن، (2019)** الموارد الترابية والتنمية المحلية بواحات تافيلالت (زيز) نحو بناء مشروع ترابية، أطروحة لنبل شهادة الدكتوراه في الجغرافيا، جامعة سيدي محمد بن عبد الله كلية الآداب والعلوم الإنسانية ظهر المهراز-فـاس، عدد الصفحات 365.
- **أوالطالب محند أحمد (2015):** أثر التغيرات المناخية على الموارد المائية وعلى أشكال تأقلم إنسان الواحات نموذج واحات طاطا، أطروحة لنيل شهادة الدكتوراه، جامعة الحسن الثاني، كلية الآداب والعلوم الإنسانية، المحمدية.
- **باحو عبد العزيز، (2002)** الجفاف المناخي بالمغرب، خصائصه وعلاقاته بأليات الدورة الهوائية وأثره على زراعة الحبوب، أطروحة لنيل دكتوراه الدولة في الجغرافيا، تخصص الجغرافيا الطبيعية كلية الآداب والعلوم الانسانية المحمدية، 597صفحة.
- **بلقاسمي مصطفى (2010):** التدبير الاجتماعي للموارد المائية بواحات ملاعب، رسالة لنيل شهادة الماستر، كلية الآداب والعلوم الإنسانية، جامعة القاضي عياض، مراكش.
- **بويحياوي عبد العزيز (2006):** المجالات الواحية الهشة بالمغرب، واحة تافيلالت نموذجا، دراسة مستقبلية، بحث لنيل دبلوم الدراسات العليا المعمقة في الجغرافية، كلية الآداب والعلوم الإنسانية، سايس، فاس. جامعة سيدي محمد بن عبد الله
- **بويحياوي عبد العزيز (2014):** إسهام في دراسة التشخيص الترابي لواحات تافيلالت: المقومات والتدخلات والأفاق المستقبلية، أطروحة لنيل شهادة الدكتوراه في الجغرافية، وحدة التكوين: تهيئة المناطق الهشة، الوقاية وتدبير المخاطر، كلية الآداب والعلوم الإنسانية، فاس سايس. جامعة سيدي محمد بن عبد الله، عدد الصفحات 387.
- **الحارث خديجة، (2002)** ظاهرة التصحر واستراتيجيات محاربة زحف الرمال بالجنوب الشرقي المغربي؛ نموذج القسم الغربي من حوض الرشيدية – بوذنيب "تافيلالت"، أطروحة لنيل دكتوراه الدولة في الجغرافيا، جامعة الحسن الثاني المحمدية، كلية الآداب والعلوم الإنسانية بن امسيك – الدار البيضاء، شعبة الجغرافيا.
- **خويا عبد الصمد، (2022)**، تدبير الموارد المائية بالمنظومات البيئية الواحية في ظل التغيرات المناخية والرهانات التنموية واحة فركلة بحوض غريس نموذجا، أطروحة لنيل شهادة الدكتوراه، كلية الآداب والعلوم الإنسانية سايس، جامعة سيدي محمد بن عبد الله، فاس، المغرب .
- **السالك بوشعيب (2014)** المناخ وديناميةالسطح وعلاقتهما بالتنمية المستدامة، منطقة مليلة نموذجا، مقاربة بتقنيات الاستشعار البعدي ونظم المعلومات الجغرافية، أطروحة لنيل الدكتوراه في الجغرافية المناخية، جامعة الحسن الثاني، كلية الآداب والعلوم الإنسانية المحمدية، 248صفحة
- **السعيدي يوسف (2004)**، "ظاهرة التصحر -في منطقة تافيلالت، المظاهر والمكافحة "، أطروحة لنيل دكتوراه في الجغرافيا، جامعة محمد الخامس، كلية الآداب والعلوم الإنسانية، الرباط.
- **صباحي محمد، (2004)**، إشكالية الموارد المائية بالمغرب بين الاستهلاك والحاجيات الجهوية، أطروحة لنيل دكتوراه الدولة في شعبة الجغرافيا، لكلية الآداب والعلوم الانسانية –المحمدية.
- **طارق محمد أبو الفضل إبراهيم الكاشف، (2014)**، نمذجة التغيرات المناخية في مصر؛ دراسة في جغرافية المناخ التطبيقي باستخدام نظم المعلومات الجغرافية والاستشعار عن بعد، أطروحة دكتوراه، جامعة جنوب الوادي، كلية الآداب بقنا، ص21-22.

- **عبدلاوي عبد الغاني (2021)**، السياحة بالواحات المغربية بين متطلبات تحقيق التنمية والمحافظة على التراث: حالة تافيلالت السفلى، أطروحة دكتوراه في الجغرافيا، كلية ظهر المهراز، جامعة سيدي محمد بن عبد الله، عدد الصفحات 159.
- **عبدلاوي عبدالاله (2016)**، "مساهمة في دراسة زحف الرمال بواحات سهل تافيلالت حالة واحات الجرف، مقاربة كارطوغرافية"، رسالة لنيل شهادة الماستر، بكلية الآداب والعلوم الإنسانية المحمدية. المغرب، عدد الصفحات 160.
- **عقاوي الغازي (2001)** استراتيجيات وسلوكيات التكيف مع الجفاف بحوض غريس الأوسط. بحث لنيل دبلوم الدراسات العليا المعمقة في الجغرافية، كلية الآداب والعلوم الانسانية سايس فاس.جامعة سيدي محمد بن عبدالله، عدد الصفحات 180.
- **عقاوي الغازي (2006)**، الماء والتهيئة والدينامية الريحية الحالية بحوض غريس الأوسط، أطروحة لنيل شهادة الدكتوراه في الجغرافيا، كلية الآداب والعلوم الإنسانية سايس فاس.
- **لحلو نادية، (2013)**، دراسة هيدرومناخية لحوض أسيف أغزاف: تحديد وتصنيف أنواع الإمتطاحات الفيضية-معالجة إحصائية، بحث لنيل شهادة الماستر في الجغرافيا، جامعة السلطان مولاي سليمان، كلية الآداب والعلوم الإنسانية بني ملال، عدد الصفحات، 292.
- **المنصور بريك، 2012**، الماء والتنمية بحوضي زيز-غريس، اطروحة لنيل دكتوراه الدولة في الجغرافيا، جامعة محمد الأول، كلية الآداب والعلوم الانسانية وجدة، عدد الصفحات، 321.
- **الميموني إبراهيم، 2018**، أثر التغيرات المناخية والتحولات السوسيو-مجالية على تدبير الموارد المائية بواحات درعة الوسطى، أطروحة لنيل الدكتوراه في الجغرافية المناخية، جامعة الحسن الثاني، كلية الآداب والعلوم الإنسانية المحمدية،417 صفحة.
- **ميوسي محمد، (2002).** " تافيلالت، من اطروحة التراجع والأزمة إلى اطروحة التحول والاستمرار: اداء الواحات بين المقاربتين المشهدية والشمولية: أي تنمية ". بحث لنيل دكتورة الدولة، جامعة محمد الخامس، كلية الآداب والعلوم الانسانية، أكدال، الرباط، 377 صفحة.

❖ المقالات العلمية

- **احدى امحمد، (2006)**، الإنسان والبيئة بواحات الجنوب الشرقي المغربي من خلال الوثائق والأعراف المحلية" عرف أفانور نموذجا، منشورات مجلة واحة المغرب، العدد الثاني، ص 22.
- **أزهار محمد، (1993)** الإنسان والبيئة في الواحات السهبية القاحلة واحة ميسور نموذجا (المغرب الشرقي) مجلة المجال والمجتمع بالواحات المغربية، سلسلة ندوات رقم 3.مكناس: كلية الآداب والعلوم الإنسانية، صفحة 127.
- **أعفير مصطفى وإبراهيم أقديم، (2005)**، السياحة والتنمية المستدامة من خلال إشكالية الماء في المجال الواحي: واحة دادس نموذجا (ورززات)، سلسلة ندوات ومناظرات "ندوة دينامية المجالات الفلاحية بالمغرب، منشورات كلية الآداب والعلوم الإنسانية، جامعة محمد الخامس الرباط. ص،203
- **أعفير مصطفى والرفيق محمد، (2021):** تدبير القضايا البيئية بالمغرب بين الإطار المحلي والوطني والدولي، كتاب جماعي حول القضايا البيئية بالمغرب، التحديات وأساليب التدبير المستدام، منشورات مختبر المجال، التاريخ الدينامية والتنمية المستدامة، الكلية متعددة التخصصات بتازة.

- **أعفير مصطفى وخويا عبد الصمد وعبدلاوي عبد الاله وعلاوي حسن، (2020):** الحق في الماء وإشكالية التغيرات المناخية بالمغرب، منشورات المجلة المغربية للإدارة المحلية والتنمية، سلسلة مواضع الساعة، العدد 110 الموسوم بالجيل الثالث لحقوق الانسان السياق والاشكاليات.
- **أعفير مصطفى وخويا عبد الصمد وعبدلاوي عبد الاله، (2020):** نشأة وتدبير خطر الفيضانات بالمناطق شبه الجافة: حالة واحة فركلة، أشغال الندوة الدولية أيام 17و 18و19 أبريل ببني ملال حول" تقوية تكيف الأنظمة المائية في ظل التغيرات العامة من القياس الهيدرولوجي إلى نماذج التدبير" مطبعة work Bureau، بني ملال.
- **أعفير مصطفى، (2020)**، إشكالية تثمين الموارد الترابية بالسفوح الجنوبية للأطلس الكبير الأوسط: سلسلة الورود بدادس نموذجا، مجلة التاريخ والجغرافيا بالكلية متعددة التخصصات بتازة، محور الجبال المغربية، المدينة العتيقة بالمغرب، ص76.
- **أعفير مصطفى، عبد الواحد بوبرية، (2018)**، البنيات التقليدية وتدبير مياه السقي بالجنوب الشرقي المغربي: نموذج واحة دادس، منشورات المعهد الملكي للثقافة الأمازيغية، وجامعة السلطان مولاي سليمان، كلية الآداب والعلوم الانسانية بني ملال، ص 411-428.
- **أغا عمر،** (1996)، تاريخ أنظمة السقي التقليدية وتقنية تقسم المياه في أحواض تيزنيت، أعمل الأيام الدراسية حول مدينة تيزنيت وبأدلتها من12 إلى 14 نونبر 1993، منشورات كلية الآداب والعلوم الإنسانية، أكادير، دار المعارف الجديدة، ص 115.
- **أغزاف عبد الرحمان،** (1992) مساهمة ف دراسة طبقة المياه الجوفية بتافيلالت، ندوة المجال والمجتمع بالواحات المغربية، كلية الآداب والعلوم الإنسانية، مكناس، أبري، ،1992 مكناس. مطبعة كلية الآداب والعلوم الإنسانية مكناس، ص ص .35-49.
- **أقديم إبراهيم، (2020):** المنظومات الواحية وجدلية التحول والتنمية، مؤلف جماعي حول الأنظمة الواحية: مظاهر التجديد وأفاق التنمية المستدامة، منشورات مطبعة شركة سوبر كوبي، فاس، الطبعة الأولى.
- **أكريمي عبد الكريم، (2020)**، التغيرات المناخية وأثرها على امتطاحات وادي زيز السفلي من خلال السلسلة الزمنية 1965 إلى 2008، المؤلف الجماعي الأنظمة الواحية: مظاهر التجديد وافاق التنمية المستدامة، مطبعة شركة سوبر كوبي، فاس، الطبعة الأولى، ص 70.
- **ألميمون أم العيد،(2015)**، دلاح زاكورة: هل تصدر الصحراء ما تبقى من مياهها الجوفية، مجلة واحات المغرب، العدد الثاني، ص 40.
- **أيت حمزة محمد، (1993)** "التوازن الايكولوجي الواحي بين التنافس والتكامل" مجلة المجال والمجتمع بالواحات المغربية سلسلة الندوات. جامعة المولى اسماعيل كلية الآداب والعلوم الإنسانية بمكناس.
- **باحو عبد العزيز، (2013)**، التنبؤ بتطورات المنظومة البيئية والتغيرات المناخية بالمغرب وبعض تأثيراتها العامة على التطور المستقبلي للبيئة المغربية، مؤلف جماعي، المنظومات البيئية والتنبؤ: مقاربات ونماذج، منشورات كلية الآداب والعلوم الإنسانية سايس، فاس، رقم 25.
- **باحو عبد العزيز، (2017):** التغيرات المناخية المعاصرة بالمغرب وانعكاساتها على الموارد المائية، حالة واحات تافيلالت ودرعة بالجنوب الشرقي المغربي، ورد في: التراث الايكوثقافي وتثمين الموارد الواحية والجبلية، منشورات المركز الدولي للدراسات والأبحاث الاستراتيجية في الحكامة المجالية والتنمية المستدامة بالواحات والمناطق الجبلية.

- **بريول رضوان، أعفير مصطفى، (2015)**، الأهمية السياحية للأوساط الكارستية بالأطلس المتوسط الشمالي الشرقي، حالة مغارات جنوب تازة، ورد في دراسات وأبحاث في التاريخ والجغرافيا، مجلة التاريخ والجغرافية، بكلية متعددة التخصصات بتازة، العدد الثاني، ص97.
- **بن الطالب عزيز، (2004)**، تدهور النظام البيئي بالجنوب المغربي: أي آفاق للتهيئة والتنمية-الأطلس الصغير الشرقي نموذجا، المعهد الملكي للثقافة الأمازيغية، أعمال الندوة الوطنية حول موضوع: البيئة بالمغرب، معطيات تاريخية وآفاق تنموية منطقة درعة نموذجا، سلسلة الندوات والمناظرات رقم 9، ص 115.
- **البوزيدي أحمد، (1998)**، قضايا توزيع الماء بواحة درعة من خلال الوثائق المحلية، موضوع في كتاب: الماء في تاريخ المغرب، منشورات كلية الآداب والعلوم الإنسانية-عين الشق، سلسلة ندوات ومناظرات، ر.11، الدار البيضاء، ط.1.
- **البوشيخي محمد وأعفير مصطفى (2016)**، الاستمارة الميدانية في البحث الجغرافي ماهيتها وأهميتها، مقال ضمن كتاب " مقاربات منهجية في التاريخ والجغرافيا "مجلة شعبة التاريخ والجغرافية، الكلية متعددة التخصصات تازة، جامعة سيدي محمد بن عبد الله، ص43.
- **تاوشيخت لحسن (1993)** واحة تافيلالت بيت الأمس واليوم، ندوة المجال والمجتمع بالواحات الم ربية، كلية الآداب والعلوم الإنسانية، مكناس، أبريل 1442مكناس. مطبعة كلية الآداب والعلوم الإنسانية مكناس. ص 7.
- **تاوشيخت لحسن، (2015)**، سجلماسة والماء تاريخيا وأثريا، من مجلة واحات المغرب، العدد 2 السنة الأولى، مطبعة بلفقيه الرشيدية.
- **جباري الحسين (1993)**، القطاع السياحي بالرشيدية بين السلبي والايجابي، مجلة المجال والمجتمع بالواحات المغربية سلسلة الندوات. جامعة المولى اسماعيل كلية الآداب والعلوم الإنسانية بمكناس: ص 98.
- **جرير محمد (1993)**، بعض المظاهر من تحولات العالم القروي بواحات تافيلالت الكبرى، المجال والمجتمع بالواحات المغربية سلسلة ندوات رقم 6.كلية الآداب والعلوم الإنسانية مكناس. ص ص -51-62.
- **خويا عبد الصمد وعبدلاوي عبد الاله وأعفير مصطفى (2018):** الخطارات بواحة تافيلالت: الوضعية، المخاطر وآليات المحافظة، واحة فركلة نموذجا، أشغال الندوة الدولة حول البعد الحضاري والتنموي لخطارات المغرب وأفلاج الجزيرة العربية بالرشدية يوم 9 أكتوبر 2018.
- **خويا عبد الصمد وعبدلاوي عبد الاله وأعفير مصطفى (2021):** التدبير الاجتماعي للموارد المائية في ظل الأزمات المرتبطة بالتغيرات المناخية، نموذج واحة فركلة بتافيلالت، مؤلف جماعي حول النموذج التنموية الجديد (اللغة، المجتمع، التراب، تدبير المخاطر) ، منشورات مركز أفاق للدراسات والأبحاث، طنجة المغرب.
- **خويا عبد الصمد وعبدلاوي عبد الاله وأعفير مصطفى (2021):** الخطارة كتقنية للتكيف والتأقلم مع التغيرات المناخية بواحات تافيلالت: حالة واحة فركلة، مؤلف جماعي حول القضايا البيئية بالمغرب، التحديات وأساليب التدبير المستدام، منشورات مختبر المجال، التاريخ الدينامية والتنمية المستدامة، الكلية متعددة التخصصات بتازة.
- **خويا عبد الصمد وعبدلاوي عبد الاله وأعفير مصطفى (2022):** التدبير التقليدي لمياه الري بواحات حوض غريس بين الندرة والتأقلم، ورد في مؤلف، دينامية الموارد والأنشطة الاقتصادية بالأرياف المغربية وآفاق الاستدامة، منشورات المركز العربي للدراسات الاستراتيجية والسياسية والاقتصادية بألمانيا.

- **دادون علي، شمروك المحجوب، (2019)**، الحكامة المائية بالمغرب، ضمن مؤلف الجهوية والحكامة والتنمية الترابية، إشكالية التصور وتحديات التنزيل، منشورات جامعة ابن زهر كلية اللغات والفنون والعلوم الإنسانية القطب الجامعي ايت ملول.
- **شحو إدريس والطيلسان محمد،(2016)** ، الاقتصاديات الريفية كبدائل استدامة بواحات تافيلالت، ورد في: تنظيم وتهيئة المجال الريفي بالمغرب، أبحاث وتدخلات، منشورات كلية الآداب والعلوم الإنسانية، الرباط.
- **الشرقاوي أحمد، (2005)** "التوزيع الدوري لمياه الفيض ومياه الخطارات بسهل تافيلالت في القرن التاسع عشر من خلال الوثائق المحلية"، **مجلة دفاتر جغرافية**، العدد الأول 2005، كلية الآداب ظهر المهراز فاس، مطبعة أنفو- برانت، فاس، ص.13.
- **صابري بوبكر، أعفير مصطفى، بن تيري نبيل، (2019)**، إشكالية تدبير الموارد المائية بالمجال الواحي حالة دادس الأوسط، ضمن كتاب جماعي بعنوان الحكامة الترابية رافعة أساسية للتنمية المستدامة، جامعة سيدي محمد بن عبد الله، الكلية متعددة التخصصات، تازة، الجزء الأول.
- **عبدلاوي عبد الاله وخويا عبد الصمد وأعفير مصطفى (2018)** مقاربة كارطوغرافية لزحف الرمال على خطارات واحات الجرف بتافيلالت أشغال الندوة الدولة حول البعد الحضاري والتنموي لخطارات المغرب وأفلاج الجزيرة العربية بالرشيدية يوم 9 أكتوبر 2018.
- **عبدلاوي عبد الاله وخويا عبد الصمد وأعفير مصطفى، (2021)** دور نظم المعلومات الجغرافية وتقنيات الاستشعار عن بعد في تتبع دينامية زحف الرمال بواحة الجرف بإقليم الرشيدية، ورد في مؤلف، توظيف نظم المعلومات الجغرافية والاستشعار عن بعد في الدراسات المجالية، منشورات المركز العربي للدراسات الاستراتيجية والسياسية والاقتصادية بألمانيا.
- **عبدلاوي عبد الاله وخويا عبد الصمد وأعفير مصطفى، (2022)**، الخصائص الزمانية والمكانية لدرجة الحرارة وتأثيراتها على الموارد المائية بحوض زيز-غريس بالجنوب الشرقي للمغرب (1982-2019)، مجلة أطلنتس :مجلة دولية محكمة - المملكة المغربية - العدد الخامس 2022 رقم الإيداع القانونيP0050 2021 : رقم الصحافة -2021: 01ص.
- **عبدلاوي عبد الاله وخويا عبد الصمد وأعفير مصطفى، (2022)**، صعوبة تعامل التلاميذ مع الدعامات الديداكتيكية بالتعليم الثانوي الإعدادي بالمغرب "الخرائط الجغرافية نموذجا" مجلة مؤشر للدراسات الاستطلاعية، المجلد 2، العدد 4 يونيو 2022. مجلة علمية محكمة تصدر عن المركز العربي للدراسات الاستراتيجية والسياسية والاقتصادية بألمانيا.
- **عبدلاوي عبد الاله وخويا عبد الصمد وأعفير مصطفى، عبد العظيم بوبكري (2022)** تجربة الاستثمار الفلاحي العصري في الأراضي الجماعية: السياق، الإكراهات والنتائج-نموذج واحات تافيلالت ورد في مؤلف، دينامية الموارد والأنشطة الاقتصادية بالأرياف المغربية وآفاق الاستدامة، منشورات المركز العربي للدراسات الاستراتيجية والسياسية والاقتصادية بألمانيا.
- **العطري عبد الرحيم، (2021)**، تدبير ندرة المياه في المجالات القروية: قراءة في تجارب محلية بمنطقة الرحامنة، ورد في، البيئة والتنمية المستدامة: أدوار جديدة وأفاق واعدة للعلوم الاجتماعية، منشورات كلية الآداب والعلوم الإنسانية، الرباط، ص148.

- **عقاوي الغازي وآخرون، (2019)**، إشكالية تدهور النسيج العمراني الأصيل بالواحات المغربية: حالة قصور وادي غريس الأوسط، ورد في مؤلف جماعي، التراث العمراني بالمغرب، التحولات ورهانات التنمية الترابية، منشورات مختبر دينامية المجال، التراث والتنمية المستدامة بالكلية متعددة التخصصات بتازة، ص280.
- **عقاوي الغازي، (2020)**، أثر التغيرات المناخية على الارمال بحوض غريس الأوسط، مؤلف الجماعي، الأنظمة الواحية: مظاهر التجديد وافاق التنمية المستدامة، مرجع سابق، ص 90.
- **كرزازي موسى وأيت حمزة محمد (2004)**، مناهج البحث في الأرياف من خلال تطبيقات الهجرة، مجلة البحث في الوسط الريفي المغربي، منشورات كلية الآداب والعلوم الإنسانية الرباط، سلسلة ندوات ومناظرات رقم 113، ص40.
- **مديرية إعداد التراب الوطني (2006)** المشروع الوطني لإنقاذ واعداد الواحات، المملكة المغربية، وازرة إعداد التراب الوطني والبيئة
- **مراني علوي محمد (2001)** تاريخ الخطارة ببلاد المغرب الأقصى، الإشكالية الاقتصادية للمياه ببلاد المغرب الأقصى. الندوة الوطنية حول الخطارة، والتنمية، واقع، وآفاق. أرفود: 16-17أبريل 2001 منشورات جمعية محاربة التصحر والمحافظة عل البيئة. ص 27 ص35.
- **المولودي محمد (2006)**، مكافحة زحف الرمال بواحة تافيلالت، بين تدخل الدولة ومبادرات الفلاحين، مقال منشور في الأنترنيت، www.tanmia.ma.
- **وزارة إعداد التراب الوطني والماء والبيئة (2007)** الحوار الوطني حول الماء (أرضية) ص 21.
- **وزارة التجهيز والماء، (2022)** ندرة المياه والتدابير الاستعجالية لتأمين التزويد بالماء، لجنة البنيات الأساسية والطاقة والمعادن والبيئة، المملكة المغربية فاتح مارس 2022.

❖ وثائق وأرشيف المصالح الإدارية

- الجماعة الحضرية الجرف، أرفود ومولاي علي الشريف
- الجماعة القروية فزنا، عرب الصباح زيز، عرب الصباح غريس، السيفا، السفالات، بني امحمد سجلماسة، الريصاني.
- جمعية فزنا للبيئية والتنمية والماء الصالح للشرب.، بالجماعة الترابية القروية فزنا.
- مجلس النواب المغربي (2016) تقييم البرنامج المندمج لتزويد العالم القروي بالماء الصالح للشرب PAGER.
- المديرية الجهوية للإسكان والتعمير والتنمية المجالي، برنامج واحات تافيلالت.POT
- المركز الجهوي للاستثمار الفلاحي الجرف، أرفود الريصاني.
- مركز دراسة وتنمية المجالات الواحية والصحراوية بالجرف.
- المكتب الجهوي للاستثمار الفلاحي لتافيلالت، بالرشيدية
- المكتب الوطني للماء الصالح للشرب الرشيدية.
- مندوبية التجهيز والنقل – مصلحة المياه، الرشيدية.
- المندوبية الجهوية للمياه والغابات ومحاربة التصحر بالرشيدية.
- المندوبية السامية للتخطيط بالرباط.
- الوكالة الحضرية بالرشيدية.
- وكالة الحوض المائي، كير زيز،غريس،الرشيدية،ABHGZR

❖ Thèses et ouvrages

- **AAFIR Mustapha**, **(2006),** Les contraintes hydrologiques de l'aménagement du bassin versant du dades : une approche géopolitique du développement durable**,** Thèse de Doctorat, Université Sidi Mohamed Ben Abdellah Faculté des Lettres et Sciences humaines Saïs – Fès Université Paul Verlaine – Metz U.F.R Sciences Humaines et Arts.
- **AHOSSI M.C Armel,(2007)**, Analyse diagnostique des systèmes de productions agricoles et perspectives de développement des oasis du Tafilalet : Cas de Bouya mémoire de troisième cycle pour l'obtention du diplôme d'ingénieur d'état en agronomie option : agroéconomie, Institut Agronomique et Vétérinaire Hassan II RABAT.
- **BAKI Saïd,(2017)**, Contribution à l'étude hydrologique, hydrogéologique, hydro chimique et vulnérabilité des ressources en eau à la pollution : Apport du SIG et de la télédétection Cas du bassin versant de l'oued Gheris (Sud-est Marocain), thèse de doctorat, université Mohammed V, Faculté des Sciences de Rabat
- **BEN KACEM Abdelfattah (2017)** Dynamique éolienne, ensablement, morpho dynamique dunaire, et dégradation des milieux oasiens dans la plaine de Tafilalet (Sud-est marocain) : cas de l'oasis de Rissani et ses environs, Master Milieux Naturels : Dynamiques, Risques et Aménagement, Université Sidi Mohammed Ben Abdellah Faculté des Lettres et des Sciences Humaines Saïs, Fès.
- **BEN SALEM Abdelkrim, (2018),** vulnérabilité et l'Adaptation aux Changement climatiques dans l'osais de la région de Tafilalet au Maroc, Thèse de doctorat Université Cadi AYYAD, Faculté des Sciences SEMLALIA Marrakech, 250 p.
- **BENALLA Mansour (2003)** Étude morpho-dynamique de l'évolution des dunes du Tafilalet (Maroc) : apports de la sédimentologie et de l'imagerie aérienne et spatiale. Thèse de doctorat, discipline : géologie appliqué, spécialité : géo-environnement, Université Mohammed V Agdal, Faculté des sciences Rabat.
- **BOUAZZA Bouchaib,(2019)**, Les risques hydrologiques d'inondations et la problématique d'aménagement des territoires de piémont : cas du "dir" de Taghzirt à Zaouïat Cheikh, Province de Béni Mellal, Maroc, Thèse de doctorat en Géographie, flsh Béni Mellal.
- **BOUBEKRAOUI Mly Hassan, (1983).** « La crise des palmeraies de la plaine du Tafilalet (sud-est Marocain) ». Thèse de doctorat de 3ème cycle en géographie, institut de géographie Daniel Faucher, Toulouse, 201 p.

- **BOUSFOUL M., A. BABAKHOUYA et A. ABAOUZ, (2005)** Gestion intégrée des ressources en eau dans le Tafilalet : une nécessité pour la préservation des Oasis du Sud – Est Marocain le symposium international sur « Le développement agricole durable des systèmes oasiens » a été organisé à Erfoud en mars 2005.
- **CHANYOUR Yassine, (2018),** Hydrologie des milieux arides et présahariens du Sud-est marocain Cas du bassin versant de l'oued Daoura, Thèse de Doctorat d'Etat en géographie, Université Sidi Mohammed Ben Abdellah Faculté des Lettres et des Sciences Humaines Saïs, Fès p, 351
- Climate change, Synthesis report adopted at IPCC plenary WWVII, Valencia, Spain, 12-17 November 2007.
- **DIONE Assane,**(**2012**), Analyse de la durabilité des dynamiques d'extension des systèmes oasiens du Tafilalet, Sud-Est du Maroc.124 pages
- **EL MANSOR Brik (1988)**, Les problèmes de l'eau dans la vallée moyenne du Ziz et la plaine du Tafilalt (Sud-Est marocain), thèse Doctorat d'université de Nancy p.140
- **LAAOUANE Mohammed,(2004).** Evolution des paysages géomorphologiques dans les Moyens Ziz et Gheris (Sud-Est marocain) : plate-forme physique et pressions anthropiques). Thèse pour l'obtention du doctorat d'états, Université Abdelmalek Saadi, FLSH Tétouan. 340 pages, 3 planches hors texte.
- **MARGAT Jean (1962),** Mémoire explicatif de la carte hydrogéologique au 1/50000 de la plaine du Tafilalt.
- **MEZGHAB.A LAAOUANE.M AKDIM.B, (2002),** "Protocoles d'analyse : Sédimentologie, Pétrologie et Hydrochimie", imprimerie Info priant. 155p. Maroc
- **MEZZINE (L) 1978 Tafilalt à travers 4 documents inédits au 17 et 18. Thèse de 3 è cycle p 990.**
- **NOUAYTI Nordine,(2017)**: Etude du fonctionnement hydrogéologique des aquifères jurassiques du Haut Bassin du Ziz (Haut Atlas Central au Nord d'Errachidia, Maroc) par une approche intégrée multi outils (géophysique, modélisation, hydrochimie, SIG et télédétection). Thèse de Doctorat, Faculté des Sciences d'Oujda.
- **PASCON Paul (1978):** Le Haouz de Marrakech. Revue française de sociologie. p105.
- **SEBBAR Abdelali (2013)** : « Etude de la variabilité et de l'évolution de la pluviométrie au Maroc (1935-2005) : Réactualisation de la carte des précipitations, Thèse de Doctorat, Université Hassan II Mohammedia – Casablanca Faculté des Sciences Ben M'Sik, p : 70
- **SPOERRY Sylvie (2007)**, Le retour en eau des khettaras de Jorf une oasis de Tafilalet, Sud-est du Maroc, Dynamique de gestion de l'eau, En vue de l'obtention du diplôme

d'ingénieur en agronomie tropical de l'irc sup agro option gestion social de l'eau, SUPAFRO Institut des régions chaudes, Montpellier 140 p.

❖ Articles

- **AAFIR Mustapha, Abdelouahed BOUBARRIA,(2016**), L'utilité du SIG et le questionnaire au niveau des perspectives d'aménagement de l'eau dans les territoires oasiens : cas du dadés, approches Méthodologiques en Histoire et Géographie, Revue du Département Histoire et Géographie, N3, Faculté Poly disciplinaire Taza.
- **AAFIR Mustapha, (2016),** Identification des potentialités touristiques et perspectives du développement durable : cas du Dadès (Région Draa-Tafilalet, revue Oasis du Maroc, N4/2éme Anne/mai 2016, le Tourisme Dans La Région Draa-Tafilalet : Réalité et perspectives. P29-42.
- **BEN BRAHIM Mohammed (2003),** Les khettaras du Tafilalet (S.E MAROC) passé, présent, futur –Symposium 2 3/10/2003. Luxemburg. P 257
- **BOUSFOUL M., A. BABAKHOUYA et A. ABAOUZ, (2005)** Gestion intégrée des ressources en eau dans le Tafilalet : une nécessité pour la préservation des Oasis du Sud – Est Marocain le symposium international sur « Le développement agricole durable des systèmes oasiens » a été organisé à Erfoud en mars 2005.
- **CHAMAYOT et RUHARD J.P(1977)**: notes et mémoires du service géologique nº 231. Ressources en eau du Maroc tome 3. p. 224
- **CHAMAYOU et Ruhard J-P (1977)** Sillon pré africain à l'est du Siroua : les bassins de Ouarzazate et de Er-Rachidia (Ksar es –souk) Boudnib, Notes et mémoires.
- **COMBE Michel, (1977),** Haut Atlas calcaire, Service géologique du Maroc 1977. Ressources en Eau du Maroc Tome 3 Domaine atlasique et sud atlastique.
- **DEMBA GAYE,(2019)**. Analyse des fréquences et étude des impacts environnementaux et socioéconomiques au nord du Sahel sénégalais, NAAJ. Revue africaine sur les changements climatiques et les énergies renouvelables. 2019. Vol. 1, No. 1
- **DIRECTION DE LA REGION HYDRAULIQUE DU GUIR-RHERIS-ZIZ-ERRACHIDIA. Mai 2007**. Mission 1.1.Bilan Diagnostic des vulnérabilités climatiques et des capacités d'adoption en situation actuelle.152 pages
- **DIRECTION DE LA REGION HYDRAULIQUE DU GUIR-RHERIS-ZIZ-ERRACHIDIA. Mai 2011**. Mission 1.1.Bilan Diagnostic des vulnérabilités climatiques et des capacités d'adoption en situation actuelle.149 pages.

- **DIRECTION DE LA RÉGION HYDRAULIQUE, 2007**, Actualisation du plan directeur d'aménagement intègre des ressources en eau desbassins de Guir – Gheris – Ziz et Maider phase 1 provinces Er-Rachidia, Ouarzazate, Zagora et Figuig.
- **DIRECTION GENERALE DE LA METEOROLOGIE, (2020)** Maroc, Etat du climat en 2020.
- **DIRECTION REGIONALE DE L'HYDRAULIQUE GUIR ZIZ GHERIS (2007), Mission 2**, Plan directeur 2007 : Perspectives de développement de l'agriculture p : 81.
- **EL FAIZ, M., and T. RUF. 2006**. La gestion collective de l'eau est-elle encore possible dans le Nfis à l'Ouest de Marrakech? In : Coordinations hydrauliques et justices sociales. 4ème séminaire du PCSI Agropoles-Montpellier, 25 et 26 novembre 2004.
- **EL KHAYARI (1989)** Alimentation en eau potable de la vallée du Ziz et de la plaine du Tafilalet [Maroc] "5 tables. 2 mars. ""Hommes-Terre-et-Eaux (Morocco). Revue Marocaine des Sciences Agronomiques et Vétérinaires. (Mar-Jun 1989). v. 19(74-75) p. 161-168. Spécial issue : Eau potable."
- **EL KHOUMSI.W, HAMMANI1.A, KUPER.M, BOUAZIZ.A, (2017)**, La durabilité du système oasien face à la détérioration des ressources en eaux souterraines : cas de la palmeraie de Tafilalet Rev. Mar. Sci. Agron. Vét. (2017) 5 (1): 41-51
- **El OUALI A**. (1991). Contribution du Haut-Atlas central au sud de Midelt à l'alimentation des aquifères profonds du bassin crétacé d'Er-Rachidia (Maroc). Thèse de l'Université en sciences de la terre. Université de Franche-Comté, France.234 p
- **GROUPE D'EXPERTS INTERGOUVERNEMENTAL SUR L'EVOLUTION DU CLIMAT GIEC,) 2008)**. IPCC Fourth Assessment Report : Climate Change 2007.
- **GUEMIMI A. (1991**). Drainage des sols salés dans le Tafilalet. *Revue Homme Terre et Eau* p. 47-60
- **GUERRAOUI Driss** (1985) : Agriculture et développement au Maroc. Edition Maghrébines Casablanca publicisations. p 96
- **HILALI A, Loussert R (2010)** « Les khettaras Mobilisation durable et écologique des eaux des oasis ». In Revue d'El waha RADDO n° 1
- **HORTON R. E., (1945).** Erosional development of streams and their drainage basins: Hydrophysical approach to quantitative morphology. Geol. Soc. Amer. Bull., Vol.56, pp.275-370.
- **JOLY Fernand (1962)**، Etudes sur le Relief du sud Est Marocain, Thèse Faculté des lettres de Paris, Rabat, travaux Institue, Scientifique, chérifien, Série géologie et géographie physique. N°10.578 pages, 96 figeur,4 cartes, 147-151.

- **KABIRI. Lahcen (2005),** « Contribution à la connaissance de la dynamique éolienne dans les oasis du sud Marocain : Cas du Tafilalet ». Actes du Symposium International sur le Développement Durable des Systèmes Oasiens, Erfoud, Maroc' 'Deuxième partie : Communications en sessions parallèles.
- **KADIRI Omar, (2017)** Evolution des techniques des systèmes d'irrigation dans l'oasis de Tafilalet « cas de la zone de Jorf et Erfoud, Examen d'aptitude professionnelle pour l'accès au grade de technicien du premier grade, Office Régional de Mise en Valeur Agricole du Tafilalet.
- **LAAOUANE Mohammed (2013), «** La khettara, un élément du patrimoine hydraulique dans le sud-est Marocain au croisé des chemins » Ressources patrimoniales et de développement local au Maroc et en Andalousie Espagne, publication de la faculté des lettres et des sciences humaines Tétouan. n° 26,P 43-64.
- **LAAOUANE Mohammed, AMYAY Mohamed, OBDA Khalid, FASKAOUI Brahim, (2000),** les khettaras de Farkla : un patrimoine agonisant, série colloques et séminaires n°2,P,103-122.
- **LUBES-NIEL, H., MASSON, J., PATUREL, J., SERVAT, E. (1998).** Variabilité climatique et statistique. Etude par Simulation de la puissance et de la robustesse de quelques tests utilisés pour vérifier l'homogénéité de Chroniques. Revue des Sciences de l'Eau, 383-408., p. 383-408
- **MARGAT J. (1985).** Hydrologie et ressources en eau des zones arides. Bulletin de la Société géologique de France, 1009-1020.
- **MARGAT Jean., MOULLARD L. (1957).** Le régime d'une nappe phréatique en domaine présaharien (Tafilalet, sud-est marocain). Congrès géologique international, p 299-315.
- **MENESSON E. (1965)** Ksours du Tafilalet revue géographie Maroc N°8, p : 88
- **O.N.E.P Er-Rachidia(2007)**Taux d'accès par commune et découpage Communal.
- **O.N.E.P (2007**) Bilan des réalisations de l'année 2006 de la direction provinciale de L'O.N.E.P d'Er-Rachidia .
- **O.R.M.V.A.T,1980** , Etude de la salure des sols du Tafilelt Première Partie, Cartes isocones au 1/ 20000, p 19-60
- **OFFICE REGIONAL MISE VALEUR. AGRICOLE TAFILALET. (2007)** : Fiches de calcule.
- **OURAHOU Mohamed, (2017)**, Epandage des eaux de crues dans le Tafilalet lors du séminaire international sur le thème : les systèmes de collecte et de valorisation des eaux

de pluie l'anafide et l'iav hassan II Sous le Parrainage du ministère de l'Agriculture et de la Pêche Maritime et du Ministère Délégué Chargé de l'Eau Et en collaboration avec la CIGR, la FAO et l'UNESCO, revue hommes, terres et eaux n° 163 mars 2017 page 37.

- **PETERSON, T.C., D.R. Easterling, T.R. Karl, P. Groisman, N. Nicholls, N. Plummer, S. Torok, I. Auer, R. Boehm,** D. **-Gullet, L. Vincent, R. Henio, H. Tuomenvirta, O. Mestre, T. Szentimrey, J. Salinger, E.J. Forland, I. Hanssen-Bauer, H. Alexanderson, P. Jones, and D.** Parker. (1998). Homogeneity adjustments of in situ atmospheric climate data: a review. International Journal Of Climatology, 18: 1493–1517
- **RUHARD J P. et J. MARGAT (1977)** R.E. Bassin quaternaire du Tafilalt carte structurale et hydrogéologique du Bassin quaternaire du Tafilalt, p ; 352
- **RUHARD, J-P., 1977.** Le Bassin quaternaire du Tafilalt. Ressources en eau du Maroc, Tome III : Domaines atlasique et sud-atlasique. Note et mémoire du Service Géologie du Maroc, pp 352-415.
- **RUHARD, J-P., 1977.** Le Bassin quaternaire du Tafilalt. Ressources en eau du Maroc, Tome III : Domaines atlasique et sud-atlasique. Note et mémoire du Service Géologie du Maroc, pp 352-415.
- **STOCKTON C.W & autres, (1985)** : " Reconstitution à long terme de la sécheresse au Maroc ", colloque d'Agadir " Sécheresse, gestion des eaux et production alimentaire " 21-24 novembre1985, p.9
- **STRAHLER A N., (1964).** Quantitative Geomorphology of Drainage Basins and Channel Networks, VT Chow (ed), Handbook of Applied Hydrology. McGraw Hill Book Company, New York, 4–11.
- **STRAHLER. (1957).** Quantitative analysis of watershed geomorphology. Trans. Am. Geophys. Union, 38: 913-920
- **STRIKKE Coert Johan r,(2014),** Groundwater modelling of the khettara area of Fezna-Jorf-Hannabou, Morocco, Delft University of Technology (TU Delft) Faculty Civil Engineering and Geo Sciences ,Hollande, 211 p.
- **UNESCO & OMM,(1987):** « Aspects hydrologiques des sécheresses ", Etudes et Rapports d'Hydrologie, n° 39, p.1, Contribution au Programme Hydrologique International, Paris.

❖ Documents Cartographiques

- **Carte des tribus (Maroc)** Provinces du nord au 1/500 000, 1977
- **Carte générale du Maroc** au 1 : 2500 000, 1979

- **Cartes Hydrogéologiques** : Carte des principaux aquifères de la Région Hydraulique d'Er-Rachidia, au 1/500 000, DRH de Guir, Gheris, ziz, Errachidia. Nappe libre de la D.R.H au 1/1 500 000 Er-Rachidia. Réseau piézométrique, mesure depuis 1954, plaine du Tafilalt au 1/100 000 D.R.H Errachidia.
- **Cartes Hydrologiques :** Réseaux hydrographiques du sud-est marocain au 1/1 000 000, Joly 1959. (Planche 4). * Eaux pérennes du ziz et du Gheris au 1/500 000 (J.) Margat.
- **Cartes Mopho-structurales et géologiques** : * Carte morpho-structurale du SUD-EST Marocain Planche 1, Joly 1959. * Surfaces Topographiques Anciennes Planche 2, Joly 1959.
- **Cartes Topographiques du Maroc** : **Au 1/100 000** : * Feuille de Rich 1960, * Feuille de Gourrama 1966, * Feuille de Ksar- es-Souk (Er-Rachidia) 1968, * Feuille de d'Erfoud 1972**. Au 1/500 000 :** * Feuille de Ouarzazate, * Feuille de Hamada de Guir 1954, * Feuille de Tinjdad 1968, * Feuille de Goulmima 1972, * Feuille de Tinghir 1986.

❖ المواقع الالكترونية

https://www.salon-agriculture.ma المعرض الدولي للتمور بأرفود
https://www.petitfute.com
https://www.hertz.ma
https://library.wmo.int/doc_num.php?explnum_id=1002
http://www.equipement.gov.ma/AR/Pages/Accueil.aspx وزارة التجهيز والنقل
http://www.zizvalley.com/index.php?act=file&id=109&article=3546 موقع زيز فالي
https://www.hespress.com
https://www.noor-book.com. موقع لتحميل الكتب
https://earthexplorer.usgs.gov موقع لاستخراج الصور الجوية /

فهرس الخرائط

خريطة رقم 1: الموقع الجغرافي لحوض زيز-غريس ضمن الأحواض المغربية..... 4

خريطة رقم 2 : الموقع الإداري لحوض زيز-غريس ضمن جهات المملكة المغربية..... 5

خريطة رقم 3 : الموقع الجغرافي لواحات سهل تافيلالت ضمن حوض زيز-غريس..... 6

خريطة رقم 4 : الموقع الإداري لسهل تافيلالت ضمن التراب الوطني المغربي..... 7

خريطة رقم 5 : فئات الارتفاعات بالحوض المائي زيز-غريس..... 27

خريطة رقم 6 : توزيع الإنحدرات بحوض زيز-غريس..... 30

خريطة رقم 7 : جيولوجية معقدة بحوض زيز-غريس..... 31

خريطة رقم 8 : الوحدات الجيومرفولوجية بحوض زيز-غريس..... 35

خريطة رقم 9 : بنية الشبكة الهيدروغر افية في حوض زيز-غريس 37

خريطة رقم 10: توزيع القبائل بحوض زيز-غريس 43

خريطة رقم 11 : التوزيع المجالي للسكان بحوض زيز-غريس 47

خريطة رقم 12:التوزيع المجالي لمحطات قياس التساقطات المطرية في حوض زيز-غريس 63

خريطة رقم13 : التوزيع المجالي للمحطات قياس الحرارة بحوض زيز-غريس 75

خريطة رقم 14 : التوزيع المجالي للتساقطات المطرية بالمغرب 85

خريطة رقم 15 : تدرج متوسط التساقط المطري بحوض زيزوغريس بملم ما بين(1960 -2019) 89

خريطة رقم 16 : التوزيع المساحي لمعدلات التساقطات المطرية بحوض زيز-غريس بملم (1960 -2019) 94

خر ائط رقم17: التوزيع المساحي للتساقطات المطرية الفصلية بحوض زيز-غريس (1960 -2019) 98

خريطة رقم 18 : التوزيع المساحي للحرارة العليا السنوية بحوض زيز-غريس ما بين 1982و2019 102

خريطة رقم 19 : توزيع الحرارة الوسطى بحوض زيز–غريس ما بين 1982 و2019 103

خريطة رقم 20 : التوزيع السنوي للحرارة الدنيا بحوض زيز-غريس من 1982 إلى 2019 104

خر ائط رقم 21 : التوزيع المساحي لدرجة للحرارة الفصلية بحوض زيز-غريس ما بين 1982 و2019 106

خريطة رقم 22 : متوسط التوزيع السنوي المساحي للتبخر بحوض زيز-غريس (1983-2018) 110

خر ائط رقم 23 : التوزيع المساحي لمعدلات للتبخر حسب الفصول بحوض زيز-غريس بملم 112

خريطة رقم 24 : التوزيع السنوي لرطوبة النسبية بحوض زيزوغريس 114

خر ائط رقم 25 : التوزيع الفصلي للرطوبة النسبية بحوض زيزغريس ما بين 1997 و2018 115

خريطة رقم 26 : توزيع الوديان الرئيسية ورو افدها بحوض زيز-غريس 124

خريطة رقم 27 : الأحواض الفرعية لواد زيزور افده 125

خريطة رقم28 : الأحواض الفرعية لواد غريس ور افده 127

خريطة رقم 29 : التوطين المجالي لمحطات قياس الصبيب بحوض زيز-غريس (1960/59 -2016/15) 130

خريطة رقم 30 : الفرشاة المائية والوحدات الهيدرولوجية بحوض زيز-غريس 156

خريطة رقم 31: تدرج التساقطات المطرية بحوض زيز-غريس 206

خريطة رقم 32 : خريطة بيزومترية لفرشة الجرف-فزنا المائية. 216

خريطة رقم 33 : خريطة بيزومترية لفرشة سهل تافيلالت المائية. 217

خريطة رقم 34 : وضعية الرمال بواحات منقارة، الجرف، العشورية وفزنا سنة 1984 خريطة رقم 35 : وضعية الرمال بواحات منقارة، الجرف، العشورية وفزنا سنة 2002..... 231
خريطة رقم 36 :وضعية الرمال بواحات حنابو لكر ايروالبوية سنة 1984 خريطة رقم 37 :وضعية الرمال بواحات حنابولكر اير والبوية سنة 2002..... 233
خريطة رقم 38 : وضعية الرمال بواحات المنقارة، الجرف، العشورية وفزنا سنة 2020..... خريطة رقم 39 : وضعية الرمال بواحات حنابولكر اير البوية سنة 2020 235
خريطة رقم 40 : توزيع السدود التحويلية والسواقي بواحات سهل تافيلالت..... 267
خريطة رقم 41 : توزيع أبار الضخ العصري بواحات سهل تافيلالت 272
خريطة رقم 42 : توزيع تقييم تسعيرة الماء الشروب حسب المستجوبين بواحات سهل تافيلالت 294
خريطة رقم 43 : التوزيع المجالي لشبكة الصرف الصحي والحفر الصحية بسهل تافيلالت..... 310

فهرس الجداول

جدول رقم 1: الجماعات الحضرية والقروية التي يغطيها حوض زيز-غريس..... 3
جدول رقم 2: عدد الجماعات ومساحتها بسهل تافيلالت 7
جدول رقم 3: توزيع عدد الاستمارات الموجه للفلاحين 12
جدول رقم 4 : توزيع عدد الاستمارات الموجة لمستعملي مياه الشرب والصرف الصحي..... 12
جدول رقم 5: توزيع عدد الاستمارات الموجة لمستعملي مياه السقي..... 13
جدول رقم6: آختلاف تطور عدد السكان حسب بعض الجماعات الترابية بحوض زيز-غريس (1960-2014)..... 45
جدول رقم 7: عدد الأسر المهاجرة بالجماعات الترابية لسهل تافيلالت 49
جدول رقم 8 : المساحة و إنتاج الحبوب بأقاليم حوض زيز-غريس(الإنتاج الألف قنطار)..... 52
جدول رقم 9: توزيع أشجار النخيل بواحات سهل تافيلالت لسنة 2019 53
جدول رقم10: كمية الماء المستهلكة في الصناعة (م³/اليوم) بالجماعات الحضرية لحوض زيز-غريس 55
جدول رقم 11: تطور الطاقة الإيوائية للمؤسسات المصنفة بإقليم الرشيدية 56
جدول رقم 12: الموقع الجغرافي لمحطات الرصد المطرية التي استندت عليها الدراسة..... 61
جدول رقم 13: فترات قياس التساقطات المطرية ومطابقتها للمعايير المعتمدة دوليا من طرف OMM 64
جدول رقم 14: نتائج تطبيق طريقة مقارنة القيم المتراكمة لاختبار تجانس التساقطات المطرية 70

جدول رقم15 : الموقع الجغرافي لمحَطّات قياس درجة الحرارة التي استندت إليها الدراسة (1981 و2019) 73

جدول رقم 16 : مقاييس الحرارة والتساقطات المطرية حسب طريقة لأومبيرجي 80

جدول رقم17 :متوسط التساقطات السنوية والشهرية (ملم) بحوض زيز-غريس ما بين (1960 -2019) 86

جدول رقم 18 : التباينات المجالية للتساقطات السنوية (ملم) بمحطات الرصد المدروسة 1960-2019 88

جدول رقم 19: توزيع التساقطات الفصلية بحوض زيز-غريس (1960 -2019)..... 97

جدول رقم 20: توزيع درجة الحرارة العليا بحوض زيز-غريس (1982 – 2019) 101

جدول رقم 21: توزيع درجة الحرارة الوسطى بحوض زيز-غريس (1982 – 2019)..... 103

جدول رقم 22 توزيع درجة الحرارة الدنيا بحوض زيز-غريس 1982 إلى 2019 104

جدول رقم 23: التوزيع الفصلي للحرارة بحوض زيز-غريس ما بين 1982و2019 105

جدول رقم 24 : التوزيع الفصلي للتبخر(ملم) بحوض زيز-غريس 1983 إلى 2018 111

جدول رقم 25 : التوزيع الفصلي للرطوبة النسبية بحوض زيزوغريس..... 114

جدول رقم 26 :توزيع محطات قياس الصبيب بالحوض المائي زيز-غريس (1960/59 -2016/15) 130

جدول رقم 27: الواردات السنوية لحوض زيز حسب أهمية الأحواض الفرعية من الريش إلى السافلة في الطاوس. 144

جدول رقم 28: الواردات السنوية لحوض غريس حسب أهمية الأحواض الفرعية من تاديغوست إلى السافلة في ملتقى المعيدر 145

جدول رقم 29: مساهمة التساقطات المطرية في تغذية الفرشات المائية بحوض زيز-غريس..... 161

جدول رقم 30: مساهمة مياه الامتطاحات في تغذية الفرشات المائية بحوض زيز-غريس 162

جدول رقم 31: كميات التفريغ من الفرشات المائية بواسطة الآبارومحطات الضخ..... 163

جدول رقم 32: الحصيلة العامة للفرشات المائية بحوض زيز-غريس بمليون م^3 163

جدول رقم 33: المتوسطات المتحركة للأمطار بالمحطات العليا لحوض زيز-غريس ما بين سنتي 1960 و2019..... 175

جدول رقم 34: المتوسطات المتحركة للأمطار بمحطات الرصد الوسطى بحوض زيز-غريس ما بين 1960 و2019 177

جدول رقم 35: المتوسطات المتحركة للأمطار بمحطات السهلية بحوض زيز–غريس ما بين 1960 و2019..... 179

جدول رقم 36: تطبيق اختبارمان وكاندال لتحديد اتجاه التساقطات المطرية بحوض زيز-غريس..... 180

جدول رقم 37: الفرق بين المتوسطات السنوية لدرجة الحرارة للفترتين الزمنيتين (1982/2000) و(01/ 2018) بحوض زيز 181

جدول رقم38 : اختبارمان كاندال لتحديد اتجاه الدرجة الحرارة بمحطات حوض زيز-غريس 1982 إلى 2018..... 184

جدول رقم 39: تراجع حجم الموارد المائية القابلة للتعبئة بالمغرب (1984-2020) 187
جدول رقم 40: الحصيلة المائية عبر فصول السنة بمحطات حوض زيز 190
جدول رقم 41: الحصيلة المائية بمحطات الرصد بحوض زيز (1983 - 2019) 192
جدول رقم 42: الحصيلة المائية عبر فصول السنة بمحطات حوض غريس بملم 194
جدول رقم 43: الحصيلة المائية بمحطات الرصد بحوض غريس (1983 - 2019) 196
جدول رقم 44: معامل الجفاف لDE Martonne بمحطات الرصد بحوض زيز-غريس (1983-2019) 208
جدول رقم 45: انحراف الأمطار عن معدلها العام (1960/2019) 211
جدول رقم 46: حصيلة الفرشة الرباعية بسهل تافيلالت 218
جدول رقم 47: خصائص الفيضانات بحوض زيز-غريس 224
جدول رقم 48: الأحياء الجديدة التي ظهرت بعد الفيضانات بسهل تافيلالت 229
جدول رقم 49 : إحداثيات موقع استخلاص عينات من الرمال 236
جدول رقم 50: نتائج الدراسة المجهرية لحبات الرمال 238
جدول رقم 51: أراء الساكنة حول الاستفادة من مياه الفيض بواحات سهل تافيلالت 249
جدول رقم 52: عدد المالكين ونظام النوبة بخطارات سهل تافيلالت 253
جدول رقم 53: طوال الظل والضبط الزمني لمياه الخطارة 254
جدول رقم 54: مصدر مياه السقي حسب الجماعات الترابية بواحات سهل تافيلالت 259
جدول رقم 55: أنواع ملكية مياه السقي بمجال الدراسة 261
جدول رقم 56: شبكة السقي العصري بزيز الأعلى والأوسط 264
جدول رقم 57: تنظيم شبكة السقي بسهل تافيلالت 264
جدول رقم 58: عدد طلقات المائية لسد الحسن الداخل نحو سهل تافيلالت 265
جدول رقم 59: تحويل مياه واد غريس نحو واحات سهل تافيلالت 266
جدول رقم 60: أسماء السدود التحويلية وقنواتها التقليدية بسهل تافيلالت 267
جدول رقم 61: عدد محطات الضخ العصري التي شملتها الدراسة من مجموع محطات الضخ بواحات سهل تافيلالت 271
جدول رقم 62: عدد الآبار بالحيازة بواحات سهل تافيلالت 272
جدول رقم 63 : مقارنة الضخ بالطاقة الشمسية والضخ التقليدي بالوقود 275
جدول رقم 64: تطور عدد الرخص الممنوحة لحفر الآبار بواحات سهل تافيلالت ما بين 2011 و2015 276

جدول رقم 65: توزيع الآبار بمجال الدراسة حسب وسيلة الحفر 279
جدول رقم 66: فترة زيادة تعميق الآبار لدى الفلاحين بواحات سهل تافيلالت 281
جدول رقم 67: تطور السكان بالآلاف نسمة ونسبة الربط بشبكة توزيع الماء الصالح للشرب والتوقعات المستقبلية بالمراكز الحضرية لحوض زيز-غريس 289
جدول رقم 68: مصدر التزود بمياه الشرب والاستعمال المنزلي بسهل تافيلالت 291
جدول رقم 69: توزيع مصادر التزود بالماء الشروب بالجماعات الترابية لسهل تافيلالت 291
جدول رقم 70: توزيع الأسر المستجوبة حسب متوسط الأداء الشهري لفواتير الماء الشروب 294
جدول رقم 71: متوسط الأداء الشهري لدى الأسر حسب الأشطر 295
جدول رقم 72: وتيرة تزود الأسر بالماء الشروب من شبكة الربط 296
جدول رقم 73 : طبيعة المسكن لدى الأسر المستجوبة بمجال الدراسة 298
جدول رقم74 : مساحة المسكن لدى الأسر المستجوبة بواحات سهل تافيلالت 300
جدول رقم 75 : توزيع عدد أفراد الأسرة حسب الجماعات الترابية لسهل تافيلالت 301
جدول رقم 76 : حجم المياه المستهلكة مقارنة مع عدد أفراد الأسر 302
جدول رقم 77: عدد المراحيض بالمنازل 303
جدول رقم 78: نوعية المراحيض حسب عينة البحث بالجماعات الترابية لسهل تافيلالت 303
جدول رقم 79 : توزيع الأسر المستجوبة حسب امتلاكها للحمام بالبيت 305
جدول رقم 80: طريقة التخلص من المياه المستعملة بالجماعات الترابية لواحات سهل تافيلالت 308
جدول رقم 81: إعادة استعمال المياه العادمة بعد معالجتها في سقي الأراضي الزراعية 311
جدول رقم 82: إعادة استعمال المياه العادمة بعد معالجتها في القطاع الفلاحي حسب الجماعات 312
جدول رقم 83: توزيع الوحدات الفندقية التي شملها البحث الميداني حسب بنيتها التحتية بمدينة أرفود 313
جدول رقم 84: توزيع أنواع مصادر المياه حسب نوع الاستخدامات الغذائية 314
جدول رقم 85: توزيع المسابح حسب الحجم ومصدر المياه بالفنادق المدروسة 316
جدول رقم 86: توزيع الفضاءات الخضراء في الفنادق المصنفة بمدينة أرفود 317
جدول رقم 87 :طبيعة الخزانات المائية لدى الأسر بمجال الدراسة 323
جدول رقم 88: إجابات الساكنة حول ضرورة الاقتصاد في الماء بالمنزل 324
جدول رقم 89: التسعيرة المائية حسب نظام الأشطر بواحة فزنا 328

جدول رقم 90: تاريخ بداية استعمال التقنيات المقتصدة للماء بواحات سهل تافيلالت 331
جدول رقم 91: طريقة السقي بمجال الدراسة 331
جدول رقم 92: أهمية الطرق المقتصدة للماء حسب أراء الفلاحين 332
جدول رقم 93: طبيعة المغروسات المعتمدة المقتصدة للماء بالواحة 335
جدول رقم 94: طبيعة التدخلات في قطاع مياه السقي حسب أراء المستجوبين 338
جدول رقم 95: مشاركة الفلاحين في إنجازوتنفيذ مشاريع مياه السقي 339
جدول رقم 96: أراء الفلاحين حول طبيعة التحديات التي تعرقل التدخلات في مجال مياه السقي 339
جدول رقم 97: طريقة السقي بمجال الدراسة 342
جدول رقم 98: استخراج القيم الناقصة من السلسلة المطرية لبعض المحطات (ملحق) 397
جدول رقم 99: معطيات محطات رصد التساقطات المطرية بحوض زيز-غريس (ملحق) 402

فهرس الأشكال

شكل رقم 1 :توزيع فئات الارتفاع حسب نسبة مساحتها بالحوض المائي زيز-غريس 28
شكل رقم 2 : تطورعدد السكان في حوض زيز-غريس ما بين سنتي 1960 و2014 44
شكل رقم 3 : تطورالسكان الحضريين والقرويين في حوض زيز-غريس بين سنتي 1960 و2014 45
شكل رقم 4 : العوامل المفسرة للهجرة بواحات سهل تافيلالت 50
الأشكال رقم 5 : اختبارتجانس القياسات المطرية بطريقة القيم المتراكمة بمحطتي أيت بويجان وأموكر 67
الأشكال رقم 6 : اختبارتجانس القياسات المطرية بطريقة القيم المتراكمة بمحطات تاديغوست ومروتشة 67
الأشكال رقم 7 : اختبارتجانس القياسات المطرية بطريقة القيم المتراكمة بمحطات تاديغوست ومروتشة 67
الأشكال رقم 8 : اختبارتجانس القياسات المطرية بطريقة القيم المتراكمة بمحطتي فم تيليشت ومزيزل 68
الأشكال رقم 9 : اختبارتجانس القياسات المطرية بطريقة القيم المتراكمة بمحطتي الطاوس وأرفود 68
الأشكال رقم 10 : اختبارتجانس القياسات المطرية بطريقة القيم المتراكمة بمحطتي الطاوس وأرفود 68
شكل رقم 11 :اهليلج (BOIS)لتحديد الفترات المتجانسة بالمحطة المطرية الطاوس 72
شكل رقم 12 : نتائج التحقق من فرضية العدم لمحطة الطاوس بواسطة برنامج Khronostat 72
شكل رقم13 : اهليلج (BOIS) لتحديد الفترات المتجانسة للسلسلة الزمنية بمحطة قياس الحرارة أرفود والطاوس بحوض زيز ما بين1981 و2019 76

شكل رقم 14 : اهليلج (BOIS)لتحديد الفترات المتجانسة للسلسلة الزمنية بمحطة قياس الحرارة بتاديغوست و أيت بويجان بحوض غريس ما بين1981 و2019 76

شكل رقم15 : اهليلج (de BOIS)لتحديد الفترات المتجانسة للسلسلة الزمنية بمحطة قياس الحرارة أموكر ما بين1981 و2019 76

شكل رقم16 : تحديد الارتباط الداخلي للسلسلة الزمنية للتبخر بمحطة الطاوس وأرفود (1983-2019) 77

شكل رقم17 : تحديد الارتباط الداخلي للسلسلة الزمنية للتبخر بمحطة الحسن الداخل (1983-2019)..... 78

شكل رقم18 : تحديد الارتباط الداخلي للسلسلة الزمنية لمحطة قياس الرطوبة الحسن الداخل وأرفود..... 78

شكل رقم 19 : تحديد الارتباط الداخلي للسلسلة الزمنية لمحطة قياس الرطوبة بالطاوس 79

شكل رقم 20 : تصنيف مناخ محطات حوض زيز-غريس حسب طريقة أومبيرجي..... 81

شكل رقم 21 :التدرج المجالي للتساقطات (ملم) السنوية بمحطات الرصد المدروسة (1960 -2019)..... 87

الأشكال رقم 22 : التوزيع السنوي للتساقطات المطرية بمحطات عالية حوض زيز-غريس بملم (1959/ 1960 و2019/2018) 90

الأشكال رقم 23 : التوزيع السنوي للتساقطات المطرية بمحطات وسط حوض زيز-غريس بملم (1959/ 1960 و2019/2018) 91

الأشكال رقم 24 : التوزيع السنوي للتساقطات المطرية بمحطات سافلة حوض زيز-غريس بملم (1959/ 1960 - 2019/2018) 92

الأشكال رقم 25 : التساقطات المطرية الفصلية بمحطات الرصد الجبلية (ملم) من (1960 -2019) 94

الأشكال رقم 26 : التساقطات المطرية الفصلية بمحطات الرصد الوسطى (ملم) (1960 -2019) 95

الأشكال رقم 27: التساقطات المطرية الفصلية بمحطات الرصد السهلية (ملم) (1960 -2019)..... 96

شكل رقم 28 :التوزيع الشهري لمتوسطات التساقطات المطرية بحوض زيز-غريس (1960 -2019)..... 99

شكل رقم 29 : التوزيع الشهري للحرارة بحوض زيز-غريس ما بين 1982 – 2019 107

شكل رقم 30 : المتوسطات الشهرية للتشميس بمدينة الرشيدية لسنة 2020..... 108

شكل رقم31 : متوسط التبخر الشهري بملم بمحطات حوض زيز ما بين 1983-2018..... 109

شكل رقم32 : متوسط التبخر الشهري بملم بمحطات حوض غريس ما بين 1983-2018 109

شكل رقم 33 : الرطوبة الجوية بمحطات الرصد بحوض زيز ما بين 1997 و2018..... 113

شكل رقم 34 :الرطوبة الجوية بمحطة حوض غريس ما بين 1997 و2018 113

شكل رقم 35 : المعدل الشهري لسرعة الرياح في بعض محطات حوي زيز-غريس (1982-2018) 116
شكل رقم 36 : متوسط الصبيب السنوي بمحطة تودغى (1960/59 -2016/15) 131
شكل رقم 37 : انحراف معدلات الصبيب عن المتوسط العام بمحطة تودغى (1960/59 -2016/15) 132
شكل رقم 38 : متوسط الصبيب السنوي بمحطة تاديغوست على واد غريس (1960/59 -2016/15) 132
شكل رقم 39 : انحراف معدلات الصبيب عن المتوسط العام بمحطة تاديغوست (1960/59 -2016/15) 133
شكل رقم 40 : متوسط الصبيب السنوي بمحطة مروتشة على واد فركلة (1960/59 -2016/15) 133
شكل رقم 41 : انحراف معدلات الصبيب عن المتوسط العام بمحطة مروتشة (1960/59 -2016/15) 134
شكل رقم 42 : متوسط الصبيب السنوي بمحطة لحميدة على واد غريس (1960/59 -2016/15) 134
شكل رقم 43 : انحراف معدلات الصبيب عن المتوسط العام بمحطة لحميدة (1960/59 -2016/15) 135
شكل رقم 44 : متوسط الصبيب السنوي بمحطة فم تيليشت على واد سيدي حمزة (1960/59 -2016/15) 135
شكل رقم 45 :انحراف معدلات الصبيب عن المتوسط العام بمحطة فم تيليشت (1960/59 -2016/15) 136
شكل رقم 46 : متوسط الصبيب السنوي بمحطة سد الحسن الداخل على واد زيز (1960/59 -2016/15) 136
شكل رقم 47 : انحراف معدلات الصبيب عن المتوسط العام بمحطة سد الحسن الداخل (1960/59 -2016/15) 137
شكل رقم 48 : متوسط الصبيب السنوي بمحطة قنطرة أرفود على واد زيز (1960/59 -2016/17) 137
شكل رقم 49 : انحراف معدلات الصبيب عن المتوسط العام بمحطة أرفود (1960/59 -2016/15) 138
شكل رقم 50 : توزيع المعدلات الشهرية للصبيب بمحطة تودغى على واد تودغى 139
شكل رقم 51 : توزيع المعدلات الشهرية للصبيب بمحطة تاديغوست على واد غريس 140
شكل رقم 52 : توزيع المعدلات الشهرية للصبيب بمحطة مروتشة على واد فركلة 140
شكل رقم 53 : توزيع المعدلات الشهرية للصبيب بمحطة فم تيليشت على واد زيز 141
شكل رقم 54 : توزيع المعدلات الشهرية للصبيب بمحطة سد الحسن الداخل 142
شكل رقم 55 : توزيع المعدلات الشهرية للصبيب بمحطة أرفود 143
شكل رقم 56 : الواردات الطبيعية للوديان من الموارد المائية بالمتر مكعب/السنة بمجال نفوذ ABHGZR 145
شكل رقم 57: معدلات التساقطات المطرية والصبيب السنوي بمحطة تودغى (1960/59 -2016/15) 146
شكل رقم 58 : معامل الارتباط بين التساقطات المطرية والصبيب السنوي بمحطة تودغى (1960/59 -2016/15) 147
شكل رقم 59 : معدلات التساقطات المطرية والصبيب السنوي بمحطة تاديغوست (1960/59 -2016/15) 147
شكل رقم 60 : معامل الارتباط بين التساقطات المطرية والصبيب السنوي بمحطة تاديغوست 148

شكل رقم 61 : معدلات التساقطات المطرية والصبيب السنوي بمحطة مروتشة (1960/59 -2016/15) 148
شكل رقم 62 : معامل الارتباط بين التساقطات المطرية والصبيب السنوي بمحطة مروتشة 149
شكل رقم 59 : معدلات التساقطات المطرية والصبيب السنوي بمحطة لحميدة (1960/59 -2016/15) 149
شكل رقم 64 : معامل الارتباط بين التساقطات المطرية والصبيب السنوي بمحطة لحميدة 150
شكل رقم 65 : معدلات التساقطات المطرية والصبيب السنوي بمحطة فم تيلشت (1960/59 -2016/15) 150
شكل رقم 66 :معامل الارتباط بين التساقطات المطرية والصبيب السنوي بمحطة فم تيليشت 151
شكل رقم 67 : معدلات التساقطات المطرية والصبيب السنوي بمحطة سد الحسن الداخل (1960/59 -2016/15) 151
شكل رقم 68: معامل الارتباط بين التساقطات المطرية والصبيب السنوي بمحطة سد الحسن الداخل 152
شكل رقم 69 : علاقة معدل التساقطات المطرية والصبيب السنوي بمحطة أرفود 152
شكل رقم 70 : معامل الارتباط بين التساقطات المطرية والصبيب السنوي بمحطة أرفود 153
شكل رقم 71 : تطور متوسط التساقطات السنوية بالمغرب ما بين 1981 و2020 171
شكل رقم 72 : انحراف التساقطات المطرية بالنسبة المئوية عن المعدل بالمغرب(1981-2020) 171
شكل رقم 73 : تطور متوسط الحرارة السنوية بالمغرب ما بين 1981 و2020 172
شكل رقم 74 : انحراف درجة الحرارة عن المعدل بالمغرب (1981-2020) 172
الأشكال رقم 75 : الاتجاه العام للأمطار بمحطات عالية حوض زيز-غريس ما بين 1960 و2019 174
شكل رقم 76 : الاتجاه العام للأمطار بالمحطات الوسطى لحوض زيز-غريس ما بين 1960 و2019 176
شكل رقم 77 : الاتجاه العام للأمطار بالمحطات السهلية بحوض زيز-غريس ما بين 1960 و2019 178
شكل رقم 78 : اتجاه الحرارة السنوية بمحطات حوض زيز من 1982 إلى 2018 183
شكل رقم79 : اتجاه الحرارة السنوية بمحطات حوض غريس من 1982 إلى 2018 183
شكل رقم 80 : التباينات المجالية للموارد المائية السطحية بالتراب الوطني 186
شكل رقم 81 : مستوى العجز المائي بمحطة الطاوس بحوض زيز (1983 -2019) 188
شكل رقم 82 : مستوى العجز المائي بمحطة أرفود بحوض زيز (1983 -2019) 189
شكل رقم 83 : مستوى العجز المائي بمحطة سد الحسن الداخل بحوض زيز (1983 -2019) 189
شكل رقم 84 : مستوى العجز المائي الفصلي بمحطات حوض زيز (1983 -2019) 190
شكل رقم 85: مستوى العجز المائي بمحطة تاديغوست بحوض غريس (1983 -2019 193
شكل رقم 86 : مستوى العجز المائي بملم بمحطة أيت بويجان بحوض غريس (1983 -2019) 193

شكل رقم 87: مستوى العجز المائي بمحطة أموكر بحوض غريس (1983 -2019) 194
شكل رقم 88 : مستوى العجز المائي الفصلي بمحطات حوض غريس (1983 -2019) بملم 195
شكل رقم89 : انحراف الأمطار عن معدلها في المحطات الجبلية بحوض زيز-غريس (1960 -2019) 209
شكل رقم 90 : انحراف الأمطار عن معدلها في المحطات الوسطى بحوض زيز-غريس (1960 – 2019) 210
شكل رقم 91: انحراف الأمطار عن معدلها في المحطات السهلية بحوض زيز-غريس (1960 -2019) 210
شكل رقم 92 : مقارنة الواردات المائية السنوية لسد الحسن الداخل مع معدلات الأمطار لمحطة فم زعبل(1971 و2015) .....
.... 213
شكل رقم 93 : تطور انحرافات الواردات المائية عن المعدل بسد الحسن الداخل (1971 -2016)..... 214
شكل رقم 94 : تطور مستوى منسوب مياه ببئر مسجد فزنا (واحة الجرف)..... 219
شكل رقم 95 : تطور مستوى منسوب مياه ببئر الرزيقات بتيزيمي (واحة أرفود) 219
شكل رقم 96 : تراجع عدد الخطارات بسهل تافيلالت نتيجة الجفاف..... 220
شكل رقم 97 : المجالات المتضررة بالفيضانات حسب عينة من المبحوثين بسهل تافيلالت..... 225
شكل رقم 98 : المنحنى الحبيبي لمجموع العينات..... 237
شكل رقم 99 : مساحة الأراضي الزراعية مقارنة بالمساحة المرملة منها بواحة الجرف (الهكتار) 239
شكل رقم 100 :استغلال مياه الفيض حسب طبيعة المجالات المسقية بالواحة 250
شكل رقم 101 : مكونات النظام التقليدي "أغرور" لجلب الماء..... 251
شكل رقم 102 :مصادر مياه السقي بواحات سهل تافيلالت 258
شكل رقم 103 : نوعية السواقي المائية بواحات سهل تافيلالت 268
شكل رقم 104 : عدد الآبار حسب سنة الحفر بواحات سهل تافيلالت ما بين 1980 و2021..... 270
شكل رقم 105 : طبيعة مصادر الطاقة المستخدمة لتشغيل محطات الضخ الآلي 273
شكل رقم 106 : عدد الآبار المتوفرة على رخصة حسب مالكيها المستجوبين بواحات سهل تافيلالت..... 276
شكل رقم 107 : متوسط عمق الآبار بالمتر بجماعات واحات سهل تافيلالت 278
شكل رقم108 : تطور مستوى الماء بالآبار من فترة الحفر إلى سنة 2021 279
شكل رقم 109 : فترات تعميق الآبار حسب فصول السنة من طرف المستجوبين 281
شكل رقم 110 : مقارنة عدد أيام تشغيل محطات الضخ أسبوعيا خلال فصلي الصيف والشتاء..... 282
شكل رقم 111 : طبيعة سواقي السقي بواحات سهل تافيلالت 283

شكل رقم 112 : أراء المستجوبين حول جودة الماء الشروب الموزع من طرف شبكة الربط العمومي 292

شكل رقم113 : أراء الساكنة حول جودة الماء بشبكة الربط الصالح للشرب 293

شكل رقم 114 : فترات تقطعات الماء الشروب بالجماعات الترابية لواحات سهل تافيلالت 297

شكل رقم115 : حجم الماء المستهلك حسب نوعية السكن 299

شكل رقم 116 :حجم الماء المستهلك حسب مساحة السكن 300

شكل رقم 117 : عدد المراحيض حسب حجم استهلاك المياه لدى الأسر 304

شكل رقم 118 : توزيع الأسر حسب توفرها على الحمام بالبيت 305

شكل رقم 119 : حجم الماء المستهلك حسب توفر الأسر على مصبنة الملابس وآلة غسل الأواني 307

شكل رقم 120 : حجم الماء المستهلك من شبكة الربط لدى الأسر حسب توفرها على مصبنة الملابس 307

شكل رقم 121 : حجم المياه المستهلكة حسب طريقة تخلص الأسر من المياه المستعملة 310

شكل رقم 122 : توزيع الفنادق حسب توفرها على مسبح 315

شكل رقم 123: مصادر سقي المساحات الخضراء بالفنادق المبحوثة 318

شكل رقم 124 : أراء الساكنة حول توفرهم على الخزانات المائية بالبيت 322

شكل رقم 125 : مستوى استهلاك الماء لدى الأسر بواحات سهل تافيلالت 323

شكل رقم 126 : سلوكيات الساكنة حول الاقتصاد في الماء بالبيت 325

شكل رقم 127 : توزيع استهلاك المياه بين ساكنة واحة فزنا حسب نظام الأشطر ما بين سنتي 2010 و2021 329

شكل رقم 128 : معدل الاستهلاك المائي الشهري بين سنتي 2010 و2021 بواحة فزنا 329

شكل رقم 129 : إكراهات استعمال التقنيات المقتصدة للماء لدى الفلاحين 333

شكل رقم 130 : توزيع فترات السقي من طرف فلاحي واحات سهل تافيلالت 334

شكل رقم 131 : الجهات المتدخلة في قطاع المياه الموجهة للسقي 337

شكل رقم132 :مو اقع العتبات المائية على طول واد تانكرفة بفركلة 345

شكل رقم 133 : الطرق التي تستعملها الساكنة للحد من زحف الرمال 350

شكل رقم134 مقارنة القيم المتراكمة لمحطة فم تيليشت وبالمحطة المرجعية مزيزل شكل رقم135 : مقارنة القيم المتراكمة لمحطة الرشيدية بالمحطة المرجعية سد الحسن الداخل 399

شكل رقم 136 : مقارنة القيم المتراكمة لمحطات أرفود والجرف ولحميدة بالمحطة المرجعية الرشيدية 399

شكل رقم 137 : مقارنة القيم المتراكمة لمحطة مروتشة بالمحطة المرجعية تاديغوست شكل رقم 138 : مقارنة القيم المتراكمة لمحطة الطاوس بالمحطة المرجعية أرفود..... 400
شكل رقم 139 : مقارنة القيم المتراكمة لمحطة أموكر بالمحطة المرجعية أيت بويجان 400
شكل رقم 140 :اهليلج (de BOIS)لتحديد الفترات المتجانسة للسلسلة الزمنية بالمحطة المطرية مزيزل وفم تيليشت وسد الحسن الداخل والرشيدية (ملحق) 401
شكل رقم 141 : اهليلج (de BOIS) لتحديد الفترات المتجانسة للسلسلة الزمنية المحطة المطرية أرفود والطاوس وأموكر و أيت بويجان (ملحق) 401
شكل رقم 140 : اهليلج (de BOIS)لتحديد الفترات المتجانسة للسلسلة الزمنية بالمحطة المطرية تاديغوست مروتشة الجرف ولحميدة (ملحق) 401

فهرس الصور

صورة رقم1: تملح التربة بواحة الجرف بسهل تافيلالت 39
صورة رقم 2: وحدة صناعية يواحة الجرف لصناعة طوب البناء الإسمنتي (Brique de ciment) 54
صورة رقم3 : المسبح البلدي لمدينة أرفود مرفق ترفيهي يستهلك كميات كبيرة من المياه..... 57
صورة رقم 4 : العين الزرقاء "مسكي"، تمثل المنفذ الطبيعي لسديمة التيرونيان..... 158
صورة رقم 5 : ثقب ارتوازي "عين العاطي" بالفرشة الكريطاسية..... 159
صورة رقم 6 : خطارة جافة بواحة الجرف " خطارة البريكية" 221
صورة رقم 7 : تركز الأملاح فوق التربة قرب منطقة مرزوكة..... 223
صورة رقم 8 : أسلوب السقي بالغمر بواحة الجرف 257
صورة رقم 9 : أسلوب السقي باللوح بواحة الجرف 257
صورة رقم10 : عملية "التويزة" عند حفر قناة الحميدة لتحويل جزء من مياه واد غريس نحو واد زيز سنة 1986 262
صورة رقم11 : قناة الغريسية لتحويل مياه الفيض من سد مولاي إبراهيم نحو سهل تافيلالت..... 266
صورة رقم 12 :حوض لمعالجة المياه العادمة بالجرف. صورة رقم 13 :الحفر الصحية الثابتة لتصريف المياه العادمة..... 309
صورة رقم 14 : مسبح فندق بيلير بالجماعة الترابية أرفود..... 316
صورة رقم 15 : صورة جوية لموقع العتبات المائية لمنطقة حنابو والسيفا..... 346
صورة رقم 16 : سور تضرر بفعل زحف الرمال بمنطقة تنغراس (الريصاني)..... 350

صورة رقم 17 : صورة جوية تبين تقنية التربيعات لحماية الطريق الجهوية والخطارات بمنطقة الجرف من زحف الرمال.. 353

فهرس اللوحات (صور)

لوحة رقم1: بعض التشكيلات النباتية بحوض زيز-غريس 41

لوحة رقم 2: التجمع السكاني بواحتي تنغير (يسارا) وأولاد شاكر (يمينا) على وادي تودغى وزيز بحوض زيز-غريس 46

لوحة رقم 3: محطات قياس عناصر المناخ (المحطة 1 أموكر بحوض غريس، المحطة 2 أرفود بحوض زيز) 62

لوحة رقم 4: غمر المياه لمحطة كهربائية بأرفود (الصورة يمينا) وتضرر الطريق أرفود نحو مرزوكة (صورة يسارا) 154

لوحة رقم 5 : بعض حالات الظواهر المناخية المتطرفة بواحات تافيلالت بحوض زيز-غريس 198

لوحة رقم 6 :صور جوية لتطور حقينة سد الحسن الداخل (1984 -2016) 215

لوحة رقم 7 : تضرر قصر والسواقي المائية بمنطقة البروج بفعل فيضان 10 أكتوبر 1994 227

لوحة رقم8 : تضرر مركز مرزوكة بفعل الفيضان (الصورة يمينا) تهيئة مركز مرزوكة بعد الفيضان (الصورة يسار) 228

لوحة رقم 9 : تضرر منطقة العشورية بفعل فيضان (صورة يمينا) تهيئة قرية عصرية بالعشورية (صورة يسارا) 228

لوحة رقم 10 : إزهار النخيل بواحة الجرف مرتين بتاريخ 21 أبريل 2016 229

لوحة رقم 11 : زحف الرمال على حساب الأراضي الزراعية بواحة الجرف 240

لوحة رقم 12 : تغطية الرمال لقناة السقي العصري "جمجمة" بواحة الجرف 241

لوحة رقم 13 : وسيلة "تناست أو الطويسة" لقياس الحصص المائية 255

لوحة رقم 14 : تنقية خطارة الكبيرة بواحة الجرف ،وبرج مراقبتها وحراستها 256

لوحة رقم 15 : بعض مصادر مياه السقي بواحات سهل تافيلالت 260

لوحة رقم 16 : طبيعة سواقي توزيع مياه الفيض بواحات سهل تافيلالت (ترابية وإسمنتية) 268

لوحة رقم 17: تعدد مصادر الطاقة لجلب مياه السقي 274

لوحة رقم 18 : التقنيات التقليدية العصرية المستعملة في حفر الآبار بواحات سهل تافيلالت 280

لوحة رقم 19: تنوع قنوات وطرائق نقل المياه من مصدره نحو الحقول 283

لوحة رقم 20: تعدد مصادر مياه الشرب بواحات سهل تافيلالت 292

لوحة رقم 21: استعمال الخزانات المائية الاسمنتية والبلاستيكية للأغراض المنزلية بمجال الدراسة 322

لوحة رقم22 : مراحيض صحية بيئية بإعدادية معركة البطحاء بفزنا 327

لوحة رقم 23 : اعتماد السقي بالتقطير لسقي المغروسات (الزيتون والنخيل والرومان) 335

لوحة رقم 24 : بعض التدخلات التي همت السقي الموضعي والاعداد الهيدروفلاحي بواحات سهل تافيلالت 338

لوحة رقم 25 : تقنية السقي بالنانومتر 341

لوحة رقم 26 : استصلاح الأراضي المرملة بالجرار بمنطقة السيفا و إقامة حاجز من جريد النخيل لحماية الحقول 351

لوحة رقم 27 : تقنيات التصدي لزحف الرمال بواسطة اللوحات المتموجة وتربيعات جريد النخل بواحة حنابو 351

لوحة رقم 28 : تدعيم التثبيت الميكانيكي بالتثبيت البيولوجي بواحة عرب الصباح غريس 352

فهرس الرسوم التوضيحية

رسم توضيحي رقم 1: مقطع يوضح بعض الوحدات المورفوبنيوية بحوض زيز-غريس 34

رسم توضيحي2 : شكل مبسط لتقنية السقي "أكوك" 249

رسم توضيحي3 :رسم تقريبي للخطارة 252

رسم توضيحي4 : نظام مراحيض الصرف الصحي البيئي 326

رسم توضيحي 5 : تقنية السقي بالنانو مقارنة مع أنواع السقي الأخرى 342

رسم توضيحي رقم6 : رسم تخطيطي للنموذج التنموي المقترح لإعادة رد الاعتبار للخطارات 343

رسم توضيحي رقم7 : رسم توضيحي للتغذية الاصطناعية للفرشة المائية 345

رسم توضيحي رقم 8 : تقنية وقاية أفواه الخطارات من الرياح المحملة بالرمال 353

فهرس الخطاطات

خطاطة رقم 1: أنواع الجفاف 204

خطاطة رقم2 :تدابير واستراتيجيات التكيف مع التغيرات المناخية بواحات تافيلالت 348

الملاحق

ملحق رقم 1

ⵜⴰⴳⵍⴷⵉⵜ ⵏ ⵍⵎⵖⵔⵉⴱ
ⵜⴰⵙⴷⴰⵡⵉⵜ ⵙⵉⴷⵉ ⵎⵓⵃⵎⴷ ⵏ ⵄⴱⴷⵍⵍⴰⵀ
ⵜⴰⵡⵉⵙⵙⵉⵜ ⵏ ⵜⵙⴽⵔⵉⴹⵉⵏ ⴷ ⵜⵣⵔⴼⵜ ⵜⵉⵏⴰⵙⵜⵉⵏ
ⵙⴰⵢⵙ - ⴼⴰⵙ
Royaume du Maroc
Université Sidi Mohamed Ben Abdellah
Faculté des Lettres et des Sciences
Humaines Saïs -Fès

المملكة المغربية
جامعة سيدي محمد بن عبد الله
كلية الآداب والعلوم الانسانية سايس – فاس

بحث لنيل شهادة الدكتوراه في موضوع: إشكالية تدبير الموارد المائية في ظل التغيرات المناخية والضغط البشري بحوض زيز-غريس -حالة واحات سهل تافيلالت-

الاستمارة الأولى: موجهة لفئة مستعملي مياه السقي / الضخ الالي /الخطارات

رقم الاستمارة		الجماعة او القصر	
التاريخ		الجنس / السن	

1) ما هو مصدر الماء المستعمل في السقي؟: خطارة ☐ بئر ☐ مياه الفيض ☐ آخر .....
2) طريقة السقي: الغمر ☐ قطرة قطرة (التقطير) ☐
3) طبيعة الماء : الشراء ☐ الكراء ☐ ملك خاص ☐
4) المجال المسقي : أراضي بورية ☐ واحة قديمة ☐ واحة جديدة ☐
5) في أي فترة من اليوم تقوم بعملية السقي؟ الصباح ☐ المساء ☐ الليل ☐
6) هل تعتبر مياه السقي كافية؟ نعم ☐ لا ☐
7) ما هو تاريخ استعمال هذه الوسيلة؟ ..... هل هذه الطريقة فعالة؟ ولماذا؟ .....
8) هل هناك تدخلات همت الموارد المائية؟ نعم ☐ لا ☐
9) ما هي الجهة المتدخلة؟ المركز الفلاحي ☐ الجماعة ☐ مجهودات فردية ☐ جمعيات ☐ آخر ....
10) كيفية التدخل : الاصلاح ☐ الحفر ☐ تعميق ☐ تجهيز بوسائل الضخ ☐ آخر .....
11) هل شاركت في هذه العملية؟ نعم ☐ لا ☐ المدة التي استغرقها التدخل:..... ....
12) طبيعة المشاكل التي تعرقل التدخل: مادية ☐ إدارية ☐ طبيعية ☐ تقنية ☐
13) كيف ترى هذا التدخل ؟ ناجح ☐ ترقيعي ☐ لماذا؟ ....
14) ما هي أهم مشاكل التزود بالماء؟ مشكل الطاقة ☐ قلة الماء ☐ مشكل النضوب ☐ آخر .....
15) سنة الحفر: ..... ، عدد الآبار بالحيازة :.....عمقها عند الحفر: ..... متر.
16) هل تعتمد على الطاقة الشمسية لرفع المياه؟ نعم ☐ لا ☐ في حالة "نعم" هل تراها طريقة فعالة ومقتصدة: .....
17) هل الماء موجه للفلاحة ☐ الشرب ☐ هما معا
18) نوعية الطاقة المستعملة لجلب الماء: الوقود ☐ غاز البوتان ☐ الطاقة الكهربائية ☐ الطاقة الشمسية ☐
19) مدة الاشتغال في اليوم .....بالساعة، هل يتوقف جلب الماء: نعم ☐ لا ☐ بكم تقدر كلفة رفع الماء: .....
20) حالة البئر؟ جيدة ☐ متوسطة ☐ مبني بالإسمنت ☐ غير مبني ☐ عدد الأمتار المبنية: .....
21) هل تقوم بتعميق البئر؟ نعم ☐ لا ☐ كم مرة في السنة: ..... كم من متر في السنة: .....

22) في أي فصل يتم تعميق البئر: الصيف ☐ الربيع ☐ الخريف ☐ الشتاء ☐ سنوات التعميق: .....

23) هل يجف البئر في فترة معينة؟ نعم ☐ لا ☐ ، اذا كان الجواب "نعم" متى:.....

24) هل تتوفر على صهريج لتخزين المياه؟ نعم ☐لا☐، اذا كان الجواب "نعم" اذا كان الجواب "نعم" كم سعته:
..... ومتى يستعمل:.....

25) [2]السواقي المستعملة؟ ترابية ☐ إسمنتية ☐ أنابيب بلاستكية ☐أخر.....

26) هل تقوم بكراء أو بيع الماء: نعم ☐ لا ☐ ماه و ثمن الساعة الواحدة ؟ ..... بالدرهم

27) في أي فترة من فترات السنة تقوم بكراء أو شراء الماء : الخريف ☐ الشتاء ☐الربيع ☐الصيف ☐

28) المساحة المسقية: هل هناك توسيع للأرض الزراعية : نعم ☐لا ☐ مساحتها بالهكتار .....

29) نوع الاستراتيجية المتخذة أثناء تراجع ونضوب الماء: الهجرة ☐ تقليص المساحة المزروعة: نعم ☐ لا ☐

30) كم هي حصتك من ماء الخطارة: نوبة ☐ نصف بنوبة ☐ ربع ☐ ثمن ☐ هل لا زالت الخطارة حية نعم ☐ لا ☐

31) هل مازالت الأعراف المتعلقة بالخطارة سارية المفعول إلى يومنا هذا؟ نعم ☐ لا ☐
في حالة الجواب ب "لا" ما السبب وراء التخلي عن الأعراف:
.....

32) هل هناك تدخلات لإصلاح وترميم الخطارات؟ نعم ☐لا☐، في حالة "نعم" ما طبيعتها:.....

33) هل أنت متفائل بعودة الخطارات الميتة للحياة، نعم ☐ لا☐، برر جوابك(خلف الورقة)

34) في نظرك ما هي أفضل وسيلة للسقي؟ الخطارة ☐ الضخ الالي ☐وما سبب اختيارك(الإجابة خلف الورقة)

35) هل سبق أن واجهتك مشكلة تتعلق بمياه السقي؟ صراع ☐ نزاع☐ شكاية ☐أخر ☐طبيعة المشكل:
.....

36) هل لديك مقترحات لتنمية قطاع الماء؟ .....

نشكركم على حسن وإجابتكم على أسئلة الاستمارة

ⵜⴰⵙⴷⴰⵡⵉⵜ ⵏ ⵎⵃⵎⴷ ⴱⵏ ⵄⴱⴷⵍⵍⴰⵀ
ⵜⴰⵖⵡⵔⵉⵜ ⵙⵉⴷⵉ ⵎⵓⵃⴰⵎⴻⴷ ⵓⵏⴱⴷⵍⵍⴰⵀ
ⵜⴰⵏⵣⵍⵜ ⵏ ⵜⵓⵔⵉⵔⵜ ⴰⵏⴰⵙⵙⴰⵏ ⵜⴰⵙⵙⵓⵙⵉⵍⵜ
ⴼⴰⵙ - ⵙⴰⵢⵙ
Royaume du Maroc
Université Sidi Mohamed Ben Abdellah
Faculté des Lettres et des Sciences Humaines Saïs -Fès

المملكة المغربية
جامعة سيدي محمد بن عبد الله
كلية الآداب والعلوم الانسانية سايس — فاس

بحث لنيل شهادة الدكتوراه في موضوع: إشكالية تدبير الموارد المائية في ظل التغيرات المناخية والضغط البشري بحوض زيز-غريس -حالة واحات سهل تافيلالت-

استمارة رقم 2: موجهة للفلاحة وتحديد آثار التغيرات المناخية

رقم الاستمارة		الجماعة	
التاريخ		الجنس / السن	

1) ما مساحة الحقول التي تتصرفون فيها؟..... هكتار.

2) نوعية الأرض؟ ملك ☐ كراء ☐ خمس ☐ جموع ☐ آخر .....

3) الوسائل الفلاحية المعتمدة في:

- الحرث ☐ تقليدي ☐ عصري
- الحصاد ☐ تقليدي ☐ عصري
- الدراس ☐ تقليدي ☐ عصري

أنواع المزروعات خلال الموسم الفلاحي 2021/2020

❖ **الحبوب**

	القمح	الشعير	الذرة	الفصة	أخرى أذكرها: .....
المنتوجات المزروعة					
المساحة بالهكتار					

❖ **الفواكه**

	البطيخ الاحمر	البطيخ	اللوز	المشمش	الرمان	أخرى أذكرها: .....
المنتوجات المزروعة						
المساحة بالهكتار						

❖ **الخضروات**

	الطماطم	الملوخية	الجزر	الجزر	اللفت	أخرى أذكرها: .....
المنتوجات المزروعة						
المساحة بالهكتار						

❖ **أصناف النخيل المغروسة**

	بوسليخن	بوفقوس	المجهول	الخلط	الحمَّار	أخرى أذكرها: .....
الأصناف						
العدد						

4) الأسمدة المعتمدة في النشاط الزراعي السماد الطبيعي ☐ الأسمدة الكيماوية ☐

5) ما هو المنتوج الفلاحي الأكثر مردودية والاكثر تناسبا مع الواحة حاليا: .....

6) ما هي المشاكل التي تعانون منها حاليا: ....

7) كيف تواجهون هذه المشاكل؟ .....

8) هل استفدت من مخطط المغرب الأخضر؟ نعم لا في حالة نعم متى: .....

9) أم قدمت مشروعا ولم تستفد؟ متى: ..... ولماذا لم تستفد: .....

10) هل تنوي مستقبلا تقديم مشروع معين؟ ماهو: .....

11) هل استفدت من منظمة أخرى؟ وطنية دولية طبيعة الاستفادة: .....

أثار التغيرات المناخية على واحات سهل تافيلالت

1) هل تعرف منطقتكم فترات للجفاف؟ نعم ☐ لا ☐ إذا كان الجواب "بنعم"

أ- متى .....ما الأسباب؟ .....

ب- ما الاضرار التي يخلفها: .....

2) كيف تواجهون فترات الجفاف

- تقليص المساحة الزراعية ☐ الاعتماد على موارد خارجية؟ ☐ ما هي .....
- بيع الأرض الفلاحية نعم☐ لا ☐
- بيع الأشجار المثمرة نعم ☐ لا ☐

3) هل ترملت أحد حقولك نعم ☐ لا ☐

4) في حالة نعم : مساحة الارض المرملة: ..... سنة الترمل.....

5) هل تم استشارتك من طرف مسؤولي المشروع : نعم ☐ لا ☐ في حالة نعم : ماذا اقترحت : .....

6) هل تمت استشارتك قبل البدء في استصلاح أرضك نعم ☐ لا ☐

7) هل قدمت أي دعم او مساعدة في حالة نعم: طبيعتها.....

8) هل استرجعت أحد الاراضي التي ترملت: نعم ☐ لا ☐

9) في حالة نعم : السنة :..... .... المساحة: .....

10) كيف ترى عمل المكتب الجهوي لاستثمار الفلاحي بالرشيدية جيدة جدا ☐ متوسطة ☐ ضعيفة جيدة ☐

11) هل تعرف المندوبية السامية للمياه والغابات ومحاربة التصحر: نعم ☐ لا ☐

12) هل يتعرض دواركم لفيضانات؟ نعم ☐ لا ☐

إذا كان الجواب ب" نعم" متى..... ما الأضرار التي تسببها هذه الفيضانات.....

13) هل يعرف دواركم هجرة نحو المدن؟ نعم ☐ لا ☐ إذا كان الجواب ب" نعم:"

أ -ما المدن المهاجر إليها؟..... ... .

ب - هل تؤثر هذه الهجرة على المجال الفلاحي في منطقتكم؟ ☐ ☐ إذا كان الجواب ب" نعم:"

أين يتجلى هذا التأثير؟..... .....

14) هل انخرطت في جمعية أو تعاونية تعنى بالشأن البئي؟ نعم ☐لا ☐ متى: ..... اسمها: .....

15) كيف تنظر إلى العمل الجمعوي؟ .....

16) كيف تنظر إلى التغيرات المناخية؟ أهي طبيعية أم حديثة؟ .....

17) في نظرك، من الأخطر على المنطقة؟ هل الجفاف أم الفيضانات؟

.....

18) هل التكيف (Adaptation) وسيلة للتأقلم مع التغيرات المناخية؟ إذا الجواب بنعم كيف يتم؟ .....

19) وهل سبق لك أن مارست إحدى وسائل التكيف؟ وما هي؟ .....

20) كيف ستتصرف في حالة اشتداد الجفاف؟ .....

21) في ظل هذه التغيرات، كيف تنظر نحو مستقبل الواحة؟ .....

22) ما هي الحلول المقترحة لتجاوز المشاكل المناخية؟ .....

نشكركم على حسن إجابتكم على أسئلة الاستمارة

بحث لنيل شهادة الدكتوراه في موضوع: إشكالية تدبير الموارد المائية في ظل التغيرات المناخية والضغط البشري بحوض زيز-غريس -حالة واحات سهل تافيلالت-

استمارة رقم 3: موجهة لفئة مستعملي مياه الشرب

رقم الاستمارة		الجماعة أو القصر	
التاريخ		الجنس/السن	
عدد أفراد البيت			

1) ما هو مصدر التزود بالماء الصالح للشرب : شبكة ربط ☐ الجمعية ☐ سقاية عمومية ☐ آخر..... ☐
2) كيف تجد جودة الماء الموزع من طرف م . و .ص . ش : جيدة ☐ متوسطة ☐ ضعيفة
3) كيف تجد جودة المياه الموزع من طرف الجمعية : جيدة ☐ متوسطة ☐ ضعيفة ☐
4) في حالة الجواب بضعفها ما السبب؟:.....
5) ما هو رايك في فاتورة الماء الشروب؟ مرتفعة ☐ متوسطة ☐ مناسبة ☐
6) هل يتوفر البيت على: مصبنة الملابس ☐ مصبنة الاواني ☐ حمام ☐ عددها ... المراحيض: عصرية ☐ تقليدية ☐ عددها.....
7) هل تتوفر على خزان للماء؟نعم ☐ لا ☐ . طبيعته: من الاسمنت ..... من البلاستيك..... سعته: .....
8) أين يتواجد؟ في السطح داخل البيت خارج البيت
9) طبيعة المسكن: إسمنت ☐ تراب ☐ مختلط ☐
10) هل يتم التزود باستمرار أم هناك انقطاعات: نعم ☐ لا ☐ متى..... تاريخ الربط بالشبكة: .....

أشكال الاقتصاد في الماء الشروب:

11) هل تجد ان استهلاك الماء مرتفع ؟ نعم ☐ متوسط ☐ لا ☐
12) هل ترى ضرورة الاقتصاد في الماء بالمنزل؟ نعم ☐ لا ☐ في حالة نعم، كيف ذلك؟ .....
13) هل هناك مراقبة جودة المياه التي تستهلكونها؟ نعم ☐ لا ☐
14) هل ترى من الضروري مراقبة جودة المياه؟ نعم ☐ لا ☐
15) هل هناك جمعيات تهتم بقضايا الماء؟ نعم ☐ لا ☐ في حالة نعم، اسم الجمعية ..... سنة تأسيسها..... طبيعة التدخل ..... في حالة لا، هل تفكرون في إنشائها ولماذا .....

شبكة الصرف الصحي واستعمالاتها.

16) كيف تتخلصون حاليا من المياه المستعملة؟ : الشبكة ☐ الحفر ☐ آخر.....
17) متى ربطت منزلك بشبكة الصرف الصحي:..... التكلفة:.....
18) كيف ترى هذه الطريقة للتخلص من المياه المستعملة ؟ مرضية ☐ متوسطة ☐ غير مرضية ☐
19) ما هي أسباب عدم الربط بالشبكة ؟.....
20) عمق الحفر الصحية : ..... متر ، عددها:..... ، مدة امتلائها : .....
21) كيف يتم التخلص من الماء عند ملأ الحفرة:.....
22) هل لديك مشاكل بخصوصها: نعم ☐ لا ☐ طبيعتها: .....
23) في نظركم هل يجب إعادة استعمال الماء؟ نعم ☐ لا ☐ إذا كان الجواب بنعم ، كيف ذلك ؟ .....
24) هل يتم حاليا إعادة استعمال المياه؟ نعم ☐ لا ☐ في حالة نعم ، كيف ذلك ؟.....
25) ما اهم المقترحات التي تراها مناسبة لتدبير الماء؟ .....

بحث لنيل شهادة الدكتوراه في موضوع: إشكالية تدبير الموارد المائية في ظل التغيرات المناخية والضغط البشري بحوض زيز-غريس -حالة واحات سهل تافيلالت-

استمارة رقم 4: خاصة بالمؤسسات الفندقية بواحات سهل تافيلالت

رقم الاستمارة		اسم المؤسسة الفندقية	
التاريخ		الصنف	

1) البنية التحتية للفندق

اسم الفندق	الجماعة الترابية	الصنف	عدد الغرف	عدد الحمامات	عدد المراحيض	عدد المغاسل

2) ما هي مجالات استهلاك الماء الصالح للشرب

نوع الاستخدام	ماء صالح للشرب %	ماء البئر %	هما معا %	المجموع
إعداد الطعام				
غسل الأواني				
غسل الملابس				

3) هل يتوفر الفندق على مسبح؟ نعم لا

إن كان الجواب بنعم، ما هي طاقته الاستيعابية: .....

الفنادق	الصنف	حجم المسبح متر^3	عدد مرات ملئه في الشهر	مصدر المياه	حجم المياه المستهلكة سنويا متر^3

4) هل يتوفر الفندق على مساحة خضراء؟ نعم لا

الوحدة الفندقية	المساحة الإجمالية (متر^2)	المساحة الخضراء (متر^2)	نسبة المساحة الخضراء

نشكركم على حسن وإجابتكم على أسئلة الاستمارة

ملحق رقم 2

جدول رقم 98: استخراج القيم الناقصة من السلسلة المطرية لبعض المحطات (ملحق)

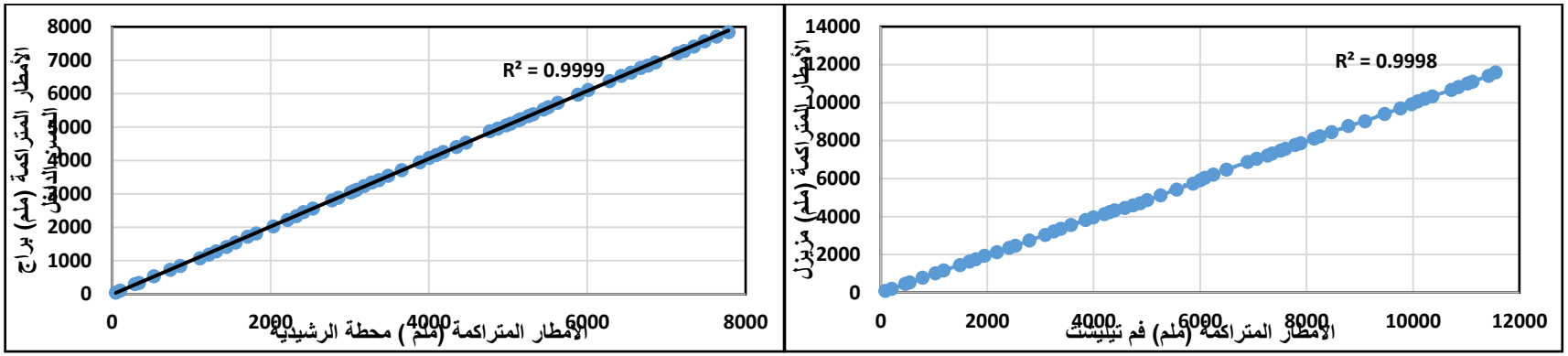
المحطة الرصدية	مدة الرصد	المقاييس الناقصة		المحطة المطرية	المقاييس الناقصة		المقاييس الناقصة	
		السنة	الشهر		السنة	الشهر	السنة	الشهر
فم تيليشت	2019-1960	1960 1986 1991 1994 1996 1997 1988 1999 2000 2001 2004 2015	12 12 11 1 11 6-1 10 4 7 2 3-1 11	مزيزل	1986 1988 1990 1995 2002 2004 2005 2009 2011 2012	-11-4-1 12 4 7 7 11-7 1 7-4 6-5 2 7-5-2	2000 2003 2005 2007 2010 2011 2012 2013 2014 2015 2016 2017 2018	8 4 7 – 1 9 12 – 9 8 – 7 7 – 6 – 5 2 – 1 12 1 6 – 4 – 1 12 – 7 – 5 – 4 – 11 – 7 - 6
سد الحسن الداخل	2019-1960	1960 1982 1983 1984 1986 1987 1988 1991 1994 2005 2009 2011 2012 2015 2017 2018	12 – 3 4 – 3 12 – 9 – 7 – 5 12 – 7 – 3 – 2 -1 8 4 2 8 10 – 9 12 7 7 – 5 – 4 7 8 – 7 10 – 9 – 7 3 – 1	أرفود	1985 1986 1990 1991 1992 1993 1995 1998 1999 2000 2002 2003 2004 2005 2008 2009 2012 2013 2017 2018 2019	3 11 -6 6 5 6 – 4 – 3 7 – 5 – 4 8 – 7 – 6 7 – 3 7 – 6 – 3 9 – 8 – 7 12 – 10 5 7 – 6 5 8 – 3 8 – 7 5 – 2 2 4 – 3 7 7	2000 2003 2005 2007 2010 2011 2012 2013 2014 2015 2016 2017 2018	8 4 7 – 1 9 12 – 9 8 – 7 7 – 6 – 5 2 – 1 12 1 6 – 4 – 1 12 – 7 – 5 – 4 – 3 11 – 7 - 6
أيت بويجان	2919-1960	1960 1982 1983 1984 1993 1994 2002 2009 2012 2014 2016	11 – 7 12 – 10 2 – 1 7 5 6 – 5 6 11 – 10 5 12 – 7 6 – 2	مروتشة	1960 1984	5 1	1985 1986 1993 إلى 2004	الشهور كلها كل الشهور

12 – 7 7 –3 8 - 6 – 1 9 - 8 – 7 8 – 6 11 – 7 - 4 – 1 4 11 - 7 – 4 7 7 6	1960 1982 1983 1984 1985 1986 1987 1988 2003 2014 2019	تاديغوست	10 – 9 7 – 3 – 2 – 3 – 1 10 – 9 12 5 – 3 – 2 5 7 – 6 3 8 6 – 5 6 – 3 7 3 – 2 4 – 3 – 2 3	1982 1983 1990 1991 1992 1997 1998 2000 2002 2004 2005 2007 2013 2018	الطاوس	3 11 -6 6 5 6 – 4 – 3 7 – 5 – 4 8 – 7 – 6 7 – 3 7 – 6 – 3 9 – 8 – 7 12 – 10 5 7 – 6 5 8 – 3 8 – 7 5 – 2 2 4 – 3 7 7	1985 1986 1990 1991 1992 1993 1995 1998 1999 2000 2002 2003 2004 2005 2008 2009 2012 2013 2017 2018 2019	2019-1960	أموكر

المصدر: وكالة الحوض المائي كيرزيز غريس،2020، بتصرف

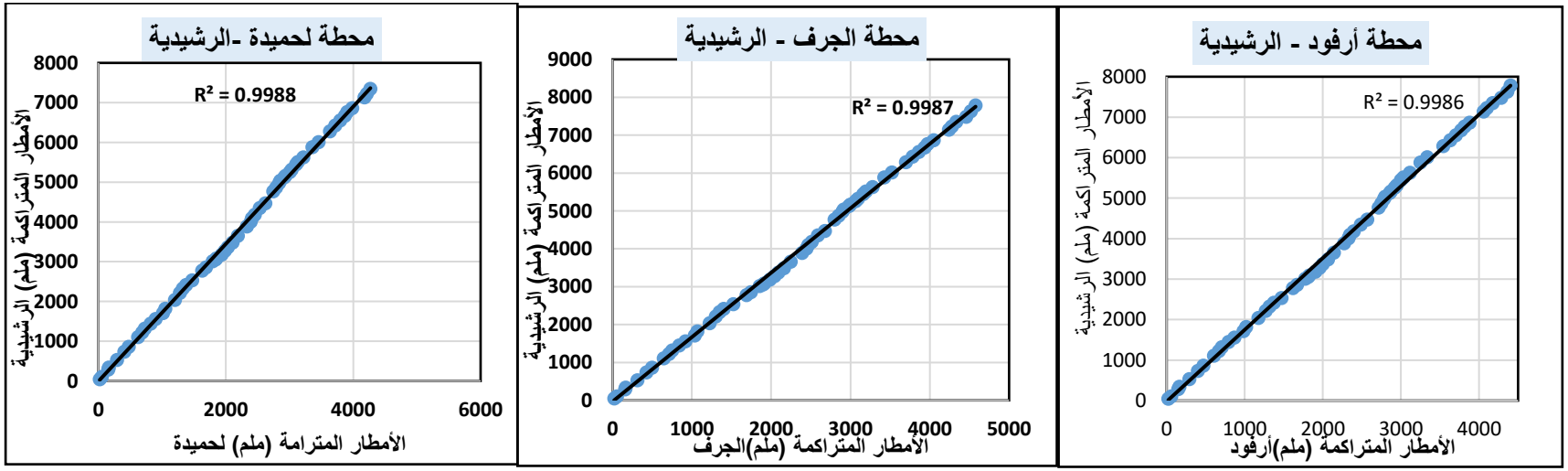
ملحق رقم 3

شكل رقم134 مقارنة القيم المتراكمة لمحطة فم تيليشت وبالمحطة المرجعية مزيزل شكل رقم135 : مقارنة القيم المتراكمة لمحطة الرشيدية بالمحطة المرجعية سد الحسن الداخل



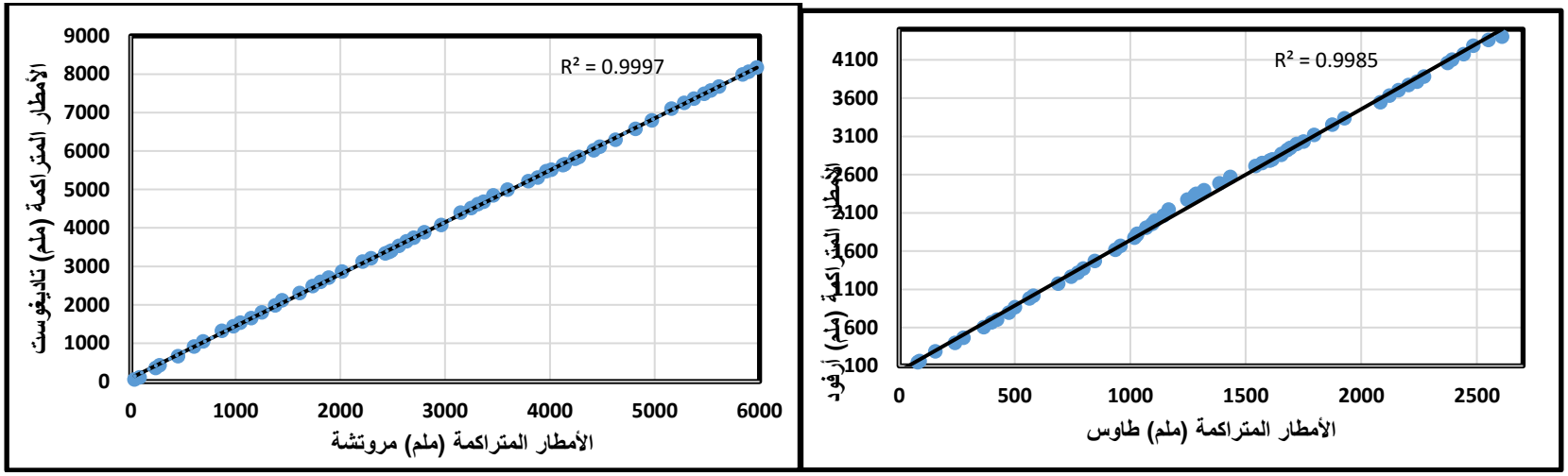
المصدر: وكالة الحوض المائي كيرزيزغريس،2020، بتصرف

شكل رقم 136 : مقارنة القيم المتراكمة لمحطات أرفود والجرف ولحميدة بالمحطة المرجعية الرشيدية



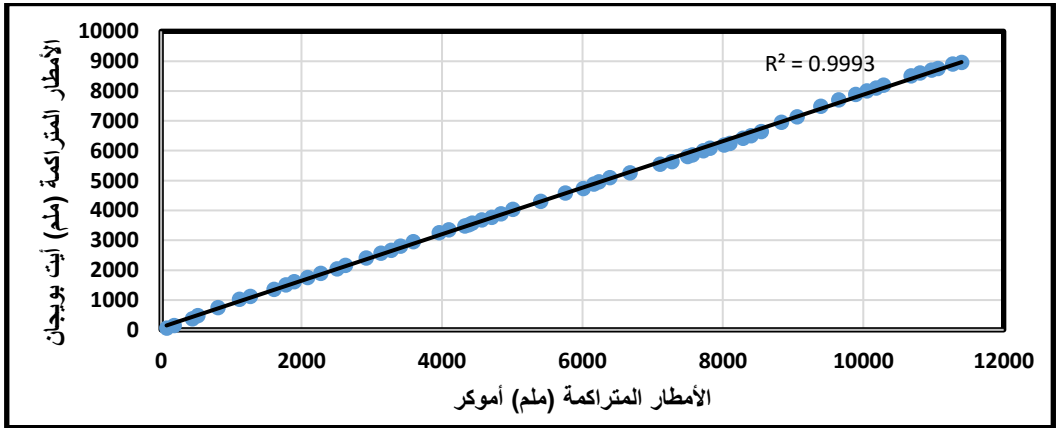
المصدر: وكالة الحوض المائي كيرزيزغريس،2020، بتصرف

شكل رقم 137 : مقارنة القيم المتراكمة لمحطة مروتشة بالمحطة المرجعية تاديغوست شكل رقم 138 : مقارنة القيم المتراكمة لمحطة الطاوس بالمحطة المرجعية أرفود



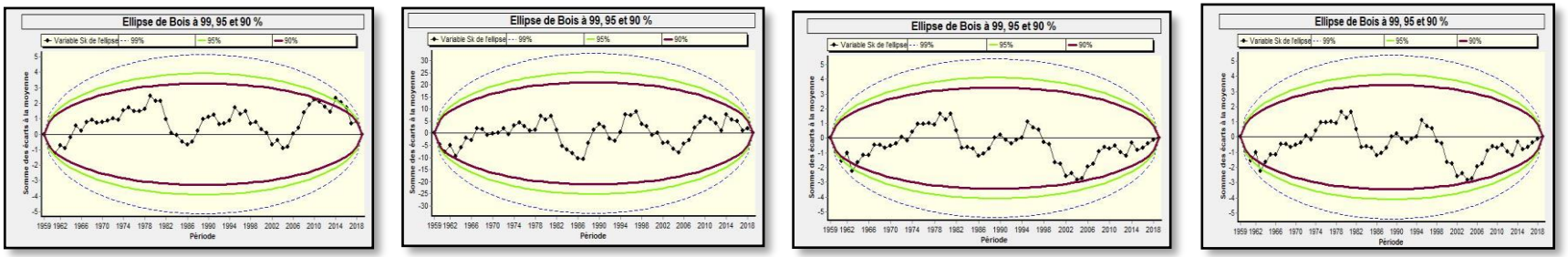
المصدر: وكالة الحوض المائي كيرزيزغريس،2020، بتصرف

شكل رقم 139 : مقارنة القيم المتراكمة لمحطة أموكر بالمحطة المرجعية أيت بويجان



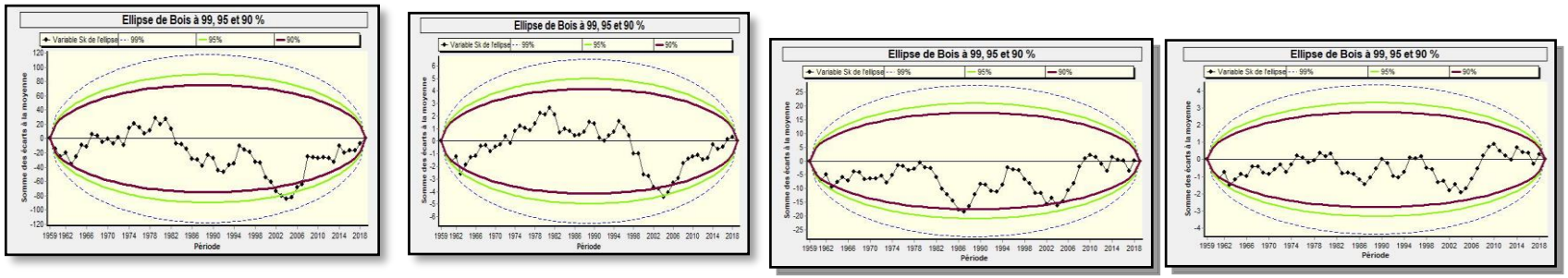
المصدر: وكالة الحوض المائي كيرزيزغريس،2020، بتصرف

شكل رقم 140 :اهليلج (de BOIS)لتحديد الفترات المتجانسة للسلسلة الزمنية بالمحطة المطرية مزيزل وفم تيليشت وسد الحسن الداخل والرشيدية (ملحق)



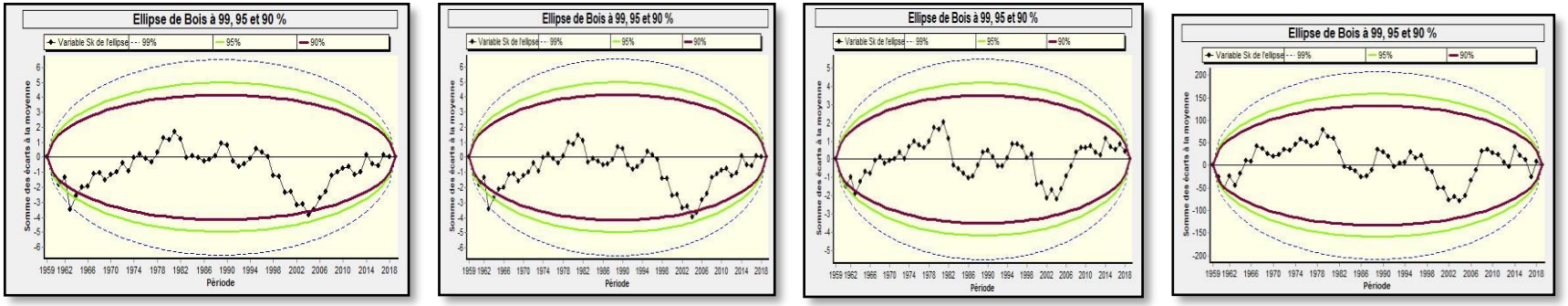
المصدر: وكالة الحوض المائي كيرزيز غريس،2020، بتصرف

شكل رقم 141 : اهليلج (de BOIS) لتحديد الفترات المتجانسة للسلسلة الزمنية المحطة المطرية أرفود والطاوس وأموكرو أيت بويجان (ملحق)



المصدر: وكالة الحوض المائي كيرزيز غريس،2020، بتصرف

شكل رقم 142 : اهليلج (de BOIS)لتحديد الفترات المتجانسة للسلسلة الزمنية بالمحطة المطرية تاديغوست مروتشة الجرف ولحميدة (ملحق)



ملحق رقم 4

جدول رقم 99: معطيات محطات رصد التساقطات المطرية بحوض زيز-غريس (ملحق)

رقم المحطة	5180	3887	4188	4993	3600	7936	7441	696	7320	5236	4680	4160
الارتفاع	1441	1400	1130	1028	823	680	1430	1350	1150	930	824	825
السنوات	مزيزل	فم تيليشت	سد الحسن الداخل	الرشيدية	أرفود	الطاوس	أموكر	أيت بويجان	تاديغوست	مروتشة	الجرف	لحميدة
1959/1960	85,4	87,1	44,2	44,9	20,5	10,5	76,6	58,8	51,9	37,5	19,8	19,7
1960/1961	120,8	112,9	64,5	55,8	36,7	16	107,8	85	58,6	49	32,8	32,4
1961/1962	254,9	259,4	194,3	183,8	90,5	55,3	258,4	222,4	242,8	152,7	103,4	103,4
1962/1963	81,5	82,4	33,2	52,2	15	8	76,9	106,9	66,6	36,3	7,6	7,6
1963/1964	240,7	236,2	201,6	189,5	126,6	67,5	287,7	269,1	241,6	176,7	149,5	127,4
1964/1965	244,2	234,8	193,7	207,3	110,7	85,7	308,3	277,6	252,1	154,1	114,2	114,2
1965/1966	154,8	151,5	111,4	124,4	68,2	36,3	152,2	92	130,7	85	70	70
1967/1968	306,2	288,5	230,9	248,5	136,5	87	337,2	235,3	273,4	178,6	146,5	146,5
1968/1969	174,8	180,5	114,2	113,4	62,3	35,3	169	149,7	116,8	110,6	66	66
1969/1970	120,6	122,4	92,2	94,6	38	23,3	119,6	112,7	101,6	65	40,8	40,8
1970/1971	166,6	192,8	134,7	128,5	88,9	50,3	193,1	137,1	116	106,3	90,1	90,1
1971/1972	230,8	183,4	131,6	113,8	73,5	26	186,2	143	152	99,4	77,1	77,2
1972/1973	233,1	219	177	153,7	114,6	63,3	231,6	148,8	179,5	126,8	115,9	115,9
1973/1974	113,7	120,5	90	107,4	35,2	17,5	120,4	119,4	130,9	65,8	36,2	36,2
1974/1975	265,9	271,1	214,8	217,9	157,5	106,8	294,6	245	188	168,2	152,3	152,4
1975/1976	294,8	292,9	193,5	177,3	92,3	57,1	208,4	156,1	180,4	125,7	80,7	79
1976/1977	158,5	178,5	112,7	110,5	51,4	28,6	145,3	103,2	115,2	73,3	48	47,3
1977/1978	133,5	144	120,4	91	53,4	22,9	134,5	136	104,7	78,9	50,6	48
1978/1979	194,6	202,9	103,3	117,7	99,8	50,2	181,6	152,2	160,6	128,1	119,6	97,3
1979/1980	276,1	256,1	249,2	242,9	144,5	88,2	370,9	296,1	259,2	195,4	168,2	158,3
1980/1981	142,9	139	76,8	81,1	52,5	22,6	137,2	95,7	84,1	80,9	55,3	56
1981/1982	206,4	177,1	164,1	155,1	104,7	60,5	226,1	131,9	124,8	134,3	110	109
1982/1983	99,7	109,1	36,9	40,7	36,7	10,5	59,5	40	42,3	37,3	40,5	44,3
1983/1984	96,3	84,6	35,9	33,3	14,6	1,1	46,7	54,3	34,6	21,5	18,2	15,7
1984/1985	187,5	136,1	118,9	96,7	81	39,8	135,7	111,5	127	72	72	79
1985/1986	159,3	130,5	101,9	94,9	50,2	26,2	141,5	86,5	117,1	73,1	56,2	52,8
1986/1987	128,4	108,8	70,9	89,7	43,3	11,6	130,7	112,4	91,1	69,9	48,6	47,3
1987/1988	133,8	163,7	132,7	118,6	65,8	36,1	168,8	158,8	143,2	99,6	70,5	70,3

84,3	84,6	161,4	186,9	264,8	395,7	23	76,3	169,3	164,9	245,8	255,1	**1988/1989**
144,1	143,7	184,9	326,3	273,1	355,5	80,5	132,2	229,7	236	318,2	302,1	**1989/1990**
55,7	55,5	101,4	119	155,1	253,8	31,4	54,2	118,8	136,8	303,3	308,7	**1990/1991**
21,5	21,5	63	100,2	149,4	148,5	6,3	19,3	90,6	83,8	181,1	136,3	**1991/1992**
46	46	56,9	63,2	70,8	72,6	35	49,8	84,9	88,1	126,5	82	**1992/1993**
75,8	77,2	91	165,5	140,7	158,6	66,3	90,1	169,3	148,6	180,5	161,3	**1993/1994**
87,9	88,1	136,4	149,8	158,5	284,1	47,4	82,8	119,9	129,3	256,2	243,9	**1994/1995**
122,1	122,6	197,4	220	298,6	429,1	108,3	142,9	300	346,1	396	399,2	**1995/1996**
48,6	49,9	90,5	95,6	84,3	170,1	29,3	36,3	98,6	78	166	168,8	**1996/1997**
47,3	47,4	79,8	159,5	164,5	225	32,1	33	110	97,8	178,8	201,9	**1997/1998**
17,6	17,7	49,3	39,8	59,5	67,5	12,4	14,5	56,6	49,4	107,9	87,4	**1998/1999**
62,8	63,2	109,7	119,2	138,9	155,3	37,3	61,5	92,9	96,6	149,5	164,8	**1999/2000**
20,4	20,7	17,5	24,8	82,8	96,2	2	11,7	34,6	34,6	99	83,5	**2000/2001**
67,1	67,5	98	140,4	104,3	197,8	24,9	51,4	97,2	101,6	189,8	185,5	**2001/2002**
26,5	26,5	38,5	50,6	63,3	84,9	12,9	26,2	56,3	50,4	92,9	101,5	**2002/2003**
68,9	69,2	140,9	169	169,3	185,8	27,5	52,2	130,9	138	254,2	254,6	**2003/2004**
30,9	30,9	57	99,7	78,3	115,3	29,5	33	64	74,7	116,7	107,7	**2004/2005**
84	87,3	151,9	180,8	146,8	143,6	46,5	84,1	115,5	125,4	227,2	222,4	**2005/2006**
143,9	144,2	189,1	280,3	304	287,9	78,5	134,1	256,6	251,1	313,6	312,3	**2006/2007**
96,4	96,4	156,5	219	191	221,5	52,3	85,4	128,8	140,2	256,5	316,8	**2007/2008**
180,6	180,2	188,1	308,9	345	339,4	155,8	207,3	270,5	256	386,5	366,5	**2008/2009**
82,7	83	121,7	150,4	221,8	253,7	39,1	87,6	148,5	157,9	280,4	296,1	**2009/2010**
78,3	78,3	91,1	110,3	183,7	243,4	38,8	70,9	122,7	103,3	223,2	209,6	**2010/2011**
71,4	71,3	100,2	125,2	113,6	156,8	44,1	68	122	136,6	161,1	115,2	**2011/2012**
38	38	61,8	82	95	132,4	37	44	92,9	73,9	126,2	136,1	**2012/2013**
77,9	77,9	79,2	103,7	97,6	107,5	29,6	65,9	96,5	92	124,6	138	**2013/2014**
193,2	192,1	225,1	317,2	314,1	393	101,7	178,8	274,9	274,2	343,9	361,9	**2014/2015**
34,9	35,3	58,3	74,7	97,9	127,7	20,4	43,4	85,3	71,5	160	129,7	**2015/2016**
57,4	57,6	76,3	104,8	95,3	164,4	49	71,7	123,7	130,7	176,3	172,1	**2016/2017**
	94,1		21,3	46,9	89,3	42,1	111	132	156,1	99,5	92,8	**2017/2018**
	90,7		276	148,8	207,4	65,4	76	153	141,1	300,4	301,4	**2018/2017**
	79,8		106,2	58,4	129,7	59	43	152	131,7	184	132,2	**2019/2018**

المصدر: وكالة الحوض المائي كيرزيز غريس،2020، بتصرف

ملخص

تتناول هذه الأطروحة مشكلة تدبير الموارد المائية في حوض زيز-غريس بشكل عام، وبواحات سهل تافيلالت في المغرب خاصة، في ظل التحديات المتزايدة التي تفرضها التغيرات المناخية والضغط البشري. وقد أظهرت الدراسة أن الماء يعتبر المورد الحيوي الرئيسي لسكان هذه المناطق الصحراوية، لكنه يتأثر بشدة بتقلبات الطقس والضغط البشري.

توصلت الأطروحة إلى عدة استنتاجات، منها أن حوض زيز-غريس يشهد تغيرات في نمط الأمطار ودرجات الحرارة في المدة ما بين 1960 و2019، مما يؤثر على توافر المياه سواء السطحية أو الجوفية. كما تبين الدراسة تذبذبًا في الجريان السطحي والمياه الجوفية، مع تراجع في مستويات المياه الجوفية بسبب التغيرات المناخية والتدخل البشري.

ومن خلال التحليل الإحصائي، تبين أن هناك عجزا في الموارد المائية خاصة خلال فصل الصيف، مما يتطلب تبني استراتيجيات جديدة للتكيف مع هذه التحديات. كما أظهرت الدراسة أن الضغط البشري يزيد من الطلب على المياه، سواء من قبل القطاع الفلاحي أو السياحي، واتضح ذلك من خلال نتائج 1479 استمارة تم ملئها وتحليلاها.

على الرغم من ذلك، تبين أن السكان في المنطقة قد استطاعوا التكيف بشكل محدود من خلال تبني تدابير وقائية مثل تعميق الآبار وتنظيم عملية الري. كما تلعب الجمعيات التنموية دوراً هاماً في توفير المياه الصالحة للشرب وتعزيز التكيف مع التحديات المائية.

باختصار، تشير الأطروحة إلى ضرورة اتخاذ إجراءات فورية لتحسين تدبير الموارد المائية في حوض زيز-غريس عامة وسهل تافيلالت خاصة.

كلمات مفاتيح: حوض زيز-غريس، واحات، تافيلالت، الموارد المائية، التغيرات المناخية، الضغط البشري، القطاع السياحي.

Abstract:

This thesis addresses the issue of water resource management in the Ziz-Ghriss basin in general, and the Tafilalt oases in Morocco in particular, in light of the increasing challenges posed by climate change and human pressure. The study reveals that water is the primary vital resource for the inhabitants of these desert regions, but it is greatly affected by weather fluctuations and human pressure.

The thesis concludes several points, including changes in rainfall patterns and temperatures in the Ziz-Ghriss basin between 1960 and 2019, affecting the availability of both surface and groundwater. The study also demonstrates fluctuations in surface water flow and groundwater levels, with a decline in groundwater levels due to climate change and human intervention.

Statistical analysis shows a deficit in water resources, especially during the summer season, necessitating the adoption of new strategies to adapt to these challenges. The study also highlights increased water demand due to human pressure, both from the agricultural and tourism sectors, as evidenced by the analysis of 1479 filled and analyzed questionnaires.

However, it is found that the population in the area has been able to adapt to some extent by implementing preventive measures such as deepening wells and organizing irrigation processes. Development associations also play a significant role in providing potable water and enhancing adaptation to water challenges.

In summary, the thesis underscores the urgent need for immediate measures to improve water resource management in the Ziz-Ghriss basin in general and the Tafilalt region in particular.

Keywords: Ziz-Ghriss basin, oases, Tafilalt, water resources, climate change, human pressure, tourism sector.

فهرس المحتويات

كلمة شكر..... أ

إهداء ..... ب

مقدمة عامة 1

1-تقديم مجال الدراسة 2

1-1تحليل آثار التغيرات المناخية على موارد المياه في منطقة حوض زيز-غريس كمجال دراسي ... 2

1-2دراسة تأثير الضغط البشري على موارد المياه في منطقة سهل تافيلالت كمجال بحثي..... 6

2-إشكالية البحث 8

3-فرضيات البحث 9

4-أهداف البحث 9

5-منهجية البحث 10

6-حدود الدراسة 15

7-بنية البحث 15

8-دوافع اختيار موضوع الدراسة 16

9-الصعوبات والتحديات 16

10-الدراسات السابقة..... 17

11-المفاهيم المهيكلة للبحث 18

القسم الأول: الخصائص الطبيعية والبشرية لحوض زيز-غريس: دراسة تحليلية..... 21

مقدمة القسم الأول..... 22

الفصل الأول: خصائص طبيعية وبشرية ساهمت في التأثير سلبا على الموارد المائية بحوض زيز-غريس..... 23

مقدمة الفصل الأول..... 24

II. تأثير الخصائص الطبيعية على كمية وجودة الموارد المائية في حوض زيز-غريس 24

1-الخصائص المورفومترية لحوض زيز-غريس 25

1-1- المساحة والمحيط La surface et le périmètre..... 25

1-2المستطيل المعادل Rectangle Equivalent..... 25

1-3 مؤشر التماسك أو التراص L’indice de compacité..... 25

1-4 -معامل الشكل 26

2-المؤشرات التضاريسية لحوض زيز-غريس 26

2-1-توزيع فئات الارتفاعات بالحوض المائي زيز-غريس..... 26
2-2- قيمة الوعورة 28
2-4-الانحدارات بحوض زيز-غريس 29
3-الخصائص الجيولوجية والجيومورفلوجية لحوض زيز-غريس..... 31
3-1- جيولوجية معقدة لا تساعد على تخزين المياه 31
3-1-1-الزمن الجيولوجي الأول 32
3-1-2- الزمن الجيولوجي الثاني 32
3-1-3- الزمن الجيولوجي الثالث 32
3-1-4- الزمن الجيولوجي الرابع 33
3-2- الواحدات المورفولوجية الكبرى بحوض زيز-غريس، أفرزت تضاريس متنوعة 34
3-2-1-هوامش الأطلس الصغير الشرقي..... 35
3-2-2-الأطلس الكبير الشرقي..... 36
3-2-3-الحمادات والهضاب الصحراوية 36
5-مناخ سمته الجفاف والقارية انعكس سلبا على حجم الموارد المائية..... 38
6-تربة فقيرة ومتدهورة 38
7-غطاء نباتي سمته القلة والضعف مع سيادة الجفافيات..... 40
II. الخصائص البشرية بحوض زيز-غريس، تركز حول الوديان والعيون المائية 41
1- الاستقرار السكاني والتطور العرقي في حوض زيز-غريس وارتباطه بالماء..... 42
2- تزايد سكاني ملحوظ بالجماعات الحضرية رغم هشاشة الموارد المتاحة 44
3- توزيع سكاني متباين مع تركيز حول نقاط المياه في حوض زيز-غريس..... 46
4-يعرف حوض زيز-غريس هجرة داخلية وخارجية بفعل تعاقب فترات الجفاف وتراجع الموارد المائية 48
III. يتسم القطاع الاقتصادي بحوض زيز-غريس بالتنوع والهشاشة..... 50
1-الأنشطة الفلاحية معظمها معيشية تقليدية ومستهلكة للماء..... 51
ب- تمثل أشجار النخيل العمود الفقري للواحات 53
2- قطاع الصناعة..... 54
3-يستفيد القطاع السياحي من مؤهلات طبيعية مهمة، لكنه مستهلك جديد للموارد المائية..... 55
خاتمة الفصل الأول 58
الفصل الثاني: الدراسة النقدية للمعطيات المناخية الموظفة في البحث 59
مقدمة الفصل الثاني 60
I. تقديم محطات قياس العناصر المناخية وملء الثغرات 60

1- التوزيع المجالي لمحطات قياس التساقطات 60
2-جرد وتدقيق المعطيات الناقصة 64
II. اختبار تجانس معطيات محطات قياس التساقطات بحوض زيز-غريس 66
1-الطريقة التراكمية..... 66
2-طريقة مقارنة القيم المتراكمة 69
3-طريقة اختبار التجانس ببرنام Khronostat 1.01 70
III. اختبار تجانس قياس الحرارة والتبخر والرطوبة بمحطات حوض زيز وغريس 73
1-اختبار تجانس معطيات محطات قياس الحرارة ببرنام Khronostat 1.01 73
2- اختبار تجانس قياسات التبخر بمحطات بحوض زيز-غريس..... 77
3- اختبار تجانس قياسات الرطوبة بحوض زيز-غريس..... 78
IV. التصنيف المناخي لمحطات الرصد المناخي لحوض زيز-غريس حسب طريقة أومبيرجي 79
خاتمة الفصل الثاني 82
الفصل الثالث: الدراسة التحليلية للعناصر المناخية وانعكاساتها على الموارد المائية 83
مقدمة الفصل الثالث 84
I. الخصائص الزمانية والمجالية للتساقطات المطرية بحوض زيز-غريس يطبعها التذبذب وعدم الانتظام..... 84
1- التساقطات المطرية بالمغرب: توزيع غير متوازن مجاليا وزمانيا..... 84
2- توزيع مجالي غير متوازن للتساقطات المطرية بحوض زيز-غريس..... 86
3-خصائص التوزيع السنوي للتساقطات المطرية بحوض زيز-غريس..... 89
4-خصائص التوزيع الفصلي للتساقطات المطرية 94
5-خصائص التوزيع الشهري للتساقطات المطرية بحوض زيز-غريس 99
II.الخصائص الزمانية والمكانية لدرجة الحرارة وتأثيراتها على الموارد المائية 100
1-التوزيع السنوي للحرارة بحوض زيز-غريس (1982-2019)..... 100
1-1-التوزيع السنوي للحرارة العليا بحوض زيز-غريس 100
1-2- التوزيع السنوي للحرارة الوسطى بحوض زيز-غريس 102
1-3-التوزيع السنوي للحرارة الدنيا بحوض زيز-غريس 104
2-التوزيع الفصلي لدرجة الحرارة بحوض زيز-غريس (1982 -2019) 105
3-التوزيع الشهري لدرجة الحرارة بحوض زيز-غريس ما بين 1982 و2019..... 107
4-التشميس بحوض زيز-غريس: ارتفاع مدته يساهم في ارتفاع حجم المياه المتبخرة..... 107
5-التبخر والرطوبة النسبية بحوض زيز-غريس 108
1-5-- التبخر بحوض زيز-غريس (1983-2018) 108
أ- التبخر الشهري بحوض زيز-غريس..... 109

ب- التبخر الفصلي بحوض زيز-غريس 110
2-5-الرطوبة النسبية بحوض زيز-غريس ما بين 1997 و2018 112
6-تساهم الرياح في زيادة جفافية المجال 116
خاتمة الفصل الثالث 118
خاتمة القسم الأول 119
القسم الثاني: آثار التغيرات المناخية على الموارد المائية بحوض زيز-غريس 120
مقدمة القسم الثاني 121
الفصل الرابع: الدراسة التحليلية للموارد المائية السطحية والجوفية بحوض زيز-غريس 122
مقدمة الفصل الرابع 123
I.خصائص الشبكة الهيدروغرافية بحوض زيز-غريس 123
1- وادي زيز وغريس: شبكة هيدروغرافية موسمية يطبعها التذبذب في الزمان والمكان 123
1-1-حوض زيز 125
1-2-حوض غريس 127
2- الدراسة التحليلية لصبيب الوديان بحوض زيز-غريس (1960 -2016) 129
2- 1- متوسط الصبيب السنوي والشهري والفصلي لحوض زيز -غريس سمته التذبذب وعدم الانتظام 131
أ- دراسة الصبيب السنوي لحوض غريس 131
ب- دراسة الصبيب السنوي بالحوض المائي زيز 135
2-2-- دراسة متوسط الصبيب الشهري لحوض زيز-غريس 138
أ- دراسة الصبيب الشهري بالحوض المائي غريس 138
ب- دراسة الصبيب الشهري بالحوض المائي زيز 141
3-الواردات السنوية لحوض زيز-غريس: واردات مهمة يقابلها ضعف التجهيزات الهيدروفلاحية 143
3-1-واردات حوض زيز 143
3-2- واردات حوض غريس 144
II.علاقة الصبيب بالتساقطات المطرية بحوض زيز-غريس اعتمادا على معامل الترابط 145
1- علاقة الترابط بين التساقطات المطرية والصبيب بحوض غريس: علاقة ترابط قوية 146
2- علاقة الترابط بين التساقطات المطرية والصبيب بحوض زيز: تجاوب شبه متوسط 150
III.الخصائص العامة للفرشة المائية الجوفية بحوض زيز-غريس 154
1-أهم الفرشات المائية بحوض زيز-غريس ومميزاتها 154
1-1 الفرشة المائية الجوراسية للأطلس الكبير 155
1-2- الفرشة المائية الكريطاسية لحوض الرشيدية – بوذنيب 157

أ- الفرشة المائية التيرونيان 157
ب- فرشة مياه الأنفرا سينومانيان 158
ج-الفرشة المائية السينونيان (Sénonien) 159
1-3-الفرشة المائية الرباعية 159
2 - شحن وتفريغ الفرشات المائية بحوض زيز-غريس 160
1-2- مصادر تغذية الفرشات المائية بحوض زيز-غريس 161
2.2 -تفريغ مياه الفرشات المائية الباطنية بحوض زيز-غريس 162
خاتمة الفصل الرابع 165
الفصل الخامس: تأثيرات التغيرات المناخية على الاتجاه العام للعناصر المناخية بحوض زيز-غريس 166
مقدمة الفصل الخامس 167
I.الاتجاه العام للتساقطات المطرية ودرجة الحرارة نتيجة تنامي ظاهرة التغيرات المناخية 167
1-الاتجاه العام للتساقطات المطرية ولدرجة للحرارة بالمغرب (قراءة في الحالة المناخية لسنة 2020) 169
1-1 الاتجاه العام للتساقطات المطرية بالمغرب ما بين 1981 و2020 170
1-2-الاتجاه العام لدرجة الحرارة بالمغرب ما بين 1981 و2020 171
2-الاتجاه العام للعناصر المناخية بحوض زيز-غريس (1960-2019) 172
1-2-الاتجاه العام للتساقطات المطرية بحوض زيز-غريس ما بين 1960 و2019 173
أ-الاتجاه العام للتساقطات المطرية بعالية حوض زيز-غريس 173
ب-الاتجاه العام للتساقطات المطرية بالمحطات الوسطى لحوض زيز-غريس 175
ج-الاتجاه العام للتساقطات المطرية بالمحطات السهلية لحوض زيز-غريس 177
2-2-الاتجاه العام لدرجة الحرارة بحوض زيز-غريس ما بين 1982– 2018 181
أ-المتوسطات المتحركة 181
ب-طريقة التربيعات الصغرى (الانحدار الخطي البسيط) واختبار مان كاندال لتحديد اتجاه الحرارة 182
II.آثار التغيرات المناخية على الحصيلة المائية بحوض زيز-غريس 185
1-الحصيلة المائية بالمغرب تسجل عجزا شبه دائم 185
2- دراسة الحصيلة المائية لحوض زيز-غريس 187
1-2-حساب الحصيلة المائية بطريقة تورنتوايت بمحطات حوض زيز 188
2-2- حساب الحصيلة المائية بطريقة تورنتوايت بمحطات حوض غريس 193

3- بعض مظاهر التغيرات المناخية بحوض زيز-غريس..... 197
خاتمة الفصل الخامس 200
الفصل السادس: تأثيرات التغيرات المناخية على واحات حوض زيز-غريس..... 201
مقدمة الفصل السادس 202
I.الجفاف، أزمة بنيوية بواحات حوض زيز-غريس 202
1-يتسم مناخ المغرب بسيادة مظاهر الجفاف 203
1-1 تتعدد تعاريف الجفاف وأنواعه 203
1-2- عرف المغرب عبر تاريخه نوبات جفاف حادة..... 205
2-تنامي حدة الجفاف بحوض زيز-غريس بفعل ظاهرة التغيرات المناخية..... 205
1-2-للموقع العرضي والتضاريس علاقة مباشرة بتردد الجفاف المناخي بالحوض..... 205
أ- خطوط تساوي التساقطات..... 206
ب- مؤشر الجفاف والقحولة عند دومارتون De Martonne..... 207
ج-انحراف التساقطات عن المعدل بالمحطات المطرية لحوض زيز-غريس..... 209
2-2-ارتباط الجفاف الهيدرولوجي بضعف التساقطات وإنشاء سد الحسن الداخل على واد زيز 212
أ- نظام طلقات سد الحسن الداخل وتحكمه في صبيب واد زيز 212
ب-تراجع مستوى الفرشة المائية لسهل تافيلالت نتيجة الضخ المفرط للمياه..... 216
ج- تراجع منسوب مياه الآبار بفعل انتشار الضخ العصري للماء 218
و- جفاف العديد من الخطارات بواحات حوض زيز-غريس خاصة بسهل تافيلالت 220
3- ارتفاع ملوحة المياه والتربة بحوض زيز-غريس 221
II.ظاهرة الفيضانات بحوض زيز-غريس، ظاهرة استثنائية ترتبط بالسنوات الرطبة..... 223
1-أسباب وطبيعية الفيضانات بحوض زيز-غريس..... 223
2-التحولات المجالية المرتبطة بالفيضانات بتافيلالت..... 226
1-2-حالة الجماعة الحضرية أرفود..... 226
3-2-فيضان مرزوكة..... 227
4-2-فيضان قصر العشورية..... 228
III.دينامية زحف الرمال بواحات الجرف ما بين 1984و2020..... 230
1-نتائج الدراسة الخرائطية لزحف الرمال بواحات الجرف..... 230
1-1- وضعية الرمال بواحات المنقارة والجرف وفزنا ما بين سنتي 1984 و2002..... 230
1-2- وضعية الرمال بواحة حنابو والكراير والبوية بين سنتي 1984 و2002..... 232

3-1 -تطور زحف الرمال بواحات الجرف في سنة 2020 234
2-الدراسة الرسابية والمجهرية لعينات الرمال بواحة الجرف 236
2-1-الدراسة الحبيبية للرمال 236
2-2-الدراسة المجهرية لحبات الرمال 237
2-3-أصل الرمال بالمنطقة 238
3-زحف الرمال يهدد الأراضي الزراعية والمنشآت المائية بمنطقة الجرف 239
3-1- آثار زحف الرمال على الأراضي الزراعية 239
3-2- آثار زحف الرمال على البنية التحتية الهيدرولوجية 240
خاتمة الفصل السادس 242
خاتمة القسم الثاني 243
القسم الثالث: أنماط إنتاج واستهلاك المياه بواحات سهل تافيلالت، وأشكال التكيف مع التغيرات المناخية 244
مقدمة القسم الثالث 245
الفصل السابع: أنماط تدبير مياه السقي بواحات سهل تافيلالت وأشكال التأقلم مع الندرة والوفرة . 246
مقدمة الفصل السابع 247
I.التدبير التقليدي للموارد المائية بواحات سهل تافيلالت 248
1- أشكال التدبير الجماعي التقليدي للموارد المائية: تدبير بُني على حكامة رشيدة 248
1-1- أشكال التدبير التقليدي لمياه الفيض بواحات سهل تافيلالت 248
1-1-1- طريقة تحويل مياه الفيض نحو الحقول بتقنية "أكوك" 248
1-1-2- طريقة تدبير مياه "الأكوك" وتقسيم المياه 248
2-2- أشكال التدبير التقليدي للموارد المائية الجوفية: مؤشر لندرة المياه بواحات سهل تافيلالت . 251
2-2-1- تقنية "أغرور" أسلوب تقليدي لرفع المياه 251
2-2-2- الخطارة نموذج للتكيف والتدبير العقلاني للموارد المائية الباطنية 252
أ- الخطارة، تعريفها ومدة بنائها 252
ب- التدبير العرفي لمياه الخطارات بواحات سهل تافيلالت 252
ج- التدبير التقني للخطارات بواحات سهل تافيلالت: عرف الصيانة والحراسة 255
3-3- أنماط السقي التقليدي بواحات سهل تافيلالت 256
II.الطرق العصرية لتدبير مياه السقي بواحات سهل تافيلالت 258
1- تتعد مصادر وملكيات مياه السقي بواحات سهل تافيلالت 258

1-1- تتنوع مصادر مياه السقي، مع التركيز على الضخ العصري 258
1-2- ملكية مياه السقي بواحات سهل تافيلالت: ملكية خاصة في الغالب..... 260
2- أشكال التدبير العصري للموارد المائية السطحية بواحات سهل تافيلالت..... 261
1-2- السقي الكبير بحوض زيز-غريس : تحديث شبكة السقي الموجهة لسهل تافيلالت 263
1-1-2- تعبئة مياه واد زيز بواسطة سد الحسن الداخل..... 263
2-1-2- ساهم سد الحسن الداخل بتنظيم السقي 263
2-2- السقي الصغير والمتوسط وارتباطه ببناء السدود التحويلية الحديثة 266
3- الضخ العصري وأنماط التأقلم مع ندرة الماء والتغيرات المناخية بواحات سهل تافيلالت 269
1-3- تاريخ دخول الضخ العصري لواحات سهل تافيلالت..... 269
2-3- عدد أبار الضخ العصري بالحيازة: لا تتعدى بئر واحدة في غالب الأحيان..... 270
4-3- مصادر الطاقة بمحطات الضخ العصرية: متنوعة مع الاعتماد أكبر على الطاقة الشمسية ... 273
5-3- الوضع القانوني لحفر الآبار: أكثر من نصف الآبار حفرت بدون رخصة 275
6-3- تعمق الآبار في تزايد مستمر بفعل مجموعة من العوامل..... 277
7-3- تعرف أغلبية الآبار تراجعا في مستواها المائي 278
8-3- طرق حفر الآبار تجمع بين التقليدية والعصرية..... 279
9-3- أوقات ومدة تعميق الآبار بواحات سهل تافيلالت..... 280
10-3-وتيرة تشغيل محطات الضخ العصري بواحات سهل تافيلالت 282
4- طبيعة سواقي محطات الضخ العصري يساهم في هدر كميات مهمة من مياه السقي..... 282
خاتمة الفصل السابع 284
الفصل الثامن: أشكال تدبير مياه الشرب بواحات سهل تافيلالت، أنماط الإنتاج والاستهلاك 285
مقدمة الفصل الثامن..... 286
I.أنماط انتاج واستهلاك مياه الشرب بحوض زيز-غريس 286
1- إنتاج واستهلاك مياه الشرب بحوض زيز-غريس قبل سنة 1985 286
1-1- وضعية التزود بمياه الشرب بالجماعات الترابية القروية بحوض زيز-غريس..... 286
2-1- وضعية التزود بالماء الصالح للشرب بالجماعات الترابية الحضرية بحوض زيز-غريس 287
2-إنتاج واستهلاك الماء الصالح للشرب بحوض زيز-غريس بعد سنة 1984 288
II.أشكال تدبير مياه الشرب بالجماعات الترابية لواحات سهل تافيلالت 290
1- مصادر مياه الشرب بواحات سهل تافيلالت: مصادر متعددة مع التركيز على شبكة الربط..... 290
2- جودة مياه الشرب بواحات سهل تافيلالت..... 292

3- تسعيرة مائية تشجع على هدر مياه الشرب..... 293
4- وتيرة التزود بالماء الشروب يطبعها الانقطاع المتكرر 296
III.علاقة نوع السكن ومساحته بالاستهلاك المائي بواحات سهل تافيلالت 298
1- نوعية السكن واستهلاك الماء: سيادة ارتفاع الاستهلاك بالمنازل الإسمنتية..... 298
2- ارتباط بين ارتفاع حجم الاستهلاك المائي ومساحة السكن..... 299
3- علاقة حجم الأسرة بمستوى الاستهلاك المائي 301
-4لنوعية وعدد المراحيض أثر كبير على استهلاك الماء 302
5- تزايد عدد الحمامات يساهم في دخول معظم الأسر في الشطرين الثالث والرابع 304
6- التجهيزات المنزلية وعلاقتها باستهلاك الماء 306
IV.سلوكيات السكان اتجاه تطهير السائل وإعادة استعمال المياه المستعملة 308
1- تصريف المياه المستعملة تقليدي في الغالب قد يضر بالبيئة المحلية..... 308
2- علاقة حجم المياه المستهلكة بطرق تصريفها..... 310
3- سلوكيات السكان اتجاه إعادة استعمال المياه العادمة بواحات سهل تافيلالت..... 311
3-1- موقف الساكنة بواحات سهل تافيلالت من استغلال المياه المستعملة المعالجة في السقي 311
3-2- موقف المستجوبين حسب الجماعات الترابية من إعادة استعمال المياه المعالجة في السقي. 311
V.النشاط السياحي بواحات سهل تافيلالت: مستهلك جديد يساهم في تأزيم وضعية الواحات 312
1- ارتفاع استهلاك المؤسسات السياحية للماء واختلافه حسب الأصناف..... 313
1-1- البنية التحتية للفنادق..... 313
1-2- مجالات الاستهلاك السياحي للماء: أغلبها تستعمل مياه صالحة للشرب 314
2-الخدمات الترفيهية بفنادق واحات سهل تافيلالت..... 315
2-1- المسابح، عنصر ترفيهي جد مستهلك للماء..... 315
2-2- الفضاءات الخضراء بالفنادق: متنفس للسياح لكنه مستهلكة للمياه 317
خاتمة الفصل الثامن..... 319
الفصل التاسع: أشكال تكيف ساكنة واحات سهل تافيلالت مع ظاهرة التغيرات المناخية وندرة الموارد المائية..... 320
مقدمة الفصل التاسع 321
I.بعض أشكال التكيف مع ندرة مياه الشرب ومختلف استعمالاته المنزلية بواحات سهل تافيلالت321
1-الخزانات المائية كحل للتخفيف من الخصاص المائي 321
2- سلوكيات السكان اتجاه الاقتصاد في مياه الشرب 323

2-1- مستوى استهلاك مياه الشرب متوسط إلى مرتفع لدى أغلبية الساكنة 323
2-2- موقف الساكنة من مسألة الاقتصاد في استهلاك مياه الشرب 324
3- الصرف الصحي البيئي: من المراحيض الملوثة للفرشة إلى المراحيض المحافظة على البيئة . 325
4- الجمعيات المدنية شريك أساسي في تدبير مياه الشرب، نموذج بالجماعة الترابية لفزنا..... 327
4-1- تعريف جمعية فزنا للبيئة والتنمية والماء الصالح للشرب 328
4-2- تواجه الجمعيات عدة صعوبات في تدبيرها للمياه الصالحة للشرب 330
II.أشكال تكيف الساكنة مع مياه السقي في ظل التغيرات المناخية 330
1- اعتماد السقي الموضعي كطريقة مقتصدة لمياه السقي بواحات سهل تافيلالت..... 330
1-1- تاريخ إدخال التقنيات الحديثة للسقي بالمنطقة 330
1-2- أقل من خمس الفلاحين فقط يعتمدون التقنيات المقتصدة للمياه..... 331
1-3- أهمية الطرق المقتصدة لمياه السقي حسب رأي الساكنة..... 332
1-4- إكراهات تعميم الطرق المقتصدة للماء بمجال الدراسة 332
2- اختيار الفترات المناسبة للقيام بعملية السقي للتقليل من عملية التبخر..... 333
3- اعتماد ساكنة الواحة على زراعات أقل استهلاكا للماء ومتأقلمة مع خصائص البيئة القاحلة... 334
4- تحسيس الساكنة بالتخلي على الزراعات المستهلكة للماء واعتماد الأقل استهلاكا له..... 335
5- تدخلات مؤسسات الدولة وجمعيات المجتمع المدني في إطار مشاريع الإعداد الهيدروفلاحي
والتأقلم مع التغيرات المناخية بواحات سهل تافيلالت..... 336
5-1- الجهات المتدخلة في عملية الإعداد الهيدروفلاحي بواحات سهل تافيلالت..... 337
أ- طبيعة تدخل مختلف الجهات في قطاع السقي بواحات سهل تافيلالت 337
ب- انخراط الساكنة المحلية في أشغال الاعداد الهيدروفلاحي 339
ج- تحديات محدودية فعالية مشاريع الإعداد الهيدروفلاحية من منظور المستجوبين..... 339
5-2- اعتماد تقنيات أكثر اقتصادا للماء 340
أ- استعمال تقنية السقي بالنانو..... 340
ب- توسيع دائرة استعمال تقنيات السقي بالتقطير..... 342
III.استراتيجيات التكيف مع التغير المناخي بواحات حوض زيز-غريس 343
1- الإستراتيجية التنموية المقترحة لرد الإعتبار للخطارات بواحات سهل تافيلالت 343
2- التغذية الاصطناعية للفرشة الباطنية 344
4-تدابير واستراتيجيات التكيّف في واحات تافيلالت 346
4- أشكال تكيف الواحات مع ظاهرة زحف الرمال..... 348

4-1- التقنيات التقليدية والعصرية للحد من زحف الرمال 349
أ- بناء الأسوار للحد من حركية الرمال..... 349
ب- اعتماد جريد النخل لإيقاف زحف الرمال..... 350
4-2- التقنيات العصرية للحد من زحف الرمال 351
أ- التصدي الميكانيكي لزحف الرمال، لوحات الفيروسيمات وتربيعات الجريد 351
ب- التصدي البيولوجي 352
4-3- بعض الجهود المبذولة لحماية المنشآت المائية من الترمل..... 352
5- بعض البرامج وخطط النهوض بالواحات 354
5-1- المشروع الوطني لإنقاذ واعداد الواحات 354
5-2- إحداث الوكالة الوطنية لتنمية مناطق الواحات وشجر الأركان 354
5-3- الوكالة اليابانية للتعاون الدولي 354
خاتمة الفصل التاسع 356
خاتمة القسم الثالث 357
خاتمة عامة 358
المراجع المعتمدة في البحث 362
فهرس الخرائط..... 375
فهرس الجداول..... 377
فهرس الأشكال 381
فهرس الصور 387
فهرس اللوحات (صور) 388
فهرس الرسوم التوضيحية..... 389
فهرس الخطاطات 389
الملاحق..... 390
ملخص 404
Abstract: 405
فهرس المحتويات..... 406