SEBHA UNIVERSITY JOURNAL OF PURE & APPLIED SCIENCES VOL.24 NO. 2 2025
DOI: 10.51984/JOPAS.V25I2.3779

مجلة جامعة سبها للعلوم البحتة والتطبيقية
Sebha University Journal of Pure & Applied Sciences

Journal homepage: www.sebhau.edu.ly/journal/jopas

أنماط عصرية للتأقلم مع ندرة المياه في ظل التغيرات المناخية بواحات الجنوب الشرقي للمغرب

عبد الصمد خويا

كلية الآداب والعلوم الإنسانية سايس، جامعة سيدي محمد بن عبد الله،فاس، المغرب

الملخص

ركزت الدراسة على واحات الجنوب الشرقي للمغرب، التي تتميز بمناخ جاف وصحراوي على مدار السنة، وفقاً لمقاييس علمية معتمدة. أظهرت النتائج أن معدلات التساقطات المطرية تتجه نحو الجفاف والعجز المائي، مما أدى إلى تراجع الموارد المائية وانخفاض تدفق الأودية والفرشة الباطنية. تاريخياً، تمكن سكان الواحات من التكيف مع ندرة المياه من خلال تقنيات تقليدية لجلب الماء)الخطارة، أغرور، أكوك...(وأخرى لتقسيم الماء)تناست، أسقول...(، علاوة على تنظيمات اجتماعية وقوانين عرفية تستند إليها القبيلة في تدبير العلاقات الاجتماعية المرتبطة بالماء. ومع ذلك، شهدت هذه الأساليب تراجعاً في العقود الأخيرة واستُبدلت بتقنيات حديثة مثل محطات الضخ العصرية. ساهمت هذه التحولات، إلى جانب التغيرات المناخية، في حدوث تغييرات بيئية جذرية مثل تراجع مستوى ومخزون الفرشة المائية، جفاف الخطارات، إهمال مساحات شاسعة من واحات النخيل، وتسريع ظواهر مثل التصحر والجفاف الهيدرولوجي. من أجل التكيف والتأقلم مع الوضع الجديد، انخرط المزارعين ومختلف المؤسسات المعنية بتدبير الماء، في اعتماد تقنيات جديدة من أجل الاستعمال المستدام للمياه والتخفيف من ضخ المياه وتراجع مستوى الفرشة المائية، والتي تتمثل في بناء العتبات التطعيمية على الأودية وتوسيع نطاق استعمال التقنيات المقتصدة للماء)الري الموضعي، تقنيات الرش، تقنية النانو...(، علاوة علة بناء محطات معالجة المياه المستعملة...إلخ. ختاماً، تؤكد الدراسة أن المياه هي عصب الحياة في الواحات، وأن ترشيد وتدبير هذه الموارد يجب أن يكون من الأولويات الأساسية لضمان استدامة الواحات.

الكلمات المفتاحية:

الجنوب الشرقي للمغرب
ندرة الماء
التغيرات المناخية
أشكال التكيف
الواحات

Modern Adaptation Strategies to Water Scarcity Amidst Climate Change in the Southeastern Oases of Morocco.

Abdessamad khouya

Faculty of Letters and Human Sciences Saïs, Sidi Mohamed Ben Abdellah University, Fez, Morocco

ABSTRACT

The study focused on the oases of southeastern Morocco, which are characterized by an arid and desert climate throughout the year, according to established scientific metrics. The results showed that rainfall trends are moving toward drought and water scarcity, leading to a decline in water resources and a decrease in river flow and groundwater levels. Historically, the inhabitants of the oases managed to adapt to water scarcity through traditional techniques, social organizations, and customary laws. However, these methods have seen a decline in recent decades, replaced by modern technologies such as contemporary pumping stations. These shifts, along with climate change, have contributed to significant environmental changes, including the reduction of groundwater levels and reserves, the drying up of traditional irrigation systems (khattaras), the neglect of vast areas of palm groves, and the acceleration of phenomena like desertification and hydrological drought. In conclusion, the study emphasizes that water is the lifeblood of the oases, and that the efficient management and conservation of these resources must be a top priority to ensure the sustainability of the oases.

Keywords:

Southeastern Morocco
Water scarcity
Climate changes
Adaptation strategies
Oases

1. المقدمة

تعتبر المناطق الجافة وشبه الجافة بالمغرب من أكثر المجالات التي تعرف قلة في الماء، حيث فرض واقع الندرة التي تعرفها هذه المجالات عبر قرون، اكتساب

*Corresponding author:
E-mail addresses: khouyageographie2014@gmail.com
Article History : Received 09 October 2024 - Received in revised form 30 November 2024 - Accepted 09 December 2024

الأهالي ثقافة تدبيرية تقشفية، واستعمال تقنيات تقليدية والتي مازالت لها جدور إلى الآن، من قبيل الخطارات التي تعتمد على القنوات الباطنية لتسهل عملية تصريف الماء من العالية في اتجاه السافلة، والسدود التحويلية "أكوك" وهو عبارة عن مرتفع بسيط من الأحجار وأغصان الأشجار المثبتة بالطين، يتم وضع هذه العناصر في وسط مجرى الواد لحصر أكبر كمية من الماء وضمان تحويلها نحو الساقية وبالتالي إلى الحقول [1]، علاوة على السواقي لنقل مياه الفيض "تاركا"، وتقنية "أغرور". كما اعتمد المزارعين بالواحات في إطار توزيع المياه بين ذوي الحقوق الى استعمال وسائل وتقنيات أخرى لضمان حقوق كل طرف، والتي يمكن أن نميز من خلالها بين نوعين أساسيين، الأولى لقياس الزمن (الساعة الشمسية، تناست...)، والثانية لقياس الأحجام (أسقول، "أزراگ"...) [2]، والتي كان دور مهم في تدبير العلاقات الاجتماعية المترتبط بالماء. لكن تزايد الضغط البشري وحدة التغيرات المناخية التي تعرفها المجالات الجافة وشبة الجافة خلال العقود الأخيرة، هدد التوازنات الهشة المكتسبة عبر قرون، مما أفرز أنماط جديدة لاستغلال المجال والموارد، من قبيل ظهور الضخ العصري للماء في إطار محاولة التكيف والتأقلم مع قساوة المناخ. وتعد واحات الجنوب الشرقي للمغرب إحدى المجالات التي تواجه تحديًا كبيرًا، يتمثل في نقص وتراجع مستوى المياه الجوفية، التي تعد مصدرًا حيويًا للمياه العذبة، حيث تلعب دورًا حيويًا في تلبية احتياجات السكان والزراعة والاستدامة البيئية. لذلك، فإن انخفاض مستويات المياه الجوفية بواحة فركلة يشكل تهديدًا خطيرًا على عدم تحقيق الأمن الغذائي وعلى الحياة البشرية والنظام البيئي المحلي.

لذلك، يتطلب حل مشكل ندرة المياه وتحقيق الأمن الغذائي بمناطق الواحات بشكل خاص، والمغرب بشكل عام، تعاونًا مشتركًا بين الدولة والمجتمع المدني والجهات ذات الصلة بالماء، من خلال اعتماد استراتيجيات شاملة ترتكز على تطبيق أفضل الممارسات في تدبير الموارد المائية وتعزيز الوعي بأهمية استدامة المياه، علاوة على تبني مداخل عملية متعددة ومتكاملة قابلة للتطبيق في المجال، من قبيل إعادة تدوير مياه الصرف الصحي واستخدامها في الزراعة، وتوظيف نظم المعلومات الجغرافية والاستشعار عن بعد في تحسين إدارة المياه، وجمع وتخزين مياه الأمطار، واستعمال أنماط جديد وعصرية في استغلال المياه الجوفية، وذلك بشكل يضمن توازن مستدام في توفير المياه العذبة والحفاظ على النظام البيئي المحلي، كما يجب أن تكون الجهود مستمرة ومستدامة لتحقيق تنمية مستدامة ورفاهية السكان.

تنبع أهمية الورقة من تموضع واحات الجنوب الشرقي للمغرب جغرافيا ضمن مجال صحراوي يعرف خصاصاً كبيراً في الموارد المائية، والذي تقوم عليه الحياة البشرية والطبيعية. وتتوخى رصد مظاهر الأزمة المائية في سياق مهددات التقلبات المناخية على هذا المورد الحيوي، والوقوف عن أشكال تأقلم الإنسان الواحي مع مشكل ندرة المياه في ظل تزايد الطلب على الماء والغذاء، علاوة على الخروج بمقترحات الإعداد المائي في ظل التحديات الراهنة من قبيل تحقيق الأمن الغذائي.

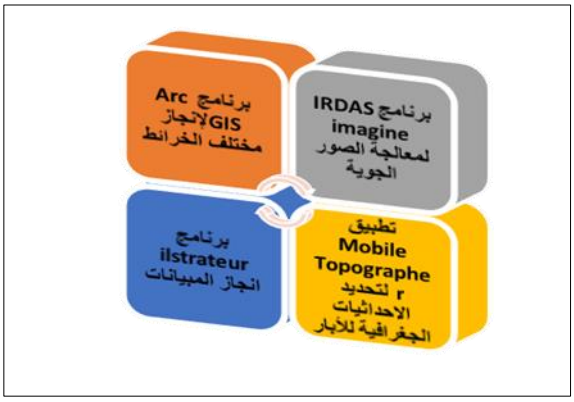
ولأن واحات الجنوب الشرقي للمغرب تعاني من ندرة المياه الجوفية، والتي يعتمد عليها السكان بشكل كبير لتلبية احتياجات الزراعة والشرب ومختلف الاستعمالات المنزلية، وهذا يشكل تحديًا كبيرًا للاستدامة البيئية والتنمية المحلية. وبناءً على ذلك، تنبثق إشكالية رئيسة بشأن كيفية تطوير حلول عملية فعالة لمواجهة هذه الندرة.

تتفرع عن هذه الإشكالية مجموعة من الأسئلة نرتبها على النحو الآتي:

- ماهي تجليات أزمة وندرة المياه بواحات الجنوب الشرقي للمغرب.
- ماهي الحلول الممكنة لتجاوز مشكل ندرة المياه لتحقيق الأمن الغذائي بواحات الجنوب الشرقي للمغرب في سياق التغيرات المناخية والطلب المتزايد.
- هل هناك تقنيات ري حديثة يمكن تبنيها للحد من الهدر وتحقيق استخدام فعال للمياه الجوفية؟

2. المواد وطرق العمل

من أجل معالجة إشكالية الدراسة، تم الاعتماد على أدوات منهجية أساسها الملاحظة والمعاينة الميدانية، واستحضار مقاربات متعددة (إحصائية، جغرافية، اجتماعية...)، وما يعطي قيمة أكثر للعمل، توظيف نتائج دراسات عالجت قضايا البيئة والماء بمجال الدراسة، منها دراسة يوسف السعيدي [1]، والغازي عقاوي [2]، التي تقاطعت من خلاله هذه الدراسات على إبراز العوامل الطبيعية والبشرية المسببة للتصحر، ومظاهره، ثم سبل مكافحة الظاهرة، حيث تم التركيز على عنصر الماء باعتباره أحد العوامل الرئيسية المساهمة في تنامي الظاهرة. ومن ناحية ثانية، دراسات همت الجانب الجيولوجي لعدد من الباحثين منها دراسة سعيد باقي[3]، التي تعتبر مساهمة مهمة في الجانب الجيولوجي وعلاقته بالموارد المائية، كما تم الاعتماد على دراسات جغرافية وسيسيولوجيا ثم جيومرفولوجية متعددة ذات علاقة وطيدة بالموضوع لعدد من الباحثين، في مقدمتهم: مصطفى أعفير [4]، عبدالاله عبدلاوي [5]، ثم عبد الصمد خويا [6]، والتي حاول من خلالها الباحثين إبراز دور العنصر البشري والطبيعي في فهم إشكالية الموارد المائية بمناطق الندرة (الواحات). علاوة على ذلك، تم الاعتماد على معطيات عدة إدارات ومعاهد ومصالح خارجية بهدف استكمال رؤية حول موضوع الدراسة، زيادة على استعمال برامج وتطبيقات ومقاربات متعددة واعتماد النهج الجغرافي مدعمين تحليلنا بصور وأشكال توضيحية.

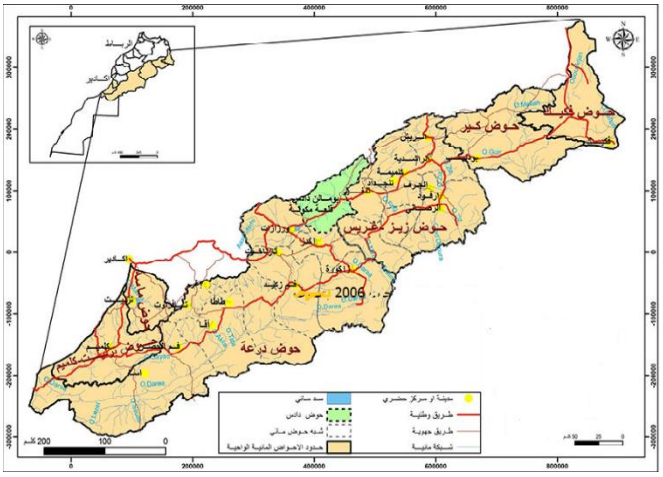


شكل رقم 1: بعض البرامج المستعملة في الدراسة

3. تقديم مجال الدراسة

تقع واحات المغرب في الجنوب الشرقي للبلاد (الخريطة 1)، تروبها الأنهار التي تنبع من الأطلس الكبير والصغير تعتمد أغلب ساكنة هذه المناطق على الزراعة المعيشية، وهي موطن تقليدي لقرى القصور المحصنة،. نشأت حضارة الواحات بفضل المدن الواقعة على ضفاف الأنهار مثل سجلماسة، وهي مدينة كانت مزدهرة في تافيلالت في القرنين الثامن والحادي عشر. شهدت الواحات تدهورًا متسارعًا في نظامها البيئي خلال القرن العشرين وهي حاليًا موضوع برامج إعادة التأهيل. منذ عام 2000.

خريطة رقم 1: الموقع الجغرافي للواحات المغربية



المصدر: أبو بكر صابري، بتصرف

الواحات المغربية تتميز بخصائص مناخية فريدة تتأثر بموقعها في المناطق الصحراوية وشبه الصحراوية. فيما يلي أهم الخصائص المناخية لهذه الواحات:

الجفاف الشديد: المناطق المحيطة بالواحات تكون جافة للغاية، مع هطول أمطار قليلة جداً على مدار العام. هذا الجفاف يجعل الواحات مصدرًا حيويًا للحياة في هذه المناطق.

الحرارة العالية: تتميز الواحات بدرجات حرارة مرتفعة، خاصة خلال فصل الصيف حيث قد تصل إلى أكثر من 40 درجة مئوية. في فصل الشتاء، تكون درجات الحرارة معتدلة نسبيًا لكن قد تنخفض بشكل ملحوظ خلال الليل.

التباين الحراري الكبير: هناك تباين حراري كبير بين النهار والليل، حيث يمكن أن تكون الليالي باردة جدًا حتى في فصل الصيف، بينما تكون الأيام حارة.

ندرة الأمطار: معدلات الأمطار منخفضة جدًا، وغالبًا ما تكون الأمطار موسمية أو على شكل زخات مفاجئة. تعتمد الواحات بشكل رئيسي على مصادر المياه الجوفية التي تتجمع من جبال الأطلس أو الأنهار المجاورة.

الرياح: يمكن أن تكون الواحات عرضة للرياح القوية، خاصة الرياح الصحراوية الحارة المعروفة بـ"الشرقي" والتي قد تؤدي إلى زيادة درجات الحرارة والجفاف.

الغطاء النباتي: نتيجة للظروف المناخية الصعبة، يقتصر الغطاء النباتي في الواحات على النباتات التي تتحمل الجفاف مثل النخيل وبعض الأشجار المثمرة التي تعتمد على نظام الري التقليدي.

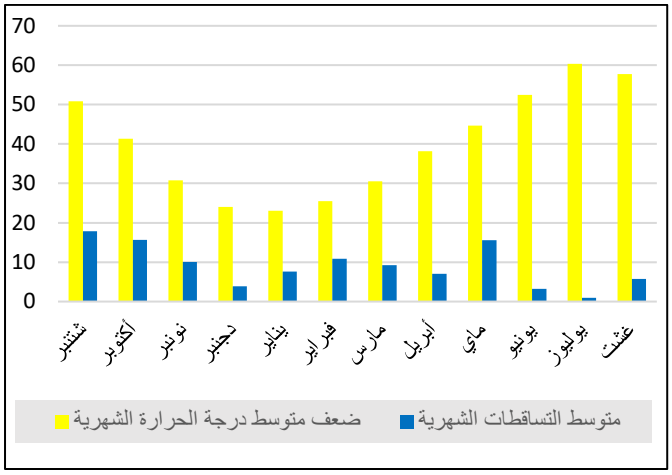
4. النتائج والمناقشة

4.1. تجليات ندرة المياه بواحات الجنوب الشرقي للمغرب

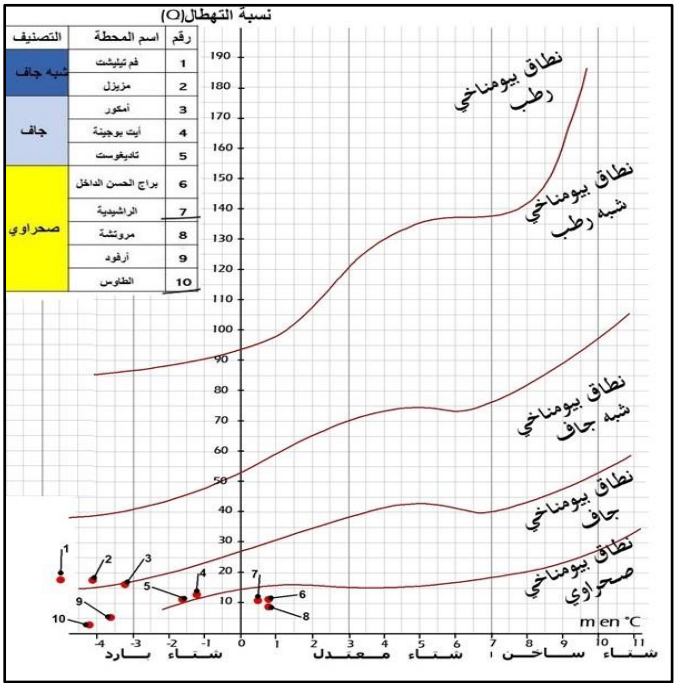
تتفاقم أزمة المياه بواحات الجنوب الشرقي للمغرب، نتيجة تأثيرات التغيرات المناخية والتحديات التنموية التي تواجهها المنطقة، إذ يمكن تحديد عدة مؤشرات تشير إلى تفاقم أزمة المياه وتعقيد الوضع في الواحات في العناصر التالية:

- **واحات الجنوب الشرقي للمغرب: مجال سيمته الجفاف والندرة**

يتبين من خلال الاحصائيات والمؤشرات أن واحات الجنوب الشرقي للمغرب مجال يتميز بسيادة المناخ الجاف والصحراوي طيلة السنة، وهو ما أكدته الطرق العلمية لكوسن Gaussen وحتى التصنيف المناخي Emberger ثم تصنيف Koppen ومؤشر دو مارطون L'indice de De Martonne، كما توضح ذلك الأشكال الموالية:



شكل 2: تحديد الشهور الجافة بمحطة أكروز بالجنوب الشرقي للمغرب بين 1997 و2019 حسب تصنيف Gaussen (الميلمتر)



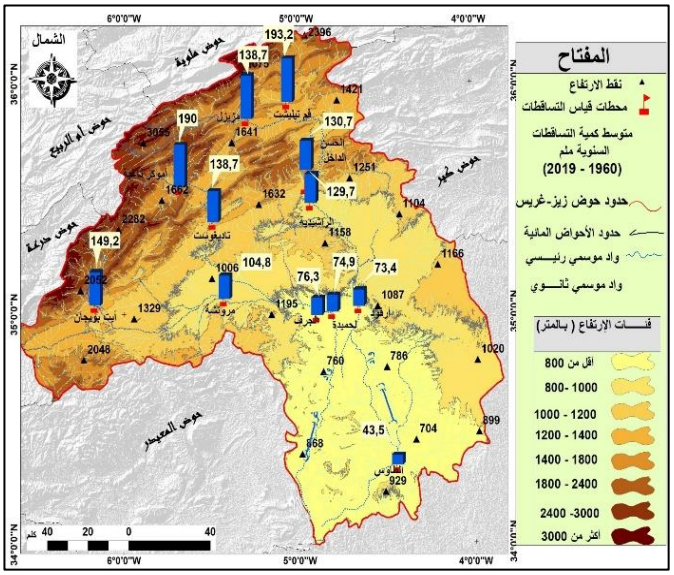
شكل 3: تصنيف مناخ محطات حوض زيز-غريس بالجنوب الشرقي حسب طريقة أومبيرجي

المصدر: عبدلاوي عبد الاله، 2023، مرجع سابق

- **عجز مطري أكثر وضوحا وأكبر عمقا**

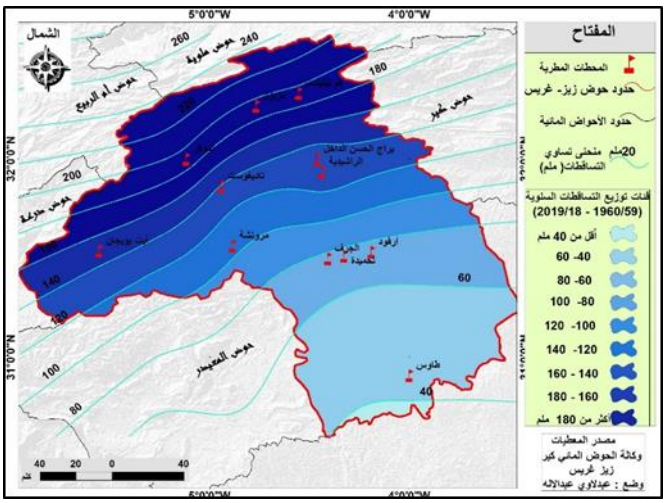
يتضح أن المسار العام لتطور معدلات التساقطات المطرية السنوية بالمحطات المدروسة بحوض غريس وحوض زيز بالجنوب الشرقي للمغرب يتجه نحو الجفاف والعجز المائي (خريطة 2 و3)، وأن المناخ المهيمن بالحوض صار يعرف تقلبات واضحة المعالم. تتمثل في نظامه المطري الذي أعطى تراجعا في الموارد المائية التي انعكست على صبيب الأودية والفرشة الباطنية.

خريطة رقم 2 : تدرج متوسط التساقط المطري بحوض زيز وغريس بملم في المواسم البيسنوية (1959/ 1960 -2019/2018)



المصدر: عبدلاوي عبد الاله، 2023، مرجع سابق

خريطة 3: التوزيع المجالي لمتوسط التساقط المطري بحوض زيز وغريس بملم في المواسم البيسنوية (1959/ 1960 -2019/2018)



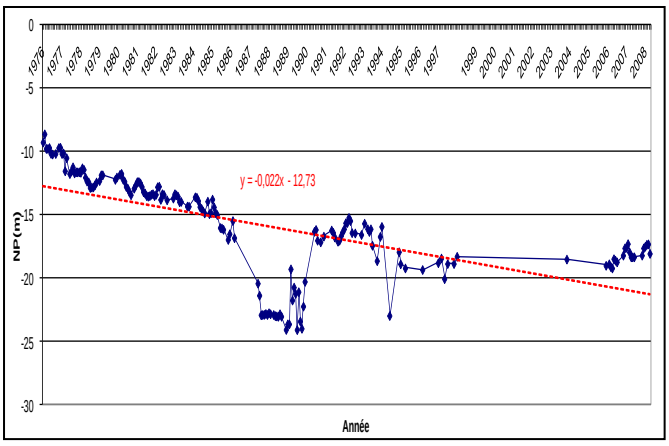
المصدر: وكالة الحوض المائي كير، زيز وغريس، 2020، بتصرف

- **تراجع مستوى الفرشة الباطنية**

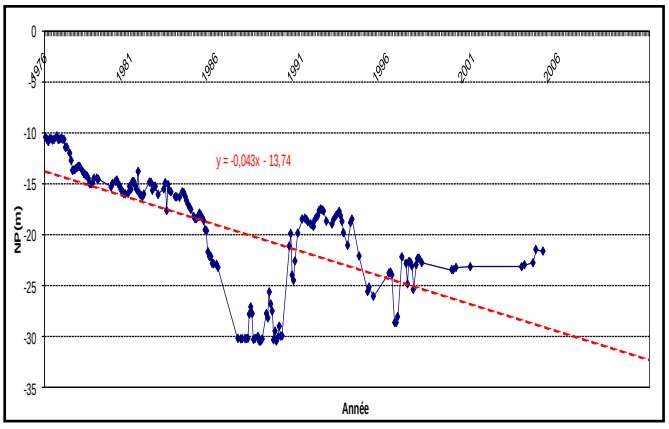
تبين الأرقام انخفاض مستوى الفرشة المائية المغربية بشكل عام بمعدل 15 إلى20 مترا/السنة، بينما تتراجع الفرشة المائية للواحات بمعدل يفوق المتر كل سنة، بفعل التغيرات المناخية والطلب المتزايد الناتج عن التزايد الديمغرافي وما رافق ذلك من ارتفاع الحاجيات من مياه الشرب والري الزراعي.

أما بواحة فركلة بالجنوب الشرقي للمغرب، فبعد أن كان مستوى الفرشة قريبا من السطح خلال ستينات القرن الماضي، والذي ساهم في إحياء معظم الخطارات بالمنطقة، إلا أنه منذ 1976، ستعرف هذه الفرشة تراجعا واضحا، وصل إلى 19 متر سنة 1979وهذا راجع بالأساس إلى الانتشار الكبير للضخ الآلي الذي عرفته المنطقة [7].

وخلال الفترتين 1985-1991 و1995-2003 زاد الوضع سوءا، فبالإضافة إلى قوة الضخ الآلي، هناك تأثير حاد للجفاف، لذلك، وصل عمق الفرشة المائية إلى حوالي 20 متر، مع تسجيل تفاوتات مكانية في عمق الفرشة حسب طبيعة الركيزة الصخرية بالمنطقة. [7]، وتبرز الأشكال (4) و (5) تراجع الفرشة الباطنية في بعض مراكز واحة فركلة بالجنوب الشرقي، مما جعل العديد من الخطارات والآبار تتوقف عن العمل وجعلها معلقة وبعيدة عن الفرشة الباطنية.



الشكل 4: تراجع الفرشة المائية بقصر كردميت بواحة فركلة بين سنتي 1976 و2008

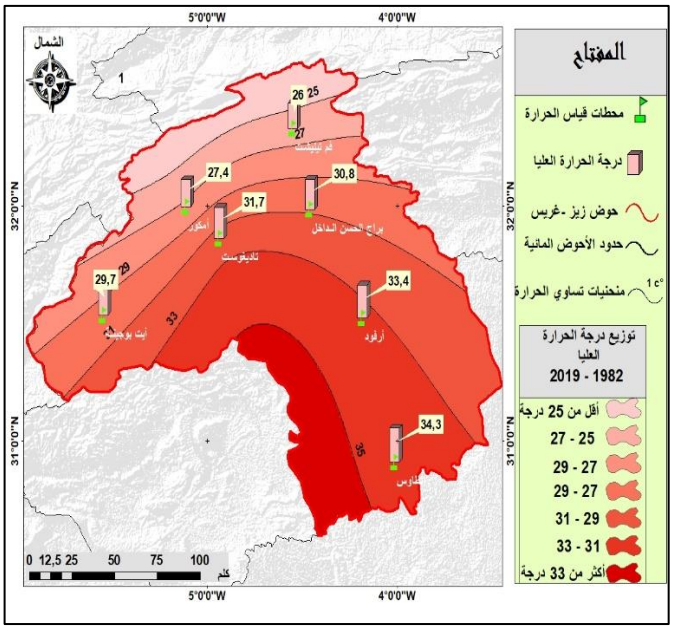


الشكل 5: تراجع الفرشة المائية بسيدي الهواري بفركلة بين سنتي 1976 و2006.

- **تسجيل أرقام قياسية من حيث درجة الحرارة ومدة التشميس والتبخر**

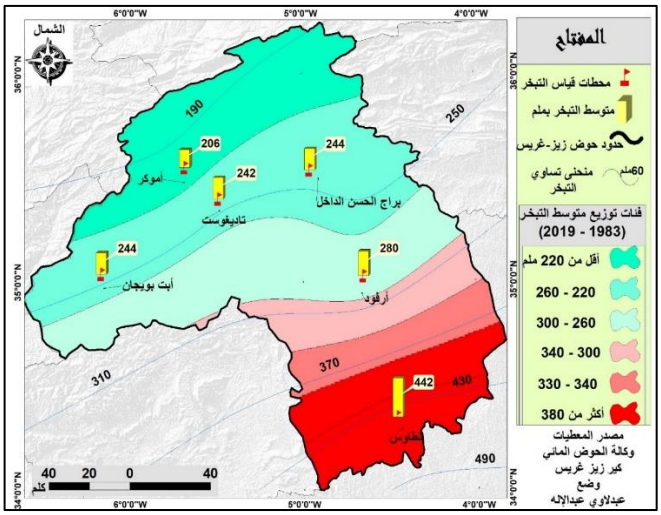
تقدر مدة التشمس في منطقة تافيلالت 3500 ساعة/ السنة، بمتوسط 10 ساعات تقريبا خلال اليوم الواحد، مع ارتفاع هذه المدة خلال الصيف، حيث تفوق 10.5 ساعة / اليوم في يوليوز، وتنخفض في الشتاء إلى 7.8 ساعة / اليوم خلال دجنبر، بينما تتقارب خلال الخريف والربيع: شتنبر 8.9 ساعة/اليوم، مارس 8.8 ساعة / اليوم [8]، ومن المنتظر أن تعرف الواحات المغربية ارتفاعا في درجة الحرارة تتراوح ما بين 1 و2.3 درجة مئوية في أفق 2021 و2050. ومن القطاعات المرشحة أن تتأثر سلبا بهذا، قطاع الموارد المائية، مما يترجم التطرف الحراري الكبير الذي تعيشه المنطقة (خريطة 4) وبالتالي ارتفاع كبير في كمية المياه المتبخرة (خريطة 5)، إذ تقدر هذه الأخيرة ب 2501 ملم/السنة بمحطة أموكر تاغيا و3474 ملم/السنة بمحطة مروتشة. كما تعرف المنطقة تسجيل مواسم هيدرولوجية جافة بدون قطرة ماء(شتنبر 2012 إلى غشت 2013).

خريطة 4: التوزيع المساحي للحرارة العليا السنوية بحوض زيز-غريس ما بين 1982 إلى 2019



المصدر: عبدلاوي عبد الاله، 2023، مرجع سابق

خريطة 5 : متوسط التوزيع السنوي المساحي للتبخر بحوض زيز-غريس (1983-2018)



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

- **تراجع جودة الماء**

تعد جودة الماء في الواحات ذات أهمية كبيرة لأنها تؤثر بشكل مباشر على الزراعة، الصحة العامة، الاقتصاد، والتنوع البيولوجي. تعتمد الزراعة في الواحات على المياه النظيفة لضمان صحة ونمو المحاصيل، مما يؤثر بدوره على الاقتصاد المحلي. من ناحية أخرى، فإن توفير مياه شرب نظيفة وآمنة يحمي سكان الواحات من الأمراض المنقولة عن طريق الماء مثل الكوليرا، مما يعزز الصحة العامة. بالإضافة إلى ذلك، تساهم المياه النظيفة في الحفاظ على التنوع البيولوجي من خلال دعم الحياة النباتية والحيوانية المحلية. تُعتبر المياه ذات الجودة العالية ضرورية أيضاً للاستخدامات المنزلية، مثل الطهي والنظافة الشخصية، مما يحسن من جودة الحياة. وللحفاظ على التوازن البيئي واستدامة الموارد الطبيعية، يجب توجيه الجهود نحو حماية جودة المياه في الواحات، مما يضمن استمرارية الحياة والرفاهية في هذه المناطق الحساسة بيئياً. ومن أجل ذلك، قامت وكالة الحوض المائي كير، زيز، غريس، معيدر، سنة 2020، بأخذ عينات من الماء لمجموعة من الآبار بواحات الجنوب الشرقي، فكانت النتائج على الشكل الموالي (جدول رقم 1):

جدول رقم 1: نتائج جودة المياه الجوفية ببعض آبارواحة فركلة بالجنوب الشرقي للمغرب

نقطة القياس	نتائج القياسات					جودة الماء
	CE (us/cm)	Cl- (mg/l)	NO3 (mg/l)	NH4+ (mg/l)	CF (100 ml)	
بئرمسجد أيت بامعطي	1760	393.0	21.0	0.095	0	متدهورة جدا
بئرمسجد كرميت	1970	365.0	64.3	0.112	2500	متدهورة
بئرمسجد سيدي الهواري	2310	464.0	33.4	0.095	0	متوسطة
بئرمسجد السات الوسطى	1416	123.0	23.6	0.119	450	متدهورة
بئرمسجد إزيلف	2320	408.0	186.0	0.011	900	متدهورة جدا
بئرمقهى Tizmoutine	2210	493.0	9.3	0.015	0	متوسطة

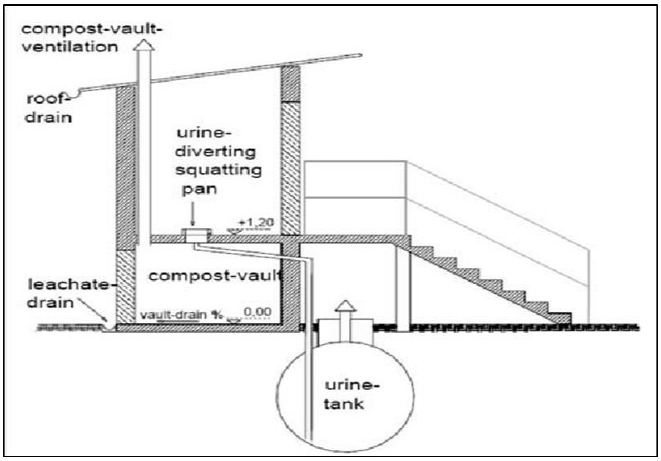
المصدر: وكالة الحوض المائي كير، زيز، غريس، معيدر، سنة 2020.

تعكس نتائج القياسات في جدول جودة الماء بواحات الجنوب الشرقي وضعاً مقلقاً، حيث تظهر تدهوراً واضحاً في العديد من الآبار. تُظهر القياسات أن مياه بئر مسجد أيت بامعطي وبئر مسجد إزيلف تعانيان من تدهور شديد، إذ تسجل مستويات CE و -Cl و NO3 قيمًا مرتفعة جدًا، مما يشير إلى تلوث شديد للمياه بالأملاح والنترات. مياه بئر مسجد كرميت أيضًا تعاني من تدهور ملحوظ بسبب ارتفاع نسبة الكلوريدات والنترات، بالإضافة إلى التلوث البكتيري كما يتضح من وجود CF 2500 في 100 مل من الماء. مياه بئر مسجد السات الوسطى تعاني من تدهور ملحوظ لكن بشكل أقل حدة مقارنة بالبئرين السابقين، رغم ارتفاع نسبة الكلوريدات والنترات. في المقابل، يلاحظ أن مياه بئر مسجد سيدي الهواري وبئر مقهى Tizmoutine ذات جودة متوسطة، حيث تسجلان نسباً أقل من الملوثات الكيميائية والبيولوجية. هذا الوضع يتطلب تدخلاً عاجلاً لتحسين جودة المياه ومعالجة مصادر التلوث لضمان صحة وسلامة سكان الواحات واستدامة الموارد المائية في المنطقة.

4.2. الأنماط العصرية للتأقلم مع ندرة المياه وحمايتها بالواحات المغربية

- **الصرف الصحي البيئي: من المراحيض الملوثة للفرشة إلى المراحيض المحافظة على البيئة**

الصحة البيئية هي فلسفة جديدة تقوم على رؤية موجهة (التصريفات - تدفقات النظام البيئي) التي تعتبر الفضلات البشرية ومياه الصرف الصحي موارد طبيعية وليست نفايات. مراحيض لإعادة تدوير النفايات عن طريق فصل "البول" والفضلات لإعادة استخدامها لتخصيب التربة في الزراعة. (إعادة إدخال العناصر الغذائية في التربة مثل: النيتروجين والفوسفور والبوتاسيوم).



شكل 6: نظام مراحيض الصرف الصحي البيئي

المصدر :BENSALEM, 2014

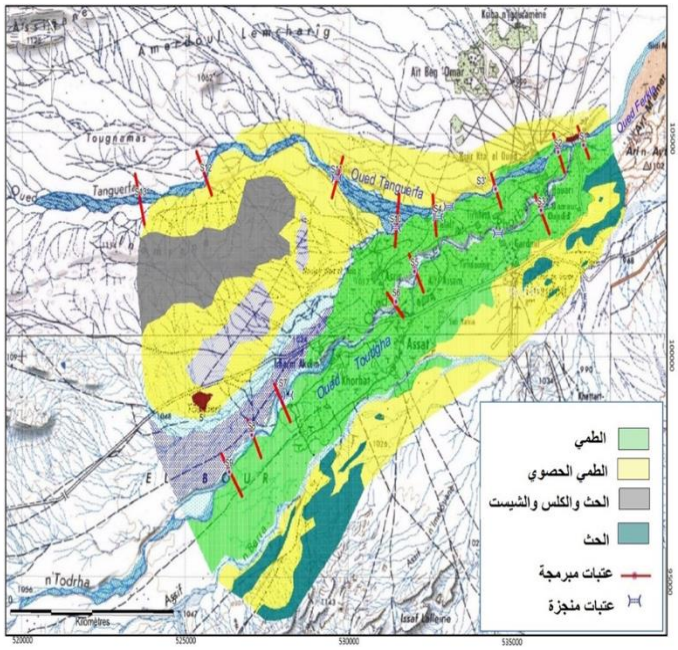
كجزء من أنشطة برنامج واحات تافيلالت (POT) تم إنجاز مشروع بناء مراحيض لصرف الصحي البيئي / MOR / SGP / OP4 / Y3 / CORE 2010/04 ، يهدف إلى المساهمة في تحسين نوعية الحياة والبيئة في محمية المحيط الحيوي بواحات تافيلالت، من خلال تطوير استراتيجيات للتخفيف من آثار التلوث الموارد المائية الباطنية، بتمويل من برنامج الأمم المتحدة الإنمائي، وتم تنفيذ المشروع في مؤسستين تعليميتين في منطقة تافيلالت، ويتعلق الأمر بكل من مجموعة مدارس مولاي يوسف بالجماعة القروية المدغرة ثم بإعدادية معركة البطحاء بالجماعة القروية فزنا (شكل 7)، وبعد الانتهاء من بنائه نظمت أنشطة توعية حول طريقة استعماله، والغاية منه، في أفق أن يعمم في كل مناطق تافيلالت .

شكل 7: مراحيض صحية بيئية بإعدادية معركة البطحاء بفزنا

- **بناء العتبات التطعيمية على طول الأودية**

يندرج تشييد العتبات التطعيمية في إطار تقوية النظم الإيكولوجية لمواجهة التغيرات المناخية وتقوية القدرات على تصميم وتنفيذ تدابير التكيف. خاصة أن المناطق الجافة وشبه الجافة بالمغرب عرفت خلال العقود الأخيرة توالي فترات الجفاف، مما نجم عنه تراجع مستويات الفرشة الباطنية. هذا التراجع، دفع الجهات المعنية إلى التدخل لتحديد أفضل المواقع للقيام بالتغذية الاصطناعية للفرشة الباطنية، من خلال بناء العتبات التطعيمية على طول المجاري المائية. والخريطة الموالية توضح إحدى الأماكن بواحة فركلة بالجنوب الشرقي للمغرب التي تم فيها بناء هذه العتبات التطعيمية.

الخريطة 6: نماذج لعتبات مائية منجزة ومبرمجة في واحة فركلة بالجنوب الشرقي للمغرب



المصدر: عبد الصمد خويا، 2022، مرجع سابق.

- **استعمال تقنية النانو**

تقنية النانو، هي تقنية جديدة، تلقائية وبطيئة في نقل الماء، تعتمد على دفن أنبوب النانو تحت التربة بجانب جدور النباتات، مما يمكن الغشاء من الالتصاق مع جزيئات التربة، ونظرا لتأثير عوامل الضغط، فإن جزيئات الماء تمر عبر الغشاء مباشرة إلى المنطقة ذات الضغط العالي إلى المنطقة ذات الضغط المنخفض. فان هذه التقنية تسمح بإطلاق كمية قليلة من الماء وبسرعة مساوية لتلك التي تمتص بها جدور النباتات الماء من التربة على مدار 24 ساعة. كما أن عملية انتقال الماء لا تتوقف حتى يتساوى الضغط الخارجي للمياه داخل التربة مع الضغط الداخلي للماء داخل أنبوب النانو. هذه الطريقة، تختلف تماما عن طرق الري او السقي الاخرى مثل عملية السقي بالتنقيط، أو الرش المحوري، أو العمودي، أو الري بالغمر، حيث ان نظام السقي باستخدام هذه التقنية أو ما يسمى بتقنية الترطيب يتم بشكل مستمر ودائم ولا يحتاج إلى طاقة للدفع، إن الطاقة التي يحتاجها الماء للانتقال إلى التربة، تأتي من جذور النباتات التي تحتاج للمياه وهي بذلك تقوم بدور توليد طاقة السحب اللازمة لنقل جزيئات الماء إلى منطقة الجذور ومن ثم امتصاصها من الجذور[6].

- **إدخال سلوكيات جديدة في نمط تدبير مياه الخطارات**

يشكل التدبير المستدام لمياه الخطارات بواحات الجنوب الشرقي بشكل عام، أحد المداخيل الرئيسية لتحقيق التنمية بالمنطقة، ونقترح في هذا الصدد تعميم تجربة مميزة لأحد المزارعين بالمنطقة (دار أميرة) ، والتي تتمثل في تجميع وتخزين الحصص المائية القصيرة المدة التي يستفيد منها هذا الفلاح من الدورة المائية للخطارة في صهريج خاص مبني بطريقة محكمة، حتى في عملية البناء تم فيها مراعاة مشكل التبخر من خلال تشييد بيت فوق الصهريج في الجهة المقابلة لأشعة الشمس.

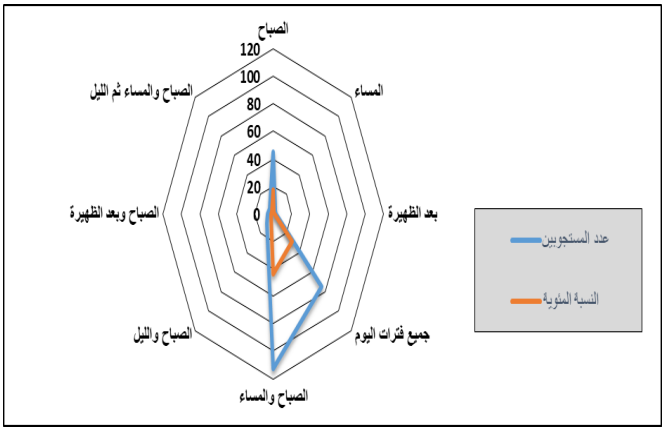
بعد تجميع المياه بالحوض، يتم توزيعه باعتماد نظام الري الموضعي (شكل 8)، وحسب المقابلة الشفوية التي قمنا بها مع الفلاح، عبر هذا الأخير عن ارتياحه باستعمال هذه الطريقة، والتي اعتبرها شكل من أشكال تكيف الانسان

والفلاح الواحي مع تغير المناخ وندرة المياه الجوفية، إذ مكنت هذه الطريقة الفلاح من ارتفاع كمية الإنتاج بفعل اتساع المساحة المسقية.

شكل 8: صهريج تجميع الحصص المائية وتوزيعه بنظام الري الموضعي

- **اختيار الفترات المناسبة للقيام بعملية السقي للتقليل من عملية التبخر**

لفترات القيام بعملية الري أهمية بالغة في الحفاظ على الموارد المائية من التبخر، خاصة في مناطق الواحات الصحراوية، بفعل ارتفاع درجة الحرارة وسيادة الطرق التقليدية التي تعتمد على الغمر. ولمعرفة مدى وعي فلاح الواحات بالأمر، قمنا بطرح سؤال متعلق بفترات السقي على الفلاحين، فكانت الإجابات على الشكل الموالي.



شكل ر9: توزيع فترات الري لدى الساكنة بواحة فركلة

المصدر: بحث ميداني، غشت 2020، أثناء التحضير لبحث الدكتوراه.

من خلال الشكل 9، يتبين أن جل الفلاحين بمجال الدراسة يفضلون القيام بعملية الري خلال الفترات الباردة من النهار (الصباح الباكر أو الليل)، كشكل من أشكال التكيف والتأقلم مع شدة الحرارة التي يمكن أن يترتب عليها ضياع كميات كبيرة من الماء الموجه لسقي مختلف المزروعات. في مقابل ذلك، ما يلفت الانتباه هو أن نسبة مهمة من المستجوبين (28.8%) يقومون بالسقي في جميع فترات اليوم، حتى خلال الفترات الحارة من النهار، ومرد ذلك، الى النوبة من الدورة السقوية للخطارات التي يمكن أن تتزامن مع أي فترة من فترات اليوم، وبالتالي تكون فترة السقي من مياه الخطارات ليست اختيارية لدى الفلاحين[9].

- **اعتماد ساكنة الواحة على زراعات أقل استهلاكا للماء ومتأقلمة مع خصائص البيئة الجافة**

على غرار استراتيجيات تعميق الآبار التي تعتمدها الساكنة بالواحات في إطار التكيف والتأقلم لتدارك النقص الحاصل في حجم الموارد المائية الموجهة للري، ومن أجل تدبير معقلن للماء والحفاظ عليه، تعتمد أغلب الساكنة على مزروعات أقل استهلاك للماء وأكثر تكيفا مع خصائص البيئة الجافة (جدول رقم 2)

جدول رقم 2: طبيعة المغروسات المعتمدة المقتصدة للماء بالواحة

المغروسات المعتمدة	عدد المستجوبين	النسبة المئوية
النخيل	**175**	**82,9**
الزيتون	**10**	**4,7**
النباتات العطرية	**6**	**2,8**
الورديات	**20**	**9,5**
المجموع	**211**	**100,0**

المصدر: بحث ميداني، غشت 2020، أثناء التحضير لبحث الدكتوراه.

يأتي في مقدمة الزراعات والمغروسات التي عبرت الساكنة المستجوبة على اعتمادها بالمنطقة، نظرا لقدرتها على تحمل الجفاف وندرة الموارد المائية، نجد النخيل بنسبة 82.9% ثم بنسب أقل نجد الزيتون والورديات...إلخ. في مستوى أخر، في حالات الفترات الحريجة لتراجع الكبير للموارد المائية، أو نضوبه بفعل بعض فترات الجفاف الحاد الذي تعرفها المنطقة من حين لأخر، فان حوالي 67.2% من الفئة المستجوبة تفضل سقي منتوج دون أخر، فعل سبيل الذكر لا للحصر يتم الاهتمام بسقي الورديات (اللوز، الرومان، الخوخ...) نظرا لضعف قدرتها تحمل الجفاف مقارنة مع شجر النخيل الذي قد يصمد لمدة أطول.

- **بناء أحواض تجميع مياه الفيض الموسمية**

يشكل استغلال مياه الفيض على طول المجاري الموسمية لأودية واحة فركلة، على غرار شبكات التحويل التقليدية (السدود التحويلية)، خصوصا بالنسبة للضيعات العصرية للشجر النخيل الأكثر استنزافا للفرشة الباطنية عن طريق إنشاء أحواض تجميع مياه الفيض، أحد الحلول والبدائل الممكنة للرفع من حجم المياه المعبئة وتدارك النقص في المياه الموجهة للري (شكل 10).

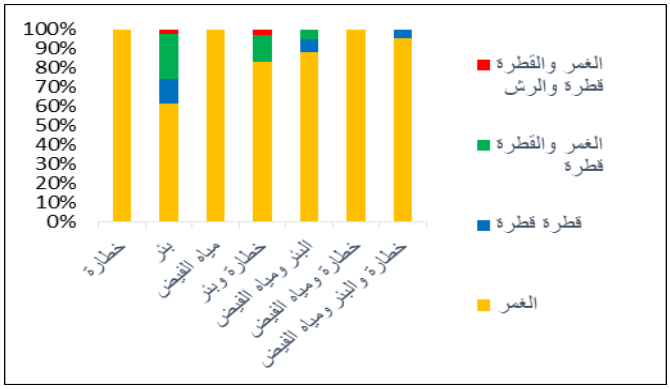
شكل 10: ضاية للتجميع واستغلال مياه الفيض بالضخ العصري بإحدى الضيعات بواحة فركلة

المصدر: معاينة ميدانية (أبريل 2020)

الصورة أعلاه لإحدى التجارب الناجحة بالمنطقة، التي أبانت عن فعاليتها في استغلال هذه الموارد (مياه الفيض)، وذلك عن طريق تجهيز الضاية الاصطناعية بواسطة المضخات العصرية لرفع الماء نحو الضيعة، كما أن انخفاض تكلفة رفع الماء من الحوض، جعل الفلاح يستعمل قنينات غاز البوطان كمصدر للطاقة خلافا للمصادر الطاقية الأخرى (الوقود، الكهرباء).

- **بداية اعتماد الري الموضعي كطريقة مقتصدة لمياه الري بواحة فركلة.**

يعتبر الاقتصاد والتحكم في استعمال الماء[I] من أفضل محاسن الري الموضعي[II]، خاصة بمناطق الندرة، كما هو الحال بالنسبة للمناطق الواحية بالجنوب الشرقي للمغرب[III]. علاوة على ذلك، فإنه يساهم على تحسن الإنتاج كما ونوعا[IV] والاقتصاد في اليد العاملة[V] مقارنة مع الطرق التقليدية[VI] والتقليل من تلويث المياه الجوفية والسطحية بفعل استعمال أقل للأسمدة. يبرز الشكل 11 الطرق المعتمدة في الري بواحات حوض غريس بالجنوب الشرقي للمغرب.



شكل 11: طريقة السقي حسب مصدر الماء بحوض غريس

5. خاتمة

قام سكان الواحات بالجنوب الشرقي للمغرب ببذل جهود كبيرة للتكيف مع التحولات والتحديات الراهنة التي تهدد البيئة والمجتمع، مثل التغيرات المناخية والتحولات السوسيو اقتصادية والمجالية. من أبرز هذه التحديات توالي فترات الجفاف، التي تؤثر بشكل كبير على الموارد المائية، الشربان الحيوي لهذه المناطق الجافة وشبه الجافة. دفع هذا الوضع الفلاحين والساكنة إلى حفر وتعميق الآبار للحصول على المياه لري المحاصيل الزراعية، وتقليل المساحات المزروعة، مع تدخل الجهات المختصة لتقنين عملية حفر الآبار.

لمواجهة هذه التحديات، تم وضع استراتيجيات ومخططات تنموية محلية مندمجة بين جميع القطاعات الاقتصادية والمؤسسات المحلية. تشمل هذه المخططات المشروع الوطني لإنقاذ وإعداد الواحات، والوكالة الوطنية لتنمية مناطق الواحات وشجر الأركان، ومشروع المبادرة الوطنية للتنمية البشرية والمخطط الأخضر. تهدف هذه المخططات إلى تلبية حاجيات السكان المحليين الأساسية وإعادة الاعتبار للمنطقة، مما سيمكن من دمج المنطقة ضمن الاقتصاد الوطني ويحد من الفوارق المجالية والاجتماعية بين جهات المغرب، وهو الهدف الأسمى لمفهوم الجهوية الموسعة التي أعلنها الملك محمد السادس في خطابه لسنة 2011.

من الحلول المقترحة لتحقيق التدبير المستدام للماء في الواحات:

- ✓ تعزيز استخدام تقنيات الري الحديثة مثل الري بالتنقيط،
- ✓ إعادة استخدام المياه المعالجة في الزراعة،
- ✓ تحسين كفاءة استخدام المياه من خلال تطوير البنية التحتية وتجديد الشبكات المائية القديمة.
- ✓ طوير تقنيات حصاد مياه الأمطار وتخزينها لاستخدامها في الزراعة والاستخدامات المنزلية،
- ✓ البحث على تمويل ودعم تقني من المؤسسات الدولية لتعزيز مشاريع المياه المستدامة،

[I]- بالنسبة للري الموضعي مثلا، يكون توزيع المياه حسب الاحتياجات اليومية للنباتات، حيث تكون الكمية الموزعة قليلة، وتوزع مركزة في منطقة الجدور مما يجعل الكمية الضائعة تكون قليلة، ثم إعطاء كمية تكميلية عند نزول التساقطات، كما تكون عملية التبخر محدودة لاقتصار عملية الري على مساحة محدودة وبالتالي تكون كفاءة الري باستعمال هذه التقنية عالية ومرتفعة.

[II]- الري الموضعي، أسلوب وطريقة سقي غايتها توزيع الماء بكيفية قليلة ومداومة ومقتصدة مع تردد كبير حسب الاحتياجات اليومية للنباتات والمغروسات بطريقة دقيقة. تتوزع هذه المياه بالقرب من جدور النباتات باستعمال شبكة مكثفة من الأنابيب. ظهرت هذه التقنية أول مرة سنة 1925 بالاتحاد السوفياتي، أما في المغرب فقد كانت تستعمل منذ القديم وبطريقة تقليدية تعتمد على استعمال الجرر الطينية التي تملأ مرة كل 10 أو 15 يوما، وتتسرب منها المياه بطريقة الترشيح البطيء. ولا زالت العديد من الواحات (ملاعب، فركلة...) إلى يومنا هذا تستعمل هذه الطريقة التقليدية بالجنوب الشرقي المغرب.

[III]- اتسع نطاق استعمال الري الموضعي بالمغرب بفعل عدد من العوامل، أهمها: تزايد النقص الحاصل في الماء مع توالي السنوات، خاصة بالأحواض الجنوبية وبالتالي خلق وضعية حرجة من حيث تلبية حاجياتها المائية، استعمال أكثر من 80 % من الموارد المائية المتاحة في عملية الري، أكثر من 80 % من الأراضي المروية بالمغرب لا زالت تستعمل الطرق التقليدية (الغمر) المعروفة بضياعها للمياه، حيث يصل هذا الضياع أكثر من 80 % مقابل ضياع لا يتعدى 10 % لتقنيات حديثة أكثر كفاءة، تزايد حساسية الموارد المائية للتغيرات المناخية، خاصة في مناطق الندرة (الواحات).

[IV]- بما أن حاجيات النباتات من المياه والأسمدة يتم تلبيتها فورا ويوميا، فإن النبات يوظف كل طاقاته وجهده فقط لتوفير منتوج ذو جودة عالية.

[V] إن هذا النوع من نظام الري لا يتطلب يد عاملة كثيرة، حيث أن شخص واحد قادر على أن يسير عملية الري لأكثر من 10 هكتارات في اليوم الواحد، مع تزويدها بالأسمدة والأدوية. كما أن استعمال بعض المعدات كالشرائح البلاستيكية السوداء لتغطية التربة والتي تقلل بشكل كبير من نمو الاعشاب الضارة المنافسة للنباتات والتي تتطلب يد عاملة كثيرة لإزالتها.

[VI]- ففي حالات الري التقليدية، وتقنية الري بالرش يتم توزيع المياه باعتبار التربة خزانا كبيرا للمياه، ويتزود منها النبات لمدة طويلة تتعدى أحيانا أسبوعا كاملا. وبهذه الطريقة يكون النبات في الأيام الأولى التي تلي عملية الري متوفرا على كمية كافية من المياه، وفي بعض الأحيان أكثر من اللازم وينقص مع الوقت حتى يصبح ضعيفا في آخر الدورة السقوية، ويصبح يكلف النبات عناء كبيرا للحصول على ما يحتاجه من الماء، وهذا العناء يكون له تأثير كبير على نمو النبات، مما يفسر ضعف وكمية وجودة الإنتاج. علاوة على ذلك، يساهم الري التقليدي في ضياع للمياه، حيث يتسرب جزء كبير إلى الاعماق بعيدا عن الجدور ويحمل معه المواد المسمدة (الأسمدة) في إطار ما يسمى بعملية "غسل التربة"

- ✓ التعاون مع منظمات دولية للاستفادة من الخبرات والتجارب الناجحة في إدارة الموارد المائية في المناطق الجافة،
- ✓ استخدام تقنيات الاستشعار عن بعد ونظم المعلومات الجغرافية (GIS) لمراقبة وإدارة الموارد المائية بشكل أفضل،
- ✓ تشجيع زراعة المحاصيل المحلية المقاومة للجفاف والتي تتطلب كميات أقل من المياه،
- ✓ تنظيم ورش عمل ومبادرات تعليمية في المدارس والمجتمعات المحلية حول الممارسات المستدامة لإدارة المياه،
- ✓ تشجيع البحث العلمي في مجال تدبير الموارد المائية،
- ✓ تطوير حلول مبتكرة لتخزين المياه مثل بناء السدود الصغيرة والعتبات التطعيمية،

ختاما، مدى نجاعة هذه الحلول يعتمد على التعاون الوثيق بين الحكومة والمجتمع المحلي لضمان تنفيذها بفعالية وتحقيق التنمية المستدامة في هذه المناطق الحساسة.

6. قائمة المراجع

[1]- السعيدي، يوسف، 2004" ظاهرة التصحر في منطقة تافيلالت، المظاهر والمكافحة ": أطروحة دكتوراه، كلية الآداب والعلوم الإنسانية محمد الخامس، جامعة محمد الخامس، الرباط.

[2]- عقاوي، الغازي، 2006 "الماء والتهيئة والدينامية الريحية الحالية بحوض غريس الأوسط"، أطروحة دكتوراه، كلية الآداب والعلوم الإنسانية سايس. جامعة سيدي محمد بن عبد الله. فاس، المغرب.

[3]- BAKI, Said,2017 "Contribution à l'étude hydrologique, hydrogéologique, hydrochimique et vulnérabilité des ressources en eau à la pollution : Apport du SIG et de la télédétection Cas du bassin versant de l'oued Rhéris (Sud-est Marocain) "thèse de doctorat, université Mohammed V, Faculté des Sciences de Rabat, Maroc,.

[4]- AAFIR, Mustapha,2006 "Les contraintes hydrologiques de l'aménagement de bassin versant du dades. Une approche géopolitique du développement durable", thèse de doctorat, université sidi Mohamed ben Abdellah, faculté des lettres et sciences humaines sais, Fès, Maroc.

[5]- عبدلاوي، عبدالاله، 2023"إشكالية تدبير الموارد المائية في ظل التغيرات المناخية والضغط البشري بحوض زيز-غريس-حالة واحات سهل تافيلالت- "، أطروحة الدكتوراه، كلية الآداب والعلوم الإنسانية سايس. جامعة سيدي محمد بن عبد الله. فاس، المغرب.

[6]- خويا، عبد الصمد، 2022،" تدبير الموارد المائية بالمنظومات البيئية الواحية في ظل التغيرات المناخية والرهانات التنموية: واحة فركلة بحوض غريس نموذجا، ": أطروحة دكتوراه في الجغرافيا، كلية الآداب والعلوم الإنسانية سايس. جامعة سيدي محمد بن عبد الله. فاس، المغرب،.

[7]- خويا، عبد الصمد، 2021"الخطارة كتقنية للتكيف والتأقلم مع التغيرات المناخية بواحات تافيلالت: حالة واحة فركلة"، كتاب جماعي القضايا البيئية بالمغرب، التحديات وأساليب التدبير المستدام"(تازة: مختبر المجال، التاريخ الدينامية والتنمية المستدامة، الكلية متعددة التخصصات.

[8]- أكريمي، عبد الكريم، 2011"المخاطر البيئية بحوض زيز السفلي: نموذج الفيضانات"، بحث الماستر في الجغرافيا، كلية الآداب والعلوم الإنسانية ظهر المهراز. جامعة سيدي محمد بن عبد الله، فاس، المغرب.

[9]- خويا، عبد الصمد، 2023، "أزمة الماء وآفاق استدامته بالمناطق الجافة وشبة الجافة بالمغرب: واحة فركلة بحوض غريس أنموذجا "، مجلة جامعة سرت للعلوم الإنسانية، ليبيا، العدد 13

[10]- Ouhajjou ،LK, 1996, Espace hydraulique et société au Maroc – cas des systèmes d'irrigations dans la vallée du Dra, publications de la F.L.S.H- Agadi.

[11]- مهدان امحمد، 2007، الماء والتنظيم الاجتماعي: دراسة سوسيولوجية لأشكال التدبير الاجتماعي للسقي بواحة تودغى، أطروحة دكتوراه، كلية الآداب والعلوم الإنسانية المحمدية، جامعة الحسن الثاني، المغرب.