

إدارة الموارد المائية في ضوء الجيومورفولوجية التطبيقية دراسة حالة الأحواض الهيدروغرافية بالصحراء الجزائرية

Water Resource Management in Light of Applied Geomorphology A Case Study of Hydrographic Basins in the Algerian Desert

بن قدام وسيلة¹،

¹ جامعة العلوم والتكنولوجيا هواري بومدين ، كلية علوم الأرض (الجزائر)، wbenguedah@usthb.dz

تاريخ النشر: ديسمبر/ 2025

تاريخ القبول: 2025/10/20

تاريخ الإرسال: 2025/09/26

الملخص:

تعد الإدارة الرشيدة للموارد المائية في المناطق الصحراوية تحدياً كبيراً لتحقيق التنمية المستدامة، وتندرج ضمن مجال الجيومورفولوجيا التطبيقية، نظراً للتعقيد والهشاشة التي تتسم بها هذه البيئات الشاسعة والقاحلة. في الصحراء الجزائرية، تتوفر المياه بشكل رئيسي في الجزء الشمالي منها، ومعظمها موارد مياه جوفية غير متجددة (أحفورية). هذه الموارد عرضة للتلوث، وخاصة ظاهرة التملح، مما يؤدي إلى تدهور مستمر في جودة المياه، ويجعلها غير صالحة للاستهلاك البشري أو حتى للري في بعض الأحيان.

يعكس هذا الوضع غياباً واضحاً للتحكم التنظيمي في توزيع المياه ذات الجودة المناسبة، على الرغم من تبني الدولة الجزائرية لسياسة مائية جديدة تميزت بإنشاء الأحواض الهيدروغرافية، وتضم نصوصاً تشريعية وتنظيمية تحكم استخدام المياه في مختلف المجالات. علاوة على ذلك، تخضع الإدارة الحالية لهذه الموارد في المناطق الصحراوية لقواعد محددة، على غرار أنظمة جمع المياه والري التقليدية في الجنوب (مثل الفقارة)، والتي تخدم الزراعة المعيشية فقط، بالإضافة إلى تزايد الاحتياجات المائية التي تتطلبها الحياة.

يهدف هذا البحث إلى إدارة هذا المورد الثمين والجوفي ضمن استراتيجية رشيدة، متكاملة، تشاركية، ومستدامة، مع التركيز على الدور المحوري للجيومورفولوجيا التطبيقية في فهم ديناميكيات المياه وتحديد الحلول المستدامة.

ولتحقيق هذا الهدف أجرينا هذا العمل وركزنا فيه بشكل رئيسي على تقديم منطقة الدراسة ووضعها الحالي فيما يتعلق بالموارد المائية وتأثيرها البيئي على مختلف المناطق بإجراء مسح شامل للمنطقة ميدانياً مس كل من الأحواض الهيدروغرافية التالية أسماءها: شط ملغين، الصحراء الشمالية، الهقار والطاسيلي وتندوف والساورة. كما يتناول التوجهات والبرامج العملية الخاصة بكل منطقة، والآفاق المستقبلية لتطوير قطاع المياه في الجزائر بشكل عام، وفي الصحراء على وجه الخصوص.

وقد بينت نتائج هذه الدراسة أن المنطقة المدروسة غنية بالموارد المائية الجوفية، ولكن استغلالها كان بعيداً عن معايير الإدارة الفعالة للمياه المطلوبة للاستراتيجية المقترحة في هذا العمل. تتناسب هذه الاستراتيجية مع كيفية تبني قرارات مدروسة وخطط عملية تدبير بكفاءة استغلال واستهلاك وتوزيع هذا المورد النادر في المنطقة، والذي هو في أمس الحاجة إلى مثل الخطة المقترحة في بحثنا هذا.

ولقد خلصت دراستنا إلى استنتاجات يمكن تلخيصها في أن الاستراتيجية الحالية لإدارة الموارد المائية الجوفية في الصحراء الجزائرية لا تتناسب مع الإمكانيات المتاحة ولهذا نقترح اللجوء إلى إدارة فعالة ورشيقة ذات كفاءة عالية تعتمد على تقنيات وطرق جد حديثة لضمان الاستغلال الفعال لهذه الموارد الثمينة، مع دمج التحليل الجيومورفولوجي في كل مراحل التخطيط والتنفيذ كما جاء في خلاصة بحثنا.

الكلمات المفتاحية: إدارة الموارد المائية، الصحراء الجزائرية، التنمية المستدامة، التلوث، التملح، نظم المعلومات الجغرافية (GIS)، الجيومورفولوجيا التطبيقية.

Abstract:

The rational management of water resources in desert regions is a major challenge for sustainable development and falls within the field of applied geomorphology, given the complexity and fragility of these vast and arid environments. In the Algerian Sahara, water is mainly available in the northern part, and most of it is non-renewable (fossil) groundwater resources. These resources are vulnerable to pollution, especially salinization, which leads to a continuous deterioration in water quality, making it unfit for human consumption or even irrigation in some cases. This situation reflects a clear lack of regulatory control over the distribution of water of adequate quality, despite the Algerian state's adoption of a new water policy characterized by the creation of hydrographic basins and including legislative and regulatory texts governing water use in various areas. Furthermore, the current management of these resources in desert areas is subject to specific rules, such as traditional water collection and irrigation systems in the south (e.g., falaka), which serve only subsistence agriculture, in addition to the increasing water needs required for life.

The results of this study showed that the area under study is rich in groundwater resources, but their exploitation was far from the effective water management standards required for the strategy proposed in this work. This strategy is consistent with the adoption of well-considered decisions and practical plans that efficiently manage the exploitation, consumption, and distribution of this scarce resource in the region, which is in dire need of a plan such as the one proposed in our research.

Our study has reached conclusions that can be summarized as follows: the current strategy for managing groundwater resources in the Algerian desert is not commensurate with the available potential. We therefore propose resorting to effective, rational, and highly efficient management based on very modern techniques and methods to ensure the effective exploitation of these precious

resources, with the integration of geomorphological analysis at all stages of planning and implementation, as stated in the summary of our research.

Keywords: Water resource management, Algerian Sahara, sustainable development, pollution, salinization, geographic information systems (GIS), applied geomorphology.

المدخل: Introduction

يعد الماء شريان الحياة الذي لا تقوم الحياة بدونه، وهو الأساس الذي تقوم عليه الحياة النباتية والحيوانية والنشاط الاقتصادي والاستيطان البشري (Hydroplus 2008(9)). ومع ذلك، تعد قضية المياه اليوم من القضايا البيئية الهامة التي تفرض نفسها، وتشكل محور اهتمام عالمي (عساف بن علي الحواس 2006(3)، الدباغ رياض 2004(4)، حيث يُتوقع بحلول عام 2030 أن يعاني نصف سكان العالم من ندرة حادة في مياه الشرب (مكتب اليونسكو الإقليمي للعلوم والتكنولوجيا 1988(11)، تقرير الأمم المتحدة 2022(1)). ولأن الماء في الجزائر مورد ثمين ونادر، فإنه يتطلب ترشيد استخدامه، خاصة وأنه يكتسب طابعاً استراتيجياً في مسار التنمية الشاملة للبلاد (بن قداح وسيلة 2024(6)). تُصنف الجزائر ضمن الدول الأكثر فقراً في العالم من حيث الإمكانيات المائية، حيث قدرت حصة الفرد بـ 500 متر مكعب في عام 1999، ولم تتجاوز 430 متر مكعب في عام 2020، وهو أقل بكثير من الحد النظري للندرة الذي حدده البنك الدولي بـ 1000 متر مكعب للفرد سنوياً (وزارة الموارد المائية 2003(13)، مصطفى فلاح 2017(8)).

ولمواجهة هذه الوضعية الحرجة، قررت الجزائر وضع استراتيجية تركز بشكل خاص على إنجاز منشآت التعبئة وإعادة إصلاح شبكات المياه الصالحة للشرب، وكذلك استخدام المياه المستعملة بعد معالجتها واللجوء إلى تحلية مياه البحر (وزارة الموارد المائية 2008(14)). ومع ذلك، يجب التأكيد على أن تنفيذ هذه الاستراتيجية يجب أن يستند إلى قوانين تشريعية وتنظيمية قائمة على إدارة رشيدة ومحكمة، ومشاركة فعالة لممثلي هذا القطاع، والتحكم الأمثل في هذه الثروة، بالإضافة إلى تفعيل تجارب الدول الأخرى (كارل يوبا 2000(7)).

تعد الجيومورفولوجيا التطبيقية أداة حيوية لفهم التحديات المائية في البيئات القاحلة مثل الصحراء الجزائرية. فهي توفر الإطار العلمي لتحليل الأشكال الأرضية والعمليات السطحية التي تؤثر على دورة المياه، من الترسيب والجريان السطحي إلى التغذية الجوفية و التملح. من خلال دمج المبادئ الجيومورفولوجية، يمكننا تطوير استراتيجيات أكثر فعالية لإدارة الموارد المائية، وتحديد المواقع المثلى لاستغلال المياه، وحماية البيئة من التدهور (Subramanian 2016 SiddanAnbazhagan, S. K. (41)).

ومن أجل إعداد هذه الدراسة اطلعنا على العديد من الدراسات، سنذكرها فيما يأتي ولكن تجدر الإشارة إلى أن المراجع الخاصة بالجزائر فهي قليلة جداً خاصة ما يتعلق منها بدراسة الأحواض الهيدروغرافية الموجودة في الصحراء:

1. دراسة عساف بن حواس عام 2006 بعنوان "الماء في النظام الإيكولوجي"، وقد شكلت هذه الدراسة الأرضية الأساسية في التعريف بكل ما يخص المياه من مكوناتها وعناصرها وطرق استغلالها وتعرضها لمختلف أشكال التلوث وكيف يؤثر ذلك على النظام البيئي بصفة عامة.
2. دراسة دباغ رياض وحسين السعدي عام 2004 عن "البيئة المائية"، وقد تعرض المؤلف فيها لأنواع النباتات المائية وخصائصها في مناطق مختلفة من العالم.
3. مجمل الدراسات التي أعدتها وزارة الموارد المائية في الجزائر، والتي قدمت الكثير من المعطيات الخاصة بالبيئة الصحراوية ومميزات الثروة المائية بها.

◆ مشكلة الدراسة

تتلخص مشكلة الدراسة في إلقاء الضوء على ظاهرة إدارة الموارد المائية وتأثيراتها البيئية في التراب الجزائري، وخاصة على مستوى صحرائها. وفي سبيل الكشف والبحث عن خبايا تلك الظاهرة، تركز الدراسة على حدة مشكلة الماء في الجزائر، والتي تزداد تفاقمًا بنقص هذا المورد الهام في وقت يتزايد فيه الطلب عليه بفعل النمو الديموغرافي وتنامي القطاعات المستهلكة له كالصناعة والفلاحة والسياحة. كما تتفاقم المشكلة بسبب الظروف الطبيعية القاسية المتمحورة في ظاهرة الجفاف، والتي أخذت في التفاقم منذ عشرين عامًا (البسام عبد العزيز 2001(2))، وللتذكير، فإن الجزائر تتمتع بصفة عامة بمناخ قليل التساقط، وشبه جاف في الصحراء (الصالحى سعدية عاكول 2004(5))، التي تشكل نسبة 85% من مجموع مساحة التراب الوطني (محمد الهادي لعروق 2009(10)، بن قدام وسيلة 2024(6)). إضافة إلى ذلك نجد سوء استغلال هذا المورد الحيوي من قبل المسؤولين المتعاقبين على قطاع الماء. وما زاد الأمر تعقيداً هو أن العديد من مصادر المياه أصبحت عرضة للتلوث في المناطق الصناعية ومناطق التكتيف العمراني والزراعي. وعليه، فقد أولينا أهمية لصيانة المياه المتحصل عليها في النباتات الشحيحة الأمطار، وبالتالي نوعنا مقترحات أساليب تلك الصيانة حفاظاً على هذه الثروة الثمينة بشكل مستدام من منظور جيومورفولوجي، تتأثر هذه المشكلات بشكل مباشر بالعمليات السطحية وتشكيل التضاريس. على سبيل المثال، يمكن أن تؤدي التضاريس المسطحة أو المنخفضة إلى تجمع المياه وتبخرها، مما يزيد من التملح، بينما يمكن أن تؤثر التكوينات الجيولوجية والجيومورفولوجية على حركة الملوثات في المياه الجوفية (Yann.D2014(43)).

◆ تساؤلات الدراسة

تتوفر المياه في الصحراء بكميات معتبرة، وغالبيتها غير متجددة، والأسوأ أنها معرضة للتلوث بفعل ظاهرة التملح. هذا يثير تساؤلات مختلفة حول واقع الثروة المائية بها، وما يهدد مستقبلها من معضلات، وكيف نحسن استغلالها ونحافظ على استدامتها؟

وعليه، تندرج أهم تساؤلات الدراسة المنجزة، والتي تضمنت إجاباتها الأولية فرضيات تم اختبارها في خضم البحث، كالتالي:

1. كيف تتوزع هذه الثروة المائية في صحرائنا؟
 2. هل تتعرض الموارد المائية بها إلى مختلف المخاطر التي تهدد مستقبل تنميتها وديمومتها؟
 3. هل نجحت المشاريع التي تبنتها مختلف الدراسات السابقة في تأمين هذا المورد للسكان والمحيط بالمنطقة، وتم القضاء على مجمل المعضلات التي يتخبط فيها؟
 4. كيف يمكننا أن نحسن استغلال المياه في هذه المناطق الحساسة ونحافظ عليها باستمرار؟
- تهدف الدراسة التي ارتأينا إعدادها إلى التعريف بالمشكلة المائية ومحاولة إيجاد الطرق الكفيلة لحلها والتقليل من ضياع هذا المورد وتعرضه لمختلف أشكال التلوث دون الاستفادة منه، وذلك لمعرفة الآتي:
1. حصر الموارد المائية المتاحة في صحرائنا بمعرفة مصادرها ومجال استعمالها.
 2. التعرف على سياسة الموارد المائية وإدارتها.
 3. التعقيب على أسباب المشكلة المائية الحالية.
 4. تقييم الموارد المائية ووضع حلول بتبني استراتيجية ناجعة لتجاوز الأزمة.
- ولتحقيق أهداف هذه الدراسة اعتمدنا خطة عملية تتمثل في المواد والطرائق التالية:

المواد والطرائق Materials and Methods

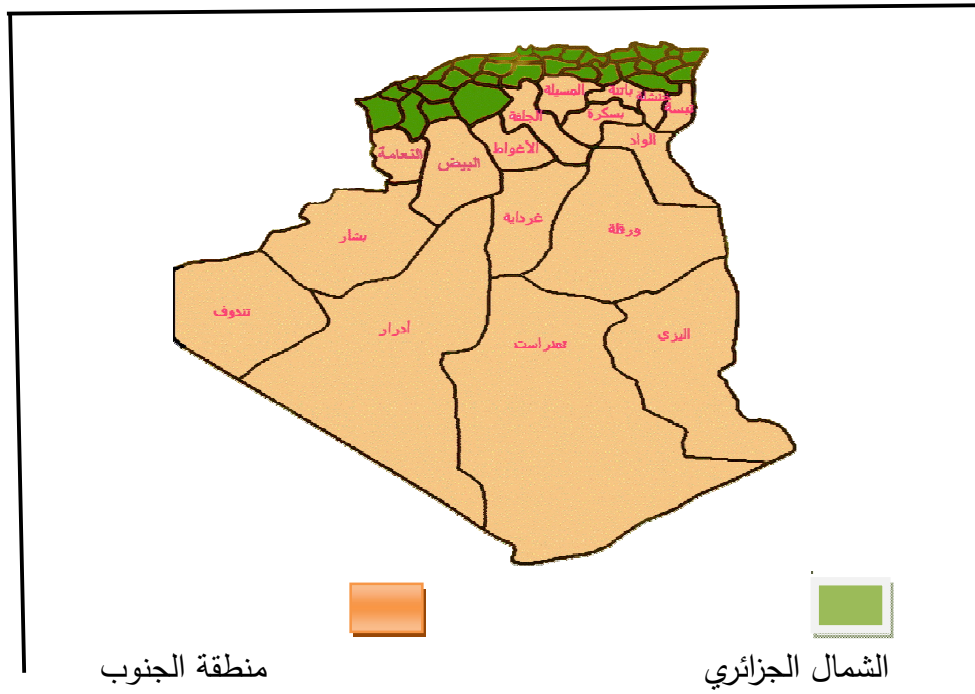
اتبعنا المنهج الوصفي مع تغليب الأسلوب الكيفي في كتابة البحث، وذلك بسبب شح البيانات الإحصائية التفصيلية والدقيقة للتحليل، كما قمنا بإنجاز الخرائط والأشكال البيانية بناء على المعطيات المحصل عليها، ومن هذه الأساليب التي اتبعناها في جمع البيانات:

1. العمل الميداني: وذلك بزيارة العديد من المواقع في صحرائنا للوقوف على الظاهرة كما هي في الطبيعة وجمع البيانات عن الموارد المائية وطرق استغلالها في هذا المكان بالذات. ومن الأمثلة على ذلك، الحصول على معلومات عن نظام الفقارة الشهير، الخاص بتسيير المياه السطحية. وقد ساهمت الملاحظات الميدانية في فهم التكوينات الجيومورفولوجية المحلية وتأثيرها على حركة المياه وتوزيعها.
2. البيانات المتحصل عليها من تقارير وزارة الموارد المائية والوكالة الوطنية للأحواض الهيدروغرافية.
3. المعطيات التي تم جمعها من طرف وزارة تهيئة الإقليم والبيئة والديوان الوطني للأرصاد الجوية.
4. البيانات المتحصل عليها من إصدارات كتاب الأستاذ خضراوي عبد الرزاق حول واقع المياه في الصحراء الجزائرية وتأثيراتها البيئية.
5. إجراء مقابلات شخصية مع بعض المسؤولين في قطاع المياه، وحوار مع سكان المنطقة والمتأثرين بما يتخبط فيه الموارد المائية من معضلات متشابكة ومتداخلة.

بناء على ما سبق ذكره سنحاول تغطية منطقة الدراسة بإبراز الخصائص الطبيعية والمائية لها وبالتحديد على مستوى الأحواض الهيدروغرافية التي تتشكل منها.

التعريف بالصحراء الجزائرية

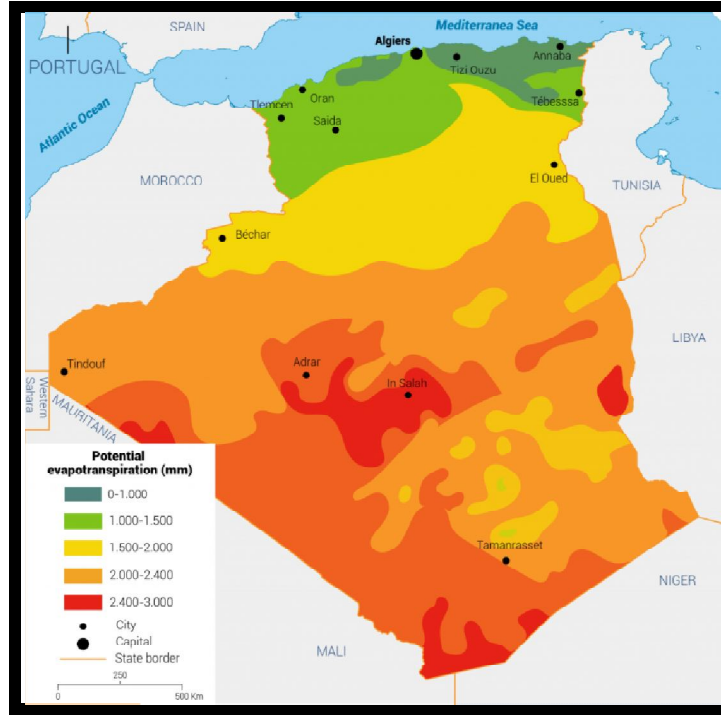
تعتبر الصحراء الجزائرية من أكبر الصحاري في العالم، حيث تمتد على مساحة 2 مليون كيلومتر مربع (80% من المساحة الإجمالية للجزائر) من الأطلس الصحراوي إلى حدود دول مالي والنيجر وليبيا (الشكل 1) (KHADRAOUI 2007:33). تتكون من الناحية الجيولوجية من قاعدة صلبة تعود إلى عصر ما قبل الكامبري، تليها تشكيلات رسوبية كثيفة. أما الجزء الأكبر من مساحتها فيتشكل من عرق وقورقوش، وهي خطوط مائية غير صالحة للزراعة. كما تتميز بارتفاع يقدر بـ 2700 متر في مناطق الهقار، وأقل من 30 متراً في شط ملغيغ على مستوى سطح البحر (أخبار وكالة الصحراء 2007:12)).



شكل رقم (1): موقع عام للجزائر (منجز بالاعتماد على خريطة التقسيم الإداري للتراب الوطني)

مناخياً، تتميز بالجفاف الحاد والحرارة الكبيرة (من 0 درجة مئوية شتاءً إلى أكثر من 45 درجة مئوية صيفاً)، وهو ما يفسر التواجد البشري الضعيف فيها، والذي يتركز في مناطق الواحات بنسبة 60% في كل من الولايات التالية: ورقلة، الوادي، أدرار، غرداية، إلخ. ويتراوح معدل التساقط بين 10 و120 ملم، وهو عشوائي في معظمه خلال فترات السنة. أما نسبة التبخر فتتراوح بين 2500 و4500 ملم (DUBIEF.J 1959:32)).

كما تعرف المنطقة موجات من الرياح والعواصف الرملية القوية التي تساهم في ظهور تراكمات رملية هامة. هذه التكوينات الجيومورفولوجية الرملية تلعب دوراً هاماً في تخزين المياه السطحية المؤقتة وتغذية المياه الجوفية، ولكنها في نفس الوقت تزيد من تحديات إدارة المياه بسبب التبخر العالي وصعوبة الوصول إليها (الشكل رقم 2).



شكل رقم (2) : مناخ الجزائر بالاعتماد على (Atlas de l'Algérie et du Monde 2009)

➤ الأحواض الهيدروغرافية في الصحراء الجزائرية

تُقسم الصحراء الجزائرية إلى أربع وحدات هيدروغرافية رئيسية (الشكل 3)، مع العلم أن كل حوض يضم حوالي 17 ولاية و 264 بلدية (Agence de Bassin Hydrographique Sahara, pour une (gestion durable des ressources en eau au Sahara) (19):

*الحوض الهيدروغرافي لشط ملغيغ

يعتبر من أكبر الأحواض التجميعية في الجزائر، حيث تبلغ مساحته 68,750 كيلومتر مربع. يضم ولايات المسيلة، الأغواط، باتنة، تبسة، خنشلة، بسكرة، الجلفة، والوادي ((MEHDID. A 1988(37)). وقد احتضن حوالي 1,522,732 نسمة في عام 2020. يتميز هذا الحوض بالخصائص التالية ((MustaphaBouziiani2006(38):

• تتراوح كمية التساقط فيه سنوياً بين 200 و 300 ملم، بينما تتراوح درجات الحرارة من 0 درجة مئوية شتاءً إلى 45 درجة مئوية صيفاً (KHADRAOUI 1999 Ressources en eau souterraines au Sahara (36)).

•مخترقه مجرى مائي هام يسمى وادي جني (ANAT 2013(20)).

•معظم المياه التي تجري من جبال الأطلس الصحراوي تختفي عند منخفض ملغيغ (BRL1999(28)).

•تتواجد الطبقات المائية الحرة على عمق يتراوح بين 20 و 120 متراً، بمعدل تصريف 15 لتر/ثانية

(ANRH / (24) SONATRACH2004).

•تستغل مياهه بالطرق التقليدية، كما تعبأ في السدود والحواجز المائية، وكذلك في السدود الجوفية. تلعب التضاريس المنخفضة لشط ملغيغ دوراً جيومورفولوجياً في تجميع المياه، ولكنها أيضاً تزيد من مخاطر التملح بسبب ارتفاع معدلات التبخر.

*الحوض الهيدروغرافي للصحراء الشمالية

يغطي مساحة هامة تصل إلى 600,000 كيلومتر مربع، وتندرج ضمنه ولايات ورقلة، غرداية، الوادي، الأغواط، الجلفة، أدرار، تمنراست، وإيليزي (PNUD 1972(39)). يقطن به حوالي 1,784,804 نسمة في عام 2008. يتميز هذا الحوض بما يلي (Agence de Bassin Hydrographique Sahara, pour une gestion durable des Cadastre hydraulique du Bassin hydrographique du Sahara Septentrional 2005(16)):

•تتراوح كمية التساقط فيه سنوياً بين 25 و 200 ملم، وتتراوح درجات الحرارة من 13 درجة مئوية شتاءً إلى 40 درجة مئوية صيفاً (BENGUEGUA 1998(26))، مع ارتفاع شديد في نسبة التبخر تصل إلى 5000 ملم/سنوياً في ولاية أدرار تحديداً (CASTANY 1982(29)).

•يتميز بموارد مائية معتبرة متمثلة في الخزائين المعروفين (Agence de Bassin Hydrographique Sahara, l'eau au SaharaAlgérienne (18)) وكذلك الطبقة المائية السطحية المستغلة، والتي تلبي احتياجات الشرب والري الخاصة بمناطق بسكرة، غرداية، ووادي سوف (BOUCHKIMA. B 2002(27)).

*حوض الهقار والطاسيلي

يشغل مساحة 840,718 كيلومتر مربع، ويضم ولايتين فقط هما تمنراست وإيليزي. يعد إقليماً واسعاً جداً في أقصى جنوب البلاد، ويتميز بما يلي (وزارة الموارد المائية، وكالة الحوض الهيدروغرافي لمنطقة الصحراء، الماء في الزراعة الصحراوية(15)):

•تواجد سكاني ضعيف، حيث لا يتعدى عدد سكانه 62,804 نسمة في عام 2020.

•تتراوح كمية الأمطار المتساقطة فيه بين 20 و 100 ملم سنوياً، وتتراوح درجات الحرارة من 10 درجة مئوية شتاءً إلى 45 درجة مئوية صيفاً (KHADRAOUI 2007(33)).

•تضاريسه وعرة جداً، خاصة في منطقة الطاسيلي (CORNET. A 1964(30)). تعكس التضاريس الوعرة للهقار والطاسيلي عمليات جيومورفولوجية معقدة تؤثر على تجميع المياه وتصريفها، مما يجعل إدارة المياه تحدياً فريداً في هذه المنطقة.

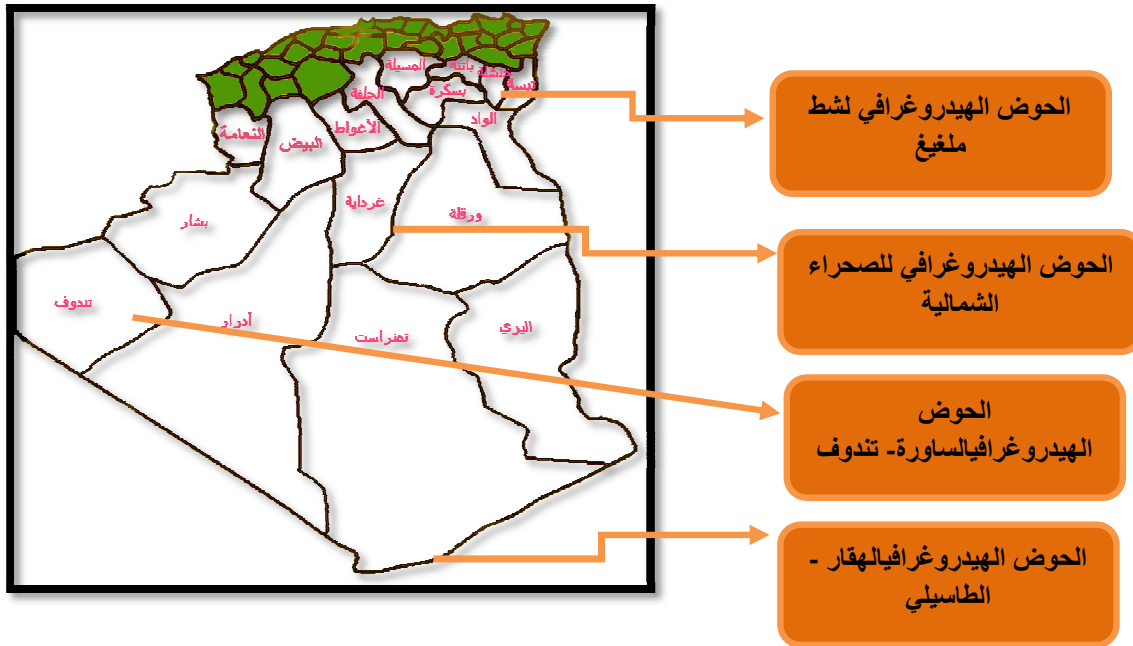
• يتميز بأودية هامة ذات جريان متقطع في ولاية إيليزي ((KHADRAOUI 2007(33)).
• الموارد المائية الجوفية فيه محدودة جداً.

*حوض تندوف - الساورة

تُقدر مساحته بـ 320,273 كيلومتر مربع، ويضم ولايتين فقط هما بشار وتندوف. يتميز بالخصائص التالية((KHADRAOUI 2007(33):

• قلة عدد سكانه، الذي بلغ 262,547 نسمة في عام 2008.
• يبلغ متوسط درجات الحرارة السنوي 27 درجة مئوية، وتتميز أيامه الشتوية بتساقط الجليد في معظمه ((CORNET. A 1964(30)).

• يقع في جنوب غرب البلاد ويتميز بسفوح القصور ((KHADRAOUI /ANRH 1979(34).
• يعرف عجزاً مائياً على الرغم من وجود الطبقات المائية السطحية والجوفية الحرة (KHADRAOUI 2007(33)).



شكل رقم (3) : الوحدات الهيدروغرافية للصحراء الجزائرية بالاعتماد على (KHADRAOUI 2007)

النتائج والمناقشة Results and Discussion

يختص موضوع بحثنا بدراسة إدارة الموارد المائية وتأثيراتها البيئية على مستوى الصحراء الجزائرية، وبعد القيام بتشخيص الوضعية المائية على مستوى الأحواض الهيدروغرافية السابق التعريف بها، سنحاول انتهاز استراتيجية ناجعة لوضع حلول للأزمة التي يتخبط فيها هذا المورد الحيوي. وبناء على الأدوات والمواد المنتهجة في هذه الدراسة توصلنا إلى:

الموارد المائية المتاحة

على الرغم من الظروف الطبيعية القاسية، تبقى الموارد المائية في الصحراء الجزائرية عاملاً أساسياً لتطور الأنشطة البشرية (بن قداح وسيلة 2024(6))، وخاصة الفلاحة التي تُعد النشاط الوحيد فيها، والمحصورة غالباً في زراعة النخيل في مناطق الجنوب الشرقي (مثل بسكرة، ورقلة، ووادي سوف) (KHADRAOUI 2007(33)). لذا، تستدعي الضرورة حسن استغلال هذه الموارد، وينطبق الأمر نفسه على التربة التي تتطلب إدخال تحسينات عليها (R.THORNE 1997(40)). تتواجد الموارد المائية في شكلين رئيسيين:

الموارد المائية السطحية

تتركز هذه المياه في أسفل الأطلس الصحراوي (شط ملغيغ، سهل ميزاب، الساورة، ومناطق الطاسيلي والهقار) (Agence de Bassin Hydrographique Sahara, l'eau au Sahara (Algérienne)، بمتوسط حجم 0.4 مليار متر مكعب (KHADRAOUI 1999 Ressources en eau souterraines au Sahara (36)). ترتبط هذه الموارد مباشرة بتساقط الأمطار (Mustapha Bouziani 2006(38))، وتتمثل في مختلف المجاري المائية غير المنتظمة، مثل وادي جني (بسكرة)، وادي ميزاب (غرداية)، وادي تمنراست، وادي مسعد (الجلفة)، وادي ريغ (بشار)، وادي زيز وميزاب (الأغواط)، وادي سيدي وميزاب (غرداية)، وادي بشار، وادي الناموس، وادي ريغ (بشار)، وادي الطاسيلي، وادي زيز وميزاب (غرداية)، وادي سيدي وميزاب (الأغواط). تتميز معظم هذه الأودية بجريان موسمي في حالات الأمطار، ويتم تجميع هذه السيول في أحواض طبيعية (Retenus naturels) أو جيوب مائية (Les poches d'eaux) أو طبقات مائية حرة (Nappes Phréatiques). كما تضيع في الشطوط (Agence de Bassin Hydrographique Sahara, pour une gestion durable des Cadastre hydraulique du Bassin hydrographique DEMMAK, BEKHOUCHE 2009(31)، du Sahara Septentrional 2005(16))

يتم تعبئة هذه الموارد عن طريق السدود التي يبلغ عددها خمسة بسعة تخزينية تُقدر بـ 616 مليون متر مكعب (وزارة الموارد المائية 2008(14)) (ANRH / SONATRACH 2004(24)) أهمها: سد فم الغرزة (بسكرة) بسعة 47 مليون متر مكعب، سد عين غزالة (بسكرة) بسعة 56 مليون متر مكعب، سد بابار (خنشلة) بسعة 41 مليون متر مكعب، سد وادي ريغ (بشار) بسعة 350 مليون متر مكعب، وحواجز مائية مثل (مولح الأبيض) بسعة 122 مليون متر مكعب. للأسف، نجد أن معظم هذه المجاري تتجمع في مصبات عشوائية تتسبب في أضرار جسيمة داخلها (بن قداح وسيلة 2022). ولا ننسى (ANRH 2017(21)) المناطق الرطبة التي تحتل مساحة 370.500 هكتار

(الأشكال: 4، 5، 6، 7 التقطت مجملها في شهري أبريل وماي من سنة 2022)



شكل رقم (4): واد الهاي بولاية بسكرة شكل رقم (5): واد مزي الشهير بولاية الأغواط



شكل رقم (6): سد فم الغرزة بولاية بسكرة شكل رقم (7): المناطق الرطبة

تُستغل هذه الموارد السطحية الموجهة للري بشكل خاص بأساليب مختلفة تختلف من منطقة لأخرى. يتم جلب المياه إما بطريقة البكرات، أو بحفر الآبار الضحلة، أو باستخدام أسلوب الغيطان، أو بطريقة الري بالسود (بن قداح وسيلة 2022). كما تُستغل المياه الجوفية الضحلة بطريقة الفقارة (قناة أرضية)، وهو نظام ري تقليدي متوارث في منطقة توات، قورارة، وتيديكلت (ANSARI TAHA 2006 (25)). وهو عبارة عن آبار محفورة (على عمق 45 متراً) مرتبطة بأنفاق تسمح بتسرب المياه إلى المخرج بواسطة ساقية لتوجيهها إلى الموزع القصري (الحبة) ليتم تقسيمها إلى الحقول (Agence de Bassin) (Hydrographique Sahara, Le Foggara, 2011 (17)). تسمح هذه التقنية بجلب وتوزيع المياه من الطبقات المائية دون الحاجة إلى وسائل ضخ، وتُقدر بتصريف 50 لتراً/ثانية، مما يعكس مستوى التفكير العالي للإنسان الصحراوي (حيث ظهرت حوالي عام 2000)، لكنها لا تتماشى مع تطلعات التطور الزراعي الصحراوي (بن قداح وسيلة 2022) (الأشكال: 8، 9، 10، 11، 12، توضح طرق استغلال الموارد المائية الباطنية، التقطت مجملها في نفس الفترة)



شكل رقم (8): تقنية الجر بالبكرات

شكل رقم (9): جلب المياه

بالآبار التقليدية



شكل رقم (10): السقي بعملية التقطير شكل رقم (11): عملية السقي باستعمال قناة أرضية



شكل رقم (12): نظام الفوقارة الشهير

من منظور جيومورفولوجي، تلعب الأودية الصحراوية دوراً حاسماً في تجميع وتوجيه المياه السطحية. فهم مورفولوجيا هذه الأودية وأنماط جريانها يمكن أن يساعد في تحديد أفضل المواقع لبناء السدود أو أنظمة حصاد المياه، وكذلك في التنبؤ بمناطق الفيضانات المحتملة ((TRICART1961(42)).

. الموارد المائية الجوفية

تتواجد الموارد المائية الجوفية في شكلين رئيسيين:

. الموارد المائية الجوفية المتجددة

تتمثل في مياه الينابيع والحمامات والمياه المعدنية المتمركزة في أقدام الأطلس الصحراوي (مثل زيبان بسكرة) وعلى حدود الطاسيلي والهقار، بمعدل تصريف 20 لتراً/ثانية (KHADRAOUI (35) 1999). بالإضافة إلى الطبقة المائية السطحية التي تكون قليلة العمق (20-50 متراً) (KHADRAOUI 2007(33))، وتتراوح ملوحتها من متوسطة إلى شديدة، وتكون ملوثة في الغالب (بن قداح وسيلة 2022). إلى جانب ذلك، توجد السدود الجوفية في التوقيت (تمنراست والأغواط) حيث تتجمع مياه الأمطار لتغذية الطبقات المائية الحرة ((ANSARI TAHA2006(25)).

. الموارد المائية الجوفية غير المتجددة

تتوفر بكميات معتبرة خاصة في منطقة الصحراء الشمالية، وتقدر بمئات المليارات من الأمتار المكعبة، وقد تكونت عبر آلاف السنين. تتجمع في طبقتين رئيسيتين تُعرفان بـ:
• الطبقة القارية التداخلية (CI - Continental Intercalaire): تمتد على مساحة 700,000 كيلومتر مربع حتى الحدود التونسية الليبية ((KHADRAOUI 2007(33)). تتكون من تشكيلات طينية ورملية تعود إلى العصر الترياسي والألباني. تتواجد على عمق يتراوح بين 10 و 2500 متر، بتدفق يتراوح بين 120 و 200 لتراً/ثانية، وبدرجات حرارة تتجاوز 55 درجة مئوية (KHADRAOUI (35) 1999)، مما يتطلب عمليات تبريد كبيرة. تجدر الإشارة إلى أنه يمكن استغلالها على أعماق لا تتجاوز 10 أمتار في مناطق توات وقورارة، وعلى عمق 2000 متر في مناطق زيبان، وادي سوف، وورقلة. كما تتميز بملوحة عالية (بن قداح وسيلة 2022).

• الطبقة الألبية (Albien): تعد الطبقة الألبية من أهم الخزانات الجوفية في الصحراء الجزائرية، وتمتد على مساحات واسعة. تلعب التكوينات الجيومورفولوجية المرتبطة بهذه الطبقة، مثل الصدوع والشقوق، دوراً حيوياً في تحديد مسارات حركة المياه الجوفية وتخزينها. إن فهم هذه البنى الجيومورفولوجية ضروري لتقدير إمكانات الخزان المائي وتحديد أفضل مواقع الاستغلال (بن قداح وسيلة 2022).

(الأشكال: 13، 14، 15، 16، 17، توضح الموارد المائية الجوفية بنوعيتها على مستوى

الصحراء، التقطت مجملها في نفس الفترة المشار إليها)



شكل رقم (13): الينابيع والحمامات شكل رقم (14): الطبقة المائية الجوفية السطحية شكل رقم

(15): السدود الجوفية



شكل رقم (17): المركب النهائي

شكل رقم (16): المتداخل الفاري

من الناحية الجيومورفولوجية، تلعب البنية الجيولوجية والجيومورفولوجية للمنطقة دوراً حاسماً في تحديد خصائص هذه الخزانات الجوفية، بما في ذلك عمقها، امتدادها، وجودة مياهها. فهم هذه العلاقات يمكن أن يساعد في تحديد أفضل طرق استغلال هذه الموارد وحمايتها من الاستنزاف والتلوث (SiddanAnbazhagan, S. K.) Subramanian2016(41))

●التأثيرات البيئية على الموارد المائية في الصحراء الجزائرية

تتعرض الموارد المائية في الصحراء الجزائرية لعدة تأثيرات بيئية سلبية، ناتجة عن عوامل طبيعية وبشرية، مما يهدد استدامتها وجودتها:

. التملح (Salinization)

تُعد ظاهرة التملح من أبرز التحديات التي تواجه المياه الجوفية في الصحراء

(KHADRAOUI/ANRH1999,(35) Etude des nappes phréatiques nuisibles). يحدث

التملح نتيجة لعدة عوامل(بن قداح وسيلة 2022):

●التبخّر الشديد: إن ارتفاع درجات الحرارة ونسبة التبخر العالية في المناطق الصحراوية تؤدي إلى تركيز الأملاح في المياه السطحية والجوفية الضحلة. جيومورفولوجيا كما هو متعارف عليه، تساهم المنخفضات والأحواض المغلقة في تجمع المياه وتبخرها، مما يزيد من تركيز الأملاح في التربة والمياه السطحية[23]

• الاستغلال المفرط للمياه الجوفية: الضخ الجائر للمياه الجوفية يؤدي إلى انخفاض منسوب المياه، مما يسمح بتسرب المياه المالحة من الطبقات العميقة أو من المناطق المجاورة ذات المياه المالحة إلى الخزانات الجوفية العذبة.

• التربة المالحة: تحتوي التربة في العديد من المناطق الصحراوية على نسب عالية من الأملاح، والتي تذوب في المياه وتزيد من ملوحتها.

• الري بمياه مالحة: استخدام مياه ذات ملوحة عالية في الري يؤدي إلى تراكم الأملاح في التربة، مما يؤثر سلباً على جودة التربة والإنتاج الزراعي، ويزيد من ملوحة المياه الجوفية عبر الارتشاح.

. التلوث (Pollution)

تتعدد مصادر التلوث التي تؤثر على الموارد المائية في الصحراء الجزائرية:

• التلوث الصناعي: تصريف المخلفات الصناعية غير المعالجة من المصانع (خاصة في مناطق الواحات الصناعية) إلى الأودية أو تسربها إلى المياه الجوفية (KHADRAOUI / ANRH 1999) (35) (بن قدام وسيلة 2022).

• التلوث الزراعي: استخدام الأسمدة والمبيدات الكيميائية في الزراعة، والتي تتسرب مع مياه الري إلى المياه الجوفية، أو تُحمل مع مياه الأمطار إلى المجاري المائية السطحية ((PNUD 1981 (39) (بن قدام وسيلة 2022).

• التلوث بالنفايات الصلبة والسائلة: التخلص غير السليم من النفايات المنزلية والصناعية، وتسرب مياه الصرف الصحي غير المعالجة، يؤدي إلى تلوث مباشر للمياه السطحية والجوفية (BRL 1999) (28) (بن قدام وسيلة 2022).

• التلوث النفطي: في المناطق الغنية بالنفط والغاز، يمكن أن يحدث تسرب للنفط أو المواد الكيميائية المرتبطة بعمليات الاستخراج والتكرير، مما يؤدي إلى تلوث خطير للمياه (بن قدام وسيلة 2022).

. نضوب الموارد (Depletion)

• الاستغلال غير المستدام: النمو السكاني والزراعي والصناعي المتزايد يؤدي إلى زيادة الطلب على المياه، مما يفوق قدرة الخزانات الجوفية على التجدد، خاصة وأن معظمها غير متجدد (أحفوري) (BRL 1999) (28).

• الجفاف والتغير المناخي: فترات الجفاف الطويلة وانخفاض معدلات الأمطار تؤدي إلى نقص التغذية الطبيعية للمياه الجوفية والسطحية، مما يسرع من نضوبها.

• غياب الإدارة المتكاملة: عدم وجود خطط شاملة لإدارة الموارد المائية تأخذ في الاعتبار التوازن بين العرض والطلب، وتحد من الاستغلال المفرط (بن قدام وسيلة 2022).

❖ المقاربة الوقائية والمستدامة لإدارة الموارد المائية

تتطلب إدارة الموارد المائية في الصحراء الجزائرية مقاربة شاملة ومتكاملة تركز على مبادئ الوقاية والاستدامة، مع الاستفادة القصوى من التقنيات الحديثة مثل نظم المعلومات الجغرافية (GIS) والاستشعار عن بعد، هذه المقاربة يجب أن تشمل الجوانب التالية:

. تعزيز البحث والتطوير في مجال المياه

• دراسات جيولوجية وهيدروجيولوجية مفصلة: إجراء دراسات دقيقة لتحديد حجم الخزانات الجوفية، معدلات التغذية، ومسارات تدفق المياه، لتقدير الاحتياطي المائي بدقة (عساف بن علي حواس 2006(3)). من زاوية جيومورفولوجية، يجب أن تركز هذه الدراسات على فهم العلاقة بين التكوينات الصخرية، البنية الجيولوجية، والأشكال الأرضية لتحديد مناطق التغذية الفعالة وتحديد خصائص الطبقات الحاملة للمياه.

• تطوير نماذج تنبؤية: استخدام GIS والنمذجة الرياضية للتنبؤ بتغيرات منسوب المياه الجوفية وجودتها بناءً على سيناريوهات مختلفة للاستغلال والتغير المناخي (بن قدام وسيلة 2022). يمكن للنماذج الجيومورفولوجية أن تساهم في تحسين دقة هذه التنبؤات من خلال محاكاة العمليات السطحية التي تؤثر على التغذية والتصريف.

. الإدارة المتكاملة للموارد المائية (IWRM)

• التخطيط الشامل: وضع خطط وطنية وإقليمية لإدارة المياه تأخذ في الاعتبار جميع مصادر المياه (سطحية وجوفية)، وجميع الاستخدامات (شرب، زراعة، صناعة)، مع إشراك جميع أصحاب المصلحة (الصالحى سعي عاكول 2004(5)). يجب أن يدمج هذا التخطيط التحليل الجيومورفولوجي لتحديد المناطق الأكثر حساسية أو ذات الإمكانات المائية العالية.

• الترشيد في الاستهلاك: تطبيق تقنيات الري الحديثة (الري بالتنقيط) في الزراعة لتقليل هدر المياه، وتشجيع الممارسات الموفرة للمياه في القطاعين الصناعي والمنزلي (وزارة الموارد المائية 2008(14)).

• عادة استخدام المياه المعالجة: معالجة مياه الصرف الصحي والصناعي وإعادة استخدامها في أغراض غير الشرب (مثل الري الزراعي أو الصناعي)، مما يقلل الضغط على الموارد المائية العذبة (وزارة الموارد المائية 2008(14)).

• تحلية مياه البحر والمياه قليلة الملوحة: التوسع في مشاريع تحلية المياه لتوفير مصادر مياه إضافية، خاصة في المناطق الساحلية والقريبة من مصادر المياه قليلة الملوحة (بن قدام وسيلة 2022).

. دور نظم المعلومات الجغرافية (GIS) والاستشعار عن بعد

• رسم خرائط الموارد المائية: استخدام GIS لإنشاء خرائط دقيقة لتوزيع المياه السطحية والجوفية، ومناطق التغذية، ومناطق الخطر (التملح، التلوث). يمكن للتحليل الجيومورفولوجي أن يثري هذه الخرائط بتحديد الوحدات الجيومورفولوجية ذات الصلة بالمياه.

• مراقبة جودة المياه: استخدام الاستشعار عن بعد لمراقبة التغيرات في جودة المياه السطحية (مثل تلوث المسطحات المائية) وتحديد مصادر التلوث.

• تحديد مواقع الآبار المثلى: استخدام GIS لتحليل البيانات الجيولوجية والهيدروجيولوجية لتحديد أفضل المواقع لحفر الآبار الجديدة، مع تجنب مناطق الخطر.

• إدارة الفيضانات والجفاف: استخدام GIS لنمذجة الفيضانات وتحديد المناطق المعرضة للخطر، وتطوير خطط للاستجابة. كما يمكن استخدامه لمراقبة آثار الجفاف على الموارد المائية والغطاء النباتي. التحليل الجيومورفولوجي لأنماط الصرف وتضاريس الأحواض يمكن أن يحسن بشكل كبير من دقة هذه النماذج.

• دعم اتخاذ القرار: توفير بيانات وتحليلات مكانية دقيقة لصناع القرار لوضع سياسات مائية فعالة ومستدامة (بن قدام وسيلة 2022).

1. الإطار القانوني والمؤسسي

• تحديث التشريعات: مراجعة وتحديث القوانين واللوائح المتعلقة بإدارة المياه لضمان فعاليتها في حماية الموارد وترشيد الاستهلاك.

• تعزيز القدرات المؤسسية: تدريب الكوادر البشرية في المؤسسات المعنية بإدارة المياه على استخدام التقنيات الحديثة وتطبيق أفضل الممارسات (الدباغ رياض وحسين السعدي 2004 (4)).

• المشاركة المجتمعية: إشراك المجتمعات المحلية وأصحاب المصلحة في عمليات التخطيط واتخاذ القرار المتعلقة بإدارة المياه، وزيادة الوعي بأهمية ترشيد الاستهلاك وحماية الموارد (بن قدام وسيلة 2022).

بناءً على ما سبق، نوصي بما يلي:

1. تطوير نظام معلومات مائي متكامل: إنشاء قاعدة بيانات جغرافية شاملة ودقيقة للموارد المائية في الصحراء الجزائرية، تتضمن معلومات عن الكمية، الجودة، مناطق التغذية، ومستويات الاستغلال، مع تحديثها بانتظام باستخدام بيانات الاستشعار عن بعد والتحليل الجيومورفولوجي لتحديد الوحدات الهيدروجيومورفولوجية الهامة.

2. تعزيز البحث العلمي والتطوير التكنولوجي: دعم الدراسات الهيدروجيومورفولوجية المتقدمة، وتطوير نماذج تنبؤية لتقييم المخاطر المستقبلية (مثل التملح والنضوب) بناءً على سيناريوهات التغير المناخي المختلفة مع دمج المعرفة الجيومورفولوجية في هذه النماذج.

3. تطبيق الإدارة المتكاملة للموارد المائية (IWRM): وضع خطط وطنية وإقليمية شاملة لإدارة المياه، تضمن التنسيق بين مختلف القطاعات (الزراعة، الصناعة، الشرب) وتشرك جميع أصحاب المصلحة في عمليات التخطيط واتخاذ القرار، مع الأخذ في الاعتبار الخصائص الجيومورفولوجية لكل حوض.

4. ترشيد استهلاك المياه: تكثيف حملات التوعية بأهمية ترشيد استهلاك المياه في جميع القطاعات، وتشجيع تبني التقنيات الحديثة الموفرة للمياه في الزراعة والصناعة والاستخدامات المنزلية.

5. التوسع في مصادر المياه غير التقليدية: زيادة الاستثمار في مشاريع تحلية مياه البحر والمياه قليلة الملوحة، ومعالجة مياه الصرف الصحي وإعادة استخدامها في الأغراض غير الشرب، لتقليل الضغط على الموارد المائية العذبة. يجب أن يتم اختيار مواقع هذه المشاريع بناءً على دراسات جيومورفولوجية وبيئية دقيقة.

6. تعزيز الإطار القانوني والمؤسسي: مراجعة وتحديث التشريعات المائية لضمان فعاليتها في حماية الموارد وتنظيم استغلالها، وتدريب الكوادر البشرية على أحدث التقنيات والممارسات في إدارة المياه، مع التركيز على الجيومورفولوجيا التطبيقية.

7. مراقبة بيئية مستمرة: استخدام نظم المعلومات الجغرافية والاستشعار عن بعد للمراقبة المستمرة لجودة المياه وتحديد مصادر التلوث، وتقييم آثار التغيرات البيئية على الموارد المائية، مع تحليل جيومورفولوجي للظواهر المرصودة.

8. دراسات جيومورفولوجية تفصيلية: إجراء دراسات جيومورفولوجية تفصيلية لتحديد مناطق إعادة تغذية المياه الجوفية بدقة، وتصميم أنظمة حصاد مياه الأمطار التي تتناسب مع مورفولوجية الأودية والمنحدرات، واستخدام التحليل الجيومورفولوجي لتحديد المناطق المعرضة للتملح أو التلوث بشكل أكبر.

الخلاصة: Conclusion

توصلنا في هذه الدراسة إلى نتائج يمكن تلخيصها فيما يلي:

1. أن إدارة الموارد المائية في الصحراء الجزائرية تُمثل تحدياً معقداً ومتعدد الأوجه، يتطلب استراتيجية شاملة ومستدامة، تدمج المنظور الجيومورفولوجي.
2. أن الموارد المائية، وخاصة الجوفية وغير المتجددة، تتعرض لضغوط هائلة نتيجة للنمو السكاني المتزايد، وكذا التوسع الزراعي والصناعي، مما يؤثر على التوازن الهيدروجيوميورفولوجي للمنطقة.
3. أن ظاهرة التملح والتلوث ونضوب الموارد هي من أبرز التأثيرات البيئية التي تهدد استدامة هذه الثروة الحيوية، وتتأثر بشكل كبير بالعمليات الجيومورفولوجية.
4. أن الاعتماد على الأساليب التقليدية في إدارة المياه لم يعد كافياً لمواجهة هذه التحديات المتزايدة.
5. ونتيجة لما سبق ذكره في هذه الخلاصة فإننا نوصي بتبني استراتيجيات حديثة تركز على البحث والتطوير، والإدارة المتكاملة للموارد المائية (IWRM)، والاستفادة القصوى من نظم المعلومات الجغرافية (GIS) والاستشعار عن بعد والتحليل الجيومورفولوجي، يُعد أمراً حتمياً لضمان الأمن المائي للمنطقة للأجيال الحالية والمستقبلية، ويدعم جهود التنمية الشاملة في هذه المنطقة الحيوية.

المراجع:**العربية**

1. الأمم المتحدة (2022)، تقرير أهداف التنمية المستدامة.
2. البسام، عبد العزيز (2001)، المياه الجوفية، الرياض، المملكة العربية السعودية.
3. الحواس، عساف بن علي (2006)، الماء في النظام الإيكولوجي، جامعة الملك سعود، المملكة العربية السعودية، ط1.
4. الدباغ، رياض وحسين السعدي (2004)، البيئة المائية، مؤسسة حمادة للدراسات الجامعية والنشر والتوزيع، الأردن.
5. الصالحي، سعدية عاكول (2004)، البيئة الصحراوية وشبه الصحراوية، دار صفاء للنشر والتوزيع - عمان - الأردن، ط2.
6. بن قداح وسيلة (2024)، تقييم الخطر الزلزالي في مدن الشمال الجزائري - دراسة حالة حي المركز القديم بمدينة عين الدفلى - مجلة العلوم والتكنولوجيا، مجلة علمية تكنولوجية بحثية محكمة نصف سنوية تصدر عن المجلس الأعلى للغة العربية بالجزائر، العدد السابع، جامعة الجزائر، يوسف بن خدة
7. كارل، يوفاء، ترجمة طه الشيخ حسن (2000)، استصلاح الأراضي: الري والصرف والمقننات المائية للأشجار والمحاصيل في المناطق الجافة والرطبة وطرق الري المختلفة، منشورات دار علاء الدين، دمشق، ط1.
8. فلاح مصطفى (2017)، أزمة المياه والمجتمع في الجزائر: دراسة حالة مدينة الجزائر
9. مجلة المحترفين في ميدان الماء والصرف الصحي HYDROPLUS (2008)، الماء في صميم الأعمال الكبرى، عدد خاص مغرب مشرق، السنة 19.
10. محمد الهادي لعروق (2009)، أطلس الجزائر والعالم، دار الهادي، الجزائر.
11. مكتب اليونسكو الإقليمي للعلوم والتكنولوجيا للدول العربية، المركز العربي لدراسات المناطق الجافة والأراضي القاحلة (1988)، تقييم الموارد المائية في الوطن العربي.
12. وكالة الصحراء (أكتوبر 2007)، أخبار وكالة الصحراء، مجلة تصدر كل ثلاث أشهر، رقم 3.
13. وزارة الموارد المائية (2003)، قطاع المياه بالجزائر، الجزائر.
14. وزارة الموارد المائية (2008)، تنمية قطاع الموارد المائية في الجزائر، الدور الحاسم لرئيس الجمهورية عدد خاص.
15. وزارة الموارد المائية، وكالة الحوض الهيدروغرافي لمنطقة الصحراء، الماء في الزراعة الصحراوية.

الأجنبية

16. AGENCE DE BASSIN HYDROGRAPHIQUE SAHARA, (2005) Cadastre Hydraulique du Bassin Hydrographique du Sahara Septentrional, Document de synthèse.
17. AGENCE DE BASSIN HYDROGRAPHIQUE SAHARA,(Août) (2011) Le Foggara dans les Oasis du Touat, Gourara et de Tidikelt.
18. AGENCE DE BASSIN HYDROGRAPHIQUE SAHARA, L'eau au Sahara Algérien.
19. AGENCE DE BASSIN HYDROGRAPHIQUE SAHARA, Pour une gestion rationnelle et durable des ressources en eau au Sahara.
20. ANAT, (Mars 2013) Etude du Schéma Directeur des ressources en eau de la wilaya de Biskra, Rapport et annexe.
- 21.ANRH, (2017) Etude des crues du bassin du M'zab.
22. ANRH, (2018) Contribution à l'étude de la remontée des eaux dans la vallée du Souf.
- 23.ANRH, (2019) Etude des crues sur oueds Tamanrasset, In-Amguel et Outoul.
24. ANRH / SONATRACH, (2004) Inventaire et exploitation des forages hydrauliques dans l'activité pétrolière.
- 25.ANSARI TAHA, Le système Traditionnel d'exploitation des eaux souterraines (FOGGARA).
- 26.BENGUEGUA, A. (1998) Inventaire des points d'eau et enquête sur les débits extraits dans la wilaya d'Ouargla.
27. BOUCHKIMA, B. (2002) Prévention et lutttes contre l'entartage par eaux géothermales au Sud Algérien, Université de Ouargla.
- 28.BRL, (1999) Etude du plan directeur général de développement des régions sahariennes – programme, calendrier et conditions de mise en œuvre.
- 29.CASTANY, G. (1982) Le bassin sédimentaire du Sahara septentrional (Algérie-Tunisie) Aquifères du Continental Intercalaire et du complexe terminal.
- 30.CORNET, A. (1964) Introduction à l'hydrogéologie saharienne, Revue Géographie Physique et de géologie dynamique, vol VI.
- 31.DEMMAK, BEKHOUCHE (2009), Le phénomène de remontée des eaux dans la vallée d'Oued SOUF.
- 32.DUBIEF, J. (1959) Le climat du Sahara, Mémoires de l'institut Recherche Saharien.
- 33.KHADRAOUI, A. (2007) Eau et impact environnemental dans le Sahara Algérien, I.S.B.N Ouargla, Algérie.
- 34.KHADRAOUI, A. -ANRH-, (1979) Bulletin de surveillance des nappes superficielles des périmètres irrigués d'Algérie Bureau Central de piézométrie.
- 35.KHADRAOUI, A. -ANRH-, (1999) Etude des nappes phréatiques nuisibles dans les zones agricoles et urbaines au Sahara Septentrional, Communication présentée aux journées techniques et scientifiques de l'eau (Blida).
- 36.KHADRAOUI, A. -ANRH-, (1999) Ressources en eau souterraines au Sahara, Communication présentée aux journées techniques sur le bouchage des puits pétroliers reconvertis en forages d'eau, à Hassi R'mel.
- 37.MEHDID, A. -ANRH- (1988) Eaux et sols d'Algérie, Revue N° 1.
- 38.MUSTAPHA BOUZIANI (2006), L'eau dans tous ses états, DAR EL GHARB,Oran, Algérie.
- 39.P.N.U.D, (1972) Etude des ressources en eau du Sahara (Actualisé en 1981).
- 40.R. Thorne, (1997), Applied Fluvial Geomorphology for River Engineering and Management,C. R. Thorne, Malcolm David Newson, Richard D. Hey
- 41.Siddan Anbazhagan, S. K. Subramanian (2016) ,Geoinformatics in Applied Geomorphology,Xiaojun yang□
42. Tricart. Jean (1961), La géomorphologie appliquée, In Annales de Géographie, N°381, Persée.
43. Yann Le Drézen, François Bétard (2014), Géomorphologie applicable : des processus naturels à la gestion des milieux et des risques.