

الإدارة الذكية لمياه الشرب - حالة ولاية تيارت

Smart Management of Drinking Water – The Case of Tiaret Province

توفيق يحيى يوبا^{1*}، أية برقاش²، فاطمة الزهراء مولاي³،

شيماء مشاركة⁴، عبد الرؤوف بوحمداني⁵، جميلة كلال⁶

المدرسة الوطنية للإدارة، الجزائر

y.yahia@ena.dz¹, a.barkache@ena.dz², f.moulai@ena.dz³

c.mechara@ena.dz⁴, a.bouhamdani@ena.dz⁵, d.kellal@ena.dz⁶

تاريخ الإرسال: 2025/05/15 تاريخ القبول: 2025/06/25 تاريخ النشر: 2025/06/30

الملخص

تواجه ولاية تيارت الجزائرية تحدياً حاداً في مجال الأمن المائي، تفاقم بشكل ملحوظ خلال صيف 2024 نتيجة للتغيرات المناخية الحادة والاستخدام غير المستدام للموارد المائية المتاحة. رغم الإمكانيات الهيدروغرافية الهامة للولاية، أدت مجموعة من الأسباب الطبيعية والتحديات الإدارية إلى إحداث ضغط كبير على الموارد وشح في التزويد. تهدف هذه المقالة إلى تشخيص هذه الوضعية وتحليل أسبابها، مع اقتراح حزمة من الحلول الذكية المبتكرة في مجالات استقطاب المورد وتخزينه، كفاءة شبكات التوزيع، وتحقيق الاستدامة في الاستهلاك. تعتمد هذه الدراسة على منهجية وصفية تحليلية، تستند إلى جمع وتحليل البيانات الميدانية المتاحة على مستوى إدارة ولاية تيارت ومديرية الموارد المائية، بالإضافة إلى مراجعة شاملة للأدبيات والدراسات السابقة المتعلقة بإدارة المياه في المنطقة. إن تبني التقنيات الذكية، مثل استخدام النانو، الشبكات الذكية، أجهزة الاستشعار، والعدادات الذكية، يعد خطوة استراتيجية لتحسين كفاءة تسيير المياه، تقليل الفاقد، وضمان تحقيق الأمن المائي والتنمية المستدامة للأجيال القادمة في الولاية.

الكلمات المفتاحية

أزمة المياه، ولاية تيارت، الإدارة الذكية للمياه، ترشيد استهلاك المياه، التنمية المستدامة.

Abstract

Tiaret Province in Algeria is currently facing a severe water security challenge, which has significantly worsened during the summer of 2024 due to extreme climate change and the unsustainable use of available water resources. Despite the province's considerable hydrographic potential, a combination of natural factors and administrative challenges has placed enormous pressure on resources, leading to supply shortages.

This article aims to diagnose this situation and analyze its causes, while proposing a set of innovative smart solutions in the fields of resource mobilization and storage, distribution network efficiency, and sustainable consumption. The study adopts a descriptive and analytical methodology based on the collection and analysis of field data available at the level of the administration of Tiaret Province and the Directorate of Water Resources, in addition to a comprehensive review of literature and previous studies related to water management in the region. The adoption of smart technologies—such as nanotechnology, smart grids, sensors, and smart meters—represents a strategic step toward improving water management efficiency, reducing losses, and ensuring water security and sustainable development for future generations in the province.

Keywords

Water crisis, Tiaret province, Smart water management, Water conservation, Sustainable development.

مقدمة

يواجه المجتمع الدولي اليوم مشكلة وجودية تتعلق بتحديات تحقيق الأمن المائي، ولعل الجزائر أحد أكثر الدول التي تعاني من تفاقم الأزمة يوماً بعد يوم. يعود ذلك أساساً إلى التغيرات المناخية والاستخدام

غير المستدام للمياه في ظل التزايد الديموغرافي الذي يعرفه البلد. هذه العوامل مجتمعة أدت إلى خلق ضغوط كبيرة على الموارد المتاحة واستنزافها كلية في بعض المناطق، مما أثر سلباً على حياة السكان وديناميكية مختلف القطاعات الاقتصادية. وأبرز مثال على ذلك ما عرفته ولاية تيارت من انقطاع تام للمياه الشروب لما يزيد عن شهر، مما دفع السلطات العمومية إلى وضع برنامج استعجالي في محاولة لاحتواء الأزمة. وأمام رهان توفير الحاجات المتزايدة من الموارد المائية وضمان الاكتفاء الذاتي للولاية، أصبح من الضروري تبني تقنيات ذكية للتسيير تسمح بترشيد الاستهلاك واستدامة استغلال المورد المائي.

وأمام هذا التحدي الذي يواجه السلطات العمومية أصبح لزاماً على هذه الأخيرة تعزيز مسعى الحكومة المستدامة للموارد المائية التي تتوفر عليها الولاية من خلال إدماج شامل للتكنولوجيات الحديثة في كل مراحل دورة المياه بما يكفل تصميم إستراتيجية ناجعة لاستدراك نقص الموارد المائية التي يتوفر عليها إقليم الولاية محل الدراسة والعمل على تميمتها في مرحلة أولى، وتحسين الإدارة الفعالة لهذه الأخيرة في مرحلة ثانية. ولا يتأتى ذلك إلا من خلال تطوير أدوات وآليات ذكية ومبتكرة تجسد حقيقة مفهوم المياه الذكية الذي يقوم على استعمال التكنولوجيات الحديثة لتحسين الإنتاجية وتقليص الفواقد وضمان توزيع عادل ومستدام لهذا المورد الحيوي فمع التحول الرقمي الذي يعرفه العالم بات لزاماً على السلطات العمومية الانتقال نحو إدارة رقمية متكاملة للموارد المائية تقوم على المعطيات الآتية والتحكم الذكي والتفاعل المستمر مع المواطنين.

وأمام تفاقم أزمة ندرة المياه بولايات تعاني هشاشة مائية واضحة على غرار ولاية تيارت وفي ظل التحديات المتزايدة المرتبطة بالتغيرات المناخية والنمو الديمغرافي تبرز الحاجة الملحة لإعادة النظر في أنماط إدارة الموارد المائية مما يؤدي على طرح التساؤل التالي:

فإلى أي مدى يمكن لتبني نموذج المياه الذكية أن يساهم في تحقيق أمن مائي مستدام لولاية تيارت؟ وما هي الآليات والتقنيات التي ينبغي اعتمادها لضمان فعالية هذا التحول، وكيف يمكن تعزيز الحكومة الرشيدة لضمان استدامة هذا المورد في ظل الإمكانيات المحلية المتاحة؟

ويتفرع عنها التساؤلات الجزئية التالية:

ما مدى قدرة التكنولوجيات الحديثة على تحسين مراقبة وتوزيع المياه في ولاية تيارت؟

كيف يمكن تحقيق التوازن بين تزايد الطلب على المياه وندرتها عبر حلول ذكية تتلائم مع الخصوصيات المحلية؟

فرضيات الدراسة

يساهم تبني نموذج الإدارة الذكية للمياه في تعزيز الأمن المائي المستدام بولاية تيارت من خلال تحسين إدارة الموارد المائية للولاية، عقلنة الاستغلال، ترشيد الاستهلاك وتقليل الفاقد عبر إدماج تكنولوجيات حديثة وتعزيز الحوكمة الرشيدة.

يمكن الاعتماد على الحلول الذكية أن يخفف من حدة الضغط على الموارد المائية في ظل النمو الديموغرافي والتغيرات المناخية إذا ما تم تكييفها مع خصوصيات الولاية.

أهمية الدراسة

تبرز أهمية الدراسة من خلال محاولتها عرض الحلول الذكية الرائدة بما يساهم في تصميم نموذج استشرافي لمستقل إدارة المياه في الجزائر عموما ونقل ولاية تيارت إلى مصاف الولايات الذكية في إدارة المياه بحيث تكون قادرة على التكيف مع المتغيرات المناخية والضغطات السكانية فضلا عن كونها تتضمن تشخيص لأسباب حدوث الأزمة وتأثيراتها على مختلف نواحي الحياة.

المفاهيم الأساسية

لفهم أعمق للتحديات والحلول المقترحة في مجال إدارة المياه، من الضروري تحديد المفاهيم الأساسية التي يقوم عليها هذا البحث:

- **إدارة المياه : (Water Management)** هي عملية التخطيط، التطوير، التوزيع، والاستخدام الأمثل للموارد المائية المتاحة، مع الأخذ في الاعتبار الجوانب البيئية، الاقتصادية، والاجتماعية لضمان استدامتها للأجيال القادمة. (What is water management, 2025)

- **مياه الشرب : (Drinking Water)** هي المياه التي تلبى المعايير الصحية والنوعية المحددة من قبل الهيئات الوطنية والدولية، وتكون آمنة للاستهلاك البشري المباشر دون أي مخاطر صحية. (Potable Water, 2016)

- الإدارة الذكية : (Smart Management) تشير إلى تطبيق التكنولوجيات المتقدمة، مثل إنترنت الأشياء (IoT)، والذكاء الاصطناعي (AI)، وتحليلات البيانات الضخمة، لتحسين كفاءة وفعالية العمليات، وتعزيز القدرة على اتخاذ القرارات المستنيرة في مختلف القطاعات. (What does SMART stand for in technology, 2024)

- الإدارة الذكية للمياه : (Smart Water Management) هي تطبيق التقنيات الذكية في جميع مراحل دورة المياه، من المصدر إلى المستهلك، بهدف تحسين كفاءة التوزيع، تقليل الفاقد، ترشيد الاستهلاك، مراقبة الجودة، وضمان استدامة الموارد المائية. (What is Smart Water Management, 2022)

- حوكمة استغلال المياه ومبادئها : (Water Governance and its Principles) هي الإطار السياسي، الإداري، والمؤسسي الذي يحدد كيفية إدارة الموارد المائية. تشمل مبادئها الأساسية الشفافية، المساءلة، المشاركة، الكفاءة، والعدالة في التوزيع والاستخدام، بهدف تحقيق إدارة مستدامة وشاملة للمياه. (Principles on Water Governance, 2015)

- الوقت الحقيقي : (Real-time) يشير إلى القدرة على جمع، معالجة، وتحليل البيانات فور حدوثها، مما يتيح الاستجابة السريعة للمتغيرات واتخاذ القرارات في اللحظة المناسبة، وهو أمر حيوي في مراقبة شبكات المياه واكتشاف الأعطال. (Real-Time Water Monitoring: The Key to Preventing Water Wastage, 2023)

- كفاءة الطاقة : (Energy Efficiency) تعني تحقيق أقصى قدر من الإنتاجية أو الخدمة بأقل قدر ممكن من استهلاك الطاقة. في سياق إدارة المياه، تساهم كفاءة الطاقة في تقليل التكاليف التشغيلية المرتبطة بضخ ومعالجة المياه، وتقليل البصمة الكربونية للقطاع.

1. تشخيص وضعية المياه في ولاية تيارت

1.1. تقديم مدينة تيارت

ولاية تيارت تقع في الشمال الغربي للجزائر، وتسمى بعاصمة الهضاب للغرب وتبعد عن العاصمة حوالي 290 كلم إلى الشمال الغربي، يبلغ عدد سكانها ما يقارب 1,000,755 نسمة، ومساحتها 20.673 كيلومتر مربع وتتشكل إداريا من 14 دائرة و 42 بلدية.

يحدّها جغرافيا:

- شمالا ولاية غليزان، وتيسمسيلت؛

- جنوبا ولاية الأغواط، والبيض؛

- غربا ولاية معسكر وسعيدة؛

- شرقا ولاية الجلفة والمدينة.

نظراً لموقعها الجغرافي، ولاية تيارت تشكل حلقة وصل مهمة بين عدة ولايات ومنطقة اتصال بين الجنوب والشمال وتتمتع بالفضاءات غير المتجانسة موضحة كالآتي:

- منطقة جبلية إلى الشمال

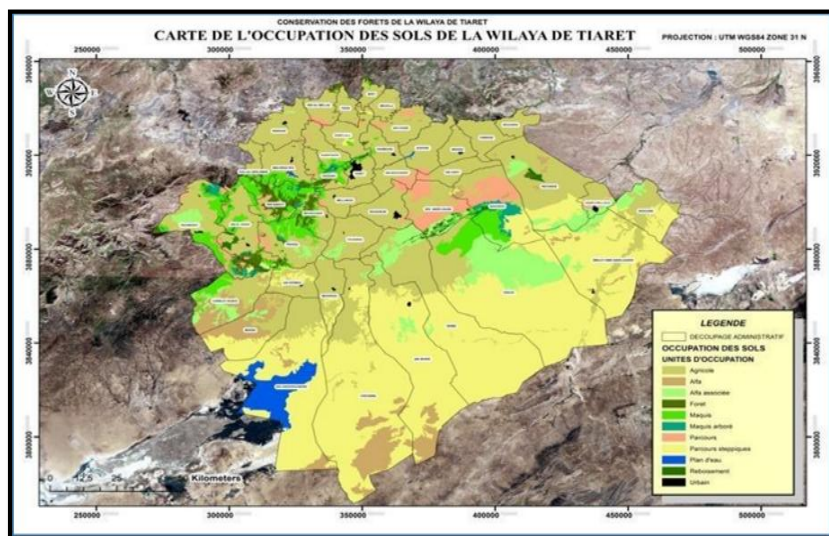
- السهول العالية في الوسط

- المساحات شبه الجافة جنوب الولاية وهذا ما يكسبها مجموعة متنوعة من المناظر الطبيعية والتضاريس.

يبلغ طول الشبكة الهيدرولوجية للولاية 1938 كيلومتر، منها 889 كم للواديان الدائمة و1049 كيلومتر للواديان المتقطعة، والواديان الرئيسيتان هي: واد الطويل، واد العبد، واد مينا، نهر واصل.

في المواسم العادية، تشهد ولاية تيارت ما بين 300 إلى 400 ملم من الأمطار سنوياً مع تقلبات موسمية في هطول الأمطار تتراوح بين 107 ملم في فصل الشتاء إلى 19 ملم في الصيف. تتراوح درجات الحرارة خلال العام 2019 بين 6.05 درجة مئوية في فصل الشتاء و27.75 درجة مئوية في فصل الصيف. (مونوغرافيا ولاية تيارت، 2022)

الشكل 01 : خريطة توزيع مختلف المسطحات لولاية تيارت



المصدر: (موناوغرافيا ولاية تيارت ، 2022)

2.1. الإمكانيات الهيدروغرافية

لقد عانت ولاية تيارت خلال صيف 2024 من أزمة حادة لمياه الشرب ، وذلك رغم توفرها على إمكانيات هيدروغرافية مهمة نذكر منها :

- المياه الجوفية: 31000 م³
- المياه السطحية: 11000 م³
- عدد السدود: مشروع الصفا، دحموني، بوقارة، بقدرة إجمالية 100.000.000 م³
- استغلال السدود: 01 للشرب، و 02 للري.
- قدرات السدود المستغلة: 90.000.000 م³
- معدل طمي السدود: 05 %
- عدد السدود التلية: 09 بقدرة إجمالية 120.000 م³

- عدد الآبار: 235
- تدفق الآبار: 320.000 م³
- عدد خزانات الماء: 114 بسعة في مركز المدينة تقدر ب: 106.730 م³
- عدد أبراج المياه في مركز المدينة: 41 بسعة 12.450 م³
- عدد المنابع: 09
- عدد منشآت التخزين الثانوية: 213 بسعة تخزين إجمالية 153.100 م³
- معدل الربط (%): 98
- طول شبكة المياه الصالحة للشرب: 1536 كلم.
- معدل الاستهلاك المياه: 150 لتر / ساعة.
- طول شبكة الصرف الصحي: 1515 كلم
- معدل الربط: 96 %
- عدد محطات التصفية: 01
- سعة تصفية المحطات: 390 م³
- نسبة تصفية المياه القذرة: 30 %

2. تحليل الوضع

إن الأزمة المائية الحادة التي واجهتها ولاية تيارت خلال صيف 2024 لم تكن وليدة اللحظة أو نتيجة لعامل منفرد، بل هي تجسيد لتراكمات وإخفاقات متعددة المستويات، فاقمتها التحديات المناخية المتزايدة. يكشف هذا التحليل عن شبكة معقدة من العوامل المتداخلة التي أدت إلى قصور حاد في نظام تسيير مياه الشرب بالولاية.

1.2. تحديات في التخطيط الاستراتيجي والاستباقي

يكشف تحليل الأزمة عن تحديات في التخطيط الاستراتيجي والاستباقي لدى القائمين على تسيير قطاع المياه في ولاية تيارت. فعلى الرغم من المؤشرات العالمية والمحلية المتزايدة حول التغيرات المناخية وتأثيراتها المحتملة على الموارد المائية، مثل تقارير الهيئة الحكومية الدولية المعنية بتغير المناخ (IPCC, 2022) ودراسات وطنية حول تأثير التغير المناخي على الموارد المائية في الجزائر (Benhamiche et al., 2014)، لم يتم وضع خطط استباقية كافية لتأمين مصادر مياه بديلة أو لتعزيز قدرة البنية التحتية القائمة على مواجهة فترات جفاف طويلة أو طلب متزايد.

إن الاعتماد شبه الكلي على المصادر التقليدية، وتحديدًا سد بخدة الذي تدهورت نسبة امتلائه بشكل خطير لتصل إلى 1.5% (El Watan, 2022)، دون تطوير بدائل حقيقية ومستدامة، يعكس تحديات في التخطيط طويل الأجل. كما يظهر عدم المتابعة الدقيقة لتطور معدلات استهلاك المياه في الولاية، ففي عام 2024، بلغت الحاجة اليومية للمياه 236,000 متر مكعب، بينما لم يتجاوز الإنتاج اليومي 136,000 متر مكعب (Algérie-Eco, 2024)، مما خلق عجزاً هيكلياً. هذا العجز لم يتم التعامل معه بإجراءات استباقية فعالة لتقليل الفجوة بين العرض والطلب المتزايد، كما يتضح من غياب دراسات توعية للطلب على المياه أو خطط إدارة الطلب الموثقة للولاية.

في جوان 2024، اندلعت احتجاجات واسعة في تيارت بسبب نقص حاد في المياه، مما يعكس تحديات التخطيط الاستباقي لمواجهة الأزمات. (Africanews, 2024) ورداً على هذه الأزمة، أعلنت الحكومة عن إجراءات طارئة، منها تخصيص 27 مليار دينار جزائري لمشروع عاجلة في المناطق المتضررة من نقص المياه، بالإضافة إلى تزويد تيارت بالمياه من حوض شط الشرفي. (Algérie-Eco, 2024) كجزء من استراتيجية طويلة الأمد، تخطط الجزائر لزيادة إنتاج المياه المحلاة إلى 3.7 مليون متر مكعب يومياً بحلول نهاية 2024، لتلبية 42% من احتياجات السكان. (Reuters, 2024) كما خصصت الحكومة حوالي 5.4 مليار دولار لتوسيع قدرة التحلية، بهدف معالجة ندرة المياه وتعزيز الأمن المائي على المدى الطويل (Energy Capital & Power, 2025).

2.2. تحديات في آليات الرقابة والحوكمة في استغلال الموارد المائية

تُعد تحديات الرقابة والحوكمة من العوامل التي ساهمت في تفاقم أزمة المياه. يتجلى ذلك في التحديات التي تواجه تفعيل آلية شرطة المياه، التي أنشئت بموجب القانون رقم 05-12 لحماية الموارد المائية وضمان

استغلالها المستدام. ومع ذلك، يواجه هذا الجهاز تحديات متعددة تحد من فعاليته، مما قد يؤدي إلى ممارسات غير منظمة في استغلال الموارد المائية (هارون. ن، 2024)

إن الاستعمال غير المرخص لمياه الآبار لأغراض السقي الفلاحي، خاصة في منطقة فلاحية بامتياز كتيارت، قد ساهم في استنزاف المخزون الجوفي المخصص أساساً لتلبية احتياجات الشرب. تشير الدراسات إلى أن استغلال المياه الجوفية في الجزائر للسقي الفلاحي يمثل نسبة كبيرة من الاستخدام الكلي للمياه، مما يساهم في استنزاف الموارد المائية (نيني. ف، 2017). كما تظهر تحديات في الالتزام بمعايير حفر الآبار، من خلال تجاوز العمق المسموح به (80 متراً) وحجم التدفق المحدد (3 لتر/ثانية) ليصل في بعض الحالات إلى أكثر من 10 لتر/ثانية للمياه الجوفية. هذه التجاوزات، في ظل تحديات الرقابة، أدت إلى إجهاد الطبقات المائية الجوفية وساهمت في تدهورها الكمي والنوعي (هارون. ن، 2024). يمكن تفسير هذه التحديات من خلال مفهوم "مأساة المشاعات" لهاردن (Hardin, 1968)، الذي يوضح كيف يؤدي الاستخدام غير المنظم للموارد المشتركة إلى استنزافها.

3.2. حالة البنية التحتية وتحديات الصيانة

تعاني شبكة توزيع المياه في ولاية تيارت من درجة متقدمة من الاهتراء، خاصة الأنابيب الفولاذية ذات الأقطار الكبيرة (400-1000 مم)، مما أدى إلى كثرة التسربات المائية. تشير تقارير إلى أن نسبة كبيرة من الشبكة بحاجة ماسة إلى إعادة تأهيل، حيث يُقدَّر أن 26% من الشبكة تتطلب تدخلاً عاجلاً (ERREZEL, Y., 2021). هذه التسربات لا تمثل فقط هدراً كبيراً لمورد نادر وثمين، بل تزيد أيضاً من تكاليف التشغيل وتقلل من كفاءة الشبكة ككل.

إن غياب مخطط صيانة دوري وفعال للسدود ولشبكة التوزيع برمتها فاقم من هذه المشكلة. الصيانة لم تعد ترفاً، بل ضرورة ملحة لضمان استمرارية الخدمة وتقليل الفاقد من المياه (Demmak, 2015). يضاف إلى ذلك اهتراء معدات ضخ مياه الشرب، مما يؤثر سلباً على استمرارية التزويد ويؤدي إلى انقطاعات متكررة، حتى قبل وصول الأزمة إلى ذروتها.

كما أن النقص المسجل في عدد محطات تصفية مياه الصرف الصحي يحرم الولاية من مصدر مياه غير تقليدي هام كان يمكن أن يخفف الضغط على موارد المياه العذبة، خاصة في الاستخدامات الفلاحية أو الصناعية. تشير الدراسات إلى أن حوالي 6% فقط من المياه المعالجة تعاد استخدامها في الجزائر، مما يُظهر إمكانيات غير مستغلة في هذا المجال (ERREZEL, Y., 2021).

4.2. تحديات في تطبيق مبادئ الاستدامة والعدالة في السياسات المائية المحلية

تُبرز هذه الأزمة تحديات في تطبيق مبادئ الاستدامة في استغلال المياه الجوفية. فالاستنزاف الحالي، الناتج عن الاستخدام الزراعي غير المنظم والتحديات في التخطيط المتكامل للموارد المائية، يهدد استدامة هذه الموارد للأجيال القادمة. هذا الوضع يتعارض مع الهدف السادس من أهداف التنمية المستدامة للأمم المتحدة، الذي يدعو إلى ضمان توفر المياه وخدمات الصرف الصحي للجميع وإدارتها إدارة مستدامة (UN-Water, 2023). كما تظهر تحديات في السياسات المائية المحلية في الموازنة بين احتياجات التنمية الاقتصادية، خاصة الفلاحة، وضرورة الحفاظ على رأس المال المائي. وعلى صعيد آخر، يتجلى التفاوت في الاستفادة من مرفق المياه بين مختلف أحياء وبلديات الولاية. تشير الإحصائيات الخاصة بشهر أوت 2024 إلى أن 62% من السكان لا يستفيدون من المياه لفترات تفوق ثلاثة أيام، بينما يستفيد 11% فقط بشكل يومي. بل إن تسعة أحياء في مقر الولاية شهدت انقطاعاً تاماً للمياه لمدة تزيد عن 15 يوماً¹. هذا التوزيع غير المتكافئ لا يفاقم فقط معاناة المواطنين، بل قد يولد أيضاً شعوراً بالإحباط والتمهيش، وله تداعيات اجتماعية واقتصادية محتملة.

كما أن عدم وجود قناة لتزويد الولاية بمياه البحر المحلاة من المدن الساحلية القريبة، رغم كونها خياراً استراتيجياً للعديد من المناطق التي تواجه ندرة المياه، يطرح تساؤلات حول مدى جدية البحث عن حلول جذرية ومستدامة لأزمة المياه في المنطقة، حيث تشير الدراسات إلى أن الجزائر تهدف إلى زيادة الاعتماد على تحلية مياه البحر لتلبية 60% من احتياجاتها من المياه بحلول عام 2030 (Boukhari, 2023).

وكخلاصة يمكن القول أن أزمة المياه في ولاية تيارت هي أزمة مركبة تتداخل فيها العوامل المناخية الحادة مع تحديات بنوية في التخطيط والتسيير والرقابة والصيانة. لقد كشفت الظروف المناخية الصعبة عن هشاشة نظام إدارة المياه القائم وأظهرت الحاجة الملحة إلى تغيير جذري في المقاربات المتبعة. لم يعد من المقبول التعامل مع إدارة المياه بمنطق رد الفعل تجاه الأزمات، بل لا بد من الانتقال إلى نموذج استباقي يركز على التخطيط طويل المدى، والحوكمة الرشيدة، والاستثمار الذكي في البنية التحتية والتكنولوجيا، وتطبيق صارم لمبادئ الاستدامة والعدالة في توزيع هذا المورد الحيوي الذي لا يمكن للحياة أن تستمر بدونه.

1 - إحصائيات مديرية الموارد المائية لولاية تيارت، 2024.

تبرز مبادئ الحوكمة الجيدة في قطاع المياه، كما حددتها منظمة التعاون والتنمية الاقتصادية (OECD)، أهمية الفعالية، والكفاءة، والشفافية، والمساءلة، والشمولية في إدارة الموارد المائية. تتضمن هذه المبادئ 12 مبدأ موزعة على ثلاثة أبعاد رئيسية: الفعالية، والكفاءة، والثقة والمشاركة. تهدف هذه المبادئ إلى توجيه صانعي السياسات نحو تطوير وتنفيذ سياسات مائية فعالة، وكفؤة، وشاملة بالتعاون مع مختلف أصحاب المصلحة.

إن استمرار الوضع الراهن دون تدخلات عميقة وشجاعة سيؤدي حتماً إلى تفاقم الأزمة وتكرارها، مع ما لذلك من تداعيات وخيمة على الاستقرار الاجتماعي والتنمية الاقتصادية في الولاية.

3. الحلول الذكية المقترحة لإدارة المياه على مستوى ولاية تيارت

تتنوع الحلول الذكية المقترحة لإدارة المياه بين تلك التي يمكن لولاية تيارت تبنيها مباشرة ضمن إمكانياتها الذاتية ومواردها المتاحة، وتلك التي تندرج ضمن الاستراتيجية الوطنية للرقمنة وإدارة المياه، والتي تتطلب قرارات مركزية ودعماً وطنياً. من الضروري تقييم الموارد المالية والبشرية والتنظيمية المتاحة في الولاية لضمان جدوى تطبيق هذه الحلول ونجاحها على المدى الطويل. يجب أن تركز الولاية على الحلول التي تقع ضمن نطاق صلاحياتها وقدراتها التنفيذية المباشرة، مع التنسيق المستمر مع الجهات المركزية للحلول الأوسع نطاقاً.

فالهدف من هذه الحلول هو تحسين وضعية الخدمة العمومية للمياه خاصة في ظل الظروف الاستثنائية المتمثلة في موجة الجفاف التي تعيشها الولاية، لهذا يجب على مصالح الولاية تدارك العجز المسجل في هذا القطاع الحساس من خلال التركيز على التطبيقات التالية:

• المراقبة في الوقت الحقيقي (Real-time Monitoring) :

لتطبيق هذا الحل يجب:

- توفير البيانات في الوقت الحقيقي: تركيب أجهزة استشعار في شبكات الرصد الآلي، بما فيها قراءة العدادات عن بعد، لتوفير بيانات فورية عن مستويات المياه، الضغط، ودرجة الحرارة.
- كشف التسربات: تركيب أجهزة كشف التسرب في الشبكة لتحديد مواقع التسربات بدقة وسرعة، مما يقلل من الفاقد المائي ويحسن كفاءة التوزيع.

- مراقبة جودة المياه: من خلال مجسات تقيس التعكر، الأكسدة، ودرجة الحرارة في جميع نقاط الاستخدام، لضمان مطابقة المياه لمعايير الشرب.

• العدادات الذكية: (Smart Meters)

- تفعيل العدادات الذكية التي تسمح بالرصد الدقيق لاستهلاك المياه في الوقت الحقيقي، مما يساعد في ترشيد الاستهلاك، اكتشاف التسربات الداخلية لدى المستهلكين، وتطبيق تسعيرة ذكية تعكس أوقات الذروة أو تكلفة الاستهلاك.

- نظم المعلومات الجغرافية (GIS) وإدارة الأصول: يستخدم نظم المعلومات الجغرافية لرسم خرائط دقيقة لشبكة المياه، وتحديد الموارد المسجلة، وتقييم حالة الأنابيب، والتنبيه بالمخاطر. هذا النظام يساعد في إدارة مكونات الشبكة بفعالية وتسهيل عمليات الصيانة والإصلاح.

- الربط والتحكم الآلي: تعميم استخدام أنظمة الاتصالات وتقنية المعلومات للربط بين مكونات شبكة المياه، بما في ذلك الصمامات التي تعمل عن بعد، لتحسين كفاءة التوزيع والتحكم في تدفق المياه بناءً على الطلب الفعلي.

- تحليلات البيانات الضخمة والذكاء الاصطناعي: استخدام (AI) لتحليل البيانات الضخمة المجمعة من أجهزة الاستشعار والعدادات الذكية، مما يمكن من التنبؤ بالطلب على المياه، تحديد أنماط الاستهلاك، واكتشاف الشذوذات التي قد تشير إلى مشاكل في الشبكة.

• رفع كفاءة الطاقة:

وتشمل الحلول التالية:

- أنظمة ذكية لتوزيع المياه وفقا للطلب؛

- تركيب الصمامات التي تعمل عن بعد؛

- رصد استرداد الحرارة في مياه الصرف الصحي ومراقبتها؛

- تفعيل التسعير الذكي بناءً على التعريفات المتغيرة حسب أوقات الذروة أو تكلفة الإنتاج.

والجدول الموالي يبين تكنولوجيا المعلومات والاتصالات اللازمة والمكملة لبعضها البعض من أجل الإدارة الذكية للمياه:

جدول 01: تكنولوجيا المعلومات والاتصالات المتكاملة في الإدارة الذكية للمياه:

التطبيق	الأنظمة والتقنيات المستخدمة
1. رسم خرائط الموارد المائية والتنبؤ بأحوال الطقس	• الاستشعار عن بُعد عبر الأقمار الصناعية والطائرات بدون طيار • أنظمة الاستشعار الأرضية في المواقع • نظم المعلومات الجغرافية (GIS) • شبكات أجهزة الاستشعار وإنترنت الأشياء (IoT)
2. إدارة أصول شبكات توزيع المياه	• تحديد الموارد المسجلة ووضع العلامات الإلكترونية (RFID/QR) • الأنابيب الذكية (Smart Pipes) • أنظمة إصلاح الأعطال الفورية (Real-time Fault Detection)
3. إقامة أنظمة الإنذار المبكر وتلبية طلب المياه في المدن	• جمع مياه الأمطار والعواصف (Stormwater Harvesting) • إدارة الفيضانات (Flood Management) • إنترنت الأشياء (IoT) • التحديد الذكي للقراءات والاتصال الآلي بين الأجهزة (M2M) • أنظمة معالجة المعارف (Knowledge Management Systems)
4. الريّ في الوقت المطلوب للزراعة وإنشاء المناظر الخضراء	• نظم المعلومات الجغرافية (GIS) • شبكات أجهزة الاستشعار وإنترنت الأشياء (IoT) • الزراعة الدقيقة (Precision Agriculture)

5. التحكم في التلوث وجودة المياه (الفوتومتر الطيفي)	Agriculture) •الاتصال من آلة إلى آلة (M2M) Communication)
6. أنظمة دعم اتخاذ القرار	•أجهزة استشعار الألياف البصرية-Fiber optic Sensors) •الاستشعار الكهركيماوي (Electrochemical Sensing) •أنظمة معالجة المعارف (Knowledge Management Systems) •أجهزة استشعار الموجات الكهرومغناطيسية (EM Wave Sensors)
	•أدوات ذكاء الأعمال (Business Intelligence Tools) •الذكاء الاصطناعي (AI) •تحليلات البيانات الضخمة (Big Data Analytics) •النماذج الهيدرولوجية (Hydrological Modeling)

المصدر: زالي سامية، عمروش شريف، " دور المدن الذكية بيئيا في تحقيق التنمية المستدامة"، مجلة الادارة والتنمية للبحوث والدراسات، المجلد 08، العدد 01، جامعة البليدة 2 على لونيبي، البليدة-الجزائر، 2019، ص.11.

الخلاصة

في الختام، تؤكد هذه الدراسة أن ولاية تيارت تواجه تحدياً مائياً معقداً، ناتجاً عن تضافر التغيرات المناخية وتحديات الإدارة القائمة، بما في ذلك القصور في التخطيط، والحوكمة، وتدهور البنية التحتية.

لقد أظهرت الأزمة الحالية أن الاعتماد على الحلول الظرفية لم يعد كافياً، وأن هناك حاجة ماسة لتبني مقاربات شاملة ومستدامة.

تُبرز الدراسة أن الإدارة الذكية للمياه، القائمة على توظيف تقنيات الاستشعار، والذكاء الاصطناعي، والربط الشبكي، تمثل خياراً استراتيجياً حيوياً لتعزيز الأمن المائي، وتحقيق العدالة في التوزيع، وضمان التنمية المستدامة في الولاية.

إن تطبيق هذه الحلول يتطلب جهداً متكاملًا يجمع بين الإرادة السياسية، وتوفير الموارد، والتنسيق الفعال بين مختلف الجهات.

بناءً على التحليل المقدم، تُقترح التوصيات التالية لتعزيز إدارة المياه في ولاية تيارت:

- **تعزيز الحوكمة التشاركية** : إنشاء هيئة ولائية مستقلة لحوكمة المياه تعتمد على مبادئ الشفافية والمساءلة، وتضم مختلف الفاعلين المحليين لضمان التسيير التشاركي الفعال.

- **توسيع مصادر المياه غير التقليدية** : المضي قدماً في توسيع مشاريع تحلية المياه وربطها بالولايات المجاورة، بما يتماشى مع الاستراتيجية الوطنية لتقليل الاعتماد على المصادر التقليدية.

- **رقمنة شبكة المياه وتطبيق الحلول الذكية المحلية** : اعتماد العدادات الذكية، ونظم الإنذار المبكر، وتفعيل أنظمة التنبؤ باستخدام الذكاء الاصطناعي (AI) وبيانات الاستشعار عن بعد، مع التركيز على التطبيقات التي يمكن للولاية تنفيذها مباشرة مثل رصد التسربات ومراقبة الجودة في الوقت الحقيقي.

- **تفعيل إعادة استخدام المياه المعالجة** : تعزيز استخدام المياه المستعملة المعالجة في النشاطات الزراعية والصناعية عبر تحديث وتوسيع محطات التصفية، نظراً لتدني نسبة إعادة الاستخدام الحالية (6% فقط).

- **حماية الموارد الجوفية** : سن وتطبيق إجراءات صارمة لحماية الموارد الجوفية عبر تفعيل شرطة المياه بشكل فعلي، ومراقبة أعماق وضغوط الآبار الزراعية وفق القانون 05-12.

- **التوعية المجتمعية والترشيد** : إطلاق حملات توعية مجتمعية مكثفة لتحفيز سلوكيات الاستهلاك المستدام للمياه، خاصة في فترات الجفاف، والتركيز على توعية المزارعين بأهمية ترشيد مياه الري.

إن تبني هذه المقترحات بشكل فعال سيمكن ولاية تيارت من تجاوز التحديات المائية الراهنة، وبناء مستقبل مائي أكثر استدامة ومرونة للأجيال القادمة.

المراجع البيблиوغرافية

- نيني فارس. الموارد المائية والسقي الزراعي في الجزائر - دراسة حالة ولاية قسنطينة. مجلة العلوم والتكنولوجيا وعلوم الأرض، جامعة قسنطينة، المجلد 0، العدد 45، 2017، ص. 41-48.
- هارون نورة. دور شرطة المياه في حماية الموارد المائية: الأطر القانونية وتحديات التطبيق. مجلة الدراسات حول فعالية القاعدة القانونية، جامعة بجاية، المجلد 07، العدد 02، 2024، ص. 78-91.
- وزارة الداخلية. (2022). مونوغرافيا الولايات : مونوغرافيا ولاية تيارت (إمكانيات التنمية) . تم الرجوع اليه عبر الرابط:

https://interieur.gov.dz/Monographie/ar/article_detail.php?lien=517&wilaya=14

"العربية. نت. "مقال حول ما هيه آلية تلقيح السحب والاستمطار؟"، عبر الموقع التالي:
<https://www.alarabiya.net> consulte le : 04/10/2024, 23:30.

- زالي سامية. عمروش شريف، " دور المدن الذكية بيئيا في تحقيق التنمية المستدامة ". مجلة الادارة والتنمية للبحوث والدراسات، المجلد 08، العدد 01، جامعة البليدة - 2 - على لوئيسي، البليدة-الجزائر، 2019.

- Africanews. (2024, June 12). Riots erupt in drought-stricken Central Algeria over water shortages. <https://www.africanews.com/2024/06/12/riots-erupt-in-drought-stricken-central-algeria-over-water-shortages/>

- Algerie-Eco. (2024, June 19). Crise de l'eau à Tiaret : le wali fait le point sur la situation. <https://www.algerie-eco.com/2024/06/19/crise-de-leau-a-tiaret-le-wali-fait-le-point-sur-la-situation/>

- Errezel, Y. A., Abdelbaki, C., Rouissat, B., Boumaaza, T., & Khaldoun, M. (2023). Decision support system for the management of water distribution networks a case study of tourville, algeria. *Larhyss Journal*, 20(2), 93-110. (2021).

- Benhamiche, N., Madani, K., & Laignel, B. Impact of Climate Changes on Water Resources in Algeria. In *Climate Change and the Sustainable Use of Water Resources* (pp. 193–205). Springer. (2014).

- Bessaoud, O. *How does unequal access to groundwater contribute to marginalization of small farmers? The case of public lands in Algeria.* (2008).

- Boukhari, M. Seawater Desalination in Algeria: A Comprehensive Assessment of its Sustainability and Economic Viability. *Algerian Scientific Journal Platform.* (2023).

- Demmak, A. *Algeria State of the Water Reporting, Monitoring and Evaluation Operational Framework and Guidelines.* الجزائر: Ministry of Water Resources & CEDARE. (2015).

- El Watan. (2022, August 1). *Tiaret : Le défi de l'accès à l'eau.* Retrieved from <https://elwatan-dz.com/tiaret-le-defi-de-lacces-a-leau>

- Energy Capital & Power. (2025, February 5). *Algeria Commits \$5.4B to Desalination for Long-Term Water Security.*

<https://energycapitalpower.com/algeria-commits-5-4b-to-desalination-for-long-term-water-security/>

- Hardin, G. (1968). The Tragedy of the Commons. *Science*, 162(3859), 1243–1248. <https://doi.org/10.1126/science.162.3859.1243>

- IPCC. (2022). *Climate Change 2022: Impacts, Adaptation and Vulnerability.* Chapter 4: Water. <https://www.ipcc.ch/report/ar6/wg2/chapter/chapter-4/>

- Organisation for Economic Co-operation and Development (OECD). (2015). *OECD Principles on Water Governance.* <https://www.oecd.org/en/topics/sub-issues/water-governance/the-oecd-principles-on-water-governance-and-implementation-strategy.html>

- Reuters. (2024, May 15). *Algeria to produce 3.7 million cubic meters of desalinated water per day by end of 2024.* <https://www.reuters.com/business/environment/algeria-produce-37-million-cubic-meters-desalinated-water-per-day-by-end-2024-2024-05-15/>

- UN-Water. (2023). *Blueprint for Acceleration: Sustainable Development Goal 6 Synthesis Report on Water and Sanitation* 2023.
https://www.unwater.org/sites/default/files/2023-08/UN-Water_SDG6_SynthesisReport_2023.pdf