الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية

وزارة التعليم العالي والبحث العلمي

جامعة وهران 2 – محمد بن أحمد

كلية علوم الأرض، الجغرافيا وتهيئة الإقليم

قسم الجغرافيا و تهيئة الإقليم

الشعبة : الجغرافيا و تهيئة الإقليم

التخصص : جيوماتيك

مذكرة : للحصول على شهادة الماستر في الجيوماتيك

تشخيص شبكة توزيع المياه الصالحة للشرب بواسطة نظم المعلومات الجغرافية لمدينة مستغانم

- **من إعداد:**

طراري بن سعيدة

سي احمد يحيى

تحت اشراف :

د. بلال سيد احمد

أعضاء لجنة المناقشة :

حداید محمد	استاذ	جامعة وهران 2	رئيس لجنة
بلال سيد احمد	استاذ	جامعة وهران 2	مشرفا
بلماحي محمد نذير	استاذ محاضر أ	جامعة وهران 2	مناقشا

السنة الجامعية: **2024-2025**

شكر و تقدير

أولاً، الحمد لله الذي منحني القوة والصبر لإنجاز هذا العمل بنجاح

كما أخص بالشكر مشرفي السيد بلال سيد احمد على توجيهاته ونصائحه، ومساعدته القيمة طيلة فترة الإشراف.

كما أشكر أعضاء لجنة المناقشة على شرف قبولهم تقييم هذا العمل ومشاركتهم في جلسة المناقشة.

وأختم شكري للأشخاص الأعز على قلبي، عائلتي، وخاصة والديّ، الذين كان لدعمهم اللامشروط الدور الكبير في تجاوز الصعوبات ولحظات الشك التي صاحبت هذه التجربة.

فليجدوا في هذا العمل ثمرة لجهودهم، وتعبيراً عن أسمى مشاعر الامتنان والعرفان

اهداء

اهدي هذا العمل المتواضع

الى الانسان الذي علمني كيف يكون الصبر

طريقا للنجاح... السند والقوة...والدي اطال الله في عمره

الى من رضاها غايتي وطموحي...فأعطتني الكثير

ولم تنتظر الشكر...صاحبة البصمة الصادقة

في حياتي...والدتي الحبيبة اطال الله في عمرها

الى رفقاء البيت الطاهر...اشقائي وشقيقاتي

الى من كان ولازال سندا لي في هذه الحياة أصدقائي المقربين

الى ركيزة العائلة جدي وجدتي اطال الله في عمرهما

الى كل عائلتي القريب والبعيد، كل باسمه شكرا لكم.

يحيى

الإهداء...

بفضل الله تعالى تمكنا من إنجاز هذا العمل، والذي أهديه:

إلى والديّ العزيزين اللذين لطالما وثقا بي.

إلى إخوتي الأعزاء.

إلى أصدقائي الأوفياء.

سعيد

الملخص

نظرًا لزيادة عدد السكان في المدن الكبرى بالجزائر، يواجه المسؤولون في قطاع توزيع المياه العديد من المشاكل مثل انقطاع المياه، التسربات، وصعوبة الصيانة. ويعود ذلك إلى أن الشبكة لا تُشخص بشكل دقيق. لمواجهة هذه المشاكل، تم اقتراح استخدام نظم المعلومات الجغرافية، التي تساعد الفنيين والمسؤولين على تشخيص الشبكة بشكل أفضل واتخاذ القرارات المناسبة. في هذه الدراسة، قمنا بدراسة شبكة المياه الصالحة للشرب في مدينة مستغانم باستخدام نظم المعلومات الجغرافية، وتحديد المخاطر المحتملة التي قد تؤثر على الشبكة. الهدف هو إيجاد حلول لتحسين توزيع المياه وضمان استمراريته في المدينة.
الكلمات المفتاحية: التشخيص، التسربات، شبكة المياه الصالحة للشرب، نظم المعلومات الجغرافية.

Résumé

En raison de l'augmentation de la population dans les grandes villes d'Algérie, les responsables du secteur de la distribution d'eau rencontrent de nombreuses difficultés telles que les coupures d'eau, les fuites et la difficulté d'entretien. Cela est dû au fait que le réseau n'est pas diagnostiqué de manière précise. Pour faire face à ces problèmes, il a été proposé d'utiliser les systèmes d'information géographique (SIG), qui aident les techniciens et les responsables à mieux diagnostiquer le réseau et à prendre des décisions appropriées. Dans cette étude, nous avons étudié le réseau d'eau potable de la ville de Mostaganem en utilisant les SIG, afin d'identifier les risques potentiels pouvant affecter le réseau. L'objectif est de trouver des solutions pour améliorer la distribution de l'eau et garantir sa continuité dans la ville.
Mots-clés : diagnostic, fuites, réseau d'eau potable, systèmes d'information géographique .

Abstract

Due to the increasing population in major cities in Algeria, officials in the water distribution sector face many problems such as water cuts, leakages, and maintenance difficulties. This is mainly because the network is not accurately diagnosed. To address these issues, the use of Geographic Information Systems (GIS) has been proposed, as it helps technicians and decision-makers to better diagnose the network and make appropriate decisions. In this study, we examined the potable water network in the city of Mostaganem using GIS and identified potential risks that could affect the network. The goal is to find solutions to improve water distribution and ensure its continuity in the city.

Keywords: Diagnosis, Leakages, Potable Water Network, Geographic Information Systems.

المقدمة العامة :

يُعدّ الماء من أهم الموارد الطبيعية التي لا يمكن الاستغناء عنها في استمرارية الحياة على سطح الأرض ، ويبرز ذلك في قول الله تعالى : ﴿ **وَجَعَلْنَا مِنَ الْمَاءِ كُلَّ شَيْءٍ حَيٍّ** ﴾ [الأنبياء: 30] . فرغم أنّ المياه تُغطّي نسبة كبيرة من سطح الكوكب ، إلا أنّ المياه العذبة لا تشكّل سوى 2.5% من إجمالي الموارد المائية ، وهي موزعة بين الأنهار الجليدية ، والمياه الجوفية، والبحيرات والأنهار، بينما لا تتجاوز نسبة المياه الصالحة للشرب 1% من تلك الكمية، مما يجعلها مورداً نادراً واستراتيجياً.

تواجه الجزائر، كغيرها من دول الحوض المتوسطي، تحديات كبيرة تتعلق بندرة المياه، وذلك بفعل عوامل مناخية طبيعية (الجاف وشبه الجاف) وأخرى بشرية (النمو الديموغرافي، التوسع العمراني، ونقص كفاءة الشبكات) . وقد عمدت الدولة إلى تنويع مصادر التزود بالمياه عبر السدود، والمياه الجوفية، ومحطات تحلية مياه البحر، خاصة في المناطق الساحلية، إلا أن بعض المناطق لا تزال تعاني من اضطرابات في التوزيع، ونقص في الكميات، خصوصًا خلال فصل الصيف.

يُقدّر المتوسط السنوي للموارد المائية في الجزائر بـ 13.4 مليار متر مكعب، منها 4.7 مليار متر مكعب تُخزن في السدود، و6.8 مليار متر مكعب من المياه الجوفية. ويُقدّر إجمالي الموارد المائية القابلة للتعبئة بحوالي 11.5 مليار متر مكعب سنويًا، موزعة كما يلي :

المياه السطحية (السدود): 4.7 مليار م³

المياه الجوفية: 1.8 مليار م³ في الشمال و5 مليار م³ في الجنوب

وتضع هذه الأرقام الجزائر تحت عتبة الندرة المائية، المحددة عالميًا بـ 1000 م³/سنة/للفرد، حيث لا تتعدى حصة الفرد حاليًا 383 م³ سنويًا، مع توقّعات بانخفاضها إلى 261 م³ فقط في السنوات المقبلة.

ورغم بلوغ نسبة الربط بشبكات المياه 93% على المستوى الوطني، إلا أن التحديات الرئيسية لا تتعلق بالتغطية فقط، بل تمتد إلى جودة الخدمة، وانتظام التوزيع، والفاقد المائي الناتج عن التسربات والتهالك الهيكلي للشبكات، والذي قد يصل إلى 50% في بعض المناطق.

في هذا السياق، تُعدّ مدينة مستغانم نموذجًا معبّرًا عن هذه التحديات، فهي مدينة ساحلية تعرف نمواً سكانياً وعمرانياً متسارعاً، وتعتمد على موارد متنوعة أهمها تحلية مياه البحر. ورغم ذلك، تعاني من اضطرابات متكررة في توزيع مياه الشرب، خصوصًا في بعض الأحياء القديمة مثل **حي تيجديت**، الذي يتميز بكثافة عمرانية عالية وشبكة قديمة تعاني من التسربات وضعف الضغط.

أمام هذه التحديات، تنبع أهمية هذه الدراسة في تشخيص واقع شبكة توزيع المياه بمدينة مستغانم، مع التركيز على حي تيجديت كنموذج، اعتمادًا على أدوات التحليل الجغرافي ونظم المعلومات الجغرافية (SIG) ، وذلك للإجابة على الإشكاليات التالية:

إشكالية البحث

تُعدّ مسألة تأمين المياه الصالحة للشرب إحدى القضايا الحيوية التي تواجه المجتمعات الحضرية المعاصرة، خاصة في ظل التغيرات المناخية والنمو السكاني المتزايد والتوسع العمراني السريع. وفي هذا السياق، تعاني العديد من المدن الجزائرية، ومنها مدينة مستغانم، من اختلالات واضحة في أداء شبكات توزيع المياه، تظهر من خلال التسربات المتكررة، وانخفاض الضغط، وضعف الصيانة، وعدم انتظام التوزيع، وهي عوامل تؤدي مجتمعة إلى فقدان جزء معتبر من المورد الحيوي، مما يؤثر سلبًا على الحياة اليومية للسكان، وعلى التنمية الاقتصادية والاجتماعية للمدينة.

رغم الجهود المبذولة من طرف الدولة لتحسين البنية التحتية وتوسيع التغطية بشبكات المياه، فإن التحدي الأكبر يبقى مرتبطًا بفعالية هذه الشبكات في تلبية الطلب المتزايد بشكل مستدام. ويتطلب هذا التحدي فهماً دقيقًا للوضع القائم، وتحليلاً علميًا للمشاكل التي تعاني منها الشبكة، واستغلالًا فعالاً للتقنيات الحديثة مثل نظم المعلومات الجغرافية (SIG) التي توفر أدوات قوية لتحليل التوزيع المكاني، وتشخيص النقاط السوداء، وتقديم حلول مبنية على البيانات.

ويزداد هذا التحدي حدة في الأحياء القديمة ذات الشبكات المهترئة، مثل حي تيجديت بمدينة مستغانم، الذي يعاني من كثافة عمرانية واهتراء في شبكة المياه، ما يفرض ضرورة القيام بتشخيص دقيق لوضع الشبكة في هذا الحي، كخطوة أساسية نحو تحسين أدائها وتقليل الفاقد وضمان التوزيع العادل.

انطلاقًا من هذا الواقع، تطرح هذه الدراسة الإشكالية المركزية التالية:

السؤال الرئيسي:

كيف يمكن تحسين كفاءة شبكة توزيع المياه الصالحة للشرب في مدينة مستغانم عبر تشخيص المشكلات الأساسية (التسربات، الفاقد المائي، ضعف الصيانة، عدم انتظام التوزيع) ؟

الأسئلة الفرعية:

1. كيف يتم تسيير وتوزيع الموارد المائية في ولاية مستغانم من حيث المصادر وآليات الإدارة ؟

(SIG) في تشخيص شبكة توزيع المياه بحي تيجديت وتحديد المناطق الأكثر تضررًا؟

2. كيف يمكن توظيف نظم المعلومات الجغرافية

3. ما هي التوصيات التقنية والتنظيمية الممكنة لتحسين أداء شبكة المياه في مستغانم وضمان استدامتها ؟

اهداف البحث :

يهدف هذا البحث بشكل رئيسي إلى تشخيص الوضع الحالي لشبكة توزيع المياه الصالحة للشرب في مدينة مستغانم، مع التركيز على حي تيجديت كنموذج، وذلك من خلال توظيف تقنيات نظم

المعلومات الجغرافية (SIG) لما توفره من أدوات تحليل مكاني دقيقة وفعالة. ومن أجل تحقيق هذا الهدف المركزي، تسعى الدراسة إلى تحقيق مجموعة من الأهداف الفرعية، من بينها تحديد المناطق الأكثر تأثرًا داخل الشبكة، سواء من حيث التسربات أو انخفاض الضغط أو نسبة الفاقد المائي. كما تهدف إلى إنشاء خرائط طبوغرافية دقيقة تُمكّن من فهم التموقع الجغرافي لعناصر الشبكة وتوزيعها المجالي. وإلى جانب ذلك، تسعى الدراسة إلى إبراز مدى فعالية نظم المعلومات الجغرافية كأداة حديثة في تحسين إدارة وتسيير الشبكات الحضرية، مما يتيح تقديم توصيات تقنية وعملية من شأنها رفع كفاءة الشبكة، وتقليل الخسائر، وضمان استمرارية الخدمة بشكل أكثر عدالة وفعالية.

- أهمية الموضوع:

تكتسي دراسة شبكة توزيع المياه الصالحة للشرب أهمية كبيرة في ظل التحديات البيئية والمجالية التي تواجهها المدن الجزائرية عمومًا، ومدينة مستغانم بشكل خاص. فمع تزايد الطلب على الماء بسبب النمو السكاني والتوسع العمراني، أضحت مسألة تأمين خدمة مائية فعالة ومنتظمة تمثل أحد التحديات الكبرى في إدارة الموارد الحضرية. ويأتي هذا البحث ليسلط الضوء على أحد الأحياء القديمة لمدينة مستغانم، وهو حي تيجديت، الذي يُعد نموذجًا حيويًا لفهم المشكلات البنيوية والتقنية المرتبطة بشبكات المياه، مثل التسربات وفقدان الضغط وعدم انتظام التوزيع. كما تبرز أهمية هذا الموضوع من خلال تبني مقاربة تحليلية تعتمد على نظم المعلومات الجغرافية (SIG)، لما توفره هذه الأداة من إمكانيات دقيقة في تمثيل وتقييم أداء الشبكات، وبالتالي المساهمة في وضع أسس علمية لتحديث البنية التحتية وتحسين جودة الخدمات العمومية.

- منهجية البحث المعتمدة :

يعتمد هذا البحث على منهج وصفي تحليلي، يدمج بين المقاربة الكمية من خلال جمع وتحليل المعطيات الميدانية حول شبكة المياه، والمقاربة النوعية من خلال ملاحظة الواقع الحضري للحي المدروس وتقييم أداء الشبكة فيه. وقد تم اعتماد تسلسل منهجي يبدأ بتحديد الإطار النظري العام المتعلق بأنظمة توزيع المياه ونظم المعلومات الجغرافية، يليه تقديم وصف تفصيلي لولاية مستغانم من الناحية الجغرافية والديموغرافية، ثم التركيز على حي تيجديت باعتباره حيزًا حضريًا يعكس بوضوح التحديات المرتبطة بشبكات المياه في الأحياء القديمة. كما تم اعتماد دراسة ميدانية لتشخيص وضع الشبكة على مستوى الحي، وتحليل أسباب الخلل والتسربات باستخدام أدوات نظم المعلومات الجغرافية.

- ادوات وتقنيات الدراسة :

تم استخدام مجموعة من الأدوات والبرامج التقنية والمعطيات الجغرافية لتحقيق أهداف الدراسة، وعلى رأسها برمجيات نظم المعلومات الجغرافية (SIG مثل ArcGIS أو QGIS)، التي مكنت من إنتاج خرائط تحليلية دقيقة لوضع الشبكة وتحديد مناطق الفاقد والتسرب. كما تم الاعتماد على بيانات ميدانية تم جمعها عبر تحقيقات محلية وتعاون مع المصالح التقنية للبلدية، بالإضافة إلى الاستعانة بالصور الجوية والخرائط الطبوغرافية لتحديد تموضع الشبكة. وقد تم كذلك استخدام تقنيات التحليل المكاني لربط أداء الشبكة بكثافة السكن والعوامل البنيوية، مما ساعد على تقديم تشخيص واقعي ودقيق.

هيكلة المذكرة

تتألف هذه المذكرة من خمسة فصول رئيسية، تم تنظيمها بطريقة منطقية ومنهجية تتيح الانتقال التدريجي من الجانب النظري إلى التحليل الميداني وصولاً إلى التوصيات. وقد جاءت هيكلتها على النحو التالي:

الفصل الأول: الإطار النظري والتقني لتوزيع مياه الشرب في ولاية مستغانم

يتضمن هذا الفصل الخلفية النظرية العامة المتعلقة بشبكات توزيع المياه ونظم المعلومات الجغرافية، ويحتوي على مبحثين:

المبحث الأول :يعرض أساسيات أنظمة توزيع المياه، من حيث التعريف، الأهمية، مكونات الشبكة، أنواعها، والتحديات المرتبطة بها مثل التسربات والضغط غير المتوازن.

المبحث الثاني :يتناول مبادئ نظم المعلومات الجغرافية (SIG) وأهم تطبيقاتها في تسيير شبكات المياه، مع تقديم استعراض لأهم الدراسات السابقة في هذا المجال.

الفصل الثاني : الخصائص الجغرافية والموارد المائية بولاية مستغانم

يخصص هذا الفصل لتقديم الإطار الجغرافي والديموغرافي لولاية مستغانم، بالإضافة إلى تحليل أولي لشبكة توزيع المياه على مستوى المدينة، ويتكون من ثلاثة مباحث :

المبحث الأول : يصف الخصائص العامة للولاية (الموقع، التضاريس، الكثافة السكانية، التحضر والمناخ).

المبحث الثاني :يتناول الموارد المائية المتوفرة في الولاية، سواء التقليدية (السدود والمياه الجوفية) أو غيرالتقليدية (محطات التحلية ومعالجة المياه المستعملة).

المبحث الثالث :يقدم تحليلاً لحالة شبكة المياه في مدينة مستغانم، من حيث البنية، الأعطاب، ومجالات التغطية بالخزانات.

الفصل الثالث: حي تيجديت – الخصائص المجالية والمجتمعية

يركز هذا الفصل على حي تيجديت كنموذج تطبيقي لدراسة تشخيص الشبكة، ويحتوي على أربعة مباحث:

المبحث الأول :يقدم المعطيات الجغرافية والتاريخية للحي.

المبحث الثاني :يسلط الضوء على الخصائص العمرانية والاجتماعية للسكان.

المبحث الثالث : يستعرض أهمية الحي اقتصادياً واجتماعياً.

المبحث الرابع :يعالج التحديات والمشاكل الحضرية، خاصة المرتبطة بالبنية التحتية وشبكة المياه.

الفصل الرابع : الدراسة الميدانية وتحليل الشبكة بحي تيجديت

يمثل هذا الفصل الجانب التطبيقي العملي، حيث تم جمع وتحليل بيانات ميدانية خاصة بشبكة المياه في الحي، ويضم ثلاثة مباحث:

المبحث الأول : يشرح منهجية التحقيق الميداني وجمع المعلومات المتعلقة بالتسربات والانقطاعات.

المبحث الثاني :يعرض نتائج التشخيص الشبكي وتحليل المعطيات باستخدام نظم المعلومات الجغرافية (SIG) .

المبحث الثالث : يتناول التحليل التقني والهيدروليكي للشبكة، بما في ذلك حالة الأنابيب، المواد المستعملة، وضغط المياه.

الفصل الخامس : سبل التحسين والتوصيات المستقبلية

يختتم هذا الفصل الدراسة بمجموعة من الحلول العملية والتقنية الكفيلة بتحسين أداء الشبكة، ويضم مبحثين :

المبحث الأول : يقترح إصلاحات هيكلية وتقنية لتجديد الشبكة، وتدعيمها بمعدات حديثة وحلول مستدامة للحد من التسربات.

المبحث الثاني : يبرز دور نظم المعلومات الجغرافية والتقنيات الذكية في الإدارة الدورية للشبكة، من خلال العدادات الذكية ونظم المراقبة الرقمية.

الفصل الاول

الإطار النظري والتقني لتوزيع مياه الشرب في ولاية مستغانم

1 الفصل لاول : الإطار النظري والتقني لتوزيع مياه الشرب في ولاية مستغانم

- مقدمة :

مع تزايد الكثافة السكانية والتوسع الحضري، أضحى من الضروري ضمان توزيع فعّال وعادل للمياه الصالحة للشرب، ما يستدعي وجود شبكات محكمة وقادرة على تلبية الحاجيات المتزايدة للمواطنين.
في هذا الإطار، تلعب نظم المعلومات الجغرافية (SIG) دورًا محوريًا في تحسين إدارة شبكات المياه، من خلال ما توفره من أدوات تحليل ومعالجة للبيانات المكانية والزمنية.
ويهدف هذا الفصل إلى تقديم إطار نظري شامل لموضوع تشخيص شبكات توزيع المياه، حيث سنتطرق إلى المفاهيم الأساسية المتعلقة بالشبكة، التحديات المرتبطة بها، إضافةً إلى المبادئ الأساسية لنظم المعلومات الجغرافية ودورها في هذا المجال، مع التطرق إلى السياق العام لولاية مستغانم باعتبارها منطقة الدراسة.

1.1 المبحث الاول : أساسيات أنظمة توزيع المياه

1.1.1 تعريف أنظمة توزيع المياه :

تُعرّف شبكة توزيع المياه على أنها مجموعة من المنشآت والأنابيب التي تهدف إلى نقل المياه الصالحة للشرب من مصادرها (كالخزانات والسدود ومحطات المعالجة) إلى المستهلكين النهائيين، سواء كانوا منازل أو مؤسسات أو منشآت صناعية. وتشمل هذه الشبكات تجهيزات ضخ، وخزانات تنظيم، وشبكات أنابيب رئيسية وفرعية، وتُصمم وفق معايير تقنية تأخذ بعين الاعتبار الطبوغرافيا والكثافة السكانية والحاجة اليومية. (US E Protection Agency, 2024)

1.1.2 أهمية أنظمة توزيع المياه :

تلعب شبكات توزيع المياه دورًا أساسيًا في تأمين استدامة الحياة في التجمعات الحضرية والريفية، إذ تضمن وصول مياه نظيفة وآمنة للسكان. كما تُعدّ عاملًا حاسمًا في الصحة العامة والتنمية الاقتصادية، وتُؤثر بشكل مباشر على نوعية الحياة. ويُسهم حسن تسيير الشبكات في تقليل الفاقد المائي، وتقليص كلفة الإنتاج والتوزيع، وتحقيق العدالة المجالية في تغطية الأحياء المختلفة.

(US E Protection Agency, 2024)

1.1.3 عناصر شبكة إمدادات وتوزيع مياه الشرب :

تتكوّن الشبكة من عناصر مترابطة تشمل:

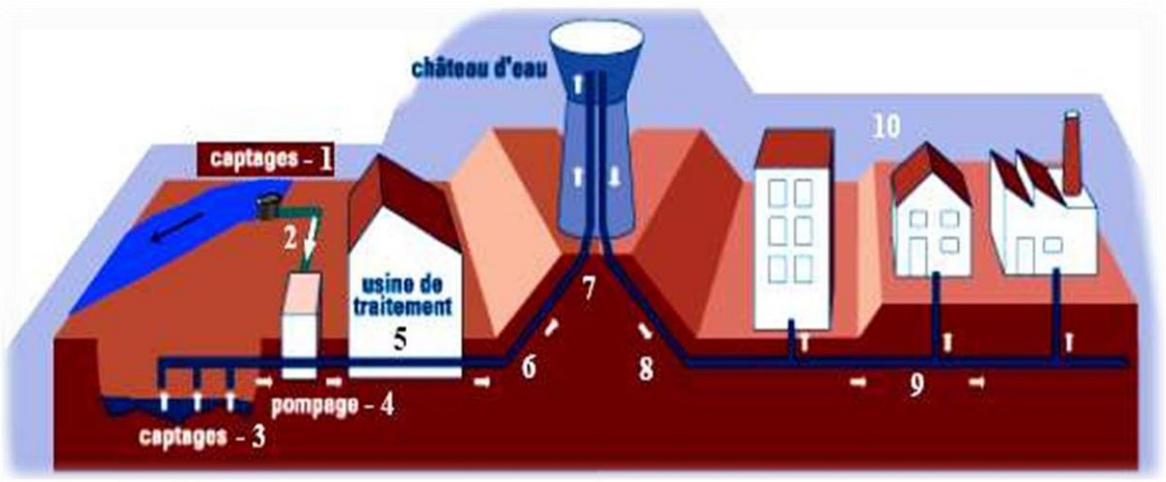
منشآت التزود (محطات المعالجة، الخزانات، محطات الضخ)

الأنابيب الرئيسية والثانوية والفرعية

الصمامات وأجهزة التحكم والتنظيم

العدادات الفردية والعمومية

المنافذ ومواقع الصيانة (BENADIR, 2013)

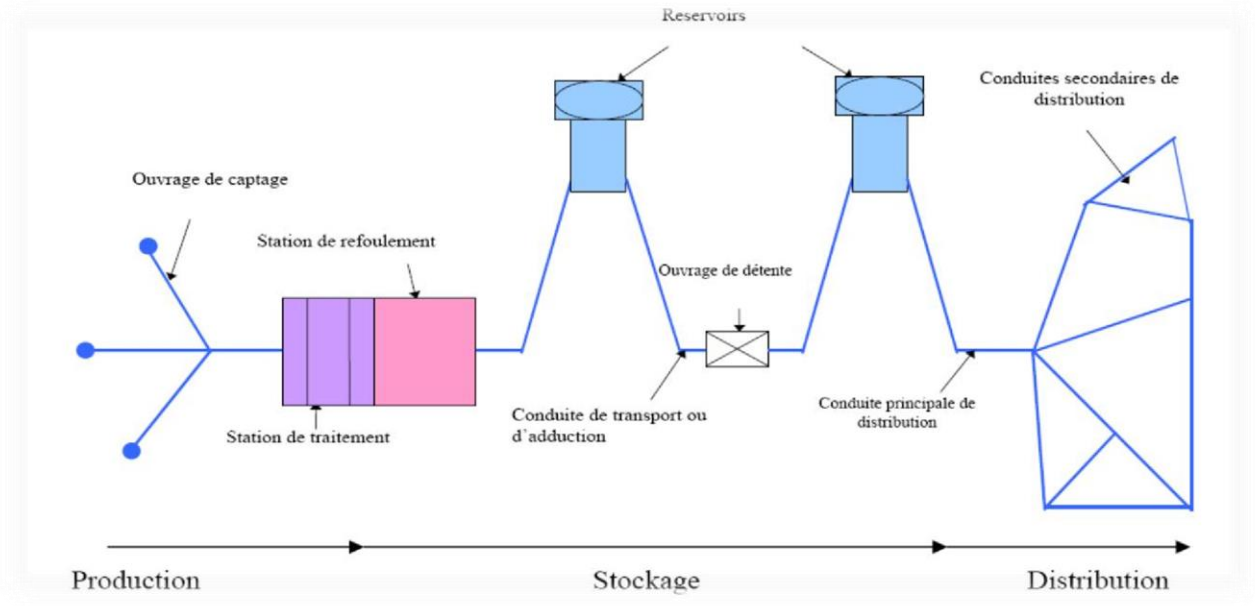


الشكل 1 : عناصر شبكة إمدادات وتوزيع مياه الشرب (BENADIR, 2013)

1.1.4 وظيفة شبكة مياه الشرب :

يجب أن تقوم شبكة مياه الشرب بثلاث وظائف متتالية (الشكل رقم 2):

- ✓ الإنتاج : حيث يتم استخراج المياه من مصادرها الطبيعية مثل المياه الجوفية أو السطحية ، ثم تُعالج في محطات متخصصة لإزالة الشوائب والملوثات الكيميائية والبيولوجية، وفقًا للمعايير الصحية المعتمدة.
- ✓ التخزين : والتي تُعد ضرورية لتحقيق التوازن بين كميات المياه المنتجة وحجم الطلب الفعلي، خاصة خلال فترات الذروة. تُخزَّن المياه في خزانات أرضية أو علوية تساهم في تنظيم الضغط داخل الشبكة وضمان استمرارية التوزيع حتى في حالات الطوارئ .
- ✓ التوزيع : يتم إيصال المياه إلى المستهلكين من خلال شبكة من الأنابيب المدروسة هندسيًا، مدعومة بمحطات ضخ عند الحاجة، بالإضافة إلى أجهزة قياس تُستخدم لمراقبة الاستهلاك وكشف أي تسربات محتملة. إن تكامل هذه الوظائف الثلاث يضمن كفاءة تشغيل الشبكة ويعزز من موثوقية الخدمة المقدمة للمواطنين. (BENADIR, 2013)



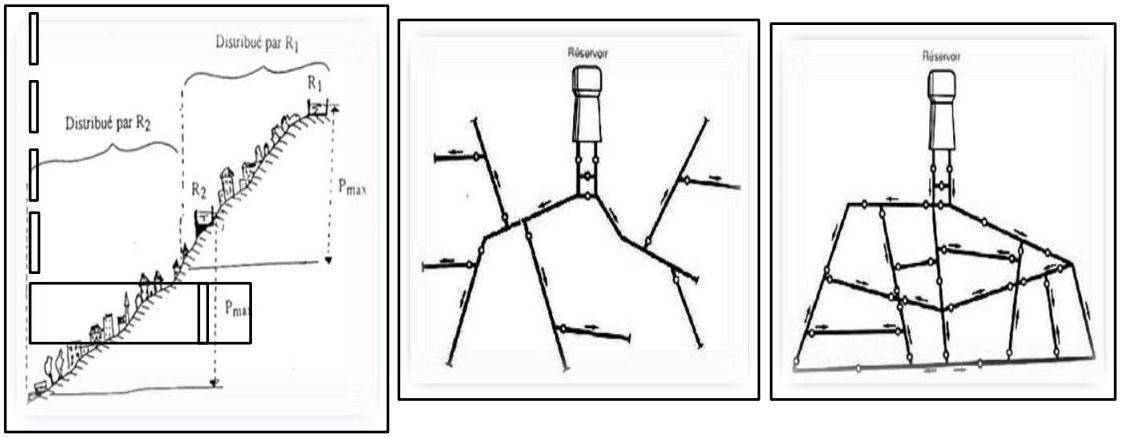
الشكل 2 : وظائف شبكة مياه الشرب (BENADIR، 2013)

1.1.4.1 الوظائف الرئيسية لشبكة توزيع مياه الشرب:

تشمل الوظائف الأساسية للشبكة نقل المياه بكفاءة من المصدر إلى المستهلك، الحفاظ على جودة المياه أثناء النقل، ضمان ضغط مناسب في مختلف النقاط، وضمان استمرارية الخدمة. كما يجب أن تكون الشبكة قادرة على مواجهة الطوارئ مثل الكوارث الطبيعية أو الانقطاعات التقنية.

1.1.5 أنواع الشبكات والمنشآت المتعلقة بها:

تنقسم شبكات توزيع المياه حسب طريقة التوزيع إلى شبكات بالجاذبية، وشبكات مضغوطة (بمساعدة المضخات)، وشبكات مختلطة. أما من حيث البنية، فتُصنّف إلى شبكات متشعبة، حلقية، أو مركبة. وتُرافق هذه الشبكات منشآت مساعدة مثل خزانات التوزيع، غرف التحكم، ومراكز المراقبة الرقمية.



متعدد الطبقات متفرع شبكة مختلطة

الشكل 3 : أنواع مختلفة من الشبكات (BENADIR، 2013)

قد تتكوّن بعض شبكات توزيع مياه الشرب من مزيج من أنواع مختلفة من الشبكات المشار إليها سابقاً، حيث تكون مجهزة بالعناصر التالية:

- أنابيب وقطع خاصة مصممة وفق متطلبات محددة
- أجهزة قياس مثل العدادات، ومقاييس التدفق، وغيرها
- أجهزة توزيع المياه , مثل فوهات الحريق وغيرها.

تُصنع شبكات توزيع مياه الشرب من أنابيب تنتمي إلى عدة أنواع من المواد، من أبرزها :

- أنابيب مصنوعة من الحديد
- أنابيب مصنوعة من الفولاذ
- أنابيب مصنوعة من مادة البوليفينيل كلوريد غير الملدّن (PVC)
- أنابيب مصنوعة من بولي إيثيلين مدعّم بألياف زجاجية (PRV) .
- أنابيب مصنوعة من بولي إيثيلين عالي الكثافة (PEHD).

ويُحدد اختيار نوع مادة الأنابيب بناءً على مجموعة من العوامل التقنية والاقتصادية، من أهمها:

- القطر المطلوب للأنبوب
- الضغط التشغيلي الذي يجب أن تتحمله الشبكة
- شروط ومتطلبات التركيب
- التكلفة الإجمالية
- العمر الافتراضي للمادة (BENADIR, 2013)

1.1.6 التحديات الرئيسية لأنظمة التوزيع :

تواجه أنظمة توزيع المياه عدة إشكالات، أبرزها :

- ✓ تقادم البنية التحتية وغياب الصيانة الدورية
- ✓ التسربات والفواقد المائية المرتفعة
- ✓ الضغط غير المتوازن داخل الشبكة
- ✓ ضعف التغطية في بعض المناطق الريفية أو العشوائية
- ✓ محدودية الميزانيات والاستثمارات التقنية
- ✓ غياب أنظمة مراقبة ذكية في أغلب البلديات (Water Distribution System, 2025)

1.2 المبحث الثاني : نظم المعلومات الجغرافية وتطبيقاتها في مجال المياه:

يهدف إنشاء نظام معلومات جغرافية (GIS) مخصص لإدارة الشبكات الفنية والأصول المتعلقة بمياه الشرب إلى تحقيق مكاسب اقتصادية مستدامة في إدارة الخدمة. ويتم ذلك عبر تحسين عمليات التشغيل استنادًا إلى معرفة دقيقة ومحدثة بالبنية التحتية، وتعزيز التحكم في معدلات التسرب وتحسين كفاءة أداء الشبكات. كما يسهم هذا النظام في دعم اتخاذ القرار الاستثماري عبر التخطيط الأمثل لمشاريع التوسعة وتجديد الشبكات، ضمن إطار رؤية استراتيجية متكاملة لإدارة الأصول.

1.2.1 مبادئ نظم المعلومات الجغرافية (SIG) :

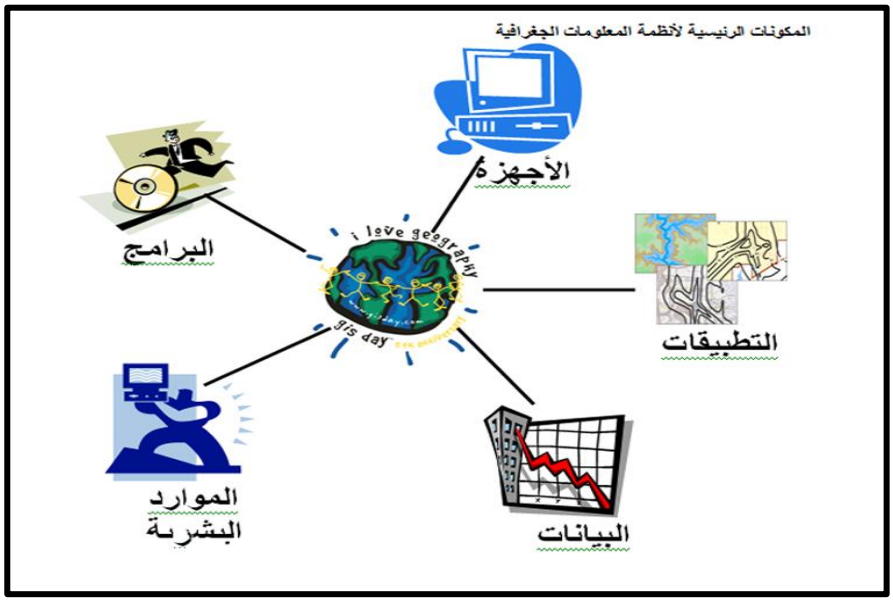
تُعرف نظم المعلومات الجغرافية (SIG)على أنها أنظمة رقمية تُستخدم لجمع، تخزين، تحليل، وإدارة البيانات ذات المرجعية المكانية. وتُعتبر من الأدوات القوية في مجالات التخطيط الحضري، إدارة الموارد، وتتبع الظواهر الجغرافية. تعتمد على الربط بين البيانات الوصفية والخرائطية، مما يسمح بإنشاء نماذج واقعية ومحاكاة التوزيع المكاني للمشاكل والحلول . (Notions d'un SIG, 2023)

يشتمل نظام المعلومات الجغرافية بشكل عام على أربعة أنظمة فرعية :

- ❖ نظام فرعي لجمع البيانات الجغرافية التي يمكن أن تكون من مصادر مختلفة (بيئة القيادة مع خصائص التربة والجيولوجيا والزلازل) .
- ❖ نظام فرعي لإدارة البيانات لتخزين البيانات وتنظيمها واسترجاعها.
- ❖ نظام فرعي للتحليل المكاني لمعالجة واستغلال البيانات الجغرافية.
- ❖ نظام لعرض النتائج، إما في شكل خريطة عن طريق العرض الرسومي على الشاشة أو عن طريق المخرجات الخرائطية على الورق، أو في شكل قوائم أو جداول .

يتضمن نظام المعلومات الجغرافية بشكل أساسي خمسة مكونات :

- ✓ أجهزة الكمبيوتر.
- ✓ برامج نظم المعلومات الجغرافية GIS .
- ✓ البيانات الجغرافية الأساسية.
- ✓ الموارد البشرية.
- ✓ المنهجية .



الشكل 4 : مكونات نظم المعلومات الجغرافية (SIG) (من المتصفح غوغل)

تعد نظم المعلومات الجغرافية (SIG) من الأدوات الحديثة التي أثبتت فعاليتها في مجموعة واسعة من المجالات التطبيقية، نظراً لقدرتها على جمع وتحليل وعرض المعلومات المكانية بطريقة دقيقة ومنهجية. فيما يلي عرض لأهم مجالات استخدامها:

- التخطيط العمراني :

تلعب نظم المعلومات الجغرافية دورًا محوريًا في دراسة الظواهر الحضرية ومرافقة السياسات المتعلقة بالتنظيم العمراني. فهي تتيح فهمًا معمقًا لتركيبة الفضاء الحضري، وتسهم في إدارة استعمالات الأراضي ومراقبة تطور الأقاليم الحضرية، مما يدعم عملية اتخاذ القرار في مشاريع التنمية المستدامة للمدن.

- المجال البيئي :

يُعد الحفاظ على البيئة من أبرز المجالات التي تستفيد من نظم المعلومات الجغرافية. من خلال هذه التقنيات، يمكن التنبؤ بمخاطر الكوارث الطبيعية مثل الحرائق، ورصد التغيرات التي تطرأ على التنوع البيولوجي، سواء بالنسبة للحياة النباتية أو الحيوانية. كما تستخدم هذه النظم بشكل مكثف في القطاع الزراعي لمراقبة الإنتاج والتنبؤ به، فضلاً عن دراسة ظاهرة التعرية، وكذلك في إدارة الموارد الغابية.

- النقل :

تعزز نظم المعلومات الجغرافية من فعالية أنشطة التخطيط في قطاع النقل، حيث تساهم في تحليل المسارات وتحديد الطرق المثلى للوصول إلى الوجهات، بالإضافة إلى نمذجة شبكات النقل ودراسة توزيع الحوادث المرورية وتحليلها، مما يدعم الجهود المبذولة لتحسين السلامة الطرقية .

1.2.2 تطبيقات نظم المعلومات الجغرافية في قطاع المياه :

تُستخدم SIG بشكل واسع في إدارة شبكات المياه من خلال :

تحديد مناطق الفاقد المائي ومواقع التسربات

تحليل الضغط والانسياب داخل الشبكة

تمثيل الخرائط الطبوغرافية والهيدرولوجية

دعم اتخاذ القرار في التخطيط والصيانة

مراقبة جودة المياه والتلوث

تقدير الطلب المستقبلي حسب الكثافة السكانية (ISTED، 2003) .

- برامج ArcGIS :

ArcGIS هو نظام معلومات جغرافية (GIS) للعمل مع الخرائط والمعلومات الجغرافية التي يحتفظ بها معهد أبحاث الأنظمة البيئية (Esri). يتم استخدامه لإنشاء الخرائط واستخدامها، وتجميع البيانات الجغرافية، وتحليل المعلومات المعينة، ومشاركة واكتشاف المعلومات الجغرافية ، واستخدام الخرائط والمعلومات الجغرافية في مجموعة من التطبيقات، وإدارة المعلومات الجغرافية في قاعدة بيانات .(GIS For WE , 2024)

لذلك تعتبر برامج ArcGIS هي البرامج التي تهتم في جمع وتحليل وتخزين الظواهر الجغرافية واخراجها على شكل تقارير و خرائط لمساعدة أصحاب القرار باتخاذ قرارتهم في مجال الظواهر الجغرافية.

اهم هذه البرامج:

ArcMap :هو البرنامج الأساسي في برامج ArcGIS ونقطة البداية لأي هدف ويتم التعامل من خلاله مع قواعد البيانات الجغرافية كافة أنواعها و الخرائط والرسومات من حيث ادخال البيانات والكود.

ArcToolbox :هو برنامج خاص بالتعامل مع جميع ملفات بيئة برامج ArcGIS وملفات خارجية ويقوم بعمل تنسيق بين جميع الملفات بالإضافة انه المصدر الرئيسي لجميع الأدوات التي تهدف الى التحليل المكاني و الوصفي والخرائط النتائج على شكل خرائط او جداول او طبقات او قواعد بيانات جغرافية.

ArcCatalog :هو المسؤول عن إدارة واضافة و حذف ونقل ونسخ الملفات كافة المستخدمة في بيئة برامج ArcGIS.

ArcScene : البرنامج الذي يهتم في رفع الطبقات من ثنائي الابعاد الى ثلاثي الابعاد فهو يختص في اظهار جميع الظواهر الجغرافية ثلاثية الابعاد.

Arcglobe: يهتم في عرض الظواهر الجغرافية على سطح الكرة الأرضية.

في هذا العنصر يتم التعرف على جميع بيانات نظم المعلومات الجغرافية وتحديداً داخل برامج ArcGIS التابعة لشركة ازري Esri ، تعتبر البيانات التي يتم جمعها وتخزينها داخل قواعد البيانات الجغرافية هي قلب علم نظم المعلومات الجغرافية هي التي تميز هذا العلم الذي يربط المعلومات مع الموقع والخرائط، عند الحديث عن البيانات يجب أن يخطر في بالنا نوعين من البيانات:

1.2.3 أنواع البيانات داخل بيئة برامج ArcGIS : (GIS For WE , 2024)

Raster: يقصد فيها البيانات النقطية وهي عبارة عن الصور بكافة أنواع سواءً مخرجات الاستشعار عن بعد والمرئيات الفضائية والجوية ونماذج الارتفاعات الرقمية و الخرائط الورقية بعد عمل مسح ضوئي لها والحفظ على جهاز الحاسوب او السيرفر، تدخل هذه البيانات في الكثير من عمليات التحليل والشروط الملائمة لتحسين جودتها وتقريبها الى الواقع قدر الإمكان، وتمثل من خلال حجم الخلايا حيث أنه كل ما زادَ عدد الخلايا زادت الدقة.

Vector : يقصد بها البيانات الشعاعية لها خاصية الاتجاه حسب الظاهرة الجغرافية التي يتم تمثيلها وإضافة البيانات لها من خلال جدول البيانات، مثلاً يمكن تمثيل نقطة من خلال احداثياتها، وتمثيل خط شارع من خلال مجموعة من النقاط يتم التوصيل بينهم ليصبح خط يمثل شارع، أيضاً المضلعات او المساحة والتي بالأصل تتكون من عدة نقاط تسمى رؤوس (Vertiges) يتم الربط بين هذه الرؤوس بالترتيب من اول نقطة الى آخر نقطة ليتم وصلها بالنقطة الأولى فينتج مضلع او مساحة تمثل ظاهره ما كحدود تجمع سكني او قطعه أرض، تكون هذه البيانات مكانية بمعنى لها موقع جغرافي واضح صحيح مربوط بنظام احداثيات حسب البلد المتبع لهذه البيانات.

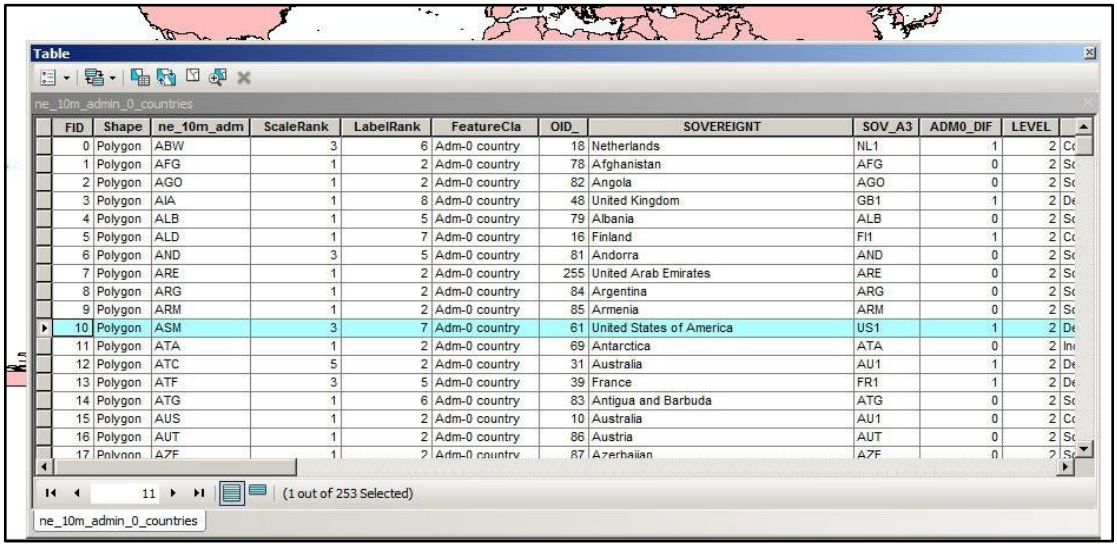
الجدول 1: الفرق بين البيانات النقطية والبينات الشعاعية
(GIS For WE , 2024)

الفرق	بيانات نقطية (Raster)	بيانات متجهة (Vector)
الدقة المكانية	قليله	عالية
التحليل والعرض	ابطئ	سريع
حجم الملفات	كبيرة	صغيرة
الاستخدام	يعتبر خريطة الأساس ومهم للتتبع الزمني وتطبيقاته	يفضل بالتخطيط واختيار المواقع وكافة انواع التحليل وبناء قاعدة بيانات جغرافية

الشكل 5 : أنواع البيانات داخل بيئة برامج (GIS For WE , 2024)



جدول السمات (attribut table): وهو جدول يحتوي على صفوف وأعمدة مثله مثل جدول البيانات الموجود في البيانات المتجه (Victor) لكن الفرق بينهم بأن بيانات الجداول وصفيه غير مكانيه أما بيانات Victor مكانية لها موقع جغرافي واضح وصحيح، يمكن انشاء الجدول من داخل بيئة برامج Arc GIS او تحويل أي نوع من الجداول اشهرها جداول برامج Office برنامج الاكسيل Excel ، وبطريقة أخرى يمكن الحصول على بيانات جدول أكسل من خلال تحويله الى جدول Table ثم ربط هذه البيانات الوصفية غير مكانيه الى البيانات المكانية أي الطبقات داخل بيئة برامج Arc GIS ، وتتم عملية الربط بأكثر من طريقة أهمها أداة التحليل Spatial Joins من خلال حقل من جدول البيانات فيه بيانات تشبه جدول البيانات لطبقة الهدف فيتم قراءة البيانات المتشابه بين الحقلين ومن ثم نقل البيانات من الجدول الى جدول البيانات الخاص بطبقة الهدف وتصبح البيانات الوصفية بيانات مكانية.(GIS For WE , 2024)



FID	Shape	ne_10m_adm	ScaleRank	LabelRank	FeatureCla	OID_	SOVEREIGNT	SOV_A3	ADM0_DIF	LEVEL
0	Polygon	ABW	3	6	Adm-0 country	18	Netherlands	NL1	1	2
1	Polygon	AFG	1	2	Adm-0 country	78	Afghanistan	AFG	0	2
2	Polygon	AGO	1	2	Adm-0 country	82	Angola	AGO	0	2
3	Polygon	AIA	1	8	Adm-0 country	48	United Kingdom	GB1	1	2
4	Polygon	ALB	1	5	Adm-0 country	79	Albania	ALB	0	2
5	Polygon	ALD	1	7	Adm-0 country	16	Finland	FI1	1	2
6	Polygon	AND	3	5	Adm-0 country	81	Andorra	AND	0	2
7	Polygon	ARE	1	2	Adm-0 country	255	United Arab Emirates	ARE	0	2
8	Polygon	ARG	1	2	Adm-0 country	84	Argentina	ARG	0	2
9	Polygon	ARM	1	2	Adm-0 country	85	Armenia	ARM	0	2
10	Polygon	ASM	3	7	Adm-0 country	61	United States of America	US1	1	2
11	Polygon	ATA	1	2	Adm-0 country	69	Antarctica	ATA	0	2
12	Polygon	ATC	5	2	Adm-0 country	31	Australia	AU1	1	2
13	Polygon	ATF	3	5	Adm-0 country	39	France	FR1	1	2
14	Polygon	ATG	1	6	Adm-0 country	83	Antigua and Barbuda	ATG	0	2
15	Polygon	AUS	1	2	Adm-0 country	10	Australia	AU1	0	2
16	Polygon	AUT	1	2	Adm-0 country	86	Austria	AUT	0	2
17	Polygon	AZE	1	2	Adm-0 country	87	Azerbaijan	AZE	0	2

الشكل 6 :جدول السمات (GIS For WE 2024)

1.2.4 الطرق الشائع لتحليل شبكات المياه الصالحة للشرب:

يعتمد تحليل شبكات المياه الصالحة للشرب على مجموعة من الطرق التكميلية التي تهدف إلى تقييم الأداء الهيدروليكي، جودة المياه الموزعة، الفاقد والتسريبات، وكذلك حالة البنية التحتية. فيما يلي أبرز هذه الطرق المستخدمة:

- النمذجة الهيدروليكية :

استخدام برنامج ArcGIS في تحليل الشبكات , يتميز ArcGIS بقدرته على تمثيل العناصر المكانية مثل الأنابيب، الخزانات، والمحطات بشكل دقيق ضمن بيئة مكانية متكاملة. ومن خلال أدوات التحليل الشبكي (Network Analyst)، يمكن تحديد المسارات المثلى لتوزيع المياه، واكتشاف الاختناقات، وتحليل مدى تغطية الخدمة، بالإضافة إلى تقييم كفاءة الشبكة في حالات الطوارئ مثل كسر الأنابيب أو انخفاض الضغط.

استخدام برامج متخصصة مثل (EPANET) لمحاكاة سلوك الشبكة من حيث الضغط، التدفق، وسرعة الجريان، وتحديد النقاط الضعيفة أو المناطق ذات الضغوط الزائدة.

تتيح هذه الطريقة اختبار سيناريوهات تشغيل مختلفة، تحسين إدارة الشبكة، وتخطيط التدخلات.

يتم معايرة النموذج باستخدام بيانات حقيقية تم جمعها في الميدان (قياسات الضغط، التدفق، الاستهلاك) (ABDERAMANE, 2016)

- تشخيص التسريبات والفواقد المائية:

قياس وتقدير الفاقد غير المُحاسب (التسريبات المرئية وغير المرئية، السرقات).

حساب مؤشرات مثل "مؤشر الفقد الخطي الأساسي" (الفقد لكل كيلومتر من الأنابيب) لتحديد المناطق ذات المخاطر العالية.

استخدام أدوات الكشف الصوتي، الكهرومغناطيسي، والرادار الأرضي لتحديد مواقع التسريبات بدقة وتجنب الأضرار أثناء الأعمال

التحليل الفيزيائي-الكيميائي والبكتيريولوجي لجودة المياه

أخذ عينات وفقًا لأساليب مختلفة (عينات فورية، مركبة، أو مركزة) لتحليل المؤشرات الكيميائية Ph)، التوصيلية، النترات، المعادن الثقيلة، إلخ (والمؤشرات البيولوجية (البكتيريا المسببة للأمراض).

استخدام تقنيات متنوعة : مثل القياس الكهربائي، اللوني، الطيفي، التمييز بالحجم، وطيف الكتلة.

إجراء التحاليل في الموقع) للمؤشرات غير المستقرة مثل pH والأكسجين الذائب (وفي المختبر لضمان الامتثال للمعايير الصحية (ABDERAMANE, 2016)

- جمع وإدارة البيانات الجغرافية (SIG) :

رسم خرائط للشبكات والبنية التحتية ونقاط الاستهلاك باستخدام نظم المعلومات الجغرافية (SIG)

دمج البيانات المكانية لتسهيل التخطيط، الصيانة، والتشخيص الشامل للشبكة

- الفحص البصري والمراقبة الميدانية :

التحقق المادي من التثبيتات (الأنابيب، الصمامات، الخزانات) لاكتشاف التآكل، التآكل الكهروكيميائي، أو العيوب الميكانيكية.

مراقبة الضغوط والتدفقات في نقاط مختلفة لاكتشاف أي شذوذ.

ملخص

النمذجة الهيدروليكية

محاكاة عمل الشبكة

برامج (EPANET) ، قياسات ميدانية

تشخيص التسريبات

تحديد وقياس الفواقد

أجهزة الكشف الصوتي، الكهرومغناطيسي، الرادار الأرضي

التحليل الفيزيائي-الكيميائي

ضبط جودة المياه الصالحة للشرب

أخذ العينات، الطيفي، التمييز بالحجم، إلخ.

إدارة مكانية ورسم الخرائط

برامج GPS ، SIG

الفحص الميداني

التحقق من البنية التحتية

فحوصات بصرية، قياس الضغط/التدفق

تُستخدم هذه الطرق غالبًا بشكل تكاملي للحصول على تشخيص شامل وموثوق، مما يساعد على تحسين الإدارة، تقليل الفاقد، ضمان جودة المياه، وتخطيط أعمال الصيانة أو التجديد (ABDERAMANE, 2016)

EPANET **:**هو برنامج تم تطويره من قبل وكالة حماية البيئة الأمريكية (US EPA) لإجراء عمليات محاكاة هيدروليكية ونوعية المياه في شبكات توزيع المياه تحت الضغط. يتيح البرنامج نمذجة سلوك الشبكة المائية المكونة من الأنابيب، العقد (الوصلات)، المضخات، الصمامات، الخزانات ومحطات التخزين (EPANET, 2024) .

1.2.5 استعراض الدراسات السابقة :

ضمن إطار البحث في تشخيص شبكات توزيع المياه الصالحة للشرب باستخدام نظم المعلومات الجغرافية، أُنجزت عدة دراسات وطنية ركزت على تشخيص هذه الشبكات وتقييم أدائها من حيث جودة العمل. قمنا بلاطلاع على العديد من النماذج داخل الوطن تُمثل مرجعاً أساسياً لهذا العمل ، وقمنا بتقديم نموذج كمثال يتمثل فيما يلي :

- **اقيمت الدراسة على ولاية سيدي بلعباس سنة (2022)** .

تناولت هذه الدراسة تشخيص شبكة توزيع المياه الصالحة للشرب بمدينة سيدي بلعباس بالاعتماد على تقنيات نظم المعلومات الجغرافية . (SIG) وهدفت إلى تحليل وضعية الشبكة وكشف الأعطاب والمخاطر المرتبطة بها، بغرض دعم اتخاذ القرار وتحسين كفاءة التوزيع. وقد اعتمد الباحثان على بناء قاعدة بيانات جغرافية تفصيلية للشبكة، وجمع معلومات ميدانية تتعلق بالمواد المستعملة، أقطار الأنابيب، سنوات التركيب، وحالات التآكل والتسرب. أظهرت نتائج الدراسة أن استخدام نظم المعلومات الجغرافية أتاح تشخيصًا دقيقًا للبنية التحتية المائية، مما مكّن من تحديد مناطق الخلل ووضع خطط للتجديد وإعادة التأهيل لضمان استدامة الخدمة وتحسين نوعية التوزيع .

- **خلاصة :**

تبرز هاته الدراسة أهمية الاعتماد على نظم المعلومات الجغرافية كأداة فعالة في تشخيص شبكات توزيع المياه وتحديد الأعطاب بدقة ، بما يساهم في تحسين إدارة الموارد المائية وتقليل الخسائر. ويندرج هذا البحث ضمن نفس التوجه، حيث يسعى إلى الاستفادة من الخبرات السابقة لتطوير مقاربة منهجية لتشخيص شبكة المياه الصالحة للشرب بولاية مستغانم .

- دراسة محمدي عبد الحق ومحمد أمين سبع (2017) – جامعة عبد الحميد بن باديس مستغانم

أُنجزت هذه الدراسة في إطار مذكرة ماستر بجامعة عبد الحميد بن باديس بمستغانم سنة 2017، وركزت على إرساء نظام معلومات جغرافي (SIG) من أجل تحسين الإدارة التقنية والتراثية لشبكة توزيع المياه الصالحة للشرب بمدينة مستغانم. هدف المشروع إلى تطوير قاعدة بيانات جغرافية موحدة تخدم مختلف الفاعلين المعنيين بتسيير الشبكة، وتوفر أدوات دقيقة لدعم اتخاذ القرار، خاصة فيما يتعلق بأعمال الصيانة والتجديد.

اعتمد الباحثان في تنفيذ المشروع على منهجية متكاملة بدأت بتصميم نموذج مفهومي ومنطقي للبيانات الخاصة بمكونات الشبكة (مثل المواد المستعملة، أقطار الأنابيب، تواريخ التركيب، نوعية التدفق، البُنى الهيدروليكية)، تلاها إنشاء قاعدة بيانات مكانية باستخدام برنامج ArcGIS ، وربط البيانات الوصفية بالمعلومات الجغرافية. كما تم تطوير واجهة تطبيقية تفاعلية تسمح بتنفيذ استعلامات مكانية تسهم في تحليل الأداء الشبكي، ورصد الأعطاب والاختلالات.

أبرزت النتائج أهمية نظم المعلومات الجغرافية في تعزيز معرفة دقيقة بالبنية التحتية المائية، وتحديد مناطق الضعف والأعطاب، مما ساعد على صياغة خطط أكثر كفاءة في الاستغلال، وخفض نسب التسرب، وتحسين استهداف الاستثمارات.

تبرز هذه الدراسة الإمكانيات الكبيرة التي توفرها نظم المعلومات الجغرافية في مجال إدارة شبكات المياه، خاصة في ما يتعلق بجمع المعلومات، وتحليلها مكانياً، وتحسين استراتيجيات التدخل. وتشكل هذه التجربة مرجعاً مهماً، يمكن الاستفادة منه في الأبحاث والمشاريع المشابهة، لا سيما تلك التي تستهدف تحسين أداء شبكات المياه الصالحة للشرب على المستوى المحلي، كما هو الحال في هذه الدراسة الجارية حول ولاية مستغانم .

خاتمة:

في ختام هذا الفصل، تم تقديم الإطار النظري والتقني لشبكات توزيع مياه الشرب ونظم المعلومات الجغرافية، مما يوفر قاعدة معرفية لفهم أهمية هذه الشبكات ودور الأدوات الحديثة في تحسين أدائها.

الفصل الثاني

الخصائص الجغرافية والموارد المائية بولاية مستغانم

2 الفصل الثاني : الخصائص الجغرافية والموارد المائية بولاية مستغانم

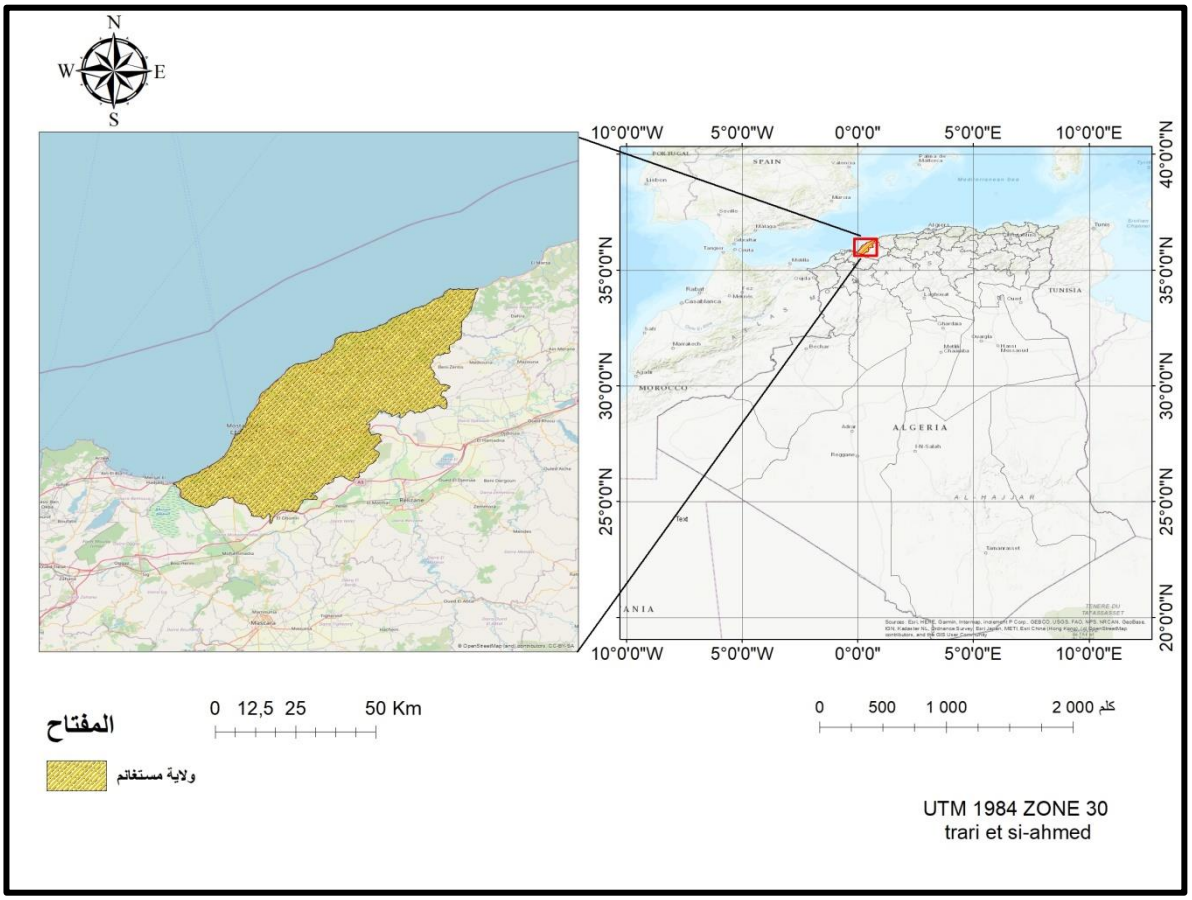
مقدمة:

يشكل فهم الخصائص الجغرافية والديموغرافية والموارد المائية لولاية مستغانم خطوة أساسية لتحليل شبكة توزيع المياه في المدينة. يهدف هذا الفصل إلى تقديم صورة شاملة عن موقع الولاية، تضاريسها، مناخها، وتطورها العمراني، إلى جانب عرض مفصل لمصادر المياه التقليدية وغير التقليدية المتاحة بها. وتأتي هذه المعطيات لتُبرز السياق العام الذي تنشط فيه شبكة المياه، بما يسمح بفهم طبيعة التحديات المجالية والبيئية التي تؤثر في أدائها.

2.1 المبحث الأول: الخصائص العامة لولاية مستغانم :

2.1.1 الموقع الجغرافي والفلكي :

تقع ولاية مستغانم في الجهة الشمالية الغربية من الجزائر، وتُطلّ على البحر الأبيض المتوسط بساحل يمتد على مسافة تزيد عن 120 كلم. تُحدّها شمالاً البحر الأبيض المتوسط، شرقًا ولاية الشلف، غربًا ولاية وهران، وجنوبًا ولايتا غليزان ومعسكر. أما من الناحية الفلكية، فتقع بين خطي الطول 0° و1° غربًا، وبين دائرتي العرض 35° و36° شمالاً، ما يجعلها تتمتع بموقع استراتيجي في الشريط الساحلي الجزائري.



الشكل 7: خريطة موقع لولاية مستغانم (من اعداد الطلبة)

2.1.2 التضاريس والمعطيات الطبوغرافية :

تتميز ولاية مستغانم بتنوع طبوغرافي واضح، حيث تنقسم إلى ثلاثة نطاقات رئيسية:

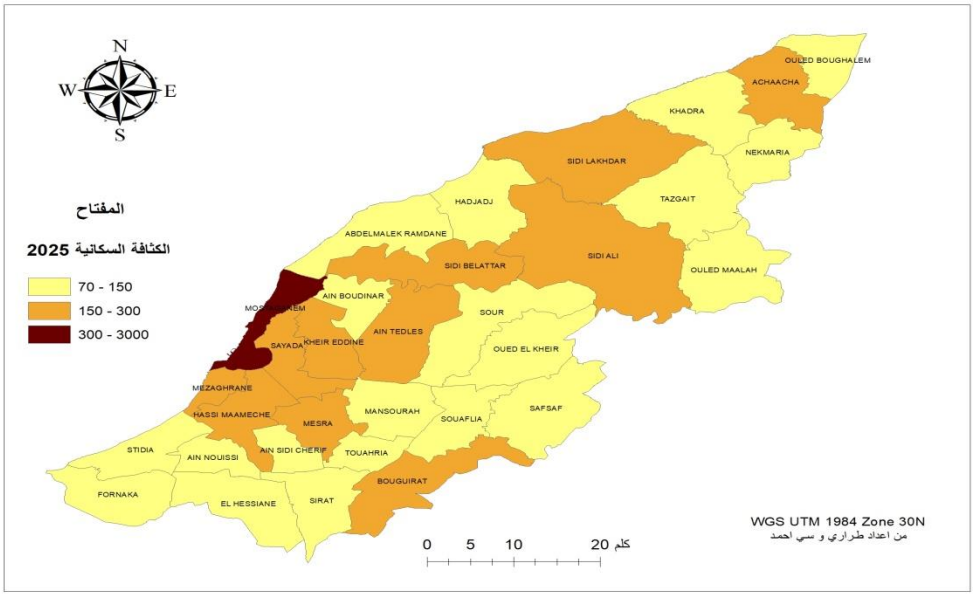
الشريط الساحلي الذي يمتاز بسهول خصبة وسواحل رملية وصخرية.

الهضاب الداخلية التي تُعدّ امتدادًا لهضاب الغرب الجزائري.

المرتفعات الجنوبية التي تلامس سلاسل الأطلس التلي.
وتؤثر هذه الخصائص الطبوغرافية على أنماط التوسع العمراني وتوزيع الشبكات، بما فيها شبكة المياه.

2.1.3 المعطيات الإدارية والديموغرافية :

تتكون ولاية مستغانم من 10 دوائر و32 بلدية. يبلغ عدد سكانها وفق آخر الإحصائيات الرسمية أكثر من 800 ألف نسمة، وتتميز بتوزيع سكاني غير متجانس، إذ تتركز النسبة الأكبر في الحواضر الكبرى مثل مستغانم العاصمة، مازونة، وعين تادلس، في حين تعرف بعض البلديات الريفية انخفاضًا في الكثافة السكانية (Wilaya de Mostaganem، 2018).



الشكل 8 : خريطة توزع الكثافة السكانية لولاية مستغانم سنة 2025 (من اعداد الطلبة)

2.1.4 التركيبة السكانية :

النمو السكاني :

شهدت مدينة مستغانم نمواً سكانيًا كبيرًا خلال العقود الأخيرة.

تعداد السكان:

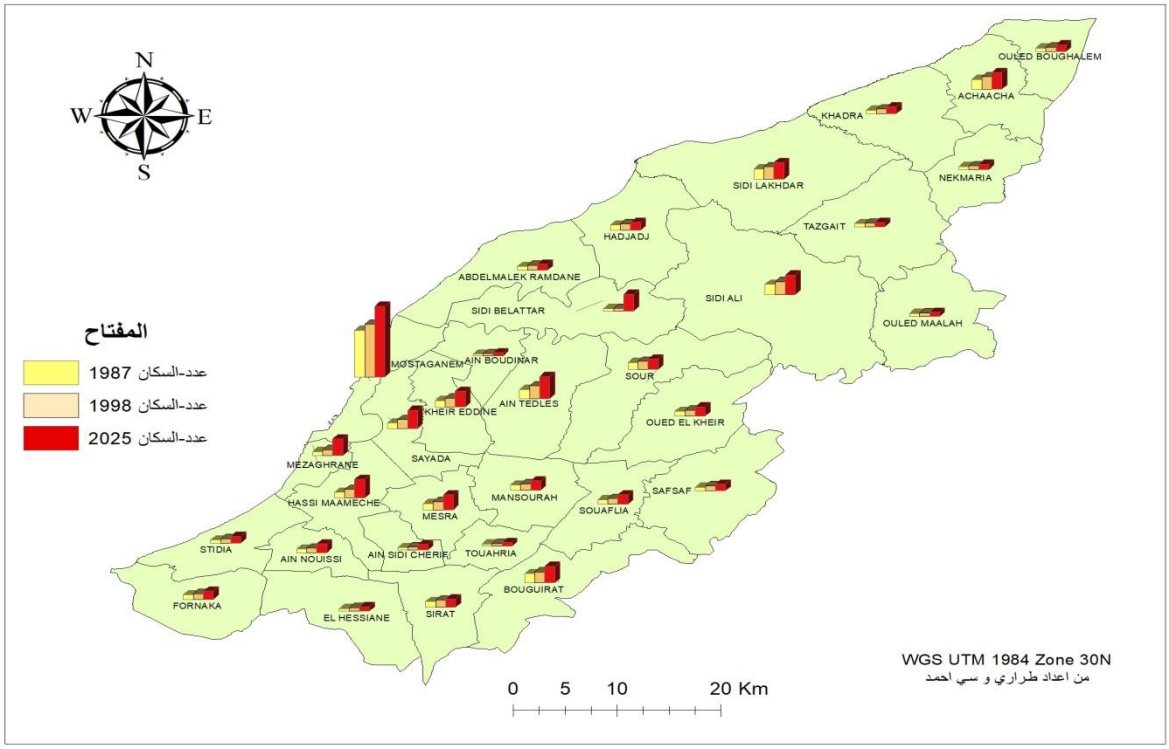
عام 1987: 504124 نسمة.

عام 1998: 631056 نسمة.

عام 2008: 704001 نسمة.

تقديرات سنة 2025 : 970105 نسمة .(الملحقة الإدارية , 2025)

بلغ معدل النمو السنوي للسكان 1.22٪ خلال الفترة الممتدة بين 1987 و2008، ليشهد بعدها عدد السكان ارتفاعاً محسوسا ، حيث وصل إلى 970105 نسمة بحلول سنة 2025، كما هو موضح في الخريطة.



الشكل 9 : خريطة تطور عدد السكان لولاية مستغانم ما بين 1987 الى 2025 (من اعداد الطلبة سنة 2025)

يعزى هذا النمو إلى الزيادة الطبيعية (المواليد أكثر من الوفيات).

الهجرة الداخلية والخارجية، خاصة من المناطق الريفية إلى الحضرية ("الهجرة الريفية").

تأثير النمو السكاني:

أدى النمو السكاني إلى زيادة الضغط على البنية التحتية والخدمات، مما يتطلب تخطيطًا حضريًا أفضل وإدارة فعالة للموارد.

2.1.5 التحضر والأنماط العمرانية :

شهدت مستغانم خلال العقود الأخيرة توسعًا عمرانيًا ملحوظًا، حيث تطورت العديد من الأحياء الجديدة وتوسعت المدينة نحو المناطق المجاورة. ومع هذا النمو، ظهرت أحياء ذات طابع غير مهيكل، مما شكل ضغطًا على البنية التحتية والخدمات، خصوصًا شبكات المياه والصرف الصحي.

التغير في المساحة العمرانية:

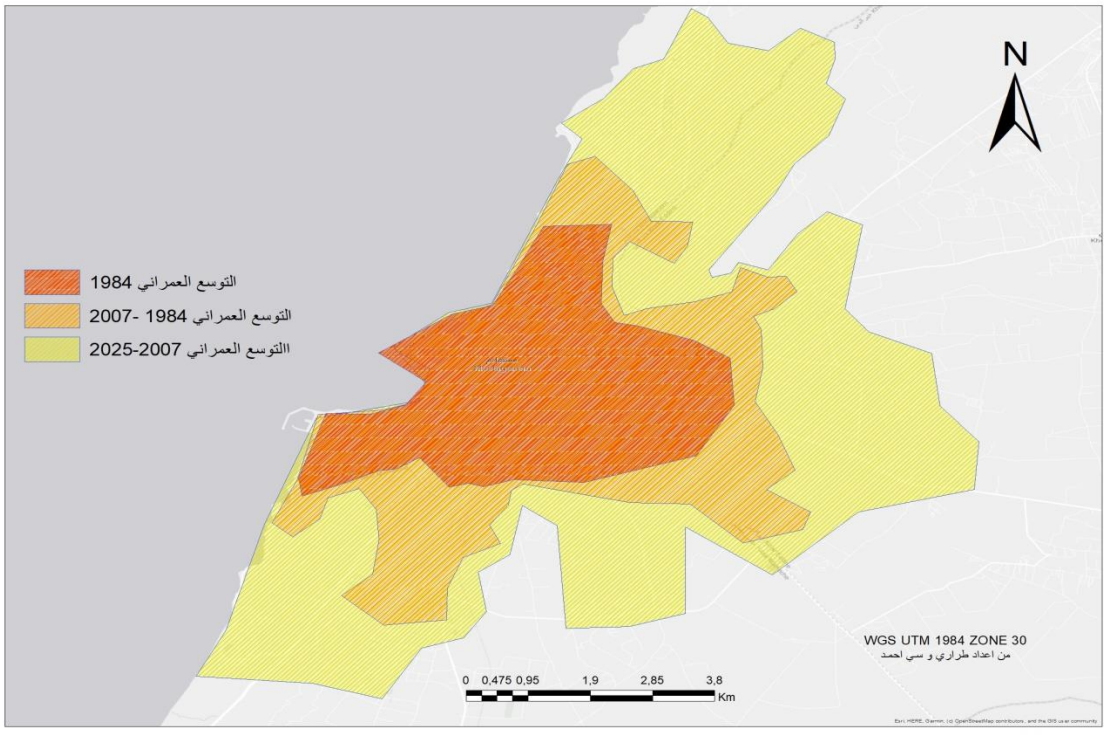
بين عامي 1984 و2007 و2025، ازدادت المساحة العمرانية بشكل كبير:

عام 1984 : 1,377 هكتارًا .

عام 2007 : 2,936.2 هكتارًا .

عام :2025: 4,156.6 هكتارًا .

معدل النمو السنوي للتمدد العمراني. 3.3% (ONS، 2022)



الشكل 10 : خريطة توسع النسيج العمراني لمدينة مستغانم ما بين 1984 الى 2025(من اعداد الطلبة سنة 2025)

هذا التوسع تم بشكل رئيسي على طول الساحل الشمالي الشرقي ومنطقة الجنوب الغربي.

2.1.5.1 أسباب التمدّد الحضري:

السياسات الحكومية المتعلقة بالسكن (برامج الإسكان الحكومي والخاص).

توسع البنية التحتية مثل الجامعات والمستشفيات.

التحضر السريع الناتج عن الهجرة الريفية.

التحديات :

هناك عدم توازن بين النمو السكاني والتوسع الحضري. النمو الحضري (3.3%) أعلى بكثير من النمو السكاني(1.22%) ، مما يشير إلى إهدار كبير للأراضي.

مشكلات في إدارة الفضاء الحضري بسبب التوسع غير المنظم(YOUSFI, 2015) .

2.1.6 المناخ في ولاية مستغانم :

تخضع مستغانم لمناخ متوسطي شبه رطب في الشمال، يتحول تدريجيًا إلى شبه جاف كلما اتجهنا جنوبًا. يتميز المناخ بشتاء معتدل وممطر وصيف حار وجاف، مع معدل تساقطات سنوي يتراوح بين 300 و500 ملم، مما يجعل الزراعة ممكنة، ولكن يعتمد جزء كبير منها على السقي الاصطناعي. ويُسهم هذا النمط المناخي في تقلبات كبيرة في وفرة الموارد المائية

2.1.6.1 السمات المناخية الرئيسية في مدينة مستغانم :

متوسط درجات الحرارة السنوية : حوالي 17.9 درجة مئوية.

درجات الحرارة الموسمية :

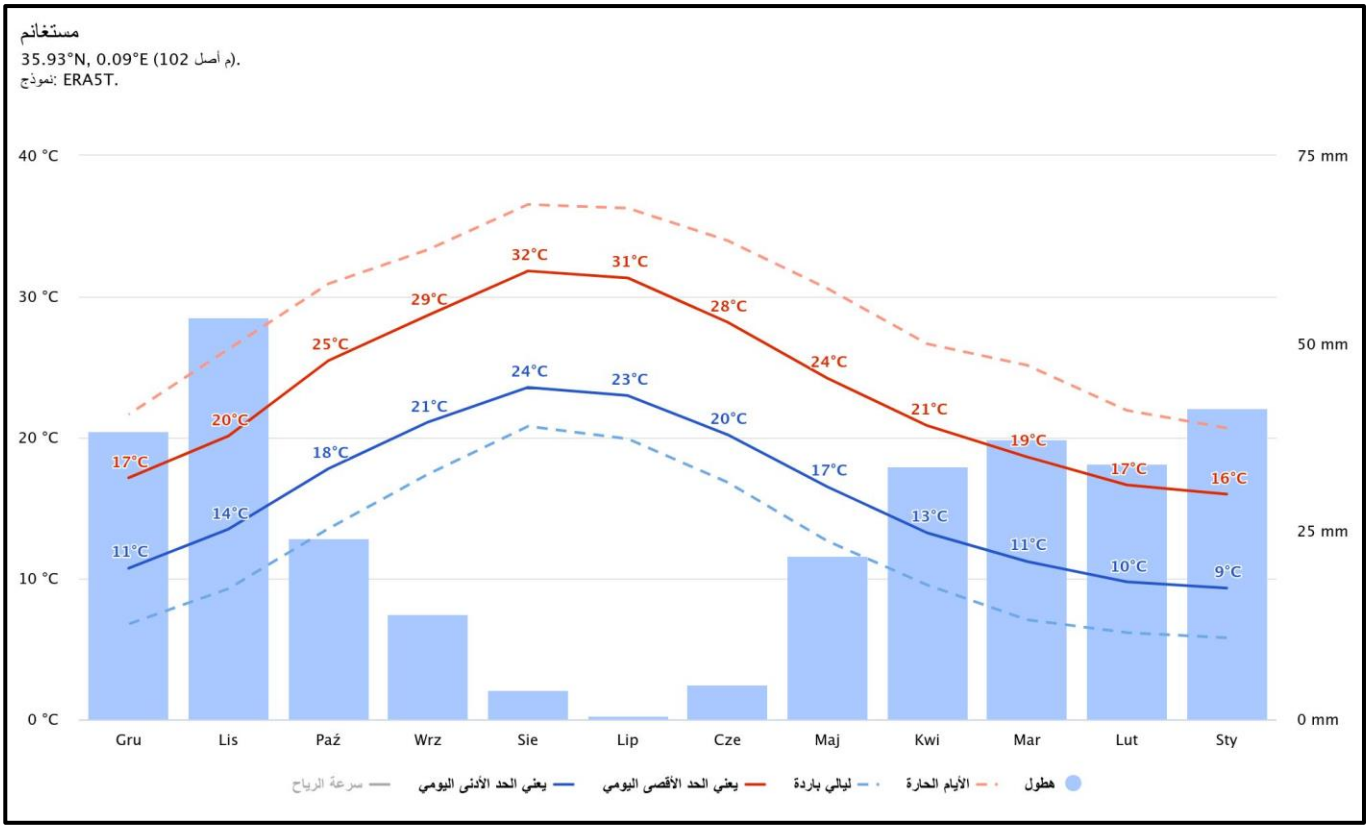
شتاء معتدل : أدنى درجات حرارة متوسطة تتراوح بين 8-12 درجة مئوية، وأعلى درجات حرارة بين 15- 19 درجة مئوية.

صيف حار: أعلى درجات حرارة متوسطة تتراوح بين 25-28 درجة مئوية، مع احتمال ارتفاعها إلى 45 درجة مئوية خلال موجات الحر.

الهطول السنوي : حوالي 520 إلى 610 ملم، وتتركز بشكل رئيسي بين أكتوبر وأبريل، مع أقل هطول خلال الصيف (يونيو إلى أغسطس).

الرطوبة والرياح : تتناوب يومياً تقريباً نسمات البحر والأرض، مع رطوبة نسبية معتدلة (مثل: 57% في أبريل 2025).

الظروف الجوية الحديثة :الطقس عادة مشمس مع غطاء سحابي قليل، ودرجات حرارة حول 19-22 درجة مئوية في الربيع، مع رياح معتدلة قادمة من الشمال الشرقي. (Weather Spark، 2016)



الشكل 11 : التغيرات الشهرية في درجات الحرارة والتساقطات بمدينة مستغانم (meteoblue, 2015)

تتميز ولاية مستغانم بمناخ متوسطي شبه جاف، يتسم بشتاء معتدل ورطب وصيف حار وجاف. ويظهر ذلك بوضوح من خلال توزيع درجات الحرارة ومعدلات التساقط المطري على مدار السنة، كما هو مبين في الشكل البياني الخاص بالمناخ السنوي للولاية.

تتراوح درجات الحرارة القصوى اليومية بين 16 درجة مئوية في شهر يناير (جانفي) و 32 درجة مئوية في شهر يوليو (جويلية)، مما يدل على تفاوت حراري واضح بين الفصول. أما درجات الحرارة الدنيا اليومية، فتتراوح بين 9درجات مئوية في فصل الشتاء و 24درجة مئوية في فصل الصيف، ما يعكس اعتدال الليالي الشتوية نسبيًا ودفء الليالي الصيفية.

أما من حيث التساقطات المطرية، فتسجل الولاية أعلى المعدلات خلال فصل الشتاء، خاصة في شهري يناير وفبراير، حيث تتجاوز كمية الأمطار 50 ملم/شهر .في المقابل، تشهد أشهر الصيف ـ وخاصة يوليو وأغسطس ـ جفافًا شبه تام، إذ تنخفض فيها معدلات الهطول إلى مستويات تكاد تنعدم.

وبالإضافة إلى ذلك، يشير منحنى الليالي الباردة (الخط الأزرق المتقطع) إلى تزايد عددها في فصل الشتاء، بينما يُظهر منحنى الأيام الحارة (الخط الأحمر المتقطع) ارتفاعًا ملحوظًا خلال الصيف، لا سيما في شهري يوليو وأغسطس، ما يعكس تأثير موجات الحرارة خلال هذه الفترة.

بناءً على ما سبق، يتضح أن مناخ مستغانم يفرض تحديات خاصة على إدارة الموارد المائية، إذ يتطلب تخطيطًا دقيقًا لتخزين المياه واستعمالها بكفاءة خلال أشهر الجفاف. كما أن هذا النمط المناخي

يُعد عاملاً مهمًا في تصميم شبكات توزيع المياه، وضبط احتياجات الاستهلاك الموسمية، وتخطيط الأنشطة الفلاحية والعمرانية.

2.2 المبحث الثاني : الموارد المائية في ولاية مستغانم :

تعد خدمة الماء الصالح للشرب من أهم الخدمات الحيوية بولاية مستغانم، نظراً لارتباطها المباشر بحياة السكان والصحة العامة. وتتكون منظومة المياه بالولاية من مجموعة من العناصر الأساسية، تشمل مصادر المياه التي تعتمد على المياه الجوفية و المياه السطحية مثل السدود (كسد قرقار) ومحطات تحلية . تمر هذه المياه بمراحل مختلفة، بداية من التخزين قبل المعالجة، ثم المعالجة في محطات التصفية (مثل محطة تصفية مياه مستغانم)، تليها مرحلة التخزين بعد المعالجة عبر خزانات كبرى موزعة في المناطق الحضرية، ثم النقل بواسطة القنوات الكبرى، وأخيراً التوزيع عبر شبكات المياه نحو الأحياء السكنية .



الشكل 12: صورة توضح سد قرقار (من متصفح ويكيبيديا) .

تُقسَم الموارد المائية في ولاية مستغانم إلى موارد تقليدية (جوفية بقدرة تقدر بـ 55 هكتومتر مكعب، وموارد سطحية)، وموارد غير تقليدية تُقدَّر بـ 115 هكتومتر مكعب.

2.2.1 الموارد التقليدية :

2.2.1.1 السدود الكبرى:

تحتوي ولاية مستغانم على سدود هامة مثل سد كراميس الذي يُعدّ المصدر الرئيسي لتزويد المدينة بالمياه السطحية وسدّا الشلف وكرّادة اللذان تم تشغيلهما سنة 2010. وتُقدَّر سعتُها التخزينية الإجمالية، وفقًا لآخر الرفع الباثيمتري، بـ 165.38 هكتومتر مكعب. . وتُستخدم هذه السدود في تخزين مياه الأمطار وتوفير مياه السقي وتلبية جزء من احتياجات الشرب.

وحسب المخطط الوطني للمياه لسنة 2010، فإن الحجم القابل للتنظيم انطلاقًا من هذه السدود الثلاثة يُقدّر بـ 137 هكتومتر مكعب سنويًا موجّهًا للريّ .(Benaboucha, 2021)

يُلخص الجدول التالي وسائل تعبئة الموارد السطحية :

الجدول2 : الموارد السطحية في ولاية مستغانم (Benaboucha, 2021)

اسم السد		سنة الامتلاء	سنة التشغيل	السعة التصميمية(Hm^3)	الحجم الحالي (Hm^3)
كراميس		2004	2007	45	24.04
الشلف (MAO)	شلف كرادا	2009	2009	50	41.68
كرادة		2010	2010	70	63.90
المجموع				**165**	**128.62**

يعرض الجدول التالي وضعية كلٍّ من السدود الثلاثة المستغلة.

الجدول 3 : السدود المستغلة في ولاية مستغانم (Benaboucha, 2021)

الرمز	المنشأة	اسم السد	البلدية	السعة الابتدائية (Hm^3)	السعة الحالية (Hm^3)	الحجم القابل للتنظيم Hm^3/ سنة	
						AEP	IRR
BG0115	كراميس	عشعاشة	2005	45.38		14	20
BG0117	شلف (MAO)	سور	2010	50	50	85	117
BG0118	كرادة	سيدي علي	2010	70	70		
المجموع				165.38	165.38	99	137

سد وادي كراميس سيساهم في سقي محيط عشعاشة وتعزيز التزويد بالمياه الصالحة للشرب لمنطقة الظهرة.

أ)1. سد قرقر :

يقع سد قرقر على بُعد 5 كيلومترات جنوب غرب مدينة وادي رهيو، ويتواجد جغرافيًا ضمن إقليم ولاية غليزان. يهدف هذا السد إلى تكوين حوض تخزين بسعة 450 هكتومتر مكعب على وادي رهيو، ويُخصَّص أساسًا لسقي 16,000 هكتار من سهل الشلف السفلي، بالإضافة إلى تزويد مدينة وهران وعدد من المناطق في ولايتي غليزان ومستغانم بالمياه الصالحة للشرب.

في الوقت الحالي، لا تعمل محطتا معالجة المياه "الشلف رقم 1" (القديمة) و"الشلف رقم 2" (الجديدة والمخصصة لسد قرقر)، وذلك لأسباب تقنية.

تُظهر الخريطة التالية موقع كل من سد كرّادة وسد الشلف و كراميس.



الشكل 13 : موقع السد ود في ولاية مستغانم (MOHAMMDI، 2017)

2.2.1.2 السدود التلية والاحتجازات الصغيرة :

إلى جانب السدود الكبرى، تحتوي الولاية على عدد من السدود التلية والاحتجازات الصغيرة التي تلعب دورًا تكميليًا في تجميع مياه الأمطار، خصوصًا في المناطق الداخلية، وتُستخدم أساسًا لأغراض فلاحية أو بيئية.

هناك ثلاث (03) احتجازات صغيرة قيد الاستغلال حاليًا، بسعة إجمالية تبلغ 0.90 هكتومتر مكعب، مخصصة لريّ محيط مستغانم. بينما توجد اثنا عشر (12) احتجازًا تليًا آخر قد تم إغلاقها بالكامل بسبب التراكم الطيني.

تجري حاليًا عملية بناء احتجاز صغيرواحد فقط (وادي بن حسن) بسعة 0.25 هكتومتر مكعب. كما توجد ثمانية (08) احتجازات تلية أخرى وسدود صغيرة قيد الدراسة، بإجمالي سعة تقدر بـ 16 هكتومتر مكعب، موجهة أيضًا لريّ الزراعة. (Benaboucha, 2021)

***الجدول 4**: حالة السدود التلية و احتجزات صغيرة* (Benaboucha, 2021)

الحالة	الاسم	سنة الإنجاز	البلدية	السعة(Hm^3)
في الخدمة	بن زقوان	2006	سيدي بلعطار	0.36
	قدور سعيدر	2007	سيدي بلعطار	0.24
	واد موسى	2010	أولاد معلة	0.30
المجموع في الخدمة				0.90
قيد الإنشاء	واد بن حسن	2014	سيدي علي	0.25
المجموع قيد الإنشاء				0.25
قيد الدراسة	بوزقوار	2015	واد بوغالم	0,4
	واد رومان	2015	سيدي لخضر	1.2
	واد عبيد	2015	سيدي لخضر	1,4
	واد بختي	2015	نقمارية	10
	واد يوسف	2015	تازغيت	0,35
	واد المالح	2015	سيدي لخضر	1,4
	واد زريفة	2015	عشعاشة	1
	زاكر	2015	ولد بوغالم	0,25
16	مجموع قيد الانشاء			

2.2.1.3 نظام MAO (مستغانم – أرزيو – وهران) :

يمثل هذا النظام نموذجًا للتعاون الإقليمي في مجال تقاسم الموارد المائية، حيث يتم نقل المياه من سد الشلف الأعلى إلى مدن مستغانم وأرزيو ووهران عبر قنوات ضخمة، لتغطية حاجيات هذه المدن الساحلية من مياه الشرب والصناعة.



الشكل 14 :مخطط AEP للمنطقة الغربية لولاية مستغانم من أنظمة تحلية المياه MAO (مديرية الموارد المائية مستغانم,2025)

مكونات النظام (MAO) :

محطة معالجة المياه بسيدي لحجّال: تُعتبر ثاني أكبر محطة في الجزائر، بطاقة إنتاجية تصل إلى 561,600 متر مكعب يوميًا. تعتمد على المياه الخام القادمة من سد الشلف، حيث تمر بمرحلة معالجة أولية قبل أن تُنقل إلى المحطة الرئيسية للمعالجة.

السدود: يشمل النظام سدود الشلف وكرادة وسد وادي كراميس، التي تُساهم في توفير المياه الخام اللازمة للمعالجة والتوزيع .

محطات التحلية: تُعزز محطات تحلية مياه البحر، مثل محطة سونكتار في مستغانم بطاقة 200,000 متر مكعب يوميًا، من قدرة النظام على تلبية الطلب المتزايد، خاصة خلال فترات الجفاف.

على الرغم من الأهمية الكبرى لنظام "ماو"، إلا أنه يواجه تحديات تتعلق بتقلبات المناخ وشح الأمطار، مما يؤدي أحيانًا إلى تذبذب في التزويد بالمياه، خاصة في المناطق الشرقية من وهران .

2.2.2 الموارد غير التقليدية :

2.2.2.1 المياه الجوفية :

تُعتبر المياه الجوفية مصدرًا مهمًا للمياه في الولاية، خاصة في البلديات الجنوبية، حيث تُستخرج عبر الآبار الارتوازية وتُستخدم للشرب والزراعة. إلا أن استغلالها المفرط يهدد بتدهور المخزون وتملّح المياه.. (Benaboucha, 2021)

الجدول 5 :الموارد الجوفية في ولاية مستغانم (2018/2017) . (Benaboucha, 2021)**(**

نوع المنشأة	عدد المنشآت	المساحة المسقية هكتار	الحجم المخصص Hm^3/سنة
الآبار	9606	31,117	148
الآبار العميقة	208	2000	10
الينابيع	11	423	2.2
المجموع	—	34,494	165

الجدول 6 : الموارد الجوفية المخصصة للتزويد بالمياه الصالحة للشرب في ولاية مستغانم (Benaboucha, 2021)

الرقم	نوع المنشأة	عدد النقاط	الحجم الشهري $م^3$	أيام التشغيل/شهر	الصبيب اليومي $م^3$/يوم
01	**الآبار**	03	4,320	20	216
02	**الينابيع**	01	3,888	30	129.6
03	**الآبار العميقة**	69	327,240	25	13,089.6
المجموع		73	335,448	75	13,435.2

الجدول 7 :إجمالي الموارد الجوفية حسب الوحدات الهيدروجيولوجية (Benaboucha، 2021)

الوحدة الهيدروجيولوجية	المساحة كم^2	المورد المتوسط(Hm^3)
هضبة مستغانم	700	26
سهل برجية	250	10
سنكلينال بوغويرات	240	9.5
هضبة عشعاشة	140	8.6
هضبة الشواشي	25	1
المجموع	1355	55.1

2.2.2.2 محطة تحلية مياه البحر:

في ظل الضغط المتزايد على الموارد التقليدية، تم إنجاز محطة لتحلية مياه البحر على مستوى ولاية مستغانم لتوفير مورد إضافي ودائم، خاصة خلال فترات الجفاف وانخفاض منسوب السدود.

2.2.2.3 محطة تحلية مياه البحر في مستغانم :

تقع محطة تحلية مياه البحر على بُعد عشرة كيلومترات تقريبًا إلى الشرق من مستغانم، وتنتج يوميًا 180,000 متر مكعب من المياه الصالحة للشرب.

- تاريخ بدء التشغيل: 27 سبتمبر 2011
- السعة: 73 هكتومتر مكعب
- مدة التشغيل: 25 سنة
- السعة المثلى: 200,000 متر مكعب/اليوم
- السعة الحالية: 180,000 متر مكعب/اليوم (الجزائرية للمياه، 2025)

2.2.2.4 إعادة استخدام المياه المعالجة :

رغم أن هذه التقنية لا تزال في مراحلها الأولية، إلا أن الولاية بدأت في التفكير في إعادة استخدام المياه المعالجة في بعض القطاعات مثل السقي الحضري أو الزراعي، كخيار استراتيجي لمواجهة الندرة.

حاليًا، توجد خمس (05) محطات معالجة مياه الصرف الصحي قيد التشغيل في ولاية مستغانم، بسعة إجمالية تقدر بـ 106,000 (ما يعادل سكان) وتقوم بمعالجة حجم سنوي من المياه يبلغ 8.1 هكتومتر مكعب.

كما توجد محطة واحدة (01) قيد الإنشاء في منطقة سلامندار، بسعة 350,000 (ما يعادل سكان) وحجم معالجة سنوي للمياه يبلغ 18.25 هكتومتر مكعب.

وأيضًا هناك سبع (07) محطات في مرحلة الدراسة بسعة إجمالية تقدر بـ 275,000 (ما يعادل سكان) وحجم معالجة سنوي يبلغ 70 هكتومتر مكعب (مديرية الموارد المائية بمستغانم، 2020).

الجدول 8 : حالة محطات معالجة وتصفية المياه المستعملة في ولاية مستغانم (Benaboucha, 2021)

الوضعية	اسم المحطة	القدرة معادل ساكن	الصبيب المعالج م³/يوم	الحجم السنوي (Hm³)
في الخدمة	حجاج	18,000	14,400	5.26
	فرناقة	27,000	1,359	0.50
	عين النويصي – بني يحيى	25,000	1,878	0.69
	بوغويرات	18,000	2,811	1.03
	ماسرة	**18,000**	**1,722**	**0.63**
المجموع في الخدمة		106,000	22,170	8.1
قيد الدراسة	**السلمندر**	**350,000**	**50,000**	**18.25**
	عين تادلس	50000	40000	14,6
	بن عبدلمالك	70000	28000	10,22
	خضرة	30000	24000	8,76
	واد الخير	30000	24000	8,76
	ولد بوغالم	20000	16000	5,84
	سيد علي	40000	32000	11,68
	سيدي لخضر	35000	28000	10,22
المجموع في الخدمة		**275,000**	**192,000**	**70.08**

في غياب البنية التحتية لمعالجة المياه المستعملة، يُلاحظ أن هذه المياه تُصرّف في الأودية، ويستفيد منها المزارعون بشكل غير مباشر من خلال السحب المباشر من مجرى المياه، حيث يُقدَّر حجم المياه المستعملة غير المعالجة بحوالي 70 مليون متر مكعب سنوياً.

الانتاج الاجمالي للموارد المائية في ولاية مستغانم :

في إطار تعبئة الموارد المائية على مستوى ولاية مستغانم، يمكن تلخيص المحاور الكبرى لقطاع الموارد المائية كما يلي:

- تعبئة الموارد (السطحية والجوفية)
- الهيدروليك الفلاحي

حالياً، تُزَوَّد ولاية مستغانم بالمياه التقليدية (الموارد السطحية والجوفية)، بالإضافة إلى المياه غير التقليدية (التحلية)، لتلبية حاجيات ساكنة تُقدَّر بـ 877,450 نسمة حسب إحصاء سنة 2018. وتشمل المنشآت المختلفة لتعبئة الموارد المائية ما يلي:

نظام كراميس: بطاقة استيعابية تبلغ 45 مليون متر مكعب، ويتم حاليًا سحب 28,000 م³/يوم، أي ما يعادل 10 مليون متر مكعب/سنة.

نظام (MAO مستغانم-أرزيو-وهران) : بطاقة إجمالية تصل إلى 155 مليون متر مكعب.

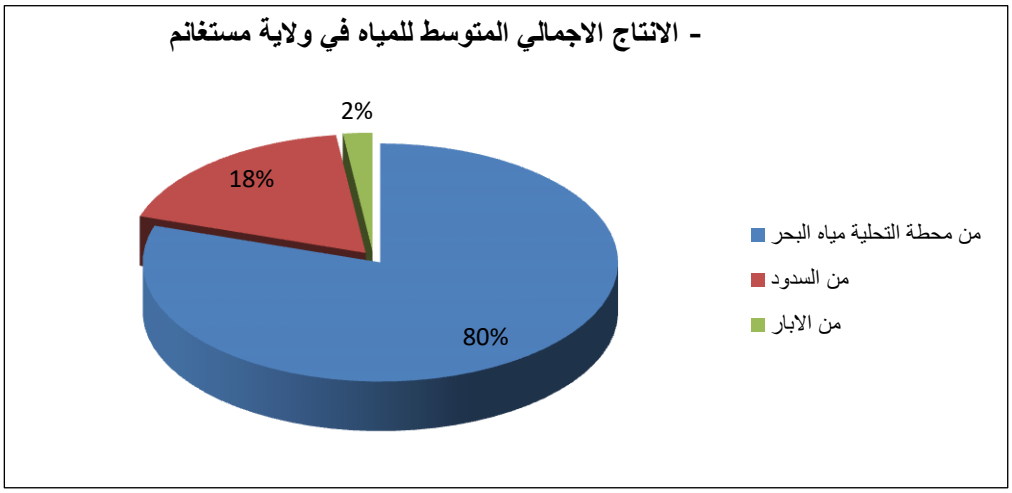
كردادة : 70 مليون متر مكعب، + الشلف : 50 مليون متر مكعب (مخصصة للمنطقة الغربية).

إدارة الموارد المائية:

يتم حالياً سحب 50,000 م³/يوم كاحتياطي إضافي في حال توقف محطة تحلية مياه البحر، أي ما يعادل 18 مليون متر مكعب سنوياً.

- محطات تحلية مياه البحر بمستغانم: بطاقة إنتاجية تبلغ 73 مليون متر مكعب، والسحب الحالي يقدر بـ 180,000 م³/يوم، أي ما يعادل 66 مليون متر مكعب/سنة.
- الآبار: يبلغ عددها 15 بئراً، بإنتاجية حالية تقدر بـ 4,000 م³/يوم، أي ما يعادل 1 مليون متر مكعب/سنة.

الإنتاج الإجمالي المتوسط للمياه يقدّر بـ 218,000 م³/يوم، موزّع كالتالي:



الشكل 15 : الانتاج الاجمالي المتوسط للمياه في ولاية مستغانم سنة 2020 (من اعداد الطلبة)

- احتياجات الولاية من مياه الشرب (AEP): 210,000 م³/يوم

الحجم الموزّع حالياً: 207,000 م³/يوم (مديرية الموارد المائية لمستغانم، 2020)

2.3 المبحث الثالث: تحليل حالة شبكة مياه الشرب بمدينة مستغانم :

2.3.1 الوضع الحالي للشبكة :

تُغطي شبكة توزيع المياه نسبة معتبرة من مدينة مستغانم، خصوصًا الأحياء الجديدة والمخططة. إلا أن بعض الأحياء القديمة، مثل حي تيجديت، تعاني من تهالك في الشبكة واهتراء الأنابيب، مما يؤدي إلى تسربات دائمة وضعف في الضغط، يؤثر سلبًا على الاستمرارية اليومية للتوزيع.

التجديد والتحديث : منذ نهاية عام 2024، يتم تنفيذ مشروع ضخم لإعادة تأهيل شبكة مياه الشرب، يتضمن استبدال 35.6 كيلومتراً من الأنابيب في عدة أحياء حضرية (السلمندر، مدينة 308 سكن، شمومة، الحرية، وغيرها). هذا المشروع، الذي خُصص له ميزانية تقدر بحوالي مليار دينار، يهدف إلى تقليل التسربات (المقدرة حالياً بنسبة 40%)، تحسين الضغط، وضمان تدفق كافٍ، مع ضمان توزيع منتظم وعادل.

التوسع في المناطق الريفية المعزولة :في عامي 2022 و2025، سمحت عدة مشاريع بتوصيل 30 منطقة ريفية معزولة بشبكة إمدادات مياه الشرب، مع أعمال متقدمة في 12 بلدية معزولة، خاصة في بلديات السوافلية، عين تادلس ، أشاحة ، بوغزول، حاسي مماش، وغيرها. تهدف هذه المبادرات إلى توسيع الوصول إلى مياه الشرب لتشمل جميع سكان الولاية.

الإدارة والتغطية :تدير الشركة الجزائرية للمياه (ADE) حالياً 28 بلدية من أصل 32، بهدف تحقيق إدارة كاملة لجميع بلديات الولاية. يتم تأمين التوزيع المستمر (7/24) لأغلب البلديات، باستثناء بعضها التي لا تزال قيد إعادة التأهيل أو نقل الإدارة (Benaboucha, 2021) .

الجدول 9 : أطوال شبكة توزيع المياه حسب القطر ونوع المادة (الجزائرية للمياه، 2025)

البلديات	أطوال شبكة توزيع المياه حسب القطر ونوع المادة						المجموع
	fonte		PEHD		PVC		
	DN	ML	DN	ML	DN	ML	
مستغانم			40	1997	40	318	2315
			50	125	50	267	392
			63	9460	63	1225	10685
	80	40990	75	18008	75	8131	50929
	100	47079	90	3952			51029
	125	3643	110	1396			5292
	150	45597	125	72			45669
	200	22408	150	56	160	558	31536
	250	9610	160	8340			17950
	300	13125	200	4152			495
	350	4995					4995
	400	23840					23840
	500	7757					7757
	600	4933					4933

الجدول يقدّم نظرة عامة على شبكة توزيع المياه في بلدية مستغانم، حيث يعرض أنواع الأنابيب المستخدمة حسب المادة (مثل الفولاذ، الحديد، البلاستيك...) مع أطوالها المختلفة وأقطارها.

يُظهر الجدول كميات كبيرة من الأنابيب المصنوعة من الفولاذ والحديد، مما يشير إلى أنها الأكثر استخدامًا. كما يوجد استخدام واضح لأنابيب البولي إيثيلين وPVC، وهي غالبًا تُستخدم في الشبكات الثانوية.

الجدول يساعد على فهم تركيب الشبكة بشكل عام، من حيث تنوع المواد وطول الأنابيب المستعملة.

الجدول 10 : اطوال شبكة انتاج المياه حسب قطر ونوع المادة (الجزائرية للمياه، 2025)

البلديات	اطوال شبكة انتاج المياه حسب قطر ونوع المادة						المجموع
	fonte		PEHD		PVC		
	DN	ML	DN	ML	DN	ML	
مستغانم	200	35000	1100	24200			59200
	400	15000	400	32000			47000
	300	4800	600	10000	400	12000	26800
	80	35000	1200	2000			37000

الجدول يعرض معلومات عامة حول شبكة إنتاج المياه في منطقتي مستغانم وصيادة، حيث يوضح أنواع الأنابيب المستعملة حسب المادة (الفولاذ، الحديد الزهر، والبولي إيثيلين) مع تحديد أقطارها وأطوالها.

يتضح من البيانات أن أنابيب الفولاذ والحديد الزهر تُستخدم بشكل رئيسي في هذه الشبكة، خاصة في الأنابيب ذات الأقطار الكبيرة، ما يدل على دورها في نقل كميات كبيرة من المياه من مصادر الإنتاج إلى نقاط التخزين أو التوزيع. كما تم تسجيل استخدام محدود لأنابيب PEHD (بولي إيثيلين عالي الكثافة) في بلدية صيادة.

الجدول يوفر نظرة شاملة على البنية الأساسية لشبكة الإنتاج، ويساعد في تقييم مكوناتها وتخطيط أعمال الصيانة أو التجديد مستقبلاً.

2.3.2 التحديات والعراقيل التقنية :

تُواجه الشبكة مجموعة من الإشكالات التقنية أبرزها:

قِدم الأنابيب وقلة الصيانة الدورية

ضعف التنسيق بين مختلف المصالح التقنية

غياب نظام رقمي لمراقبة الضغط والتسربات

ارتفاع نسبة الفاقد المائي مقارنة بالإنتاج

2.3.3 آلية عمل الشبكة داخل المدينة :

تعتمد المدينة في توزيع المياه على نظام مختلط يشمل التزود المباشر من السدود، إضافة إلى الضخ من خزانات مرتفعة تُزوّد بدورها المناطق المختلفة. ويتم التوزيع وفق جدول زمني محدد، غالبًا ما يختلّ في فترات الذروة الصيفية.

تنطلق عملية التوزيع في مدينة مستغانم من عدة مصادر مائية، أهمها مياه البحر , ويُعد المزود الرئيسي بالمياه السطحية للمدينة، إلى جانب بعض الآبار الجوفية الواقعة في مناطق مثل ماسرة وحاسي معمر. تُنقل المياه الخام من هذه المصادر عبر قنوات وأنابيب ناقلة إلى محطات المعالجة الرئيسية، حيث تُخضع المياه لعمليات التصفية والتعقيم، وفقًا للمعايير الوطنية لجودة مياه الشرب.

بعد المعالجة، تُضخ المياه إلى خزانات رئيسية موزعة في عدة نقاط استراتيجية مثل حي تجديت، خروبة، والمقطع، حيث تُمكِّن هذه الخزانات من تحقيق توازن في الضغط، وضمان تزويد مستمر خاصة خلال فترات الذروة أو الانقطاعات المؤقتة. يُراعى في تصميم هذه الخزانات عامل الارتفاع الجغرافي، نظرًا للطبيعة التضاريسية المتنوعة التي تتميز بها مستغانم، والتي تشمل المرتفعات المطلة على البحر والمناطق المنخفضة في الأحياء الداخلية.

تُوزع المياه من الخزانات إلى مختلف أحياء المدينة عبر شبكة أنابيب رئيسية وفرعية مصنوعة غالبًا من البولي إيثيلين عالي الكثافة (HDPE) أو الحديد المطاوع، وتضم هذه الشبكة أيضًا تجهيزات تقنية

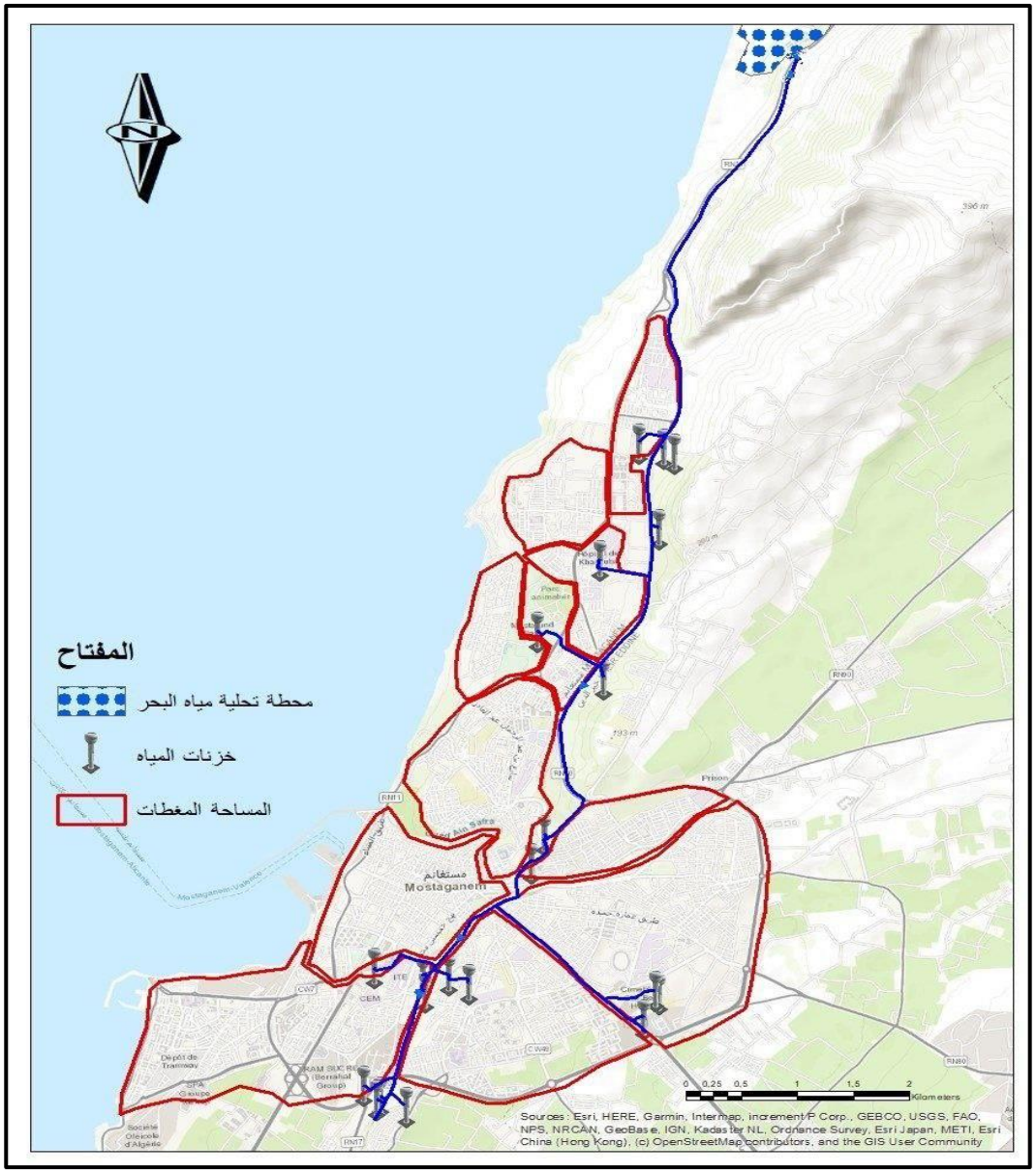
مثل صمامات التحكم، محابس الإغلاق، وغرف التفتيش والصيانة. كما أن المناطق المرتفعة أو البعيدة عن مركز الضخ تدعمها محطات ضخ إضافية لضمان تدفق كافٍ وثابت.



الشكل 16: شبكة توزيع المياه الصالحة للشرب لمدينة مستغانم (من اعداد الطلبة سنة 2025)

2.3.4 التمثيل الخرائطي لمجالات التغطية بالخزانات المائية :

تُبيّن الخرائط الطبوغرافية والتحليل الجغرافي الذي تم إجراؤه عبر نظم المعلومات الجغرافية أن الخزانات المائية لا تغطي كافة الأحياء بشكل متساوٍ، حيث تُظهر بعض الأحياء نقصًا في التغطية وضعفًا في الضغط، مما يدعو إلى إعادة تخطيط مجال تدخل هذه الخزانات وتوسيع طاقاتها الاستيعابية .



الشكل 17: خريطة مجالات تغطية الخزانات المائية بمدينة مستغانم (من اعداد الطلبة سنة 2025)

تعرض الخريطة التالية التغطية المجالية الفعلية التي تؤمنها مختلف الخزانات المائية بمدينة مستغانم، مبيّنةً الأحياء والمقاطع العمرانية التي تقع ضمن نطاق تزويد كل خزان. وقد تم تمثيل هذه التغطية عبر تقسيم المدينة إلى مساحات مترابطة تُظهر العلاقة بين مواقع الخزانات وامتداد الشبكة، مع الإشارة إلى المكونات الداعمة مثل محطة تحلية مياه البحر التي تُعد من المصادر الأساسية للتزويد.

يساهم هذا التمثيل الخرائطي في تقييم كفاءة التغطية الحالية، كما يُعد أداة تخطيطية لتحديد مناطق الضغط أو الهشاشة، واقتراح توسعات مستقبلية في البنية التحتية، خصوصًا مع التوسع العمراني السريع الذي تعرفه المدينة.

تشكل شبكة توزيع مياه الشرب في مدينة مستغانم بنية تحتية حيوية تضمن توفير المياه الصالحة للشرب لسكان المدينة، وذلك من خلال استغلال الموارد المائية السطحية (مياه البحر) والجوفية المتاحة. وتعتمد الشبكة على عمليات معالجة دقيقة لضمان مطابقة جودة المياه للمعايير الصحية الوطنية، بالإضافة إلى تخزين المياه في خزانات استراتيجية تراعي الخصائص الطبوغرافية المتنوعة للمدينة. تُسهم هذه الخزانات، إلى جانب محطات الضخ المنتشرة، في تحقيق توازن هيدروليكي مستقر داخل الشبكة، ما يسمح بتلبية الطلب المتزايد الناتج عن التوسع العمراني والديمغرافي .

خاتمة:

يتيح هذا الفصل رؤية شاملة للخصائص الجغرافية والموارد المائية بولاية مستغانم، ما يمهد لتحليل أعمق لوضعية شبكة المياه في الفصول الموالية ويبرز التحديات المرتبطة بإدارة هذه الموارد.

الفصل الثالث

حي تيجديت –الخصائص المجالية والمجتمعية

3 الفصل الثالث : حي تيجديت – الخصائص المجالية والمجتمعية

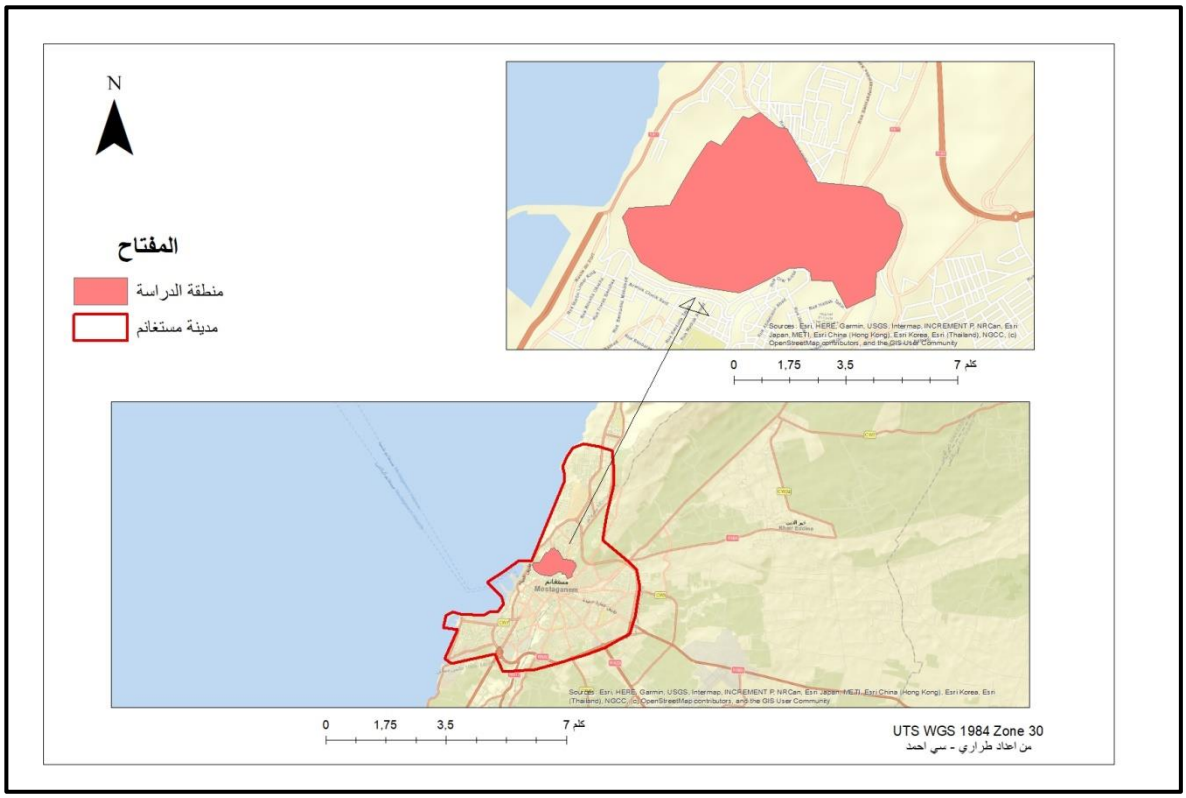
مقدمة:

يُعتبر حي تيجديت من أقدم وأهم أحياء مدينة مستغانم، وهو يحمل بين أزقته الضيقة ومبانيه القديمة إرثاً تاريخياً ومعمارياً غنياً. يشتهر الحي بطابعه المغاربي الأصيل وبكونه مركزاً للحياة الاقتصادية والاجتماعية منذ قرون. تهدف هذه الدراسة إلى تشخيص الوضع الحالي لحي تيجديت، تحليل خصائصه العمرانية والاجتماعية، وتحديد أهم التحديات التي تواجهه في ظل التحولات الحضرية التي تعرفها المدينة، مع تقديم توصيات للحفاظ على طابعه المميز وضمان تنميته المستدامة.

3.1 المبحث الأول: المعطيات الجغرافية والتاريخية لحي تيجديت :

3.1.1 الموقع الجغرافي :

يقع حي تيجديت في الجهة الشرقية من مدينة مستغانم، ويُعد من أقدم أحيائها وأبرزها من حيث التموقع والتاريخ. يحدّه من الشمال البحر الأبيض المتوسط، ومن الجنوب أحياء حديثة النشأة، ومن الغرب مركز المدينة ، بينما يمتد شرقا إلى الامتداد العمراني الجديد (خروبة). ويُشكّل هذا الموقع موقعًا استراتيجيًا بين النسيج القديم والمجالات العمرانية الحديثة، ما يمنحه أهمية خاصة في التخطيط الحضري .



الشكل 18: خريطة موقع لمنطقة الدراسة (من اعداد الطلبة)

3.1.2 الأصل والتطور التاريخي :

يُعتبر حي تيجديت من الأحياء العريقة ذات البعد التاريخي والثقافي العميق، إذ يعود تأسيسه إلى فترة ما قبل الاستعمار الفرنسي، وكان في الأصل نواة سكنية تحيط بها الحقول والبساتين. وقد تطوّر الحي تدريجيًا ليصبح مركزًا سكنيًا وحضريًا هامًا خلال الحقبة الاستعمارية، ثم شهد توسعًا غير منتظم في فترة ما بعد الاستقلال. وما تزال ملامح العمارة التقليدية والأنساق المجالية القديمة حاضرة في نسيجه العمراني إلى اليوم .

كما أنها تضم عدة معالم تاريخية وتراثية قديمة تشهد على مختلف المراحل والحقب التي مرت بها مستغانم، ومن بينها الزاوية العلوية التي يعود تأسيسها نسبة إلى الشيخ أحمد بن مصطفى بن عليوة سنة 1910م، وهي من أكبر الزوايا الموجودة بالغرب الجزائري.

إبان الثورة التحريرية

شهدت قصبة مستغانم انطلاق أولى شرارة المقاومة الشعبية والفدائية ضد الاستعمار الفرنسي، حيث كان الحي مدينة للمسلمين الذين انعزلوا فيه وأطلق عليهم المستعمر اسم " حي الانديجان"، بحسب ما أشار إليه رئيس جمعية أولاد تيجديت."



الشكل 19 :صورة تاريخية لحي تيجديت سنة 1965(من متصفح google)

والذين أوقعوا القوات الاستعمارية في عدة كمائن خلال السنوات الأولى من حرب التحرير في أرجاء الحي المتميز بأزقته وطرقه الضيقة ودروبه الوعرة ومدخل مبانيه التي أتخذ منها الفدائيون حصنا لهم ينطلقون منها ويختبئون فيها، فضلا عن اشتباكات شارع فلوح مسكين عند المذبح البلدي واشتباكات ساحة السويقة الفوقانية، وكثير من التظاهرات والوقائع التي تشهد على العمق التاريخي والدور الكبير الذي لعبته تيجديت خلال تلك الفترة، وخلفت شهداء المنطقة أمثال بن عياد بن ذهيبة والشهيد الغالي بن زهرة بعد نسف بيتهما وهما بداخله إلى جانب قارة مصطفى ونسيب يحيى وغيرهم من الشهداء الذين ضحوا بالنفس والنفيس من أجل تحرير الجزائر.

كما تشهد زيارة العديد من الشخصيات الوطنية والقيادات البارزة، أين كانت كل البيوت مركز

للمجاهدين ومركز للاجتماعات في تلك الفترة.
هذا وأكد قسوس الشارف أن للقصبة دور كبير في المحافظة على اللغة العربية والقرآن الكريم خلال الوجود الفرنسي، بحيث لا يتكلم السكان إلا باللغة العربية والتعامل بالتعاليم الدينية بدليل وجود عدة مساجد بالحي والتي كانت تسمى "الشريعة."

مسقط رأس علماء ومفكرين ورجال الفن :

عرف الحي العتيق "تيجديت" حركة علمية وثقافية نشيطة أنجبت العديد من العلماء والصالحين والمفكرين ورجال الفن، وتمثلت خاصة في حركة الطريقة الصوفية، في هذا الفضاء الروحي نشط الكثير من العلماء والمفكرين في وسط ثقافي رفيع المستوى، مما ساهم في انتشار مدارس القرآن والحديث، الفقه واللغة وكل ما يمت إلى هذه العلوم بصلة، إلى جانب ثلة من الفنانين والمفكرين الذين كتبوا أسمائهم بأحرف من ذهب في التاريخ الحضاري والثقافي للمنطقة، أمثال ولد عبد الرحمن كاكي والجيلالي بن عبد الحليم وهما الأب الروحي للمسرح، حيث تم إنشاء أول فرقة مسرحية بالجزائر سنة 1926، وهي الفرقة المسرحية التابعة للزاوية العلوية، كما ظهرت المطبعة، بداية من 1909، ومعها الحركة النشرية للزاوية العلوية بداية بجريدة البلاغ الجزائري ثم المرشد وأخيرا أصدقاء الإسلام، ضف إلى ذلك تعد الزاوية أول من أنشئت أول مطبعة عربية في الغرب الجزائري.

كما احتضنت أيضا تيجديت الشيخ حمادة وهو رائد الفن البدوي وأحد أعمدة الأغنية الشعبية والشعر الملحون، فضلا عن الطابع العيساوي والمدح النسائي. (الشعب، 2021)



الشكل 20: صورة لحي تيجديت(من التقاط الطالب,2025)



الشكل 21 :صورة حديثة لحي تيجديت (من التقاط photographe radouane D,2024)

3.2 المبحث الثاني : الخصائص العمرانية والاجتماعية لحي تيجديت:

3.2.1 الخصائص المعمارية والتنظيمية :

يتميز حي تيجديت ببنية عمرانية تقليدية تتجلى في الشوارع الضيقة والمتعرجة، والمساكن ذات الطابع الأندلسي أو المغربي، والأسقف القرميدية. كما تُلاحظ كثافة سكانية مرتفعة واكتظاظ في المباني، نتيجة لنمو غير موجه وافتقار الحي إلى التجديد الحضري. النسيج العمراني غير المنتظم أدى إلى صعوبات في مد شبكات البنية التحتية وتحديثها، بما في ذلك شبكة توزيع المياه. ويتميز بمجموعة من الخصائص العمرانية الفريدة التي تعكس أصالته وتاريخه:

- **النمط المعماري :** يتميز الحي بنمط معماري تقليدي مغاربي متأثر بالعهد العثماني، مع انتشار البيوت ذات الأسطح المسطحة، والزخارف التقليدية على الأبواب والنوافذ، وكذا الأقواس والقباب الصغيرة.
- **الأزقة الضيقة :** تُعد الأزقة الضيقة والمتعرجة من أبرز سمات الحي، وقد صُممت لتوفر الحماية من الرياح ولتخلق بيئة اجتماعية حميمة.
- **المساجد والزوايا :** يوجد بالحي عدد من المساجد والزوايا التاريخية التي لعبت دوراً روحياً واجتماعياً هاماً، منها الزاوية العلوية.
- **الساحات والأسواق :** تنتشر في الحي ساحات صغيرة تُستخدم كمراكز تجمع، إلى جانب الأسواق التقليدية التي كانت في السابق القلب التجاري للحي.

حالة البنية التحتية :اليوم يعاني الحي من تدهور في البنية التحتية، خاصة شبكات الصرف الصحي، والطرقات، و شبكة المياه مما يهدد استدامته العمرانية

3.2.2 الخصائص السكانية الاجتماعية :

يقطن حي تيجديت سكان من فئات اجتماعية متوسطة إلى ضعيفة، ويتسم النسيج الاجتماعي بالتضامن المحلي والعلاقات العائلية الممتدة، وهو ما يمنحه طابعًا مجتمعيًا متماسكًا. كما أن نسبة كبيرة من السكان من فئة الشباب، مع تسجيل معدلات بطالة مرتفعة نسبيًا، ما يعزز من التحديات التنموية للمنطقة .

- **تركيبة سكانية تقليدية :** يضم الحي عائلات مستغانمية عريقة، حافظت على وجودها منذ أجيال، مما يخلق روابط قوية بين السكان.
- **الهوية الثقافية :** يُعتبر الحي مركزاً حياً للثقافة الشعبية، حيث تنتشر فيه الفنون التقليدية مثل المالوف والموسيقى الأندلسية، فضلاً عن العادات المرتبطة بالمناسبات الدينية.
- **الأنشطة الاجتماعية :** رغم الظروف الصعبة، ما زالت الجمعيات المحلية والمبادرات الشبابية تنشط للحفاظ على روح الحي وتنظيم فعاليات ثقافية.
- **المشاكل الاجتماعية :** من أبرزها البطالة، الفقر، وهجرة الشباب نحو الأحياء الحديثة، مما يهدد بنية المجتمع المحلي .(دراسات ميدانية,2025)

3.3 المبحث الثالث : الأهمية الاقتصادية والاجتماعية لحي تيجديت :

3.3.1 النشاطات الاقتصادية المحلية :

يُعتبر الحي مركزًا لنشاط تجاري محلي متنوع، يشمل المحلات الصغيرة، والحرف التقليدية، والأسواق الأسبوعية. وتُشكل الأنشطة غير الرسمية نسبة معتبرة من الاقتصاد المحلي، ما يُبرز الحاجة إلى تنظيم اقتصادي وهيكلي أكبر. كما توجد بعض الوحدات الحرفية التي تُشكّل مصدر رزق لفئة من السكان.

القرب من الميناء :موقع الحي القريب من الساحل وميناء مستغانم جعله مركزاً مهماً لتبادل السلع والمنتجات، خاصة في فترات الازدهار البحري خلال العهد العثماني.

المقاهي والمطاعم الشعبية :هذه الأماكن لا تخدم فقط سكان الحي، بل تجذب أيضاً زوار المدينة لما تقدمه من أطباق تقليدية وجو شعبي خاص.

3.3.2 الدور الاجتماعي والمجتمعي :

يحتفظ حي تيجديت بدور اجتماعي مهم في بنية المدينة، إذ يُعدّ مركزًا للتقاليد والعادات المحلية، ويستضيف مناسبات دينية وثقافية، كما يضم مؤسسات تعليمية ودينية قديمة تعزز من مكانته الرمزية في الذاكرة الجماعية للمستغانميين. ويُساهم النسيج المجتمعي المتماسك في دعم مبادرات محلية، رغم ضعف التجهيزات والخدمات.

رغم ذلك، يعاني الحي من مشاكل اجتماعية مثل ارتفاع معدلات البطالة بين الشباب، وهجرة السكان نحو أحياء أكثر حداثة بسبب تدهور البنية التحتية. (Africacommons، 2021)

3.4 المبحث الرابع : التحديات والمشاكل الحضرية في حي تيجديت :

3.4.1 المشاكل المرتبطة بالبنية التحتية :

يعاني الحي من تقادم في شبكات البنية التحتية، خصوصًا المياه والصرف الصحي والطرق. إذ لم يتم تحديث هذه الشبكات بما يتماشى مع الزيادة السكانية والتوسع العمراني، مما تسبب في انقطاعات متكررة، وتسربات، وانسداد في قنوات الصرف، ناهيك عن ضعف التغطية بالإنارة والنظافة. وايضا يعاني من :

- ✓ تهالك البنايات القديمة : يُعاني حي تيجديت من تهالك شديد في مبانيه القديمة بسبب غياب الصيانة الدورية. البنايات اللي يرجع تاريخها إلى القرون الوسطى، وخاصة تلك ذات الطراز الأندلسي والمغاربي، بدأت تنهار جدرانها وأسقفها بفعل الرطوبة، التسربات المائية، والتصدعات الناتجة عن الزمن. المصدر يُشير إلى أنّ السكان يُطالبون منذ سنوات ببرامج ترميم عاجلة، لكن الاستجابة بطيئة جدًا .غياب برامج تهيئة حضرية شاملة .
- ✓ يفتقر حي تيجديت لأي مخطط حضري محدث. الطرقات لازالت ضيقة ومتعرجة، لا تسمح بدخول سيارات الإطفاء أو سيارات الإسعاف، وهو ما يشكل خطرًا مضاعفًا في حالات الطوارئ. إضافة لذلك، شبكات الصرف الصحي مهترئة جدًا وتُسبب انسدادات متكررة، مما يزيد من معاناة السكان. لا توجد مشاريع تهيئة واضحة لتطوير الأرصفة، المرافق العامة، أو المساحات الخضراء داخل الحي .

- ✓ التلوث البيئي وتراكم النفايات : مشكل بيئي خطير يتمثل في تكدس النفايات المنزلية في أزقة تيجديت، خاصة في ظل غياب حاويات كافية ومواعيد منتظمة لجمع القمامة. الحي، بحكم طابعه القديم، لا يحتمل تراكم النفايات لأنه يزيد من سرعة تدهور الجدران ويُشجع على انتشار الحشرات والقوارض. السكان يشتكون أيضًا من قلة الوعي ونقص حملات النظافة .
- ✓ تشويه الهوية العمرانية بسبب البناء العشوائي : بعض السكان أو المستثمرين الصغار بدأوا يبنون داخل الحي أو على أطرافه بدون احترام للمعايير العمرانية التقليدية. هذه البنايات الحديثة، سواء كانت بواجهات إسمنتية أو بتصاميم دخيلة على البيئة المغاربية، تُشوّه الطابع العام للحي، وتُضعف جاذبيته التاريخية والثقافية. كما تؤكد الدراسة أن غياب الرقابة البلدية هو السبب المباشر في استفحال الظاهرة .
- ✓ ضعف التمويل وضعف التنسيق بين الجهات : ان أكبر عائق أمام إنقاذ تيجديت هو غياب رؤية واضحة وشاملة. المشاريع التراثية تحتاج إلى تمويل مستدام، لكن في حالة تيجديت، أغلب المبادرات إما صغيرة جدًا وإما غير مكتملة بسبب قلة الموارد المالية. أيضًا، هناك تداخل في الصلاحيات بين مديرية الثقافة، البلدية، ووزارة السياحة، مما يجعل العمل الميداني بطيئًا ومجزأ. (الاقتصادية، 2024)

3.4.2 مشاكل توزيع المياه والتسربات :

تُعدّ شبكة توزيع المياه في حي تيجديت من بين أكثر الشبكات تضررًا في مدينة مستغانم، حيث تُسجّل نسب تسرب مرتفعة نتيجة تقادم الأنابيب وضعف الضغط وعدم انتظام التوزيع. كما يفتقر الحي إلى نظام مراقبة فعال، ما يجعل عملية الصيانة تتم بشكل متأخر بعد حدوث الأعطال.

3.4.2.1 التوسع العمراني غير المنظم :

شهد الحي توسعًا غير مهيكل، خاصة في الحواف الجنوبية والغربية، حيث تم تشييد سكنات بطريقة فوضوية، دون احترام المعايير التقنية والعمرانية، مما زاد من العبء على الشبكات والخدمات، وأدى إلى تشوه في النسيج الحضري. كما تسبّب ذلك في صعوبة إيصال المياه بانتظام إلى جميع الأجزاء، خاصة في المناطق المرتفعة أو الكثيفة .

خاتمة:

قدم هذا الفصل تشخيصًا عامًا لحي تيجديت من حيث خصائصه المجالية والمجتمعية، مما ساعد على تحديد الإشكاليات العمرانية والاجتماعية التي تؤثر على أداء شبكة توزيع المياه بالحي.

الفصل الرابع

الدراسة الميدانية وتحليل شبكة المياه بحي تيجديت

4 الفصل الرابع : الدراسة الميدانية وتحليل شبكة المياه بحي تيجديت

مُقدّمة

في إطار تشخيص شبكة التزويد بالمياه الصالحة للشرب ، يُعدُّ إجراء تحقيق ميداني ضروريًّا لتحديد حالة استهلاك المياه في المساكن. أتاح تحليل البيانات المجمعة من التحقيق تقييم طريقة استخدام المياه لكل من الأسر المرتبطة بالشبكة والأسر غير المرتبطة بها. كما سمحت هذه المنهجية بتقدير مدى الأهمية التي تمثلها الاستخدامات الخارجية للمياه في قرار تعزيز تزويد الحي القديم بتيجديت بمصدرٍ مائيّ إضافي .

4.1 المبحث الأول : جمع المعطيات الميدانية :

4.1.1 منهجية التحقيق على مستوى الحي :

اعتمدت الدراسة الميدانية في حي تيجديت على مقاربة وصفية تحليلية تعتمد على العمل الميداني والملاحظة المباشرة. تم إجراء عمليات مسح على الأرض لجمع البيانات المرتبطة بشبكة توزيع المياه، خاصة في ما يتعلق بنقاط التسرب، وضعف الضغط، واستمرارية التزود. وقد تم التركيز على المناطق التي تُسجّل بها شكاوى متكررة من السكان، مما مكّن من تحديد أولويات التدخل وتحليل الأوضاع بدقة.

في مجال تزويد المياه الصالحة للشرب، يُشكّل قياس الأداء من خلال مؤشرات ترتبط بالنتائج النوعية للخدمة أداةً فعّالة لتحسين إدارة هذا القطاع .

وقد رُتّبت هذه المؤشرات بشكلٍ يُرشد الجهات المعنية عند اتخاذ القرارات، دون أن يُعفيها من تعديل القائمة بما يتلائم مع خصوصيات سياق خدمتها.

في هذا الإطار، تمّ تصنيف المؤشرات إلى مؤشرات تقنية ومؤشرات خدمية. تعكس المؤشرات الخدمية مستوى رضى المستخدمين والمستهلكين عن جودة الخدمة المقدَّمة.

ومن أجل ذلك ، أُجري تحقيق ميداني استند إلى استبيان وُجّه إلى مشتركي المجموعة الحضرية الحي القديم بتيجديت GUT,وشمل محاور أساسية تتمثّل في جودة الخدمة ، والروح الاستقبالية، والاستماع للملاحظات ، وأعمال الصيانة والتنفيذ.

أهداف التحقيق هي:

- تشخيص طريقة عمل شبكة مياه الشرب الخاصة بالمجموعة الحضرية
- قياس تصورات المستخدمين وطاقم الوكالة الوطنية للمياه بخصوص إدارة الشبكة
- تحسين وضعية تزويد المياه الصالحة للشرب على مستوى المجموعة الحضرية

التحقيق على مستوى المجموعة الحضرية (GUT) :

شمل المسح الذي تمّ إجراؤه خمسون (50) مشترك من منطقة الدراسة التابعة للمجموعة

الحضرية لحي القديم بتيجديت .
تمّ توزيع الاستبيانات من خلال التواصل مع المشتركين في منازلهم وكذلك عند مستوى صناديق دفع فواتير استهلاك المياه. وقد تمّ شرح محتوى الاستبيان للمشتركين، حيث أجاب بعضهم على الأسئلة مباشرة في عين المكان، في حين فضّل البعض الآخر قراءتها وتعبئتها الكترونيا.

المواضيع التي تم التطرّق إليها تمحورت أساسًا حول الخدمات، وحسن الاستقبال، والاستماع الانشغالات الزبائن ، وأعمال التنفيذ .

وقد تفاعل المشتركون بشكل إيجابي وتعاونوا بطريقة فعّالة مع فريق التحقيق .
المنطقة التي شملها هذا التحقيق الحي القديم لتيجديت .

تم اختيار هذه المنطقة بهدف الحصول على صورة شاملة واقعية تمثّل مختلف سكان المجموعة الحضرية لمدينة مستغانم .

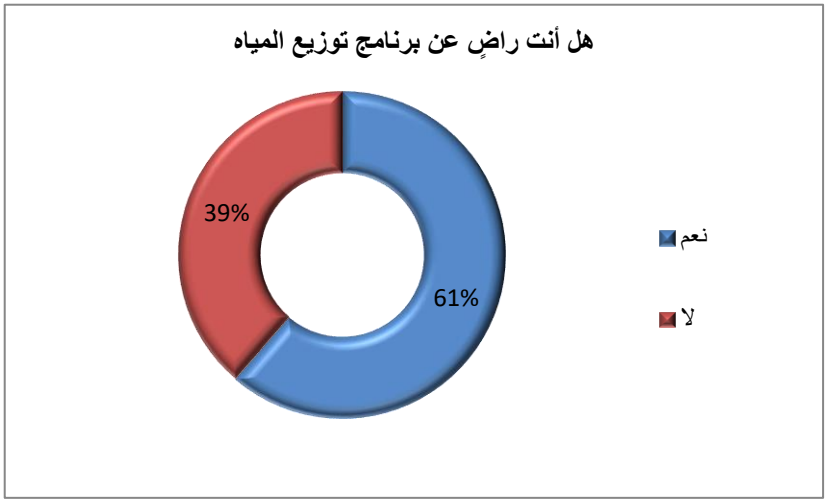
خلاصة النتائج :
تم تلخيص الإجابات على الأسئلة في الجداول التالية ، وتُعرض هذه الخلاصة حسب الموضوع :

الجدول 11 : النتائج المتعلقة بهيكل الأعمار والسكن (تحقيق ميداني افريل 2025)

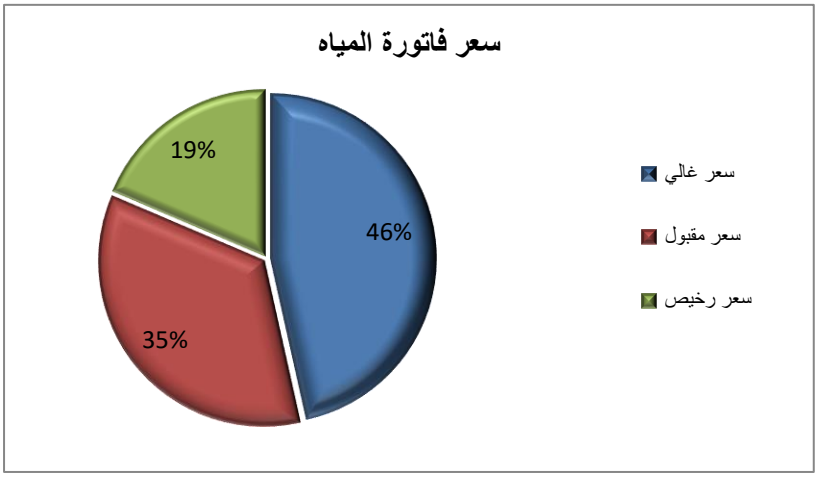
مجموع	أنثى	ذكر	
1	0	1	**أقل من 30**
15	1	14	**من 30 إلى 39**
18	3	15	**من 40 إلى 49**
10	0	10	**من 50 إلى 59**
9	1	8	**من 60 إلى 69**
50	5	45	**متزوج/متزوجة**
19	9	10	**أعزب/عزباء**
1	0	1	**مطلق/مطلقة**
0	0	0	**أخرى**
38	2	36	**سكن فردي**
15	0	15	**سكن جماعي**
0	0	0	**شبه جماعي**

حيث نلاحظ وجود عدد كبير من الرجال بنسبة تقارب 90%، مقابل 10% فقط من النساء، إضافة إلى أن الفئة العمرية الأكبر تشكل 46.4% مقارنة بـ25% من فئة الشباب، مع نسبة مرتفعة من المتزوجين تبلغ 85% .

أما نوع السكن ، فيتوزع بين السكنات الجماعية ، الفردية .
ويُعتبر هذا التنوع سببًا مباشرًا يدفع السكان إلى التنقل والتوجه نحو السكنات الفردية بنسبة 90%، مقابل 10% للسكنات الجماعية ، وهو ما يعكس طبيعة المجتمع الجزائري .



الشكل 22 : النتائج المتعلقة بسعر الفاتورة (تحقيق ميداني افريل 2025):



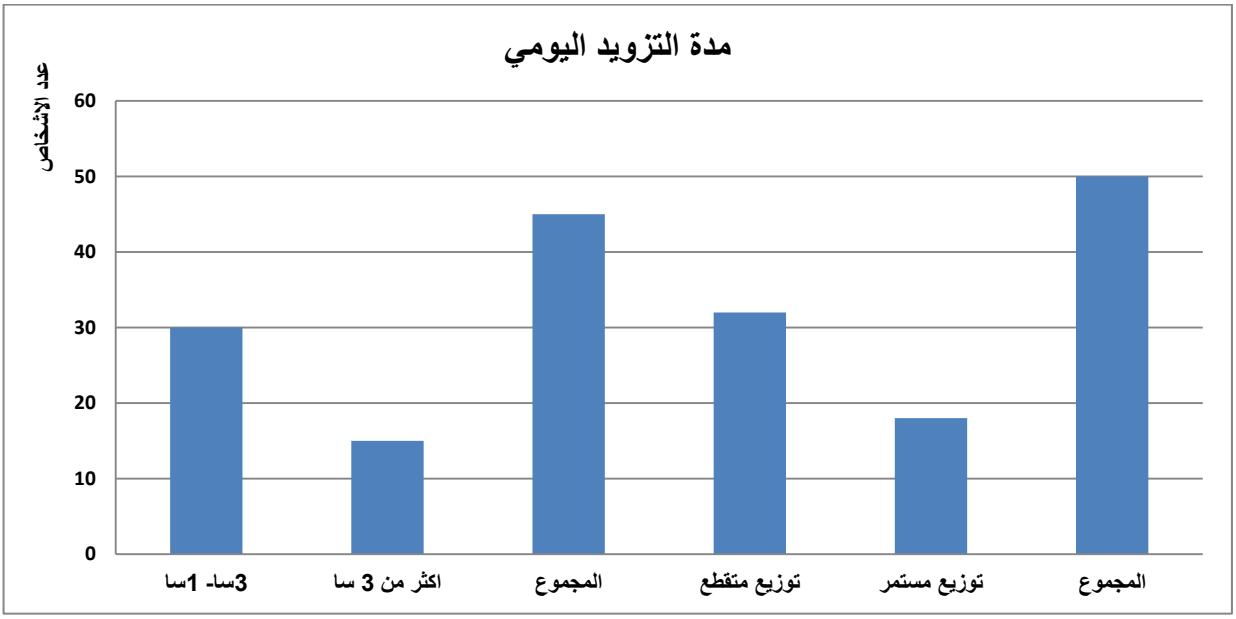
الشكل 23 : النتائج المتعلقة بسعر الفاتورة (تحقيق ميداني افريل 2025) :

بالاعتماد على نتائج الاستبيان، يتبيّن أن نسبة 46 % من المستجوبين يعتبرون السعر مرتفعًا، في حين يرى 35% أن السعر مقبول، بينما يرى 19% فقط أن السعر منخفض.

تشير هذه المعطيات إلى أن غالبية المشاركين (ما يقارب النصف) غير راضين عن السعر الحالي، إذ يعتبرونه مرتفعًا مقارنة بتوقعاتهم أو قدراتهم الشرائية. وفي المقابل، فإن ما يقارب الثلث يجدون أن السعر مقبول، مما يدل على وجود شريحة معينة تتماشى توقعاتها مع السعر المطروح. أما

النسبة الأقل من المشاركين، والتي لا تتجاوز خمس المستجوبين، فترى أن السعر منخفض أو مناسب، وهو ما يعكس قلة في الرضا العالي عن السعر.

تُظهر هذه النتائج ضرورة مراجعة السياسة التسعيرية أو توضيح مبررات السعر الحالي للمستهلكين، خاصة إذا كان الهدف هو تحسين رضا الزبائن وزيادة تقبّلهم للسعر المعتمد.



الشكل 24 : النتائج المتعلقة بتوزيع المياه ومواعيدها (تحقيق ميداني افريل 2025)

من خلال الجدولين أظهرت نتائج التحقيق الميداني ما يلي:

نظام التوزيع :يعتمد غالبية سكان المنطقة (حوالي 70%) على التوزيع المتقطع؛ حيث يحصلون على المياه لفترات محددة خلال اليوم، بينما فقط 30% لديهم ضخ مستمر للمياه.

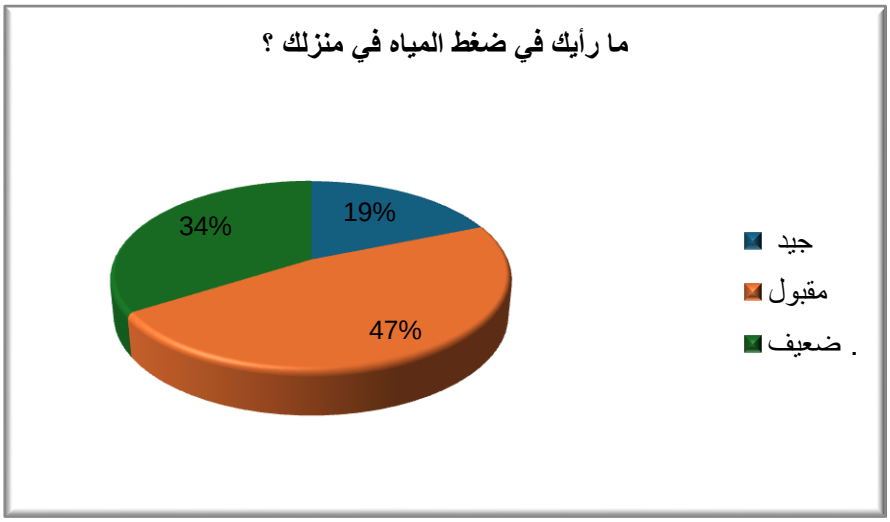
مدة التزويد اليومي :تتراوح فترات التزويد بين ساعة واحدة إلى ثلاث ساعات يوميًا لدى 60% من الأسر، في حين يحصل 25% منها على المياه لأكثر من ثلاث ساعات، ولا تقل فترة التزويد عن نصف ساعة في 15% من الحالات.

الأوقات الأكثر انتظامًا :يُسجل أفضل انتظام للتزويد خلال الصباح الباكر (بين الساعة 6 و9 صباحًا) ولدى فترة ما بعد الظهر (بين الساعة 4 و7 مساءً) .

شكاوى المستخدمين :عبر 39% من المشاركين عن استيائهم من التقطيع المفاجئ خلال الفترة المسائية، و35% اشتكوا من الفيضانات أو الضغط العالي المفاجئ عند استئناف الضخ.

التوافق مع الاحتياجات 55% :من الأسر قالوا إن المواعيد الحالية لا تتناسب مع احتياجاتهم اليومية خاصة في مواسم الذروة الصيفية، مما يضطرهم للاعتماد على صهاريج المياه الخاصة أو تخزين احتياطي في البراميل.

تشير هذه النتائج إلى ضرورة تحسين جداول التوزيع وتنسيقها مع أنماط استهلاك السكان، بالإضافة إلى ضبط الضغط وضمان انتظام الضخ لتفادي الأضرار وتلبية الاحتياجات بشكل أفضل.



الشكل 25 : النتائج المتعلقة بجودة المياه وضغطها (تحقيق ميداني افريل 2025)

يتضح من نتائج الرسم البياني :

حوالي نصف المشاركين (47 %) يرون أن ضغط المياه مقبول في منازلهم، أي أنه ليس ممتازًا لكنه كافٍ لتلبية احتياجاتهم اليومية.

في المقابل، يرى حوالي (34%) أن الضغط ضعيف، مما قد يشير إلى وجود مشاكل حقيقية في بعض المناطق أو الطوابق العليا.

فقط (19%) يعتبرون ضغط المياه جيدًا، وهي نسبة ضعيفة نسبيًا تعكس نقصًا في الرضا العام عن كفاءة التوزيع.

- النتائج المتعلقة باستخدام المضخة والامتلاك لبئر(تحقيق ميداني افريل 2025)

من خلال نتائج التحقيق الميداني :

بالنسبة لضغط المياه هناك بعض الاشخاص يستخدمون مضخة المياه وذالك راجع لنقص ضغط المياه ولتوفير احتيجاتهم اليومية من المياه , والبعض لايستعملون المضخة لان ضغط المياه كاف عندهم , وهناك من رفض ان يسرح لنا انه يستخدم مضخة لانها تسبب مشاكل في شبكة المياه وهاذه غير قانوني .

وكذلك وجدنا ان بعض الاشخاص يستعينون بئبار ارتوازية لخلق بديل لمصادر المياه ولتلبية الاحتيجاتهم اليومية من المياه .

الجدول 12 : ملخص النتائج المتعلقة بطريقة دفع الفواتير(تحقيق ميداني افريل 2025)

	عدد الاشخاص	ماذا تختار من هذه الطرق للدفع ؟	
هل يناسبك طريقة دفع فواتير المياه الحالية ؟	**30 نعم**		
	25 لا	طريقة الدفع	
		15الحساب البنكي	**10الدفع في المنزل**
المجموع	**55**	**25**	

يهدف هذا الاستبيان إلى معرفة مدى رضا المواطنين عن طريقة دفع فواتير المياه الحالية، بالإضافة إلى الوقوف على طرق الدفع البديلة التي يفضلونها في حال عدم رضاهم. وقد شمل الاستبيان عينة مكونة من 55 شخصًا.

أظهرت النتائج أن 30 شخصًا، أي ما يعادل حوالي 54% من المشاركين، يرون أن طريقة الدفع الحالية مناسبة لهم، في حين عبّر 25 شخصًا، أي 46%، عن عدم رضاهم عن هذه الطريقة. هذا يشير إلى وجود نسبة مهمة من السكان الذين يجدون صعوبة أو عدم ارتياح في الطريقة المعتمدة حاليًا لدفع الفواتير.

ومن بين الأشخاص غير الراضين، فضّل 15 منهم (60%) اعتماد الدفع عبر الحساب البنكي، في حين اختار 10 أشخاص (40%) الدفع في المنزل كبديل. هذا التوزيع يدل على ميل الأغلبية نحو الوسائل الحديثة والرقمية في الدفع، والتي توفّر الجهد والوقت، خاصة في ظل التوسع في

استعمال الخدمات الإلكترونية. وفي المقابل، لا يزال جزء من المواطنين يفضلون الطرق التقليدية كالدفع المباشر في المنزل، ربما لاعتبارات تتعلق بالسهولة أو عدم التعامل مع النظام البنكي.

4.1.2 جمع معلومات حول التسربات في شبكة المياه في الحي القديم بتيجديت :

وفي هذا الإطار، تم جمع مجموعة من البيانات الميدانية حول نقاط التسرب في شبكة المياه الخاصة بالحي القديم لتيجديت، بهدف فهم طبيعة هذه التسربات وأسبابها، وتحديد مدى نجاعة أعمال الصيانة المنجزة. شملت عملية الجمع زيارات ميدانية منتظمة، وتوثيق لتواريخ ظهور التسربات ومواقعها الجغرافية داخل الحي، إضافة إلى تسجيل خصائص كل حالة، مثل حجم التسرب، مدته، تاريخ تركيب الشبكة، وحالة البنية التحتية المحيطة. كما تم أخذ عوامل أخرى بعين الاعتبار، مثل ، طبيعة الضغط داخل الأنابيب ، ومدى تقادم شبكة التوزيع. وقد تم التركيز كذلك على تقييم التدخلات التي قامت بها فرق الصيانة، ومدى فعاليتها في الحد من المشكلة على المدى القصير والطويل، من خلال مقارنة التواريخ والمعطيات الخاصة بالإصلاح مع المعاينات المتكررة لنفس المواقع. تساعد هذه البيانات في رسم صورة شاملة عن واقع الشبكة الحالية، وتُعد قاعدة أساسية لتخطيط استراتيجيات فعالة للوقاية من التسربات مستقبلاً وتحسين أداء النظام المائي في الحي.

الجدول 13 : النتائج المتعلقة بجمع معلومات حول التسربات في شبكة المياه في الحي القديم بتيجديت (تحقيق ميداني افريل 2025)

نقاط التسرب	تاريخ المعاينة	موقع التسرب	حجم التسرب	مدة التسرب	سبب التسرب	حالة الطريق او المكان المحيط	هل تم اصلاح التسرب	تاريخ الاصلاح	نوع التدخل
X1	2023/2	حي قسو مداح	متوسط	اسبوع	ضغط زائد	لا توجد علامات	نعم	2023/2	ترميم
X2	2025/4	حي الزاوية	صغير	15 يوم	تقادم الانبوب	مبللة	لا	--	--
X3	2025	حي سويقة	صغير	7ايام	تقادم الانبوب	لاتوجد علامة	نعم	2025/3	ترميم
X4	2024	حي المدارسة	صغير	اسبوعين	ضغط زائد	لا توجد علامات	نعم	2025	تجديد
X5	2024	حي المدارسة	متوسط	10 ايام	ضغط زائد	لاتوجد علامة	نعم	2024	تجديد
X6	2024	حي السويقة	متوسط	شهر	تقادم الانبوب	لاتوجد علامة	نعم	2024	ترميم
X7	2025	حي الرميلة	متوسط	20 يوم	ضغط زائد	مبللة	لا	--	--
X8	2023	حي سوليس	صغير	اسبوع	ضغط زائد	لاتوجد علامة	نعم	2023	ترميم
X9	2025	حي الزاوية	صغير	اسبوع	تقادم الانبوب	لاتوجد علامة	نعم	2025	ترميم
X10	2024	حي السويقة	متوسط	20 يوم	تقادم الانبوب	مبللة	نعم	2024	ترميم
X11	2025	حي الرميلة	كبير	شهر	ضغط زائد	مبللة	لا	--	--
X12	2023	حي الزاوية	صغير	18يوم	تقادم الانبوب	لاتوجد علامة	نعم	2023	تجديد
X13	2025	حي الزاوية	متوسط	خمسة ايام	تقادم الانبوب	مبللة	لا	--	--
X14	2025	حي قسو مداح	متوسط	اسبوعين	تقادم الانبوب	مبللة	لا	--	--

تُظهر البيانات أن التسربات منتشرة عبر عدة أحياء مثل سويقة، المدارس، الزاوية وسوليس، وقد تم رصدها خلال فترة زمنية تمتد من 2023 إلى 2025، ما يعكس إما عملية متابعة دورية أو تشخيصاً مرحلياً لمشكلات البنية التحتية. تختلف أحجام التسربات بين صغيرة، متوسطة وكبيرة، مع ميل الغالبية إلى التصنيف المتوسط، مما يدل على وجود اختلالات بنيوية مزمنة في الشبكة. كما أن مدد التسرب تتراوح بين أيام وأسابيع وقد تمتد إلى شهور، حيث تميل التسربات الصغيرة إلى المعالجة السريعة، في حين تستمر التسربات الأكبر لفترات أطول، مسببة هدراً معتبراً للمياه.

تشير البيانات أيضاً إلى أن الضغط الزائد داخل الشبكة هو السبب الأكثر شيوعاً لحدوث التسربات، يليه تقادم الأنابيب، وهو ما يعكس وجود قصور في إدارة الضغط وضعف في البنية التحتية. أما بالنسبة لحالة الطرق والمحيط المجاور لنقاط التسرب، فإن معظمها لم يُسجَّل به علامات واضحة، مما يدل على أن التسربات غالباً ما تكون تحت الأرض وغير مرئية، فيما سُجلت حالات قليلة لمواقع مبللة يمكن أن تُستخدم كمؤشر للكشف المبكر. فيما يتعلق بتدخلات الإصلاح، فقد تم إصلاح أغلب التسربات بعد اكتشافها، رغم تفاوت طرق وفعالية التدخل، في حين ظلت بعض النقاط دون إصلاح حتى وقت جمع البيانات، ما يكشف عن تأخر أو ضعف في الاستجابة.

ويُستخلص من استمرار تسجيل التسربات حتى عام 2025 أن المعالجة لم تكن منهجية أو جذرية، بل اقتصرت غالباً على إصلاحات ظرفية. ويبرز من ذلك أهمية تطوير استراتيجية شاملة تتضمن تحديث الشبكة، وتثبيت أنظمة مراقبة الضغط، والتدخل السريع في حالات التسربات الكبيرة، بالإضافة إلى تعزيز تقنيات الكشف المبكر مثل الحساسات وأجهزة الاستشعار. ومن الضروري أيضاً تحليل هذه البيانات بشكل دوري لتحديد "النقاط السوداء" في الشبكة ووضع خطط صيانة وقائية. في المجمل، تكشف هذه النتائج عن حاجة ملحة للانتقال من المعالجات الموضعية إلى رؤية استراتيجية قائمة على الإدارة الفعالة والاستدامة المائية.

استناداً إلى التحقيق المنجز وتحليل الاستبيانات التي تم ملؤها بشكل دقيق من طرف موظفي مصلحة التسيير، تؤكد هذه الأخيرة أنها لا تمتلك جميع مخططات المطابقة .كما أن تحديث هذه المخططات لا يتم، مما قد يعيق حسن سير عملية التسيير ويؤدي أحياناً إلى تأخر التدخل لإصلاح تسربات المياه بسبب نقص المعلومات.

منذ إنشائها، تعتمد المؤسسة المسؤولة عن التسيير على أساليب إدارية موروثة من مختلف الهيئات التي سبقتها في هذا المجال، دون أن تأخذ بعين الاعتبار تحسين الأداء في الخدمات المقدمة، نظراً لاحتكارها توزيع المياه لفائدة مشتركين غير راضين.

إن غياب مفهوم الجودة يؤدي إلى نفقات كبيرة تتعلق بأشغال الترميم، إعادة التأهيل، وإعادة تشغيل شبكات التزويد بالمياه الصالحة للشرب خلال التدخلات الاعتيادية (مثل: تسرب المياه، تجديد جزء متآكل، تركيب تجهيزات هيدروميكانيكية ، إلخ ...

وبناءً عليه، يرى غالبية المشتركين أن التكفل بالتظلمات بعيد المنال. ومن أجل تحسين جودة التسيير، يتوجب على المؤسسة أن تأخذ بعين الاعتبار شكاوى المشتركين وتتحرك في الوقت المناسب عند ظهور أي مشكل.

في سياق تسيير شبكات توزيع المياه الصالحة للشرب (AEP) ، يمنح غالبية الموظفين المستجوبين أهمية لجودة الخدمة المقدمة، رغم أن جودة الشبكة تأتي في المرتبة الأخيرة ، مع أن هذه الأخيرة تُعدّ عنصراً أساسياً في جودة الخدمة.
وهكذا، هناك عدة عوامل تؤثر على حسن تسيير شبكات AEP ، نذكر منها :التآكل، وتقادم القنوات، وطبيعة التربة التي تُسهم في ظهور التسربات المائية بشكل متكرر، مما يُعيق تنفيذ برنامج توزيع المياه.

نظراً لمحدودية الوسائل البشرية والمادية المخصّصة للتدخل، فإن عملية إصلاح التسربات تتم بطريقة عشوائية .وفي هذا السياق، يؤكد المشتركون ضعف جودة إصلاح التسربات المائية، في حين يرى موظفو المؤسسة العكس.

من أجل إنجاح مهمتها في تسيير شبكة ذات جودة، يتوجب على المؤسسة، في هذه الحالات، أن تُعلم مشتركيها بكافة الوسائل المتاحة للاتصال والإعلام (وسائل الإعلام، الإعلانات، الصحافة، الرقم الأخضر، إلخ)، وذلك لضمان التكفل الفوري بانشغالاتهم، والمتمثلة في :

- ✓ تغير في جودة المياه (اللون، الرائحة، الطعم)
- ✓ ضعف ضغط المياه عند الصنبور
- ✓ عدم احترام برنامج توزيع المياه
- ✓ عدم تطابق الحجم المفوتر مع الحجم الظاهر في العدادات
- ✓ طرق الدفع (تسهيل شروط الدفع سواء عن طريق الشيك، أو الدفع المنزلي، إلخ)

4.1.2.1 مصادر المعطيات المستعملة:

لضمان دقة وموثوقية البيانات، تم الاعتماد على مصادر متنوعة تمثلت في :
المعطيات الرسمية المستخرجة من مصالح المجموعة الحضرية لمستغانم (GUT)
مقابلات شبه موجهة مع السكان المحليين والفاعلين التقنيين (تقنيين في المياه، عمال الصيانة، ممثلي الأحياء)
صور جوية وخرائط طبوغرافية محدثة
مشاهدات ميدانية مباشرة عبر جولات على مستوى الحي
ساهم تنويع هذه المصادر في تقاطع المعلومات والتحقق منها، مما أعطى الدراسة مصداقية تحليلية وعلمية.

خلاصة:

من أجل توضيح أفضل لمشكلة الجودة في خدمات تسيير المياه في مستغانم، تم إعداد نوعين من الاستبيانات وتوزيعهما على موظفي المؤسسة والمشتركين في التجمع الحضري لمدينة مستغانم ، حيث تعاونت الأغلبية وساعدتنا في تفسير وتحليل الوضع المرتبط بتسيير شبكات التزويد بالمياه الصالحة للشرب (AEP) .

بالنسبة للمؤسسة، وبالتحديد وحدة مستغانم ، فإن تدخلها يفتقر إلى رؤية واضحة وأهداف دقيقة، وذلك بسبب غياب تقييم فعلي لجودة الخدمات المقدمة. كما أن هذا التدخل لا يستند إلى مؤشرات حقيقية للجودة، وتبقى جهود المؤسسة مقتصرة على البحث عن جودة المياه كـ "منتَج"، على حساب جودة نظام التسيير ذاته.

4.2 المبحث الثاني : تحليل المعطيات وتشخيص شبكة توزيع المياه الصالحة للشرب (AEP) لحي القديم بتيجديت:

تتكون شبكة التزويد بالمياه الصالحة للشرب (AEP) من قنوات ومنشآت، وتتعرض هذه الشبكة للتدهور بدرجات متفاوتة تبعًا لعدة عوامل. وترتبط هذه العوامل بطبيعة الأنابيب المستعملة، وبنوعية المياه المستعملة، وكذا بالبيئة المحيطة بها. حيث يساهم مرور الزمن وتلك العوامل مجتمعة في تدهور حالة القنوات. ومع تقدم عمر الشبكة، تبدأ في التعرض للكسور، والتسربات، وانخفاض في جودة المياه المنقولة.

إن معرفة هذه العوامل جميعها، إلى جانب وصف شامل لمكونات الشبكة، يُمكن من تحليل حالتها وتحديد أسباب تدهورها بهدف الوقاية منها. ويُعد إجراء تشخيص دقيق لشبكة توزيع المياه الصالحة للشرب مرحلة ضرورية بالنسبة للهيئات المشتركة بين البلديات، والجماعات المحلية، والنقابات المختصة بالمياه، وذلك من أجل الحصول على إعانات مالية مخصصة لإعادة تأهيل شبكاتهم.

وعليه، فإن الهدف من هذا الفصل هو **إجراء** تشخيص لشبكة توزيع المياه الصالحة للشرب لحي القديم بتيجديت باستخدام نظم المعلومات الجغرافية (SIG) ، واقتراح حلول بعيدة المدى.

4.2.1 حالة شبكة توزيع المياه الصالحة للشرب في الحي القديم بتيجديت :

يهدف إعداد نموذج هيدروليكي للمحاكاة إلى تمثيل سلوك شبكة توزيع المياه الصالحة للشرب (AEP) باستخدام أدوات معلوماتية. وتتطلب عملية بناء هذا النموذج القيام بعملية مسح ميداني وتشخيص شامل.

يلخص هذا الفصل جميع المعطيات التي تم جمعها خلال مرحلة التشخيص والمحاكاة الهيدروليكية، والتي تساهم في إنشاء قاعدة بيانات في نظام المعلومات الجغرافية (SIG) .

العناصر التي شملها التشخيص:

- ✓ الخصائص الفيزيائية للشبكة : نوع المواد، العمر، الأقطار.
- ✓ الحالة الهيكلية :الكسور والتسربات .
- ✓ السلوك الهيدروليكي :الضغط داخل الشبكة .
- ✓ حالة الملحقات :مثل الصمامات، والمحابس، وغيرها.

الخصائص الفيزيائية للشبكة :

إن تجميع كافة البيانات داخل برنامج arc gis مكّن من إنشاء تقرير حول الخصائص الرئيسية لشبكة توزيع المياه الصالحة للشرب بمنطقة الدراسة (حي تيجديت القديم).
وقد تم رقمنة الشبكة، وتقديم خصائصها الرئيسية في الجدول 13 أدناه.

الجدول14 : الخصائص الرئيسية لشبكة توزيع المياه الصالحة للشرب (تحقيق ميداني,افريل 2025)

الوصف	الكمية
الخزنات	1
شبكة التوزيع	17,168كلم
الصممات	77
عدادات المياه	685

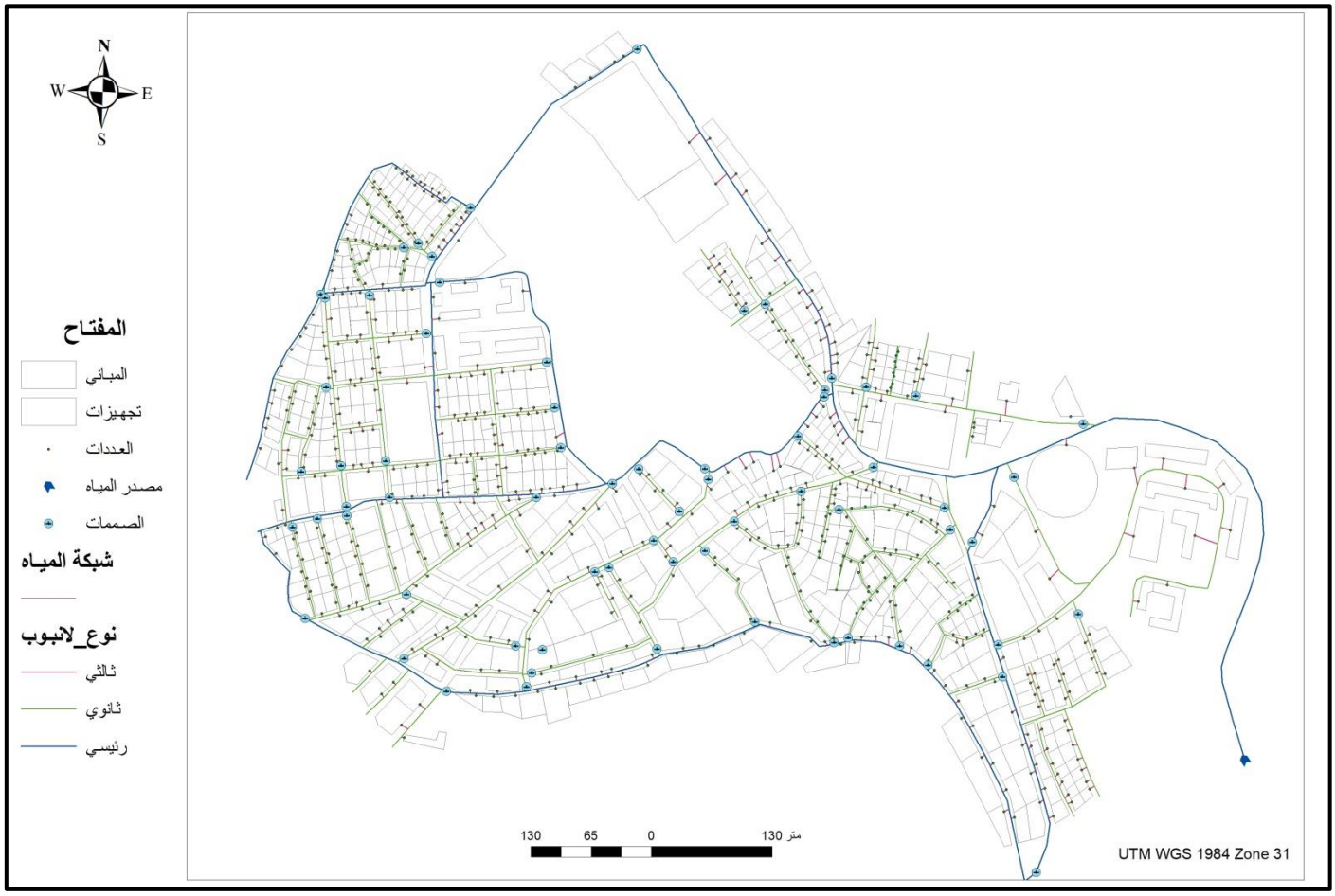
4.3 المبحث الثالث : تحليل شبكة توزيع مياه الشرب في حي تيجديت القديم:

4.3.1 الحالة التقنية العامة للشبكة :

تُظهر المعاينة التقنية أن شبكة المياه في حي تيجديت القديم تعاني من هشاشة واضحة، إذ تتكون في معظمها من أنابيب قديمة يعود بعضها إلى ما قبل الاستقلال. وتعتمد الشبكة على نظام توزيع بالجاذبية، غير أنه غير فعال بسبب التوسع العمراني والانحدارات غير المنتظمة في تضاريس الحي. كما لا تتوفر الشبكة على محابس تحكم فعالة، ما يجعل التحكم في الضغط والتوزيع أمراً صعباً.

استنادًا إلى المعلومات التي تم جمعها ميدانيًا، تم إعداد مخطط وظيفي لنظام تزويد حي تيجديت القديم بمياه الشرب، وقد استُخدم هذا المخطط كأساس في نمذجة الشبكة الهيدروليكية الخاصة بتوزيع مياه الشرب. يوضّح الشكل الموجود في الشكل رقم 20 هذا المخطط عبر مراحل نقل المياه ، وتوزيعها.

يُعتبر حي تيجديت من أقدم أحياء مدينة مستغانم، ويتميز بنسيج عمراني تقليدي كثيف، وشبكة طرق ضيقة ومعقدة، مما ينعكس مباشرة على تخطيط شبكة المياه. بنية شبكة التوزيع في الحي مترابطة جزئيًا بسبب طبيعة الحي التاريخية وضيق الفضاءات.

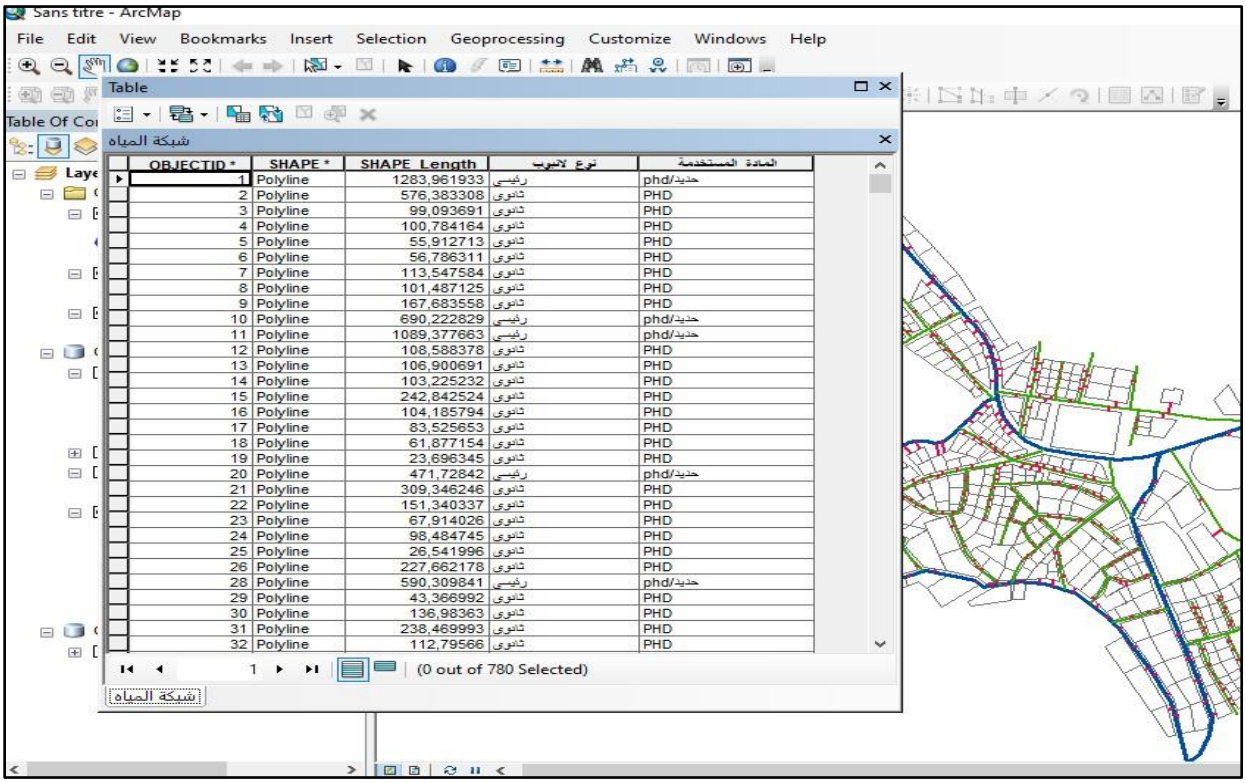


الشكل 26 : خريطة شبكة توزيع المياه لحي تيجديت القديم (من اعداد الطلبة سنة 2025)

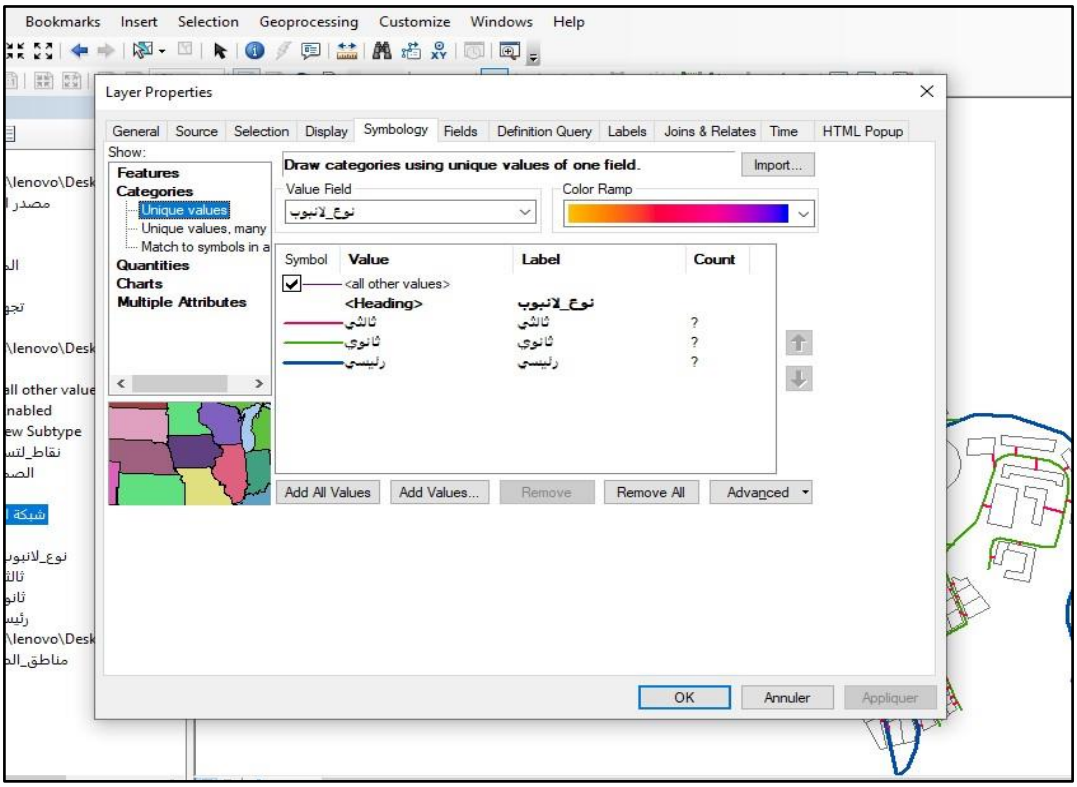
تم رسم شبكة توزيع مياه الشرب لحي تيجديت القديم باستخدام برنامج ArcGIS ، حيث تم جمع البيانات عبر جولات تفقدية داخل الحي شملت تحديد مواقع الأنابيب، المحابس، المآخذ، والخزانات إضافةً إلى تسجيل الارتفاعات الطوبوغرافية. تم إدخال هذه المعلومات في قاعدة بيانات مكانية (Geodatabase) وتم رقمنة الشبكة على شكل طبقات تشمل الأنابيب، النقاط الهيدروليكية والمنشآت المائية. وتتميز شبكة الحي بكونها شبه معقدة ، وقد صمّمت بما يتلاءم مع الطبيعة العمرانية التقليدية للمنطقة وضيق الأزقة. تعتمد الشبكة في تغذيتها خزان مرتفع بسعة تُقدّر بحوالي 5000 م³، يتموضع في أعلى نقطة من الحي، ما يتيح تغذية الشبكة بالجاذبية بشكل طبيعي.

هذا الخزان مرتبط بشبكة رئيسية عبر قناة جرّ بقطر تقديري يبلغ 325 مم، مصنوعة من أنابيب الحديد المطاوع (fonte ductile) ، تمر عبر أحد المحاور الرئيسية دون توزيع مباشر على طول مسارها.

تُعتبر هذه القناة بمثابة شريان نقل رئيسي، حيث تنقل المياه من الخزان إلى نقطة الانطلاق الفعلي لتوزيعها عبر شبكة الأنابيب الثانوية والثالثية داخل الحي، بما يراعي طبيعة النسيج العمراني التقليدي والمعقّد للمنطقة.



الشكل 27 : جدول السمات الخاص بشبكة توزيع المياه (من اعداد الطلبة سنة 2025)



الشكل 28 : خانة الترميز الخاصة بشبكة توزيع المياه

تُعدّ شبكة توزيع مياه الشرب (AEP) ، المُكوَّنة من أنابيب وهياكل مختلفة، من البُنى التحتية المعرضة للتدهور بدرجات متفاوتة، وذلك تبعًا لجملة من العوامل. تشمل هذه العوامل طبيعة المواد المستعملة في الأنابيب، وخصائص المياه المُلتقطة، وظروف البيئة المحيطة. ومع مرور الوقت، تؤدي هذه العوامل مجتمعة إلى تدهور الشبكة، مما ينعكس في شكل تسربات، وانقطاعات متكررة، وتراجع في جودة المياه الموزعة.

لذلك، فإن فهم هذه العوامل بشكل دقيق، إلى جانب وصف شامل لمكونات الشبكة، يُعتبر أمرًا ضروريًا لتحليل حالتها الحالية، واستباق أسباب تدهورها. ويُعدّ إجراء تشخيص دقيق لشبكة AEP خطوة أساسية تقوم بها البلديات، والمصالح البيئية، والنقابات المختصة في مجال توزيع المياه، وذلك بغرض الاستفادة من الإعانات المالية المخصصة لبرامج إعادة التأهيل والتجديد.

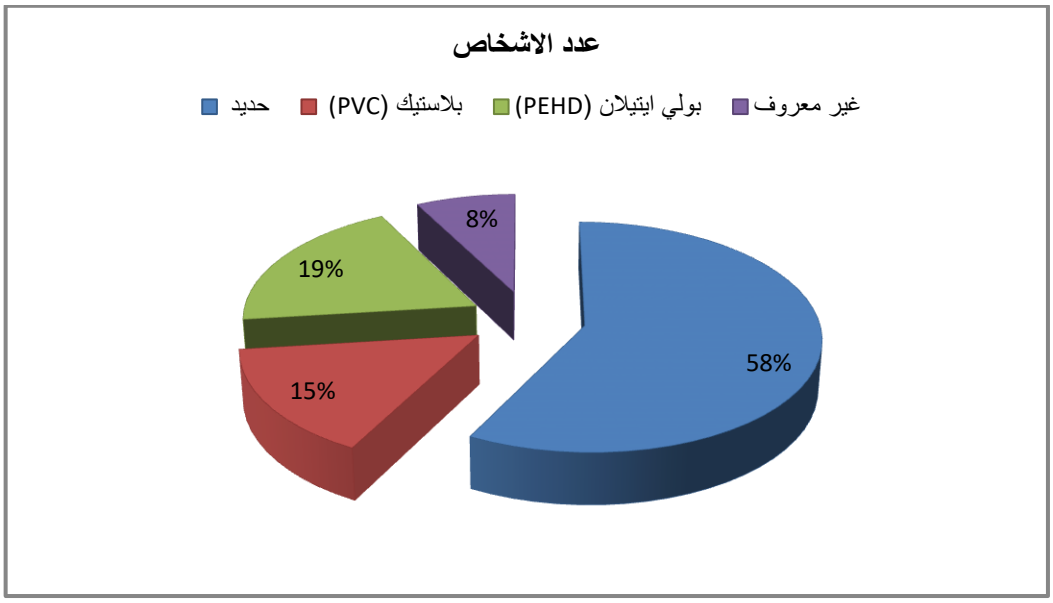
4.3.2 المواد المستعملة في الشبكة :

تُستعمل في شبكة توزيع المياه الصالحة للشرب بتيجديت عدة أنواع من المواد، تختلف بحسب فترات الإنجاز، وضغط التشغيل، وطبيعة الأرض، والوظيفة الهيدروليكية للأنابيب. وتُعد هذه المواد من العناصر الأساسية التي تؤثر على عمر الشبكة وجودة الخدمة.

فيما يلي أهم المواد المُستخدمة:

- البولي إيثيلين عالي الكثافة (PEHD)
- كلوريد البوليفينيل (PVC)
- الحديد المرن (Fonte ductile)

وعن طريق التحقيق الذي قمنا به مع المختصين في المجال و الاشخاص وجدنا ان الحديد اكثر استعمالا في الشبكة بنسبة تقدر بحوالي 58% لانه يتميز بصلابته وقوة تحمله العالية، ويُستخدم غالبًا في الخطوط الرئيسية ذات الضغط العالي , وكذالك استعملو (PVC) بنسبة تقدر ب 15 % يُستخدم بكثرة في الشبكات الحديثة نظرًا لخفة وزنه، ومقاومته للتآكل. وكذالك استعملوا البولي إيثيلين عالي الكثافة (PEHD) بنسبة تقدر بحواليَ19 % يُستخدم في التوصيلات الفردية والشبكات الثانوية، ويتميز بالمرونة ومقاومة التآكل . (الجزائرية للمياه، 2025)



الشكل 29 :الرسم البياني يمثل كمية الانابيب المستخدمة حسب نوع المادة المستعملة (من اعداد الطلبة)

4.3.3 السلوك الهيدروليكي لشبكة توزيع المياه في الحي القديم لتيجديت :

يُعد تحليل السلوك الهيدروليكي لشبكات توزيع مياه الشرب خطوة أساسية لفهم أداء النظام وضمان فعاليته في تلبية احتياجات السكان. في هذا السياق، تم اعتماد نموذج هيدروليكي نظري لتحليل شبكة توزيع المياه في الحي القديم لتيجديت، وذلك في إطار دراسة شاملة تهدف إلى تقييم الضغوط وفهم ديناميكية تدفق المياه ضمن هذه المنطقة ذات الطابع العمراني القديم والبنية التحتية المعقدة.

يُقصد بالسلوك الهيدروليكي في هذا السياق، مجموعة الخصائص المتعلقة بتوزيع الضغط في مختلف نقاط الشبكة، إلى جانب سرعة التدفق واتجاهه داخل الأنابيب. هذه المعطيات تمثل مؤشرات رئيسية لتحديد فعالية الشبكة وكفاءتها في إيصال المياه للمستهلكين بطريقة منتظمة ومستقرة.

نظرًا لكون النموذج الهيدروليكي المستخدم في هذه الدراسة نظريًا، فإن النتائج المستخلصة تُعد مؤقتة وقابلة للمراجعة، رهنًا بإجراء تحقيقات ميدانية للتحقق من الضغوط الفعلية داخل الشبكة، وذلك بتوفر شروط التشغيل المستمر وحفظ الضغط على مستوى كامل الشبكة.

في إطار هذه الدراسة، تم تحديد عدة نقاط ضغط موزعة على مجموعة من الأحياء داخل الحي القديم لتيجديت، بحيث تم اختيارها بعناية لتمثيل الخصائص الطبوغرافية المختلفة للمنطقة. وقد تم استنتاج قيم الضغط النظرية في هذه النقاط انطلاقًا من خريطة الارتفاع الرقمي (Digital Elevation Model - DEM) كما موضح في الخريطة :



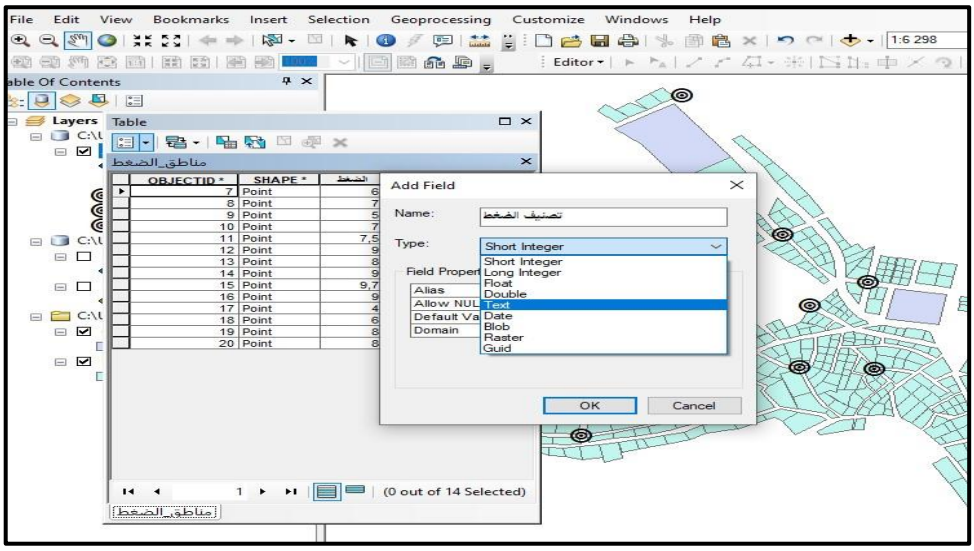
الشكل 30 : خريطة التوزيع المكاني للضغط الديناميكي في شبكة مياه الشرب بحي القديم لتيجديت (من إعداد الطالب سنة 2025)

حيث أُخذ في الاعتبار الفارق بين منسوب نقطة التغذية والمنسوب الجغرافي للنقطة المدروسة، مع اعتماد الصيغة التالية لتقدير الضغط:

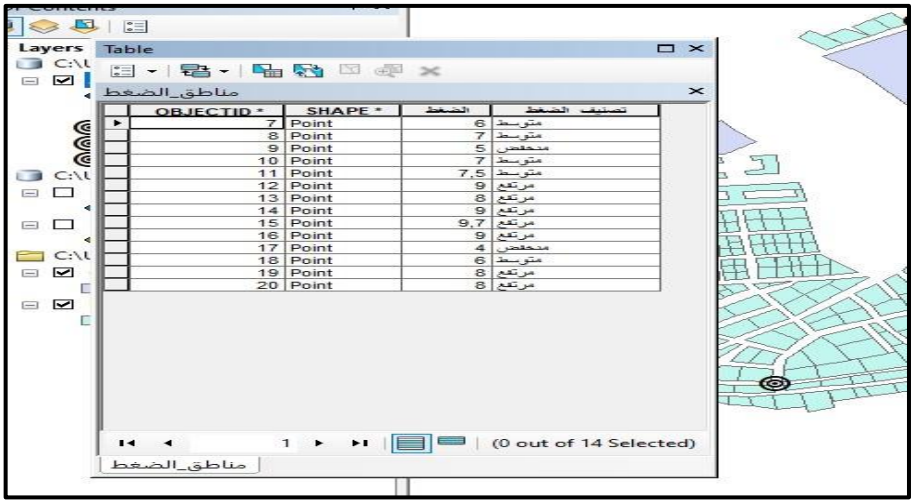
$$P=\rho \cdot g \cdot h$$

حيث:

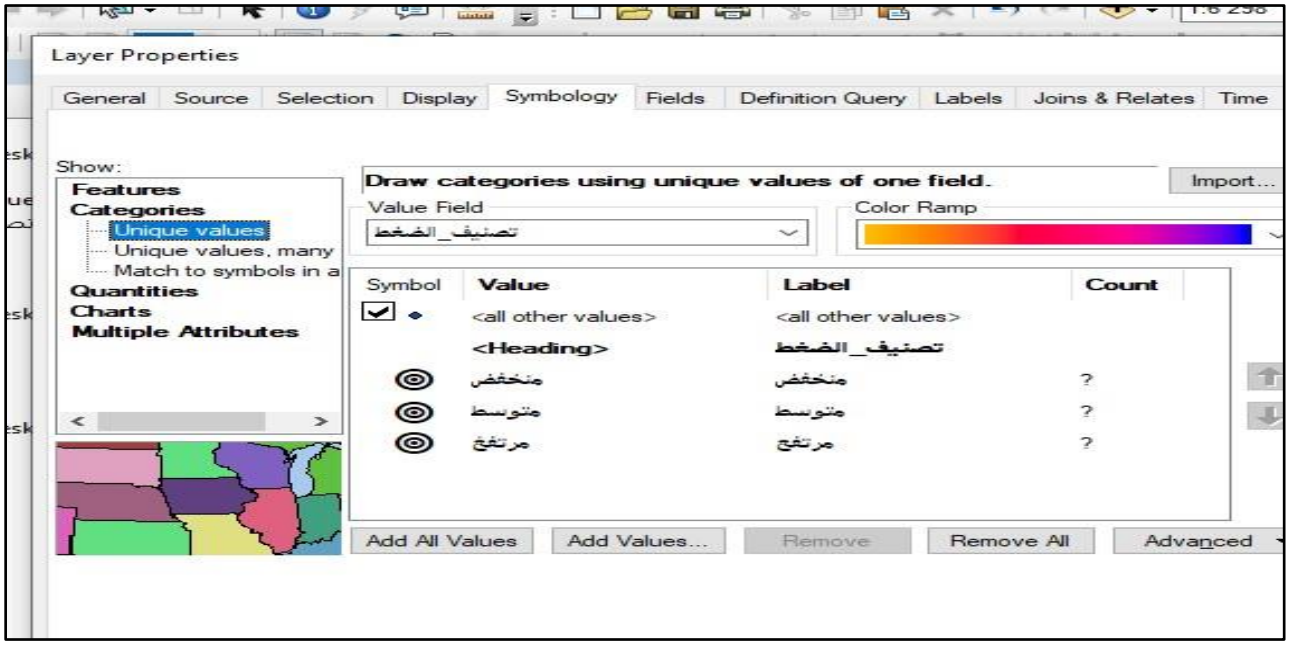
- ✓ P : الضغط النظري (بالباسكال)
- ✓ ρ : كثافة الماء (تقريبًا 1000 كغ/م³)
- ✓ g : تسارع الجاذبية (9.81 م/ث²)
- ✓ h : الفرق في الارتفاع بين نقطة التغذية والنقطة المدروسة (بالمتر).



الشكل 31 : اضافة حقل جديد في جدول السمات (من اعداد الطلبة)



الشكل 32 : جدول سمات الخاص بالضغط و تصنيف الضغط (من اعداد الطلبة)



الشكل 33 : خانة الترميز الخاصة بتصنيف الضغط (من اعداد الطلبة)

وقد مكّنت هذه الطريقة من الحصول على خريطة أولية لتوزيع الضغط في الشبكة، مما يوفر أداة مهمة لتشخيص نقاط الضعف المحتملة، خاصة في المناطق المرتفعة التي قد تعاني من انخفاض في الضغط، أو في المناطق المنخفضة التي قد تتعرض لضغط زائد قد يؤثر سلبًا على سلامة الشبكة .

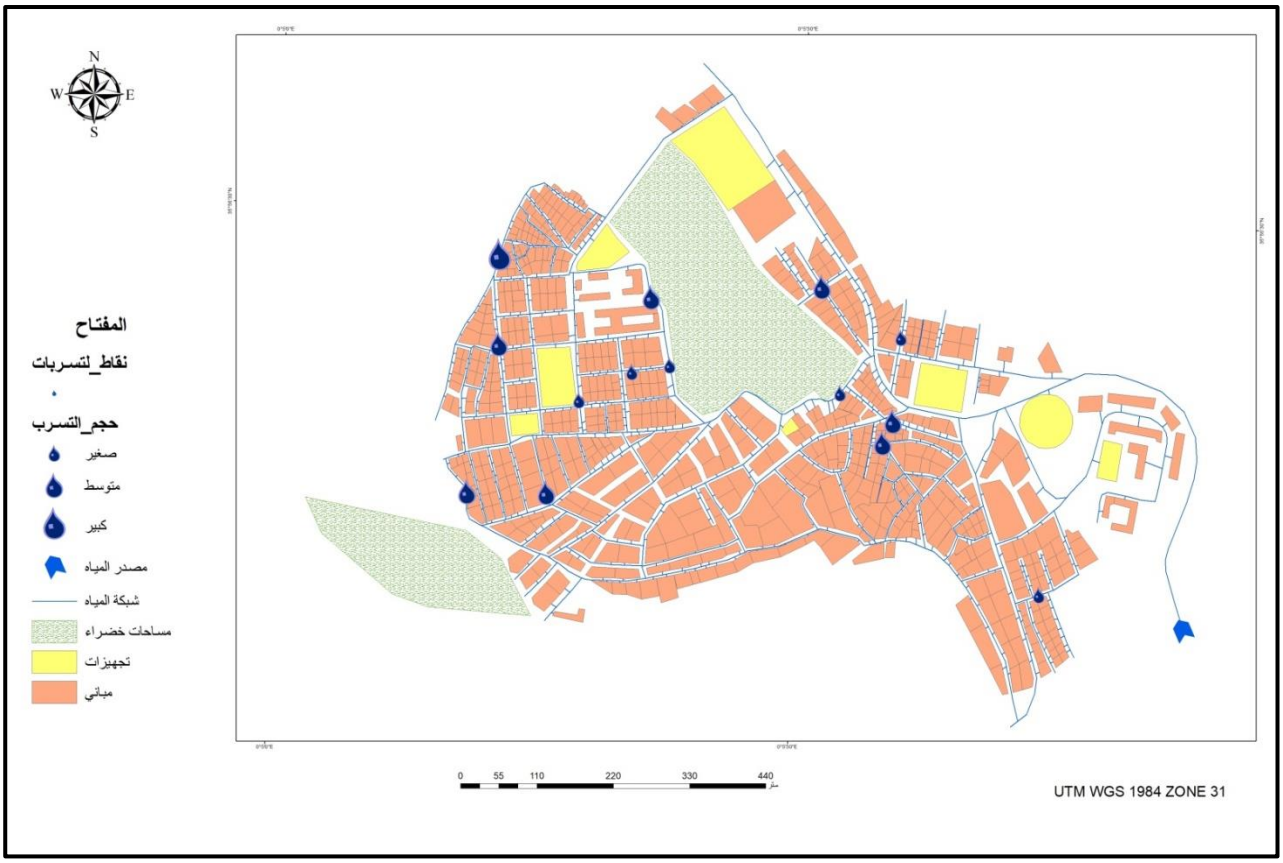
بيّنت الدراسة أن الشبكة تعاني من اختلال في التوزيع ناتج عن ضعف التنظيم البنيوي، حيث تتفرع الأنابيب بطريقة عشوائية دون احترام تسلسل منطقي للتغذية. إضافة إلى ذلك، فإن عدم وجود نظام مراقبة ذكي يعرقل التدخل السريع عند حدوث تسربات أو اختناق في الشبكة. كما يلاحظ تآكل واضح في بعض أجزاء الشبكة، ما يجعلها عرضة للكسر والتلف.

4.3.4 الحالة البنيوية لشبكة المياه في الحي القديم لتيجديت :

تُعد شبكات توزيع مياه الشرب من أكثر البُنى التحتية الحضرية تعقيدًا وصعوبة في التقييم والتشخيص، نظرًا لكونها منشآت تحت أرضية غير مرئية ولا يمكن الوصول إليها بسهولة للمعاينة المباشرة. وفي هذا الإطار، تبرز الحالة البنيوية للقنوات كعنصر محوري في ضمان استمرارية الخدمة وجودتها، إذ أن تدهور البنية الهيكلية للأنابيب يؤدي إلى زيادة معدلات التسرب والكسور، وبالتالي إلى خسائر مائية ومشاكل تقنية واقتصادية.

في حالة الحي القديم لتيجديت، والذي يتميز بتخطيط عمراني تقليدي وشبكة قنوات قديمة في أغلبها، أُجري تحقيق ميداني في إطار هذه الدراسة، مكّن من رصد عدد كبير من التسربات موزعة في مختلف أجزاء الحي. وقد تم تحديد هذه التسربات بصريًا أثناء الجولات الميدانية، كما تم تسجيل

إحداثياتها باستخدام أجهزة تحديد المواقع GPS ، وهو ما أتاح إدخالها ضمن قاعدة بيانات نظم المعلومات الجغرافية (SIG) الخاصة بالحالة البنيوية للشبكة.



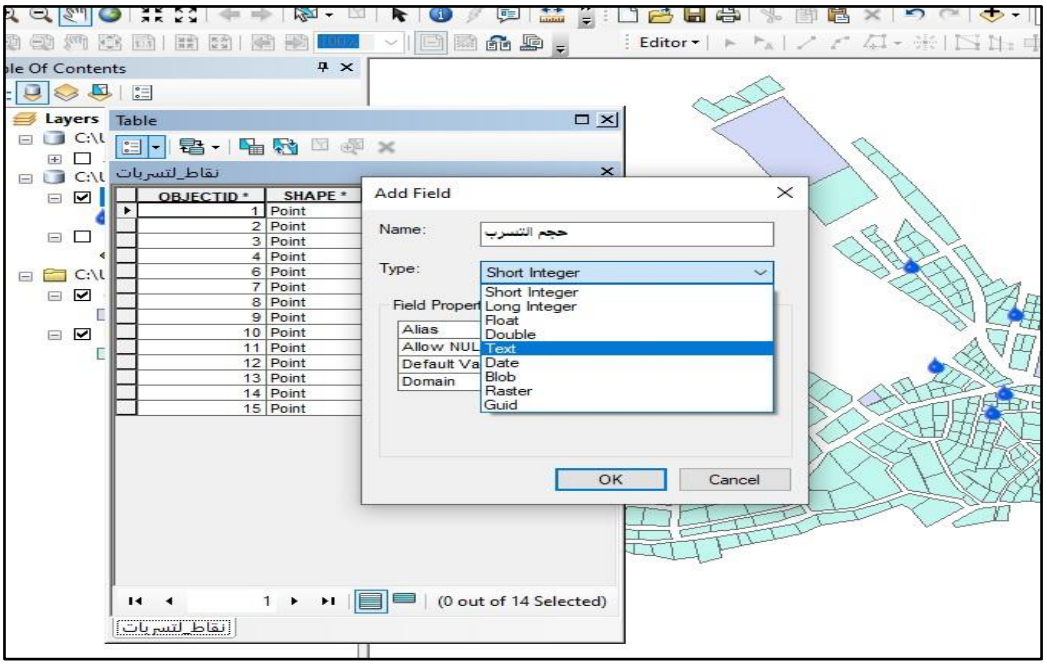
الشكل 34 : خريطة تمثل موقع التسربات في منطقة الدراسة (من إعداد الطالب سنة 2025)

يُعد ظهور الكسور والتسربات المتكررة من أهم المؤشرات على تدهور البنية التحتية، وغالبًا ما يرتبط ذلك بتقادم المواد، أو تغير خصائص التربة، أو غياب الصيانة الدورية. كما يمكن دعم هذا التشخيص من خلال تحليل عينات من القنوات المتضررة ودراسة الظروف الجيوتقنية للتربة (الرطوبة، التماسك، القابلية للتآكل ....)

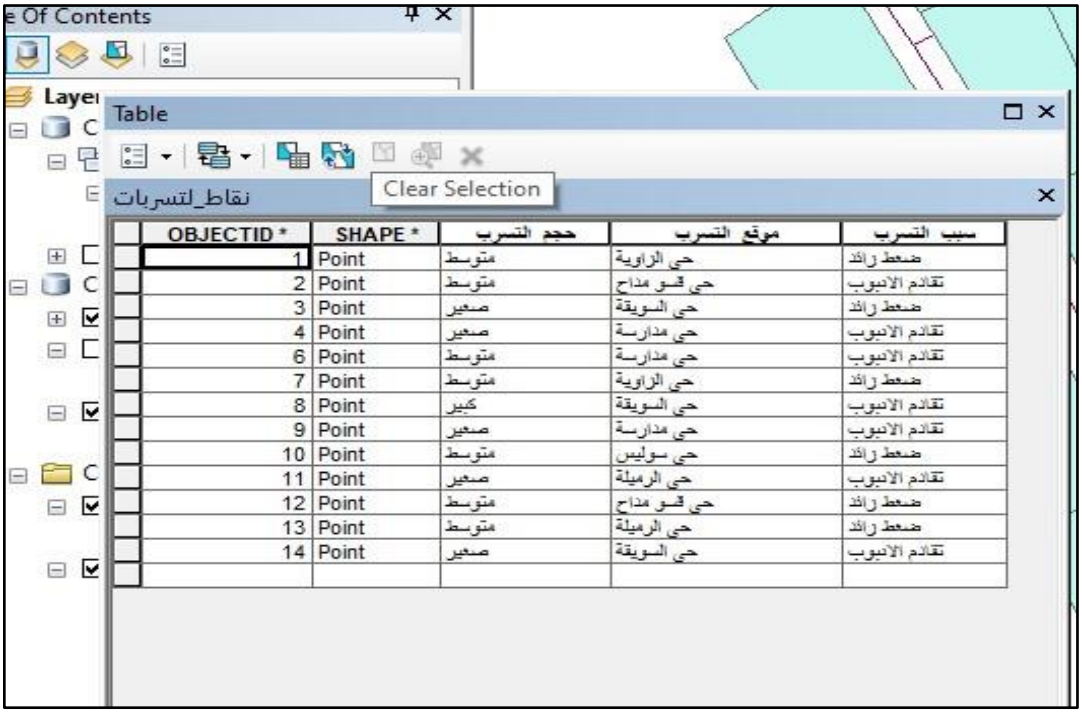
➢سجل التسربات والكسور

وفي ظل غياب سجل تاريخي مفصل لحوادث الكسر والتسرب في شبكة مياه الحي، تم الشروع من خلال هذا العمل في إعداد قاعدة بيانات ميدانية، تسمح بتوثيق كل الأعطاب المسجلة، وذلك وفق نموذج يتضمن مجموعة من المتغيرات، نذكر منها:

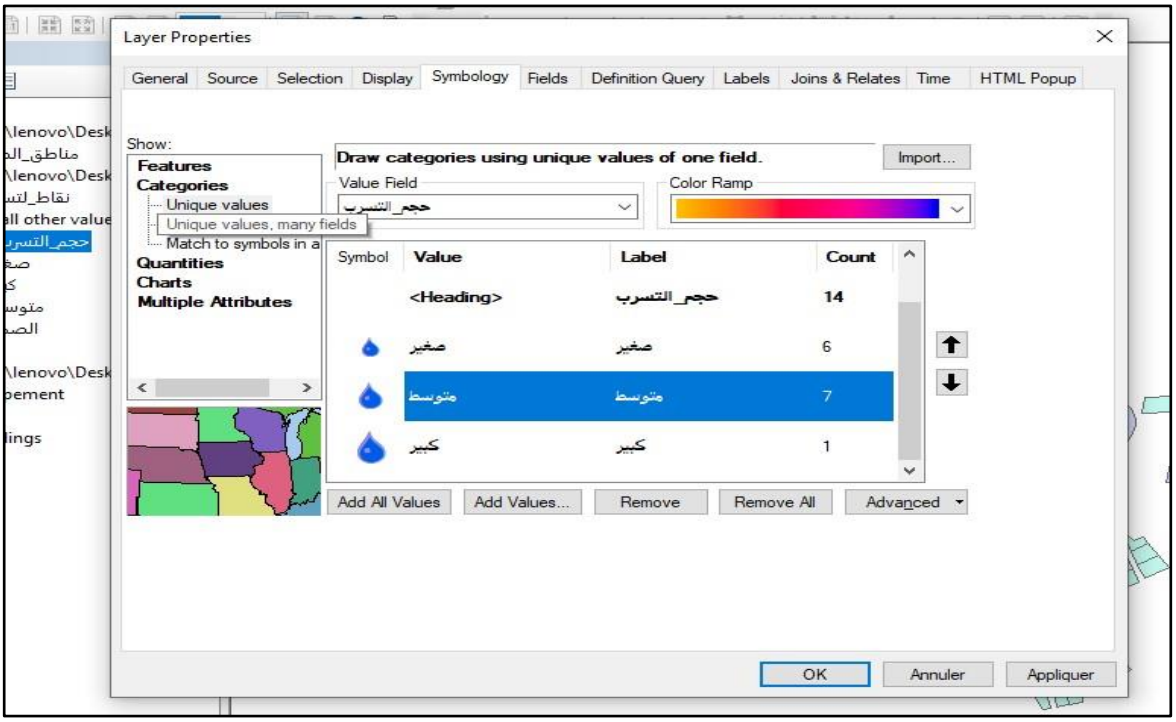
- ✓ سبب التسرب
- ✓ موقع التسرب .
- ✓ حجم التسرب



الشكل 35:اضافة حقل جديد في جدول السمات (من اعداد الطلبة)



الشكل 36 : جدول سمات الخاص بالتسربات (من اعداد الطلبة)



الشكل 37 : خانة الترميز الخاصة بالتسربات (من اعداد الطلبة)

من خلال التحقيق الميداني وتحليل المعطيات الخاصة بالحي القديم لتيجديت، تبين أن شبكة توزيع مياه الشرب تعاني من عدة مشاكل بنيوية تتمثل أساسًا في انتشار التسربات والكسور. وقد ساهم إعداد قاعدة بيانات باستخدام نظم المعلومات الجغرافية في توثيق هذه الأعطاب بشكل دقيق، مما يتيح رؤية أوضح لحالة الشبكة ويساعد في اتخاذ قرارات مدروسة لصيانتها وتحسين أدائها. ويُعتبر هذا العمل خطوة أولى نحو وضع خطة إصلاح شاملة ترتكز على معطيات ميدانية واقعية ومحدثة.

بالاعتماد على تقنيات نظم المعلومات الجغرافية (SIG) والتحقيقات الميدانية، تم تشخيص الوضعية الهيدروليكية والبنيوية لشبكة توزيع مياه الشرب في الحي القديم لتيجديت بشكل دقيق. أظهرت نتائج تحليل الضغوط الديناميكية تباينًا ملحوظًا بين مختلف أجزاء الحي، حيث تم استنتاج قيم الضغط اعتمادًا على خريطة الارتفاع الرقمي، مما ساعد على تحديد المناطق ذات الضغط المنخفض التي قد تعاني من ضعف التزويد بالمياه. كما مكّن العمل الميداني من رصد عدد كبير من التسربات الموزعة عبر شبكة القنوات، ما يعكس حالة تدهور بنيوي واضحة ناتجة عن تقادم الأنابيب وطبيعة التربة والمواد المستعملة.

تم إدراج هذه البيانات ضمن قاعدة معلومات جغرافية متكاملة تسمح بتقييم دقيق للمخاطر وتصنيف المقاطع المتضررة حسب مستويات الاستعجال الثلاثة . حيث يشير المستوى الأول إلى الحالات الحرجة التي تتطلب تدخلًا فوريًا بسبب تأثيرها المباشر على الخدمة أو خطر الانهيار، بينما يمثل المستوى الثاني أولوية متوسطة تتطلب برمجة تدخلات في الأجل القريب، أما المستوى الثالث فيخص الأعطاب الأقل خطورة التي يمكن إدراجها ضمن خطط الصيانة بعيدة المدى. هذا التصنيف يمكّن من ترتيب الأولويات وتوجيه الموارد التقنية والمالية بشكل فعال، مما يعزز من كفاءة إدارة الشبكة ويؤسس لتخطيط استباقي مستدام لعمليات الصيانة والتجديد.

خاتمة:

استعرض هذا الفصل نتائج الدراسة الميدانية وتحليل شبكة المياه بحي تيجديت، مما أتاح تحديد النقائص التقنية والهيدروليكية، وسيساعد ذلك في وضع حلول عملية في الفصل التالي.

الفصل الخامس

سبل التحسين والتوصيات المستقبلية

5 الفصل الخامس : سبل التحسين والتوصيات المستقبلية

مقدمة:

تعد كفاءة خدمات مياه الشرب مصدر قلق بالغ لضمان التوصيل الموثوق والمستدام المياه الشرب الآمنة للمجتمعات في جميع أنحاء العالم ، وتشمل هذه الكفاءة نهجا متعدد الأوجه يشمل جوانب مختلفة لإدارة المياه والبنية التحتية والحوكمة، وتخصيص الموارد ، تستلزم الكفاءة في خدمات مياه الشرب تحسين أنظمة إمدادات المياه لتقليل الهدر، وخفض التكاليف، وتعظيم الفوائد المستمدة من موارد المياه المتاحة ولا يقتصر هذا التحسين على التشغيل والصيانة الفعالة لمحطات معالجة المياه وشبكات التوزيع ومرافق التخزين فحسب، بل يشمل أيضًا اعتماد تقنيات وممارسات مبتكرة لتعزيز أداء النظام ومرونته في مواجهة الظروف البيئية المتغيرة ومتطلبات السكان . من خلال تحليل البيانات المتعلقة بضعف ضغط الماء انقطاع المياه بشكل متكرر في احياء مدينة مستغانم وتلوث المياه , وتعد خدمة الماء الصالح للشرب اهم خدمة لتعلقها المباشر بحياة السكان والصحة العامة و اعتمدنا على المنهج الوصفي التحليلي للكشف عن مدى كفاءة خدمات مياه الشرب في مدينة مستغانم مع الاستعانة بالدراسة الميدانية لتوفير البيانات اللازمة للبحث ، واظهرت النتائج نسبة عالية من الوحدات السكنية تعاني من ضعف ضغط الماء ,وهناك وحدات السكنية في العينة تعاني من انقطاع المياه بشكل متكرر و تلوثها .

5.1 المبحث الأول: اقتراحات لتحسين شبكة المياه في حي تيجديت :

5.1.1 إصلاحات بنيوية وتقنية :

5.1.1.1 الأنابيب المتدهورة وزمن المكوث:

هناك سببان رئيسيان قد يؤديان إلى تدهور جودة المياه: التآكل الداخلي للأنابيب (خاصة تلك المصنوعة من الحديد الرمادي أو الفولاذ غير المبطن) والنمو البكتيري. ووفقًا للمعهد الدولي للمياه ، يمكن لعدم توازن الكالسيوم والكربونات أو مشكلة تآكلية في مياه متوازنة (بسبب الكلوريدات أو الكبريتات) أن يُحدث تآكلاً داخليًا عبر تدمير الطبقات الداخلية الواقية أو المادة الأساسية للأنبوب كما هو موضع في الصورة :



الشكل 38 : صورة لتسرب المياه (الجزائرية للمياه، 2025)

أما زمن المكوث (مدة بقاء المياه داخل الأنابيب)، فيعتمد على تصميم الشبكة وأسلوب تشغيلها الهيدروليكي. فكلما طال زمن المكوث، زادت احتمالية تدهور جودة المياه. ونظرًا لأن تعديل بنية

الشبكة يتطلب استثمارات كبيرة، فإن استخدام الكلور لتطهير المياه والوقاية من التطور البكتيري يُعد ضرورة. فالكلور يمثل وسيلة فعالة ورخيصة نسبيًا لضمان مياه آمنة على امتداد الشبكة، بفضل خصائصه المتبقية.

يعمل المشغلون على الحفاظ على تركيز كافٍ من الكلور في المياه طوال فترة مكوثها في الشبكة. لكن الكلور يمكن أن يتلاشى بعدة طرق:

من خلال تفاعله مع المواد العضوية وغير العضوية في الماء؛ أو من خلال تفاعله مع البايوفيلم (الطبقة الحيوية) المثبت على جدران الأنابيب؛ أو أثناء عملية التآكل الداخلي للأنابيب .

ويُذكر أن العوامل المؤثرة في معدل تدهور الكلور تشمل مادة الأنابيب وسطح التلامس بين الماء والأنبوب.

وأخيرًا، هناك عامل إضافي قد يُسبب تدهور جودة المياه وهو دخول عناصر خارجية (مثل التربة) أثناء عمليات الانكسار والإصلاح كما هو موضح في الصورة :



الشكل 39 : صورة تدهور الانبوب (الجزائرية للمياه، 2025)

5.1.1.2 مظاهر تدهور المياه: (المخاطر الصحية، المذاق والروائح الكريهة، المياه الحمراء)

تُقدر الوفيات الناتجة عن التلوث البكتيري للمياه بين 3 إلى 10 ملايين شخص سنويًا في العالم . ولهذا، فإن توفير مياه شرب آمنة وذات جودة يُعد من أولويات السلطات الصحية. يتعرض المستهلك لمخاطر ميكروبيولوجية أو كيميائية إذا استهلك مياهًا لا تستوفي المعايير المنصوص عليها في المرسوم رقم 2003-461 بتاريخ 21 مايو 2003، الذي ينظم جودة المياه المخصصة للاستهلاك البشري.

وبحسب تقديرات المعهد الوطني للرصد الصحي (InVS)، فإن 10% إلى 30% من حالات التهاب المعدة والأمعاء الحاد المسجلة في مناطق بها مياه غير مطابقة قد تكون مرتبطة بهذه المياه.

وعلى الرغم من أن الكلور يعتبر حاجزًا جيدًا ضد العوامل الممرضة، إلا أن له رائحة قوية تثير استياء المستهلكين. فتركيزات الكلور المرتفعة أو المتذبذبة هي من أكثر الأسباب التي تؤدي إلى شكاوى المستخدمين. كما أن تفاعل الكلور مع المواد العضوية يمكن أن يؤدي إلى تكون ثلاثي الهالوميثانات (THM) ، وهي مواد يُشتبه في كونها مسرطنة. وبالتالي ، فإن محاولات المستغل لتقليل بعض المخاطر قد تولد إزعاجات أخرى . واختيار جرعة الكلور المناسبة ، التي توازن بين تقليل المخاطر وضمان جودة الخدمة ، أمر بالغ الأهمية. ويتوقف هذا الاختيار، من بين عوامل أخرى ، على طبيعة البنية التحتية للشبكة. لتحسين شبكة توزيع مياه الشرب، خصوصًا في المناطق التي تعاني من ضعف الضغط ، الانقطاعات المتكررة ، أو تدهور جودة المياه (كما هو الحال في بعض أحياء مستغانم)، إليك مجموعة من الاقتراحات التقنية والعملية تشمل تحديثًا وصيانةً مستهدفة .

5.1.2 تدعيم الشبكة بمعدات حديثة :

إلى جانب الإصلاح البنيوي، يُوصى بتزويد الشبكة بمعدات تقنية حديثة تُمكّن من رفع كفاءتها، مثل **محطات ضخ ذكية** مزودة بأجهزة قياس الضغط والتدفق، و**صمامات آلية** يمكن التحكم فيها عن بُعد. كما يمكن تزويد الخزانات المائية بأنظمة مراقبة رقمية لتحديد مستوى الامتلاء وتنظيم توقيتات التوزيع حسب الحاجة، وهو ما يسمح بتحقيق توزيع أكثر عدلاً واستقرارًا في مختلف الأوقات، وخاصة خلال فترات الذروة.

حلول مستدامة للتقليل من التسربات :

تشكل التسربات أحد أهم التحديات التي تواجه الشبكة، وهي مسؤولة عن فقدان كميات كبيرة من المياه الصالحة للشرب. ومن أجل التقليل منها:

يُقترح إجراء تدقيق شامل للشبكة:

- ✓ تقييم الحالة الفعلية للأنابيب ، المحابس ، الخزانات ، والمضخات.
- ✓ تحديد النقاط الساخنة التي تعاني من تسربات أو فقد ضغط .
- ✓ تركيب عدادات ذكية :

لمراقبة التدفق والضغط والكشف المبكر عن التسربات أو السرقات .

- ✓ تساعد في تحسين إدارة الطلب وتخفيض الفاقد .
- ✓ تحسين التصميم الهيدروليكي للشبكة :
- ✓ إعادة هيكلة الشبكة لتقليل زمن المكوث .

تصميم حلقات مغلقة بدلًا من الشبكات المتفرعة لتعزيز الضغط والتوزيع المتوازن.

- ✓ تقسيم الشبكة إلى مناطق قياس وتحكم:

لتسهيل المراقبة، والتحكم في الضغوط، وتحديد أماكن التسربات بدقة.

- ✓ استخدام انظمة :

لمراقبة الأداء اللحظي للشبكة وإدارة التشغيل والصيانة عن بُعد.

- ✓ استبدال الأنابيب المتدهورة:

خصوصًا الأنابيب الحديدية غير المبطنّة أو القديمة جدًا.

استخدام مواد مقاومة للتآكل (مثل PEHD أو PVC-U أو الأنابيب المبطنّة داخليً).

- ✓ تنظيف وتعقيم الشبكة دوريًا:

لمنع نمو البايوفيلم وتراكم الرواسب.

تطهير شامل بعد كل عملية إصلاح أو انكسار.

- ✓ الصيانة الوقائية المنتظمة :

بدلًا من الصيانة التصحيحية فقط.

تشمل الفحص الدوري للمحابس، الأنابيب، نقاط الاتصال، ومحطات الضخ.

- ✓ تحسين نقاط الإصلاح والانكسار**:**

استعمال وصلات مرنة ومواد مانعة للتسرب لتقليل دخول التربة أو الملوثات.

- ✓ حملات تحسيس توعوية:

لتوعية السكان بعدم العبث بالمنشآت أو القيام بربط عشوائي غير مصرح به، مما يضعف الشبكة ويؤدي إلى تلوث المياه. (كاطع، 2024)

5.2 المبحث الثاني: دور نظم المعلومات الجغرافية والتقنيات الذكية:

5.2.1 اعتماد SIG في إدارة الشبكة بشكل دوري:

أثبتت الدراسة أن استعمال **نظم المعلومات الجغرافية** (SIG) يوفر أداة قوية لتشخيص وتحليل أداء شبكة المياه. ومن هنا، يُقترح اعتمادها بشكل دائم في إدارة الشبكة على مستوى البلدية أو الدوائر التقنية، عبر إنشاء قاعدة بيانات رقمية محدثة تحتوي على جميع عناصر الشبكة (الأنابيب، المحابس، الخزانات، نقاط التوزيع...). كما يمكن استخدام SIG لتخطيط مشاريع التوسعة، وتحديد أولويات التدخل بناءً على تحليل مكاني يرتبط بالكثافة السكانية ودرجة الاستهلاك والضغط المائي.

مراحل منهجية التشخيص باستخدام نظام المعلومات الجغرافية (GIS) :

إدخال المخططات والبيانات للنظام القائم (الخرائطية) :

تهدف هذه المرحلة إلى تحديث مخططات نظام تزويد المدينة محل الدراسة بالمياه الصالحة للشرب. سيتم التحقق من عدد من المخططات والبيانات المتوفرة ميدانياً، وفي الوقت ذاته سيتم إدخال هذه المخططات إلى نظام المعلومات الجغرافية (GIS) بطريقة رقمية. وتتم عملية التنفيذ وفقاً للمراحل التالية :

إعداد خرائط الأساس:

سيتم تحديث المخططات الحالية مع الأخذ بعين الاعتبار التوسع العمراني الحالي، الذي ينبغي أن يكون محدوداً. أما في المناطق التي تتطلب رفعاً ميدانياً إضافياً نتيجة التوسع العمراني، فستعتمد طريقة إعداد خرائط الأساس على "الرفع المباشر" الذي يشمل:

- رفع الشوارع والواجهات .
- التفاصيل الارتفاعية والأفقية للشوارع .
- إنشاء مضلع أساسي مرتبط بالنظام الخرائطي المعتمد في الجزائر (UTM 31 للمناطق المعنية) .
- الربط بالشبكة الجيوديزية باستخدام قياسات GPS .

جمع البيانات :

تشمل عملية جمع البيانات المعلومات المتوفرة حول شبكات التجميع، والجلب، والتوزيع، بالإضافة إلى المنشآت المرتبطة بها. ويتم ذلك بالتنسيق مع الجهات المعنية مثل: الجزائرية للمياه (ADE)، مديرية الموارد المائية للولاية (DHW) ، ومكاتب الدراسات. وستُجرى عملية تلخيص لهذه البيانات بهدف تحديدها وتقييم جودتها.

جميع هذه البيانات ستُنظم وتُدمج في نظام معلومات جغرافي (GIS) لتشكيل ملف مرجعي شامل. وبالنسبة للمنشآت المدنية (الهيدروليكية) ، ستُتّبع الخطوات التالية :

التحقق من نظام التزويد بالمياه الصالحة للشرب(AEP) :
بعد إدخال البيانات المتوفرة في نظام المعلومات الجغرافية (GIS) ، يتم إجراء تحليل شامل للشبكة بهدف رصد أي اختلالات (مثل وجود أنابيب دون صمامات، توصيلات غير منطقية، مناطق غير مخدومة، وغيرها). ويُعد هذا التحليل دليلاً موجهاً لعملية التحقق الميداني من نظام التزويد بالمياه الصالحة للشرب.

تُنجز هذه المهمة بالتعاون مع أعوان خدمات المياه مثل الجزائرية للمياه (ADE) ، ومديرية الموارد المائية للولاية(DHW) ، نظرًا لما يمتلكونه من معرفة دقيقة بالشبكة. وتتمثل خطوات هذه العملية فيما يلي :

التحقق من المخططات الخاصة بشبكات التوزيع من خلال زيارات ميدانية برفقة أعوان الـ ADE والـDHW ؛ جمع البيانات التقنية مثل قطر الأنبوب، ونوع المادة المصنوع منها، وعمره، بالاعتماد على معرفة العاملين. وفي حال تعذر معرفة بعض المعلومات مثل العمر أو نوع المادة، يتم تقديرها بالاستناد إلى المعرفة العامة بالمنطقة ؛ إجراء عمليات سبر بالتنقيب لتحديد مواقع الأنابيب في الحالات التالية :

- غياب تام للمخططات في الأحياء الجديدة
- وجود أخطاء أو نقص في المخططات
- عدم إمكانية رؤية فوهات الصمامات
- عدم القدرة على تحديد مادة الأنبوب من السطح
- إعداد تقييم نوعي للمعدات الخاصة داخل الشبكة، ثم تحديد الأشغال اللازم تنفيذها لضمان حسن تشغيلها ضمن إطار إعادة التأهيل
- التحقق من المخططات الخاصة بالمنشآت الرئيسية (محطات الضخ، المعالجة، الآبار، الخزانات، إلخ)، أو إعداد مخططات جديدة عند الضرورة.

5.2.1.1 إعداد مخططات نظام التزويد بالمياه الصالحة للشرب الحالي :

سيساهم إعداد قاعدة البيانات التقنية ضمن نظام المعلومات الجغرافية (GIS) في :

- إعداد نظام ترميز (للقطاعات، القنوات، العقد، المنشآت، التوصيلات) ، وترميز جميع مكونات نظام التزويد بالمياه بشكل دقيق
- تحديد القنوات (الرمز، القطر، المادة، العمر، إلخ)
- تحديد العقد (النوع، الرمز، القطر، المادة، العمر، إلخ) ، مع التركيز بشكل خاص على صمامات التقسيم (الفصل)
- تحديد التوصيلات (النوع ، الرمز، القطر، العمر، إلخ)

تُستخدم كل هذه البيانات في إعداد تقارير تفصيلية تتعلق بمكون معين من مكونات النظام، سواء حسب العنصر أو حسب المنطقة الجغرافية. ومن خلال حالة التجهيزات والقيود المسجلة، سيتم إبراز الأشغال الضرورية لإعادة التأهيل.

5.2.2 استخدام عدادات ذكية لمراقبة الاستهلاك والتسرب :

من بين الحلول الذكية التي يمكن تبنيها على مستوى الحي، تركيب **عدادات مياه ذكية** تُمكّن من قياس الاستهلاك بدقة، ومتابعته في الزمن الحقيقي، وتنبيه المستخدم أو المصالح التقنية في حال تسجيل استهلاك غير طبيعي يُحتمل أن يكون ناتجًا عن تسرب. وتُساهم هذه العدادات في ترشيد الاستهلاك، وتحسين شفافية الفوترة، وتحفيز المواطنين على المحافظة على المورد.

في هذه الورقة، نقدم لمحة عامة عن عدادات المياه الذكية كتقنية مدمجة ضمن أنظمة المراقبة والتحكم للشبكات الذكية للمياه، ونشرح قدراتها والتحديات التي تقف أمام قدرتها على النمو. الورقة تصف أيضًا أهم تكنولوجيات تدعم استخدام هذه النظم. كما تقدم تقييم سريع لتأثير هذه التكنولوجيا في الظروف البيئية، الاجتماعية، والاقتصادية في المناطق التي تتعرض للإجهاد المائي. (L. Elmahni، 2016)

5.2.2.1 أجزاء عداد المياه الذكي و عمل كل جزء :

يحتوي عداد المياه الذكي الذي تم تطويره، وفقًا للمشروع الحالي من موضوع الدراسة، على الأجزاء التالية:

ديبتمتر يحتوي على مستشعر تأثير هول "Hall Effect Sensor" للحصول على القراءات الرقمية لتدفق الماء.

لوحة تحكم إلكترونية و تجري برمجتها على قاعدة بيانات البيانات ومراقبة المنظومة.

وحدات الاتصال بدون سلك XBee اللاسلكية المستخدمة في نقل البيانات الرقمية من وإلى لوحة التحكم.

تطبيق الويب المعمول به لعرض بيانات تدفق الماء الرقمية و إدارتها بصورة جيدة و خطوط زمنية و موقع مع القدرة على التحكم بالصمام الكهربائي بواسطة الذراع. هذه التكنولوجيا الجديدة تتيح الحصول على تيار لحظي لتستطيع حفظ البيانات و تحويلها بهدف الوصول الى الناتج الكامل و مراقبته ببعد.

5.2.2.2 تأثير عدادات المياه الذكية على شبكة التوزيع :

يمكن أن يحدث العمل بأداة إدارة المياه هذه تغييرًا ثوريًا في كيفية إدارة المياه. ويمكن تلخيص التأثيرات الإيجابية المتوقعة على المدى المتوسط والطويل في النقاط التالية:

- 1 مراقبة بيانات بجودة عالية وتحليل دقيق نتيجةً لأنها يمكنها مراقبة الاستهلاك في الوقت الحقيقي، فهي تتيح للمشغلين والعملاء رصد أي تغييرات مفاجئة في الاستهلاك، الاستجابة الفورية للتسربات، وتعديل سلوك الاستهلاك .

- 2 تقليص التسربات وتحسين الصيانة , وذالك بفضل القدرة على تحديد أنماط الاستهلاك غير الطبيعية، يمكن للنظام الذكي أن يرصد التسربات بسرعة فائقة، ويُرسل تنبيهات تقنية عبر الهاتف المحمول، مما يساهم في تقليص ضياع المياه وتحسين جودة الصيانة الوقائية.

- 3 تحسين كفاءة التوزيع والتخطيط, يُتيح توفر قاعدة بيانات دقيقة عن الاستهلاك في الزمن الحقيقي للمؤسسات المسيرة التخطيط الأمثل لإنتاج وتوزيع المياه، بناءً على الحاجة الفعلية وليس التقديرات، وبالتالي تقليل الهدر وضمان عدالة التوزيع.

التأثير الاجتماعي والاقتصادي :

يؤدي تمكين المستهلك من متابعة استهلاكه لحظيًا إلى تغيير سلوكيات الاستهلاك، مما يفضي إلى تقليل الفاقد وتحقيق وفر مائي يتراوح بين 15% و30% حسب الدراسات.

- تمكين المستهلكين من خلال الولوج إلى بيانات استهلاكهم عبر تطبيقات ويب أو على الهواتف الذكية، يصبح بإمكان المستهلكين التحكم في استهلاكهم بشكل أفضل، وتلقي تنبيهات في حالة تجاوز الحدود المحددة، مما يعزز وعيهم البيئي.

مع انخفاض الاستهلاك، تنخفض فواتير المياه والكهرباء المرتبطة بضخ المياه ، مما يخفف العبء المالي على الأسر والمؤسسات.

يمكن للنظام الذكي رصد نقاط الضغط أو الاستهلاك غير المتوازن، ما يسمح بتوزيع المياه بشكل عادل بين مختلف المناطق والأحياء، خاصة المهمشة منها. (L. Elmahni، 2016)

الخلاصة:

يعتبر عداد المياه الذكي ركيزة مهمة لبناء الشبكة المائية الذكية والفعالة، كما توضح نتائج التجربة العملية أن هذه التكنولوجيا تسهم، إلى جانب تقليل الضوضاء وترشيد الاستهلاك في إيجاد سُبل لرفع وعي المُستهلك، وتحسين جودة الخدمة، وتخفيض التكاليف التشغيلية. لذلك يعد وُضع وسائل عملية لتوسيع نطاق استخدامها في المُستقبل خُطوة ضرورية.

5.2.3 اقتراح نظام رقمي للرقابة والصيانة :

5.2.3.1 إنترنت الأشياء لتحسين مراقبة وإدارة موارد المياه :

يعد الوصول إلى المياه النظيفة الآمنة أمرًا ضروريًا للصحة العامة والزراعة والصناعة والحياة بشكل عام. ومع ذلك، فإن الضغط المتزايد على موارد المياه والتلوث وتغير المناخ يجعل إدارة المياه أكثر صعوبة من أي وقت مضى. تقدم إنترنت الأشياء (IoT) حلاً واعدًا لمراقبة وإدارة موارد المياه. يمكن لأجهزة الاستشعار المتصلة جمع بيانات جودة المياه في الوقت الفعلي، مما يمكن أن يساعد في الاستجابة السريعة في حالة التلوث. (WebbyLab, 2025)

5.2.3.2 إنترنت الأشياء لمراقبة جودة المياه :

جودة المياه هي قضية رئيسية للصحة العامة وحماية البيئة. تقدم إنترنت الأشياء حلاً واعدًا لتحسين مراقبة جودة المياه من خلال جمع البيانات في الوقت الفعلي.

جمع البيانات في الوقت الفعلي من خلال أجهزة الاستشعار المتصلة :

أجهزة استشعار إنترنت الأشياء هي أجهزة متصلة يمكن تركيبها في مرافق إنتاج المياه وشبكات التوزيع والمواقع الصناعية لجمع بيانات جودة المياه في الوقت الفعلي. يمكن للمستشعرات قياس معلمات مختلفة مثل الرقم الهيدروجيني ودرجة الحرارة والعكارة ومستويات الملوثات.

الاستجابة بسرعة في حالة التلوث بفضل البيانات :

يمكن استخدام البيانات التي تم جمعها بواسطة مستشعرات إنترنت الأشياء للكشف بسرعة عن أي تلوث للمياه. يمكن للوكالات الصحية الإقليمية تلقي تنبيهات في الوقت الفعلي عند اكتشاف مستويات غير طبيعية من الملوثات، مما يسمح لها بالاستجابة بسرعة واتخاذ التدابير اللازمة لحماية الصحة العامة.

5.2.3.3 فوائد إنترنت الأشياء لمراقبة جودة المياه :

هناك العديد من الفوائد لاستخدام إنترنت الأشياء لمراقبة جودة المياه. فهو يوفر مراقبة في الوقت الفعلي لجودة المياه، مما يسمح بالكشف المبكر عن أي تلوث. كما يسمح بالمراقبة المستمرة لجودة المياه، والتي يمكنها اكتشاف الاتجاهات طويلة الأجل ومنع المشاكل قبل أن تصبح حرجة.

5.2.3.4 حالات استخدام لإدارة المياه باستخدام إنترنت الأشياء :

مراقبة ومعالجة المياه الموزعة :

يمكن أن يساعد إنترنت الأشياء في مراقبة جودة المياه في الوقت الفعلي من خلال أجهزة الاستشعار المتصلة. يمكن لهذه المستشعرات قياس معلمات مثل الرقم الهيدروجيني ودرجة الحرارة والعكارة والتوصيل ووجود البكتيريا أو الفيروسات. يمكن استخدام البيانات التي تم جمعها للكشف عن التلوث في وقت مبكر واتخاذ تدابير العلاج المناسبة.

إدارة استهلاك المياه للاستهلاك البشري :

إدارة استهلاك المياه هي مجال آخر حيث يمكن أن يكون إنترنت الأشياء مفيدًا. يمكن استخدام المستشعرات المتصلة لقياس استهلاك المياه في المنازل والمباني العامة والشركات. يمكن استخدام هذه البيانات لتحديد مصادر هدر المياه وتنفيذ تدابير توفير المياه. على سبيل المثال، يمكن للمستشعرات اكتشاف تسربات المياه في الأنابيب وتنبيه مديري المياه.

استخدام لوحات المعلومات ومنصات إنترنت الأشياء لإدارة المياه :

غالبًا ما تتطلب إدارة المياه جمع البيانات من عدة مصادر مختلفة، مثل أجهزة استشعار جودة المياه وأجهزة استشعار مستوى المياه وعدادات المياه ومحطات الأرصاد الجوية. يجب بعد ذلك

تحليل هذه البيانات لتحديد الاتجاهات والارتباطات والشذوذ التي قد تشير إلى مشاكل محتملة في نظام توزيع المياه.

يمكن أن تساعد لوحات المعلومات ومنصات إنترنت الأشياء في تبسيط هذه العملية من خلال توفير وصول مركزي إلى بيانات مراقبة المياه في الوقت الفعلي من خلال القراءة عن بعد. يمكن استخدام هذه الأدوات لعرض البيانات على الخريطة ومراقبة مستويات المياه في الخزانات وأنظمة التوزيع وتتبع اتجاهات جودة المياه. (WebbyLab، 2025)

خاتمة:

يُختتم هذا الفصل بطرح حلول عملية وتوصيات مستقبلية تهدف إلى تحسين شبكة توزيع المياه وتعزيز كفاءتها باستخدام تقنيات حديثة لضمان استدامة الخدمة.

خاتمة عامة

الخاتمة العامة :

يُعدّ تسيير شبكات توزيع المياه الحضرية من التحديات الكبرى التي تواجه المدن الجزائرية في سياق متغير من حيث الضغط السكاني، التوسع العمراني، وشح الموارد المائية. وقد تناول هذا البحث بالدراسة والتحليل واقع شبكة توزيع المياه الصالحة للشرب في مدينة مستغانم، مع التركيز على حي تيجديت كنموذج ميداني، وذلك بالاعتماد على منهجية علمية تعتمد على المعاينة الميدانية وتحليل البيانات الجغرافية عبر نظم المعلومات الجغرافية (SIG) .

أبرزت الدراسة أن شبكة توزيع المياه في الحي المدروس تعاني من إشكالات تقنية وبنيوية عديدة، تتعلق بتقادم الأنابيب، ارتفاع نسبة التسربات، ضعف الضغط، وغياب أدوات التحكم الذكي. كما كشفت الخرائط التحليلية المُنجزة عن تفاوتات مجالية في تغطية الخدمة، ووجود مناطق هشّة من حيث التزود المائي. وقد تم التوصل إلى جملة من النتائج التي تشكّل أرضية معرفية ضرورية لأي تدخل تقني أو تخطيطي.

وجود علاقة مباشرة بين اهتراء الشبكة وفقدان كميات كبيرة من المياه، خاصة في الأجزاء القديمة من الحي.

تسجيل تفاوت كبير في ضغط المياه بين مختلف النقاط، يرتبط بعوامل طبوغرافية وبنيوية.

ضعف الصيانة الدورية وعدم وجود نظام رقمي للمراقبة يزيدان من تأخر التدخلات التقنية.

نظم المعلومات الجغرافية أثبتت فعاليتها في تحديد النقاط الحرجة وتحليل الأداء المجالي للشبكة بدقة.

مشاركة السكان من خلال المقابلات كشفت عن إدراك جماعي بضعف التغطية وعدم الرضا عن مستوى الخدمة.

توصيات مستقبلية :

إعادة تأهيل الشبكة: البدء ببرنامج تدريجي لتجديد الأنابيب القديمة، واعتماد مواد مقاومة وعالية الجودة.

اعتماد مقاربة رقمية: إدماج نظم المعلومات الجغرافية كأداة أساسية في إدارة الشبكة ومراقبة أدائها.

تدعيم القدرات التقنية: توفير فرق صيانة مدرّبة ومزوّدة بتقنيات كشف التسربات والضغط.

تركيب عدادات ذكية: تعميم استخدام العدادات الإلكترونية لمراقبة الاستهلاك وتحقيق العدالة المائية بين السكان.

تحسين آليات التبليغ: إنشاء منصة تفاعلية بين المواطن والمصالح التقنية لتسهيل التبليغ عن الأعطاب ومتابعة الصيانة.

العدالة المجالية: ضمان توازن توزيع المياه بين مختلف أجزاء الحي، مع مراعاة خصوصية المناطق المرتفعة والهشة.

غير أن أي إصلاح تقني أو تطوير للشبكة لا يمكن أن يكون فاعلًا دون التطرق إلى الإطار المؤسسي المنظم لهذا القطاع. وفي هذا السياق، تجدر الإشارة إلى أن هذا البحث لم يتناول بعمق هيكل الوصاية التقنية والتنظيمية الذي تتحرك ضمنه مصالح تسيير الشبكة، مثل المديرية العامة للتسيير الحضري للمياه (GUT)، التي تتمتع بصلاحيات قانونية وتقنية محددة، لكنها غالبًا ما تُواجه عراقيل على مستوى التنسيق مع الهيئات الوطنية الأخرى كـ ADE وANRH. كما أن ضعف التنسيق المؤسسي، وتضارب الصلاحيات، ونقص الموارد البشرية والمالية، كلها عوامل تُعيق تنفيذ السياسات الإصلاحية المقترحة على المستويين المحلي والوطني. لذلك، فإن أي مقاربة تنموية فعالة في هذا المجال، يجب أن تشمل أيضًا مراجعة البنية التنظيمية، وتحسين الحوكمة، وتعزيز آليات المتابعة والمساءلة.

آفاق البحث :

يفتح هذا البحث المجال أمام دراسات مستقبلية متعددة التخصصات، يمكن أن تتناول:

تقييم الشبكات في أحياء أخرى من مستغانم أو مدن مماثلة باستخدام منهجية SIGالمقارنة.

دراسة العلاقة بين الكثافة السكانية والضغط الهيدروليكي على الشبكة عبر نماذج رياضية.

تطوير نظم دعم القرار المائي اعتمادًا على الذكاء الاصطناعي ونظم المعلومات المكانية.

تحليل البعد الاجتماعي لقبول التكنولوجيات الجديدة في تسيير الموارد الحضرية، خاصة في الأحياء التقليدية.

في الختام، يُؤكد هذا العمل أن تحسين أداء شبكات المياه لا يمكن أن يتحقق إلا من خلال تكامل الجهد بين الإدارة المحلية، والمجتمع المدني، والتكنولوجيات الحديثة، ضمن رؤية شاملة تضع المواطن في قلب عملية التنمية المستدامة .

المراجع والمصادر

1. **Benadir, S**. (2013). *Étude de réseau d'alimentation en eau potable et d'assainissement de la ville d'Oasis (wilaya de Mostaganem)* [Mémoire de Master, Université de Ghardaïa, Département de Science et Technologie].
2. **BENTEKHICI, A., & YOUSFI, H**. (2015). *Analyse de l'étalement urbain de la ville de Mostaganem à l'aide des images satellitales multi-date*.
3. **Chaker, D. B**. (2021). *Contribution à la gestion des ressources en eau dans la wilaya de Mostaganem* [Mémoire de Master].
4. **Mohammdi, M. S**. (2017). *Mise en place d'un SIG pour la gestion technique et patrimoniale du réseau d'eau potable de la ville de Mostaganem* [Mémoire de fin d'études, Université de Mostaganem, Département de Mathématiques et Informatique].
5. **Abderamane, S. A**. (2016, 20 juin). *Analyse du fonctionnement du réseau d'alimentation en eau potable de la commune d'El Hadjar* [Mémoire de Master, Université Badji Mokhtar - Annaba, Département d'Hydraulique].

7. **Africacommons**. (2021). *Re-production of Heritage: Case of the Old Neighborhood of Tidjditt in Mostaganem*. https://africacommons.net/artifacts/20562356/re-production-of-heritage/21462875/
8. **Bouhouch, L., Moudden, A., & Elmahn,** L. (2016). Gestion intelligente d'une station de pompage photovoltaïque située dans la région. *International Journal of Innovation and Applied Studies*, 17(4), 1216–1227.
9. **EPA (United States Environmental Protection Agency)**. (2024, August 21). *Drinking Water Distribution System Tools and Resources*. Consulté le 22 mars 2025, sur https://www.epa.gov/dwreginfo/drinking-water-distribution-system-tools-and-resources
10. **EPANET**. (2024, 11 juillet). *EPANET* [Logiciel]. United States Environmental Protection Agency. https://www.epa.gov/water-research/epanet
11. **GIS For WE**. (2024, 29 février). *ArcGIS Pro - Introduction et Application* [Article de blog]. Consulté le 10 avril 2025, sur https://gisforwe.blogspot.com/2024/02/ArcGISpro.html?m=1

12. **ISTED**. (2003, 23 mars). *Systèmes d'information géographique et gestion durable de l'eau*. تم الاسترداد في 11 أبريل 2025، من https://www.pseau.org/outils/ouvrages/isted_sig_gestion_durable_eau.pdf
13. **Notions d'un SIG**. (2023, 29 mai). Consulté le 23 mars 2025, sur Département de Génie Civil, École Nationale Polytechnique d'Oran: https://elearning.enp-oran.dz/moodle/pluginfile.php/22652/mod_resource/content/1/co/module_forrmation_dimlanche.html
14. **Weather Spark**. (2016). *Météo moyenne à Mostaganem Algérie tout au long de l'année*. تم الاسترداد في 2 مايو 2025، من https://fr.weatherspark.com/y/42391/M%C3%A9t%C3%A9o-moyenne-%C3%A0-Mostaganem-Alg%C3%A9rie-tout-au-long-de-l'ann%C3%A9e#google_vignet
15. **Water Distribution System**. (2025). *Water Distribution System – Engineering Topics*. Consulté le 22 mars 2025, sur ScienceDirect: https://www.sciencedirect.com/topics/engineering/water-distribution-system
16. **Meteoblue**. (2015). *Climat modélisé pour Mostaganem*. Consulté le 22 avril 2025, sur https://www.meteoblue.com/ar/weather/historyclimate/climatemodelled/مستغانم_الجزائر_2487134
17. **WebbyLab**. (2025, 9 يناير). *IoT in water management: Benefits & solutions for 2025 and beyond*. تم الاسترداد في 22 ماي 2025، من https://webbylab.com/blog/iot-in-water-/management

18. **الاقتصادية الأولى**. (2024, 5 مارس) . *حي تيجديت... ذاكرة تاريخية تعاني في صمت* [فيديو]. YouTube. https://youtu.be/RoRTXjB8Uz0
19. **مقالة الشعب**. (2021) .*قصبة مستغانم.. تحفة معمارية وذاكرة تاريخية* .تم الاسترداد في 12 أبريل 2025، من https://www.ech-chaab.com/ar
20. **ولاية مستغانم**. (2018, 25 جانفي) .*نبذة تاريخية* .تم الاسترداد في 22 مارس 2025، من https://wilaya-mostaganem.dz/ar/التاريخ

الفهرس

- المقدمة العامة :..... 1

- الاشكالية : 2

- منهجية البحث المعتمدة : 3

- أدوات وتقنيات الدراسة : ..... Erreur ! Signet non défini.

- هيكلة المذكرة :..... Erreur ! Signet non défini.

1 الفصل لاول : الإطار النظري والتقني لتوزيع مياه الشرب 7

1.1 المبحث الاول : أساسيات أنظمة توزيع المياه 7

1.1.1 تعريف أنظمة توزيع المياه : 7

1.1.2 أهمية أنظمة توزيع المياه : 7

1.1.3 عناصر شبكة إمدادات وتوزيع مياه الشرب : 8

1.1.4 وظيفة شبكة مياه الشرب :.....8

1.1.5 أنواع الشبكات والمنشآت المتعلقة بها:.....9

1.1.6 التحديات الرئيسية لأنظمة التوزيع : 10

1.2 المبحث الثاني : نظم المعلومات الجغرافية وتطبيقاتها في مجال المياه..... 11

1.2.1 مبادئ نظم المعلومات الجغرافية (SIG) :..... 11

1.2.2 تطبيقات نظم المعلومات الجغرافية في قطاع المياه : 13

1.2.3 أنواع البيانات داخل بيئة برامج ArcGIS : (GIS For WE , 2024)..... 14

1.2.4 الطرق الشائع لتحليل شبكات المياه الصالحة للشرب:..... 16

1.2.5 استعراض الدراسات السابقة : 18

2 **الفصل الثاني : الخصائص الجغرافية والموارد المائية بولاية مستغانم**.....21

2.1 المبحث الأول: الخصائص العامة لولاية مستغانم :..... 21

2.1.1 الموقع الجغرافي والفلكي : 21

2.1.2 التضاريس والمعطيات الطبوغرافية : 22

2.1.3 المعطيات الإدارية والديموغرافية :..... 22

2.1.4 التركيبة السكانية : 22

2.1.5 التحضر والأنماط العمرانية : 24
2.1.6 المناخ في ولاية مستغانم : 25
2.2 المبحث الثاني : الموارد المائية في ولاية مستغانم 27
2.2.1 الموارد التقليدية : 27
2.2.2 الموارد غير التقليدية : 32
الانتاج الاجمالي للموارد المائية في ولاية مستغانم : **..... 35**
2.3 المبحث الثالث: تحليل حالة شبكة مياه الشرب بمدينة مستغانم 36
2.3.1 الوضع الحالي للشبكة : 36
2.3.2 التحديات والعراقيل التقنية : 38
2.3.3 آلية عمل الشبكة داخل المدينة :..... 38
2.3.4 التمثيل الخرائطي لمجالات التغطية بالخزانات المائية :..... 41
3 الفصل الثالث : حي تيجديت – الخصائص المجالية والمجتمعية 44
3.1 المبحث الأول: المعطيات الجغرافية والتاريخية لحي تيجديت 44
3.1.1 الموقع الجغرافي : 44
3.1.2 الأصل والتطور التاريخي : 45
3.2 المبحث الثاني : الخصائص العمرانية والاجتماعية لحي تيجديت 48
3.2.1 الخصائص المعمارية والتنظيمية : 48
3.2.2 الخصائص السكانية الاجتماعية : 48
3.3 المبحث الثالث : الأهمية الاقتصادية والاجتماعية لحي تيجديت 49
3.3.1 النشاطات الاقتصادية المحلية : 49
3.3.2 الدور الاجتماعي والمجتمعي : 49
3.4 المبحث الرابع : التحديات والمشاكل الحضرية في حي تيجديت 49
3.4.1 المشاكل المرتبطة بالبنية التحتية : 49
3.4.2 مشاكل توزيع المياه والتسربات :..... 50
4 الفصل الرابع : الدراسة الميدانية وتحليل شبكة المياه بحي تيجديت 52
4.1 المبحث الأول : جمع المعطيات الميدانية : 52
4.1.1 منهجية التحقيق على مستوى الحي :..... 52

التحقيق على مستوى المجموعة الحضرية (GUT)..... 52
4.1.2 جمع معلومات حول التسربات في شبكة المياه في الحي القديم بتيجديت : 58
4.2 المبحث الثاني : تحليل المعطيات وتشخيص شبكة توزيع المياه الصالحة للشرب (AEP) لحي القديم بتيجديت 62
4.2.1 حالة شبكة توزيع المياه الصالحة للشرب في الحي القديم بتيجديت : 62
4.3 المبحث الثالث : تحليل شبكة توزيع مياه الشرب في حي تيجديت 64
4.3.1 الحالة التقنية العامة للشبكة :..... 64
4.3.2 المواد المستعملة في الشبكة :..... 67
4.3.3 السلوك الهيدروليكي لشبكة توزيع المياه في الحي القديم لتيجديت : 68
4.3.4 الحالة البنيوية لشبكة المياه في الحي القديم لتيجديت : 71
5 الفصل الخامس : سبل التحسين والتوصيات المستقبلية.....77
5.1 المبحث الأول : اقتراحات لتحسين شبكة المياه في حي تيجديت :..... 77
5.1.1 إصلاحات بنيوية وتقنية : 77
5.1.2 تدعيم الشبكة بمعدات حديثة :..... 79
5 .1.3 حلول مستدامة للتقليل من التسربات :**..... 79**
5.2 المبحث الثاني: دور نظم المعلومات الجغرافية والتقنيات الذكية: 81
5.2.1 اعتماد SIG في إدارة الشبكة بشكل دوري:..... 81
5.2.2 استخدام عدادات ذكية لمراقبة الاستهلاك والتسرب : 83
5.2.3 اقتراح نظام رقمي للرقابة والصيانة : 84
المراجع والمصادر..... 90

فهرس الاشكال

الشكل 1 : عناصر شبكة إمدادات وتوزيع مياه الشرب 8

الشكل 2 : وظائف شبكة مياه الشرب 9

الشكل 3 : أنواع مختلفة من الشبكات 9

الشكل 4 : مكونات نظم المعلومات الجغرافية 12

الشكل 5 : أنواع البيانات داخل بيئة برامج 15

الشكل 6: جدول السمات 16

الشكل 7: خريطة موقع لولاية مستغانم 21

الشكل 8 : خريطة توزع الكثافة السكانية لولاية مستغانم سنة 2025 22

الشكل 9 : خريطة تطور عدد السكان لولاية مستغانم ما بين 1987 الى 2025 23

الشكل 10 : خريطة توسع النسيج العمراني لمدينة مستغانم ما بين 1984 الى 2025 24

الشكل 11 : التغيرات الشهرية في درجات الحرارة والتساقطات بمدينة مستغانم) 26

الشكل 12: صورة توضح سد قرقار. 27

الشكل 13 : موقع السد ود في ولاية مستغانم 29

الشكل 14 : مخطط AEP للمنطقة الغربية لولاية مستغانم من أنظمة تحلية المياه MAO مستغانم,2025 31

الشكل 15 : الانتاج الاجمالي المتوسط للمياه في ولاية مستغانم سنة 2020 36

الشكل 16: شبكة توزيع المياه الصالحة للشرب لمدينة مستغانم 40

الشكل 17: خريطة مجالات تغطية الخزانات المائية بمدينة مستغانم 41

الشكل 18: خريطة موقع لمنطقة الدراسة 44

الشكل 19 : صورة تاريخية لحي تيجديت سنة 1995 45

الشكل 20: صورة تاريخية لحي تيجديت 46

الشكل 21 : صورة حديثة لحي تيجديت 47

الشكل 22 : النتائج المتعلقة بسعر الفاتورة 54

الشكل 23 **:** النتائج المتعلقة بسعر الفاتورة 54

الشكل 24 : النتائج المتعلقة بتوزيع المياه ومواعيدها 55

الشكل 25 : النتائج المتعلقة بجودة المياه وضغطها 56

الشكل 26 : خريطة شبكة توزيع المياه لحي تيجديت القديم 64

الشكل 27 : جدول السمات الخاص بشبكة توزيع المياه 65

الشكل 28 : خانة الترميز الخاصة بشبكة توزيع المياه 66

الشكل 29 :الرسم البياني يمثل كمية الانابيب المستخدمة حسب نوع المادة المستعملة 67

الشكل 30 : خريطة التوزيع المكاني للضغط الديناميكي في شبكة مياه الشرب بحي القديم لتيجديت 69

الشكل 31 : اضافة حقل جديد في جدول السمات 70

الشكل 32 : جدول سمات الخاص بالضغط و تصنيف الضغط 70
الشكل 33 : خانة الترميز الخاصة بتصنيف الضغط..... 71
الشكل 34 : خريطة تمثل موقع التسربات في منطقة الدراسة 72
الشكل 35:اضافة حقل جديد في جدول السمات 73
الشكل 36 : جدول سمات الخاص بالتسربات 74
الشكل **37 :** خانة الترميز الخاصة بالتسربات 74
الشكل 38 : صورة لتسرب المياه..... 77
الشكل 39 : صورة تدهور الانبوب 78

فهرس الجداول

الجدول 1; الفرق بين البيانات النقطية والبينات الشعاعية 14
الجدول 2 : الموارد السطحية في ولاية مستغانم 28
الجدول 3 : السدود المستغلة في ولاية مستغانم 28
الجدول 4 : حالة السدود التلية و احتجزات صغيرة 30
الجدول 5 :الموارد الجوفية في ولاية مستغانم (2018/2017) 32
الجدول 6 : الموارد الجوفية المخصصة للتزويد بالمياه الصالحة للشرب في ولاية مستغانم..... 32
الجدول 7 :إجمالي الموارد الجوفية حسب الوحدات الهيدروجيولوجية 33
الجدول 8 : حالة محطات معالجة وتصفية المياه المستعملة في ولاية مستغانم 34
الجدول 9 : أطوال شبكة توزيع المياه حسب القطر ونوع المادة..... 37
الجدول 10 : اطوال شبكة انتاج المياه حسب قطر ونوع المادة..... 38
الجدول 11 : النتائج المتعلقة بهيكل الأعمار والسكن..... 53
الجدول 12 : ملخص النتائج المتعلقة بطريقة دفع الفواتير 57
الجدول 13 : النتائج المتعلقة بجمع معلومات حول التسربات في شبكة المياه في الحي القديم بتيجديت 59
الجدول 14 : الخصائص الرئيسية لشبكة توزيع المياه الصالحة للشرب 63
الجدول 15: عدد السكان المستفدين من توزيع المياه..... 103

الملاحق

استمارة

1_العمر.....
2_ الجنس.....
3_الحالة الاجتماعية.....:
السكن: فردي: □ جماعي: □ شبه جماعي □ :

4_ ما هي فترة التي تم تزويدكم فيها بشبكة المياه :قبل عام 1980 □ بين 1980 و 2000 □ بين 2000 و 2025 □ أخرى□
5_ هل لديك عداد؟ نعم: □ لا: □

6 _ما رأيك في موثوقية العدادات التي تم تركيبها من قبل شركة توزيع المياه (ADE) ؟
جيد: □ سيء □ :
7_هل صيانة العدادات مسؤولة عنها شركة توزيع المياه (ADE) ؟
نعم: □ لا□ :
8_هل المياه التي تستخدمها صالحة للشرب؟.....

9_هل يتم توفير الماء لك خلال الأسبوع؟
نعم: □ لا□ :
10_ كم مرة في الأسبوع؟ .....
11_ما هو المدة التي يبقى فيها الماء متوفرا حتى انقطاعه ؟.....
12_ هل تقوم بتخزين هذه المياه؟ نعم: □ لا: □ هل هذا كافٍ؟ نعم: □ لا□ :
إذا كانت الإجابة "لا": ما هو المصدر البديل؟.....

13_هل تستخدم مضخة؟ نعم: □ لا: □ لماذا..... ..
14_في أي مجال يتم استخدام هذه المياه؟.....
شرب □ غسيل □ طهي □ دش □ أخرى□
15_هل تمتلك بئراً؟ نعم: □ لا □ :
16_هل أنت راضٍ عن برنامج توزيع المياه؟ نعم: □ لا□ :
17_هل يتم إعلامك في حالة انقطاع المياه لأغراض الإصلاحات؟
نعم: □ لا□ :
18_ هل تصل الفواتير في الوقت المحدد؟ نعم: □ لا□ :
19_ هل تناسبك الفاتورة حسب الحصة؟ نعم: □ لا□ :
20_ هل يناسبك طريقة دفع فواتير المياه الحالية؟ نعم : □ لا: □ إذا كانت الإجابة "لا"، ماذا تختار من هذه الطرق للدفع؟.....
الدفع في المنزل: □ ب. الدفع عن طريق خصم من الحساب البنكي: □ ج. أخرى يُرجى التحديد :
.....

21_ما رايك في سعر فاتورة المياه ؟
سعر غالي □ سعر مقبول □ سعر رخيص □

22_ما رأيك في ضغط المياه في منزلك؟ جيد □ مقبول: □ ب. ضعيف: □

في حالة المنازل الجماعية: هل هناك فرق في تدفق المياه بين الطوابق؟.....

استمارة جمع معلومات حول التسربات في شركة المياه

1- تاريخ المعاينة : .....

2- البلدية / الحي : .....

3- رقم التسرب: .....

4- موقع التسرب: .....

مواصفات التسرب :

5- نوع الانبوب:

☐ حديد ☐ بلاستيك (PVC) ☐ بولي ايتيلان (PEHD) ☐ غيرمعروف

6- قطر الانبوب :.....

7- عمق الانبوب عن السطح :.....

8- تاريخ التركيب :.....

خصائص التسرب:

9- حجم التسرب:

☐ صغير(تقطير خفيف)

☐ متوسط (جريان ملحوظ)

☐ كبير(اندفاع قوي)

10- مدة التسرب :

11- سبب التسرب:

☐ تقادم الانبوب

☐ ضغط زائد

☐ اشغال عمومية قريبة

☐ غير معروف

12- حالة الطريق او المكان المحيط :

☐ مبلل

☐ انهيار في التربة

☐ لا توجد علامات واضحة

التدخل :

13- هل تم اصلاح التسرب :

☐ نعم

☐ لا

14- تاريخ الاصلاح :.....

15- نوع التدخل :

☐ ترميم

☐ تجديد

☐ غير ذلك

انواع الانابيب المستخدمة في شبكة توزيع المياه







الجدول 15: عدد السكان المستفدين من توزيع المياه **(الجزائرية للمياه، 2025)**

EP ADE
ZONE DE MASCARA
Unité de Mostaganem

N°	communes	Population Total	Population Desservie
1	Mostaganem	174 920	174 920
2	Sayada	45 489	45 489
3	Hassi mamache	46 420	46 420
4	Mazagran	41 724	41 724
5	Stidia	14 604	14 604
6	Ain nouissy	21 951	21 951
7	Haciane	11 243	11 243
8	Fornaka	20 869	20 869
9	Ain tedeles	54 941	54 941
10	Sour	26 774	26 774
11	O/ El kheir	23 006	23 006
12	Sidi belatar	7 025	7 025
13	Kheir eddine	39 713	39 713
14	Ain boudinar	7 772	7 772
15	Bouguirat	41 028	41 028
16	Mesra	37 449	37 449
17	Mansourah	23 748	23 748
18	Ain sidi cherif	14 254	14 254
19	Touahria	9 422	9 422
20	Sirat	29 689	29 689
21	Saf Saf	17 064	17 064
22	Souaflia	23 587	23 587
23	Sidi lakhdar	41 556	41 556
24	Hadjadj	20 129	20 129
25	B,A Ramdane	15 545	15 545
26	Achaacha	41 767	41 767
27	Khadra	17 718	17 718
28	Nekmaria	13 178	13 178
29	O/Boughalem	17 648	17 648
30	Sidi ali	48 539	48 539
31	Tazgait	10 573	10 573
32	O/Maallah	10 760	10 760
	Total	970 105	970 105