إعادة توزيع مياه الشرب في مدينة إب وفقاً للمناطق والمربعات السكنية باستخدام نظم المعلومات الجغرافية (GIS)

عادل حمود لطف ناجي
عضو هيئة التدريس بكلية الآداب
جامعة إب،اليمن
joodtabark2021@gmail.com

علي محمد أحمد غلاب
المؤسسة المحلية للمياه والصرف الصحي محافظة
إب، اليمن
a123glib@gmail.com

الملخص:

تهدف هذه الدراسة إلى تحديث قاعدة البيانات الجغرافية لصمامات شبكة المياه في مدينة إب وتطويرها؛ بغرض المساهمة في إعداد وتصميم مشروع إعادة توزيع مياه الشرب في المدينة، وتقسيمها إلى (9) مناطق سكنية محزمة بنظام الصمامات، وكل منطقة قُسمت إلى عدد من المربعات السكنية، وكل مربع سكني يضم عدد من الحارات، بهدف، أولاً: معالجة مشكلة المناطق التي تصلها المياه بشكل مستمر بدون انقطاع، والمناطق التي لا تصلها المياه إلا مرة واحدة في الشهر، ثانياً: تحقيق مبدأ العدل والمساواة في توزيع المياه، ثالثاً: التحكم باكتشاف التسربات المائية وسهولة السيطرة عليها؛ ومن ثم خفض نسب الفاقد المائي، رابعاً: السيطرة على ظاهرة الربط غير الشرعي من أنابيب الشبكة، وفي حالة التطبيق الفعلي لمشروع إعادة توزيع مياه الشرب في مدينة إب؛ يمكن احتساب: الاحتياج الفعلي من كمية مياه الشرب لكل منطقة ومربع سكني، وكذلك إمكانية وسهولة التنبؤ المستقبلي بكميات المياه المطلوبة مستقبلاً لكل منطقة.

الكلمات المفتاحية: إدارة شبكة المياه، الصمامات، برنامج توزيع المياه، كمية المياه المطلوبة، اتفاقيات المشتركين.

Abstract

Abstract: This study aims to update the geographical database for water network valves and developed; For the purpose of contributing to the preparation and design of the drinking water reduction project, and divide them to (9) residential areas, surrounded by valves, and each area divided into a number of residential squares, and each residential square includes a number of lanes, in order to, First: to address the problem of areas of water continuously without interruption, and the areas of water only once a month, Second: Achieving the principle of justice and consumption in water distribution, III: Control the discovery of water leaks and easy control; Thus reducing water losses, IV: control the phenomenon of illegal linking from

network pipes, in the case of the actual application of project to redistribute drinking water in the city of Ibb, the actual need of drinking water for each area and residential can be calculated, as well as the ability and ease of future prediction in the required water quantities in future for each region.

Keywords: Water Network Management, Valves, Water Distribution Program, Water Quantity Required, Customer Agreements.

المقدمة

إن الإدارة الجيدة للمرافق الخدمية، المرتبطة بحياة ملايين السكان؛ هي مفتاح نجاح أي مشروع، وتعني أيضاً زيادة الكفاءة، في أداء ذلك المرفق الخدمي، فضلاً عن أنها تعمل على خفض التكاليف، وتحسين جودة الخدمة، وتُساعد تقنية (GIS) في إدارة شبكات المياه والتحكم في عناصرها المختلفة؛ إذ تتسم (GIS) بقدرتها على المساعدة في التخطيط للمشاريع الجديدة، فضلاً عن المساعدة في اتخاذ القرارات السليمة في مشاريع إدارة المياه؛ إذ أمكن استخدامها بوصفها نظاماً للإمداد بالمعلومات الازمة لتشغيل شبكات المياه وصيانتها وتأهيلها، فضلاً عن مقدرة هذه التقنية في الإجابة عن تساؤلات محددة تخص عناصر الشبكات من أنابيب، ومحابس، ومضخات، ... الخ، (أحمد، 2017: 86)، ولأهميتها في التوزيع العادل للمياه (Charles et al, 2019).

وفي ضوء ما سبق؛ تسعى هذه الدراسة إلى إعداد وتصميم (2) من المشاريع التطبيقية في مجال إدارة شبكة مياه الشرب في مدينة إب، باستخدام ببرنامج (Arc GIS 10.8)، من خلال:

أولاً–التحديث لقواعد البيانات الجغرافية وتطويرها لكل من: الصمامات (المحابس).

ثانياً–التصميم والبناء لقواعد البيانات الجغرافية لمشروع إعادة توزيع مياه الشرب في مدينة إب؛ بغرض تحقيق مبدأ العدل والمساواة في توزيع مياه الشرب عبر إيصال خدمة المياه لجميع المشتركين بشكل متساوي وعادل من حيث الكمية والمدة الزمنية، فضلاً عن التحكم باكتشاف التسربات المائية وسهولة السيطرة عليها؛ ومن ثم خفض نسبة الفاقد المائي من أنابيب شبكات ضخ وتوزيع مياه الشرب؛ إذ بلغ إجمالي كمية فاقد مياه الشرب في مدينة إب خلال المدة ما بين (2019–2023) حوالي (6,993,778 م^3/سنة)؛ أي: ما نسبته (23.5%) من إجمالي كمية المياه المنتجة خلال تلك المدة الزمنية والبالغة حوالي (29,773,335 م^3/سنة) (ناجي وغلاب، 2024: 231)، كما رصدت أعلى نسبة زيادة بكمية فاقد المياه في مدينة إب في العام (2023م)؛ إذ بلغت (250%)؛ نتيجة لتزايد حجم الفاقد المائي خلال المدة ما بين (2019–2023م) من ما

يُقارب (806,563 م^3/سنة) عام (2019م) إلى (2,018,779 م^3/سنة) عام (2023م)، كما أن المعدل العام لحصة الفرد من المياه المباعة حوالي (24 لتر/يوم)؛ وهو ما يُشير إلى ارتفاع فاقد المياه في أثناء مرحلة توزيع المياه على المشتركين؛ وهو ما يعني وجود أعطال أو كسور في شبكة توزيع مياه الشرب للمشتركين، فضلاً عن الاستعمالات والاعتداءات غير الشرعية على شبكة مياه الشرب (ناجي وغلاب، 2024: 222)؛ إذ لوحظ ارتفاع المعدل العام لفاقد المياه (NRW) (النسبة بين فاقد المياه وإجمالي المياه المنتجة) خلال المدة ما بين (2019–2023م) إلى (23%) من حجم الإنتاج المائي السنوي للفترة الزمنية (2019–2023م)، وارتفاع المعدل العام لفاقد المياه (UFW) (النسبة بين فاقد المياه وإجمالي المياه المباعة) إلى (30.2%) من حجم المياه المباعة خلال المدة ما بين (2019–2023م) (ناجي وغلاب، 2024: 225).

مشكلة الدراسة:

ونتيجة لعدم استقرار الوضع الإنتاجي لكميات مياه الشرب المنتجة من عدد من الآبار المياه الجوفية في مدينة إب، ولأهمية خدمة توصيل مياه الشرب للمواطنين بالمعدلات المناسبة وضمان استمراريتها، ولأهمية التوزيع العادل للمياه في جميع مناطق مدينة إب، فضلاً عن من المشاكل التي تواجهها المؤسسة المحلية للمياه والصرف الصحي فرع مدينة إب؛ منها: فاقد المياه الكبير والمتزايد، إلى جانب الربط غير الشرعي من أنابيب شبكة المياه، وشكاوي المشتركين: إما من عدم وصول مياه الشرب إلى منازلهم، وإما من قصر المدة الزمنية لتوزيع مياه الشرب في مناطقهم؛ وفي ضوء ما سبق تسعى هذه الدراسة إلى تقديم الحلول المناسبة للمشاكل السابقة، فضلاً عن المساعدة في اتخاذ القرارات السليمة في مشاريع إدارة مشاكل الشبكة؛ بهدف تحسين جودة خدمة توصيل المياه للمستهلك، وفي ضوء ما سبق؛ يمكن صياغة مشكلة الدراسة بالتساؤلات الآتية:

1–ما أبرز المشاكل والسلبيات القائمة حالياً في برنامج ونظام توزيع مياه الشرب في مدينة إب؟.

2–كيف يمكن تحقيق مبدأ العدالة والمساواة في توزيع مياه الشرب في مدينة إب والحد من ظاهرة الربط غير الشرعي من أنابيب شبكة المياه؟.

3–ما المعايير المطلوب تحديدها لتقسيم مدينة إب إلى مناطق ومربعات سكنية لتوزيع مياه الشرب فيها بشكل متساوي وعادل؟.

4–ما الفوائد التي يمكن استخلاصها من مشروع إعادة توزيع مياه الشرب في مدينة إب وفقاً لقاعدة البيانات الجغرافية المحدثة لصمامات الشبكة؟.

5-كيف تساعد تطبيقات نظم المعلومات الجغرافية في مجال إدارة شبكة مياه الشرب في مدينة إب صناع ومتخذي القرار في المؤسسة المحلية للمياه والصرف الصحي بمحافظة إب في تحسين جودة خدمة توصيل مياه الشرب للمستهلك، والحد من هدر المياه، فضلاً عن تحسين الكفاءة التشغيلية للشبكات؟.

أهداف الدراسة:

تهدف الدراسة الحالية إلى تحقيق ما يأتي:

1-التحديث لقاعدة البيانات الجغرافية لصمامات شبكات مياه الشرب في مدينة إب وتطويرها.

2-التعرف إلى خصائص التوزيع المكاني لصمامات شبكات مياه الشرب في مدينة إب.

3-رصد وتحديد أهم المشاكل والسلبيات الموجودة في البرنامج الزمني لدورة توزيع مياه الشرب في مدينة إب.

4-تحديد ووضع المعايير المناسبة؛ لتقسيم مدينة إب إلى مناطق ومربعات سكنية، يسهل توزيع مياه الشرب فيها، والتحكم والسيطرة على الربط غير الشرعي من أنابيب شبكة المياه.

5-التصميم والبناء لقاعدة البيانات الجغرافية لمشروع إعادة توزيع مياه الشرب في مدينة إب.

6-إظهار أهمية تطبيقات نظم المعلومات الجغرافية في مجال إدارة شبكة مياه الشرب في مدينة إب، ودورها في الرفع من مستوى إدارة هذا المرفق الخدمي.

مبررات الدراسة وأهميتها:

تنبع أهمية الدراسة من الآتي:

1-مساهمتها في مجال إدارة شبكة مياه الشرب في مدينة إب، سيمكنها من مساعدة الجهات ذات الاختصاص في اتخاذ القرارات السليمة في مشاريع إدارة مشاكل الشبكة، وتحسين جودة خدمة توصيل المياه للمستهلك بالاستعانة بنظم المعلومات الجغرافية في معالجة المشاكل والسلبيات القائمة في البرنامج الزمني لدورة توزيع مياه الشرب في مدينة إب؛ لتحقيق مبدأ العدالة والمساواة في توزيع المياه، فصلاً عن تخفيض نسب الفاقد المائي، والحد من الربط غير الشرعي من أنابيب شبكة المياه.

2-مما ستقدمه الدراسة عبر تحديث قاعدة البيانات الجغرافية لصمامات شبكة المياه وتطويرها، من معلومات دقيقة تستفيد منها المؤسسة المحلية للمياه والصرف الصحي بمحافظة إب، والدراسات العلمية المستقبلية.

3-وتكمن الأهمية التطبيقية لهذه الدراسة؛ مما ستخرج به من توصيات استراتيجية لصناع ومتخذي القرار تسهم في وضع الحلول المناسبة لمعالجة المشاكل والسلبيات القائمة في البرنامج الزمني لدورة توزيع مياه الشرب في مدينة إب، وفي تقسيم أنواع أنابيب شبكة مياه الشرب وتصنيفها؛ وبذلك يمكن تحسين الكفاءة التشغيلية لشبكات مياه الشرب في مدينة إب، فضلاً عن تقليل تكاليف التشغيل وزيادة موثوقية نظام التوزيع للمياه، وتنفيذ الحلول المقترحة على أرض الواقع.

منهجية الدراسة:

تعتمد هذه الدراسة على استخدام المنهج الوصفي؛ لوصف أهم المشاكل التي تواجهها إدارة شبكة المياه التابعة للمؤسسة المحلية للمياه والصرف الصحي في مدينة إب، مثل: المشاكل والسلبيات القائمة في البرنامج الزمني لدورة توزيع مياه الشرب في مدينة إب، وتوصيف وتحديد المعايير العلمية المناسبة؛ لتقسيم مدينة إب إلى مناطق ومربعات سكنية، فضلاً عن استخدام المنهج التحليلي؛ في التحليل المكاني للصمامات وأنواعها، فضلاً عن التحليل والتفسير لمشاكل ولسلبيات عملية توزيع المياه في مدينة إب، إلى جانب معرفة أهم الفوائد الاقتصادية والإدارية والفنية، للمشاريع قيد الدراسة، بالاستعانة بالدراسة الميدانية، والمقابلات مع المهندسين والفنيين والإداريين في المؤسسة، واستخدام نظم المعلومات الجغرافية (Geographical Information Systems) (GIS) في التصميم والبناء لقواعد البيانات الجغرافية لتلك المشاريع؛ بغية المتابعة الجيدة للمجالات المرتبطة بإدارة شبكات مياه الشرب في مدينة إب؛ عبر إنجاز الخرائط والمخططات الرقمية الحديثة، سهلة التحديث، والحصول على البيانات الأولية خلال وقت قصير، كما تُساعد تقنية (GIS) في إدارة شبكات المياه والتحكم في عناصرها المختلفة؛ إذ تتسم (GIS) بقدرتها على المساعدة في التخطيط للمشاريع الجديدة، فضلاً عن المساعدة في اتخاذ القرارات السليمة في مشاريع إدارة المياه؛ إذ أمكن استخدامها بوصفها نظاماً للإمداد بالمعلومات الازمة لتشغيل شبكات المياه وصيانتها وتأهيلها.

جمع البيانات الرقمية والتقارير على النحو الآتي:

1-التقارير والوثائق المتعلقة بشبكة مياه الشرب في مدينة إب، المتوافرة لدى إدارة (GIS)، وإدارة المعلومات، وإدارة التشغيل والصيانة في المؤسسة المحلية للمياه والصرف الصحي بمحافظة إب.

2.نسخة من قاعدة البيانات الجغرافية غير المحدثة لصمامات شبكات مياه الشرب في مدينة إب، من إدارة (GIS) بالمؤسسة.

3.الخرائط الورقية لشبكات المياه، المعدة من قبل الشركة الصينية.

4-النزول الميداني من تاريخ 2024/1/1م حتى تاريخ 2024/7/30م، لكل من: مواقع مصادر مياه الشرب، والمواقع المكانية لأنابيب خطوط الضخ والتوزيع في شبكات مياه الشرب، فضلاً عن إجراء المقابلات مع المهندسين والفنيين والإداريين في المؤسسة.

5-استخدام برنامج (Arc GIS 10.8).

تطوير قواعد البيانات الجغرافية للمؤسسة في جوانب متعددة، منها:

تحديث قاعدة البيانات الجغرافية للصمامات (المحابس) ولغرف التحكم ولعدادات المركزية والمقترحة وعدادات الإنتاج، وتطويرها، من خلال إسقاطها من الخرائط الورقية، والنزول الميداني، والمقابلات الشخصية.

تصميم وبناء قواعد حديثة للبيانات الجغرافية: لمشروع إعادة توزيع المياه في مدينة إب وتقسيمها إلى مناطق ومربعات سكنية، وتحديد مصادر تغذيتها، وتحزيمها بنظم الصمامات المناسبة.

الدراسات المحلية السابقة:

1-دراسة (ناجي وغلاب، 2024) بعنوان: **التوزيع المكاني لأطوال أنابيب شبكة مياه الشرب وأقطارها في مدينة إب وفقاً لقاعدة البيانات الجغرافية المحدثة والمطورة للعام (2024م)**، وهدفت هذه الدراسة بشكل رئيس إلى استخدام تقنية (GIS)؛ بوصفها أداة متكاملة في تحديث قاعدة البيانات الجغرافية القديمة وتطويرها لأطوال وأقطار أنابيب شبكات مياه الشرب في مدينة إب؛ إذ تم إضافة بيانات جديدة لأنابيب بطول (64.472 كم)، فضلاً عن دمج أقطار الأنابيب المختلفة وترتيبها، وكذلك دمج جميع خطوط الأنابيب، وعليه: أصبح الطول الكلي لأنابيب شبكة مياه الشرب في قاعدة البيانات الجغرافية المحدثة والمطورة (407.576 كم)، وأخيراً تم تصميم قاعدة بيانات جغرافية حديثة ومستقلة لكل شبكة مياه للمديريات الواقعة ضمن إطار شبكة مياه مدينة إب؛ فأصبح هناك (4) قواعد بيانات جغرافية حديثة، ومستقلة لشبكة مياه الشرب لكل من: مديرية المشنة، بطول إجمالي (234.16 كم)، ومديرية الظهار، بطول (138.933 كم)، ومديرية ريف إب (27.291 كم)، ومديرية جبلة (7.192 كم)، وبلغت مساحة المناطق المخدومة في شبكة المياه (20 كم^2)، وهو ما يمثل (32.3%) من إجمالي مساحة منطقة الدراسة (62 كم^2)، بينما بلغت مساحة المناطق غير المخدومة (42 كم^2)، وهو ما يُعادل (67.7%)؛ إذ تتصدر مديرية المشنة في الاستحواذ على شبكات المياه من حيث الكثافة العالية لشبكة مياه الشرب؛ إذ بلغت نسبة أطوال الشبكة فيها (57.5%)، بينما بلغ طول الخطوط الناقلة الرئيسة رقم (1) (61.54 كم)، (15%)، في حين بلغ طول الخطوط

الناقلة الفرعية رقم (2) (158.198 كم)، (38.8%)، وبلغ طول الخطوط الناقلة الثانوية رقم (3) (136.916 كم)، (33.5%)، أما طول خطوط الربط المباشر من الخطوط الساخنة (28.774 كم)، وهو ما يُعادل (7%).

2-دراسة (ناجي وغلاب، 2024) بعنوان: **تقييم مياه الشرب المباعة في مدينة إب في الفترة ما بين (2019-2023م)**، يهدف هذا البحث إلى استخلاص التباين العددي، والنسبي بقيم كمية المياه المباعة، والمفقودة منها، فضلاً عن التحليل والتفسير للبيانات الرقمية لسجلات رصد كمية المياه المباعة، والمفقودة في مدينة إب خلال المدة ما بين (2019-2023م)، وخلص البحث إلى جملة من النتائج؛ أهمها: التزايد المستمر بقيم كميات المياه المباعة سنوياً في مدينة إب؛ إذ بلغت أكبر قيمة بكمية المياه المباعة في العام (2023م)، (5,101,362 م^3/سنة)، ونسبة زيادة (138.3%)، في حين سُجلت أعلى قيمة لمتوسط نصيب الفرد اليومي من كمية المياه المباعة في العام (2022م)، (26 لتر يوم/فرد)، وبنسبة زيادة (124%)، كما رصدت أعلى نسبة زيادة بكمية فاقد المياه في مدينة إب في العام (2023م)؛ إذ بلغت (250%)؛ نتيجة لتزايد حجم الفاقد المائي خلال المدة ما بين (2019-2023م) من ما يُقارب (806,563 م^3/سنة) عام (2019م) إلى (2,018,779 م^3/سنة) عام (2023م)، وأظهرت هذه الدراسة أن المعدل العام لحصة الفرد من المياه المباعة حوالي (24 لتر/يوم)؛ وهو ما يُشير إلى ارتفاع فاقد المياه في أثناء مرحلة توزيع المياه على المشتركين؛ وهو ما يعني وجود أعطال أو كسور في شبكة توزيع مياه الشرب للمشتركين.

3-دراسة (ناجي وغلاب، 2024) بعنوان: **تحليل البيانات الرقمية لسجلات رصد كمية مياه الشرب المنتجة في مدينة إب للمدة ما بين (2019-2023م)**، تهدف هذه الدراسة إلى استخلاص التباين العددي، والنسبي لآبار المؤسسة المحلية للمياه والصرف الصحي فرع مدينة إب، وبيان مقدار التباين بقيم كمية المياه المنتجة منها، فضلاً عن التحليل والتفسير للبيانات الرقمية لسجلات رصد كمية المياه المنتجة في مدينة إب خلال المدة ما بين (2019-2023م)، باستخدام المنهج التاريخي، والوصفي، والتحليلي، وقد خلصت الدراسة إلى جملة من النتائج؛ أهمها: بلغ عدد آبار المؤسسة غير العاملة (14 بئراً)، ممثلة ما نسبته (32%) من إجمالي (44 بئراً)، ورصدت أكبر قيمة بكمية المياه المنتجة من الآبار العاملة في العام (2023م)؛ إذ بلغت (7,120,141 م^3/سنة)؛ أي: ما نسبته (24%) من إجمالي كمية المياه المنتجة خلال المدة ما بين (2019-2023م)، البالغة (29,773,335 م^3/سنة)، بينما سُجلت أكبر قيمة للمتوسط اليومي لنصيب الفرد من المياه المنتجة في العام (2023م)؛ إذ بلغت (34 لتر/يوم فرد)، وبنسبة زيادة (132%) عن العام (2019م).

الدراسات السابقة الإقليمية:

1-(وزارة المياه والري الأردنية، 2016): **وثيقة سياسة إعادة توزيع المياه،** تُعد هذه الوثيقة جزءاً لا يتجزأ من الاستراتيجية الوطنية الأردنية للمياه والسياسات وخطط العمل ذات الصلة، ومن أهداف هذه السياسة: استدامة مصادر المياه وضمان عدالة التوزيع والمحافظة على الصحة العامة، ومن الركائز الأساسية لإعادة توزيع المياه هي: الاستدامة، والصحة، والكفاءة، وعدالة التوزيع، والاقتصاد، والبيئة، والطبيعة، والمعيار الأساسي الذي تقوم عليه هذه السياسة هو القدرة على التكيف، وهذا يعني أن الاستهلاك سوف يكون مرهوناً بكميات محددة من المياه، ويصنف المشتركين المخدومين من شبكة المياه تبعاً للأنشطة الاقتصادية؛ إذ إن الفنادق والمطاعم من أكثر المستهلكين للمياه في عمان والمدن الكبرى الأخرى بما في ذلك العقبة والساحل الشرقي للبحر الميت التي يوجد فيها كبار المستهلكين (الفنادق والمنتجعات)، في حين ينتشر المستهلكون الصناعيون والتجاريون المخدومون من الشبكة بشكل رئيس داخل المدن وبشكل خاص في عمان والعقبة، ومن محاور تلك السياسة أولويات الاستعمال؛ إذ تُعطى الأولوية القصوى للاحتياجات البلدية، بينما تُعطى الأولويات الأخرى للقطاعات الاقتصادية؛ اعتماداً على العوائد الاقتصادية ومساهمتها في الناتج المحلي (الطاقة، والسياحة، والصناعة، وأخيراً الزراعة)، وتناولت وثيقة سياسة إعادة توزيع المياه الأردنية أولويات التوزيع وإعادة التخصيص من خلال استغلال المصادر المائية المحلية في كل محافظة؛ لتلبية احتياجاتها الخاصة، وفي حالة استدعت الحاجة يتم نقل المياه إلى المحافظة الأقرب جغرافياً أو للمحافظة الأكثر حاجة مع الأخذ بعين الاعتبار استدامة المصادر المائية والجدوى الاقتصادية على المدى الطويل، وتوفر البنية التحتية، ومن أولويات التوزيع وإعادة التخصيص رفع كمية المياه المزودة؛ لتحقيق الحصص المستهدفة من خلال تخفيض النسب في فاقد المياه.

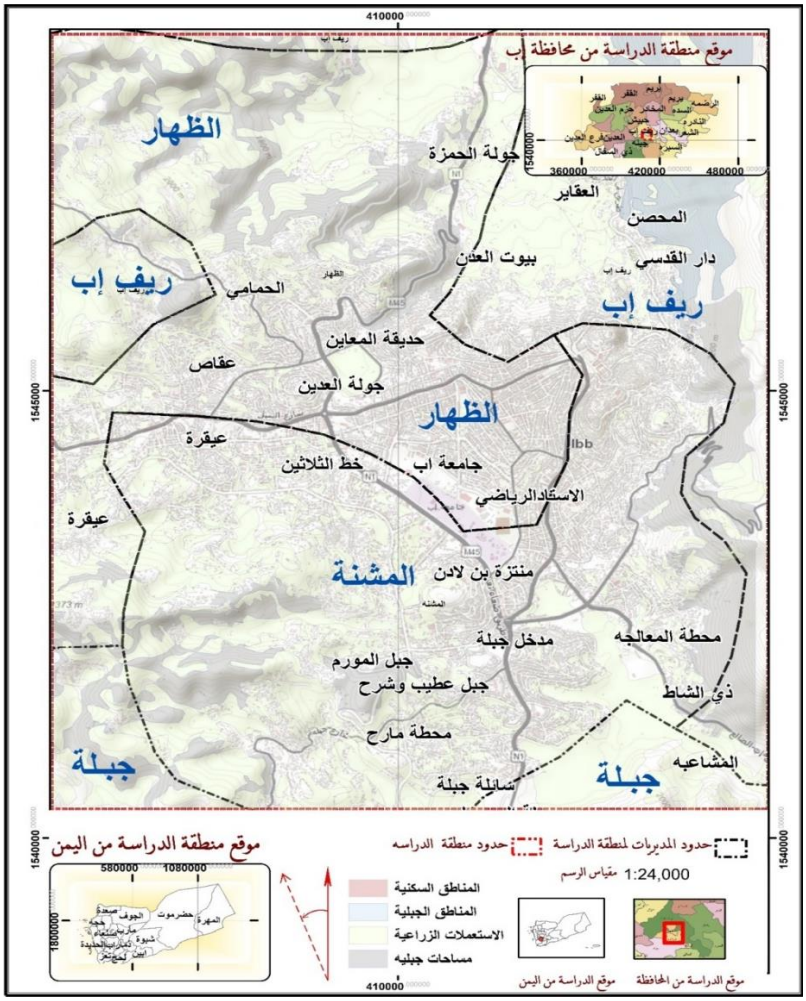
2-دراسة (أبو شرخ وآخرون، 2015): **إدارة شبكات توزيع المياه التي تصلها المياه بشكل متقطع باستخدام نظم المعلومات الجغرافية حالة دراسية: شبكة توزيع المياه لمدينة حلحول،** يهدف هذا المشروع بشكل رئيس إلى بحث السبل التي يمكن من خلالها استخدام برمجيات نظم المعلومات الجغرافية بوصفها أداة فعالة لمساعدة المهندسين في مجال تصميم وإدارة شبكات توزيع المياه، التي لا تصلها المياه بشكل متواصل، وقد تم التركيز على مثل هذه الشبكات؛ لأن جميع شبكات توزيع المياه في فلسطين هي من النوع التي تصلها المياه بشكل متقطع. وبهدف هذا المشروع إلى تحقيق الهدف الآتي: يمكن استخدام برمجيات نظم المعلومات الجغرافية كأداة متكاملة في تجهيز البيانات المكانية الشاملة لتصميم وإدارة نظم توزيع

المياه التي لا تجري فيها المياه بشكل متواصل، ويسلط هذا المشروع الضوء على كيفية استخدام نظم المعلومات الجغرافية في تصميم وإدارة الأصول المادية لشبكات توزيع المياه.

3-(العدوان وآخرون، 2018): **تقييم أداء إدارة فاقد مياه الشرب في محافظة العاصمة الأردنية للفترة (2015-2018)**، تقرير نشر في دار المحاسبة، عمان، الأردن، وخلص هذا التقرير إلى تزايد حجم الفاقد المائي من ما يقارب (67 مليون متر مكعب) عام (2015م) إلى (74.3 مليون متر مكعب) عام (2017م)، فضلاً عن ضعف التصور الاستراتيجي لدى الشركة لمعالجة مسببات الفاقد المائي إلى جانب عدم اكتمال بعض بنود الخطط الاستراتيجية الحالية لمسببات الفاقد المائي، وعدم تنفيذ رقابة على مشاريع الفاقد المائي من قبل إدارة التدقيق والرقابة الداخلية لدى الشركة، وضعف الإجراءات المنفذة بحق المعتدين على شبكات المياه، وعدم احتساب فاقد المياه الخاص بدقة الفواتير بشكل دقيق في غالبية مناطق توزيع محافظة العاصمة، ووجود تداخل في توزيع المياه في مناطق عمان؛ إذ يتم ضخ المياه من منطقة توزيع إلى منطقة أخرى، وكذلك عدم وجود عدادات لقراءة حجم المياه الداخلة والخارجة لدى ثلاثة خزانات فرعية من أصل (27) خزاناً، وأخيراً وجود خطوط توزيع موصولة بشكل مباشر على خطوط نقل المياه الرئيسية في بعض مناطق غرب عمان؛ إذ يؤثر ذلك على قراءات عدادات الخزانات الفرعية، وارتفاع نسبة عدد المشتركين الذين ما زالوا يستخدمون العدادات الميكانيكية القديمة.

حدود الدراسة:

تتمثل حدود الدراسة المكانية في مدينة إب مركز محافظة إب – اليمنية، التي تمتد بين دائرتي عرض (154000)، (155000) شمالاً، وبين خطي طول (403000)، (412500) شرقاً، كما هو مبين في الشكل (1) أدناه؛ وذلك بدراسة شبكات الضخ والتوزيع لمياه الشرب ومصادر تغذيتها (آبار المياه الجوفية)، وخزانات التجميع، التي تتوزع في منطقة مساحتها بحدود (62 كم^2)؛ إذ تنتشر في المديريات الآتية: مديرية المشنة، بمعدل ما مساحته حوالي (23 كم^2)، وفي مناطق مديرية الظهار، بما مساحته (22 كم^2)، وأجزاء بسيطة من مديرية ريف إب، بما مساحته (13 كم^2)، وأخيراً تنتشر الشبكة في جزء بسيط من مناطق مديرية جبلة، بما مساحته حوالي (4 كم^2)، ويحد منطقة الدراسة من الشمال وادي السحول، ومن الشرق جبل بعدان، ومن الجنوب سائلة جبلة، ومن الغرب منطقة السبل – عيقرة.



الشكل (1): موقع منطقة الدراسة بالنسبة لليمن ولمديريات محافظة إب وأبرز معالمها.

المصدر: الباحثان، باستخدام برنامج (Arc GIS 10.8).

1.مشروع تحديث قاعدة بيانات جغرافية للصمامات (المحابس) في شبكة مياه الشرب في مدينة إب وتطويرها:

1.1.أهداف المشروع:

الهدف الرئيس من مشروع تحديث قاعدة البيانات الجغرافية للصمامات في شبكات مياه الشرب في مدينة إب وتطويرها؛ تحقيق ما يأتي:

1-التحكم في إدارة الضغوط (المنخفضة والمرتفعة).

2-التحكم في إدارة توزيع مياه الشرب في مدينة إب بشكل منتظم وعادل واقتصادي.

3-تصميم وبناء خطة حديثة لتوزيع مياه الشرب تلائم النمو والتوسع العمراني المتزايد في مدينة إب.

4-سهولة التحكم في توزيع مياه الشرب في المناطق والمربعات السكنية في مدينة إب.

5-فصل التداخلات في توزيع مياه الشرب بين جميع المناطق والمربعات السكنية في مدينة إب.

6–التغلب على مشكلة استمرارية خدمة المياه بشكل مستمر وبدون انقطاع في بعض مناطق مدينة إب.

7–تقليل المدة الزمنية لتوزيع مياه الشرب في المناطق والمربعات السكنية في مدينة إب.

8–تحديد مواقع الفاقد المائي بالشبكة والتغلب والسيطرة عليها في وقت قياسي.

9–التحكم في حالات الفشل (التكسرات والتسربات) والحالات الطارئة في شبكة المياه.

10–حصر نقطة الفشل (التكسر والتسرب) في أي منطقة وموقع حدوثها، مع مراعاة عدم الأضرار بالمناطق الأخرى؛ وبالتالي عدم انقطاع خدمة المياه عنها.

11–تحديد نقاط تركيب العدادات المركزية؛ لتزويد أي منطقة أو أي مربع سكني بمياه الشرب من المناطق الأخرى عند الطلب أو عند تعرض مصدر تغذية لتلك المنطقة أو المربع لأي خلل أو عطل فني أو توقف.

12–تسهيل عمل الفنيين الميدانين من خلال الحصول على المعلومات والبيانات بطريقة سهلة عند حدوث أي مشكلة في شبكة المياه وإدارتها ومعالجتها بشكل أسرع.

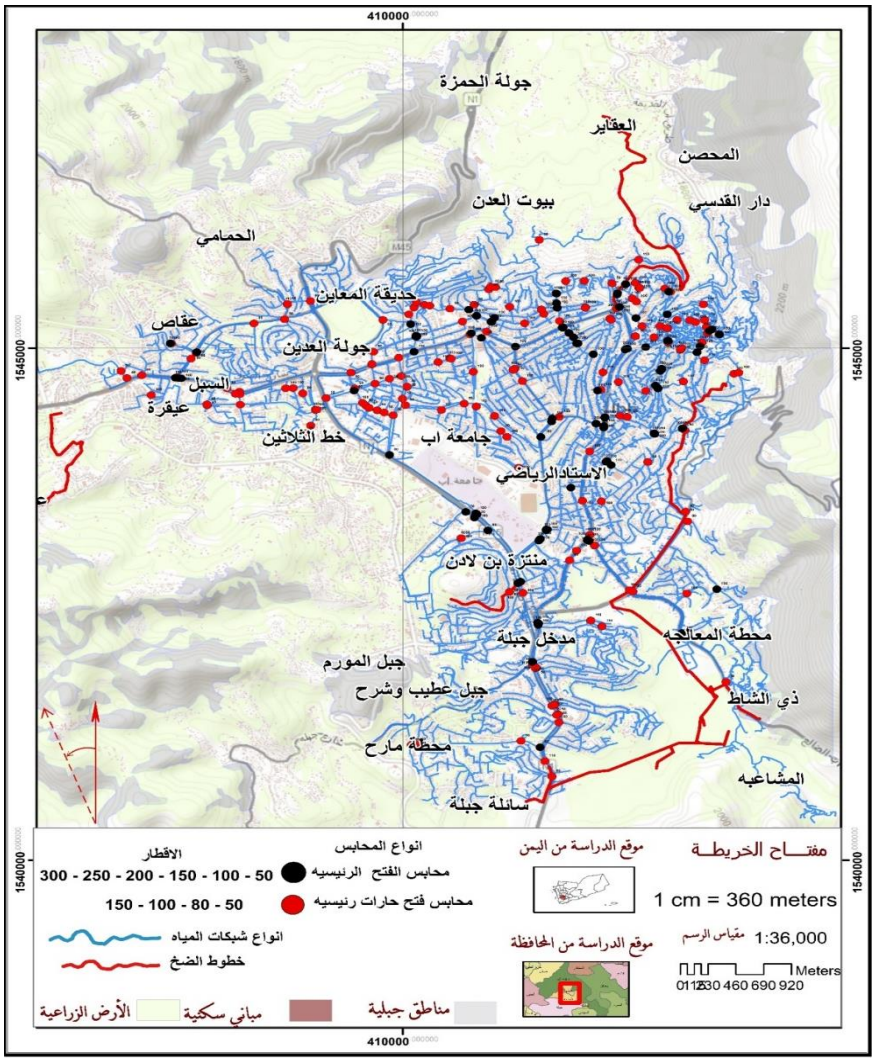
2.1.آلية وطريقة تحديث قاعدة البيانات الجغرافية للصمامات وتطويرها:

اعتماداً على الخرائط الورقية الموضح عليها التوزيع المكاني للصمامات (المحابس) المختلفة وطفايات الحريق في شبكة مياه الشرب في مدينة إب، المعدة من قبل الشركة الصينية المنفذة الأولى لمشروع البنية التحتية لشبكات المياه والصرف الصحي في مدينة إب، واستخلاص البيانات الوصفية والمكانية للصمامات، وبالاستعانة بالمقابلات الشخصية مع الإداريين والفنيين لدى المؤسسة، المختصين بتوزيع أنابيب المياه والصمامات، بالإضافة إلى النزول الميداني إلى مواقع وجود الصمامات وطفايات الحريق خاصة الصمامات المستحدثة في الشبكات الجديدة؛ وفي ضوء ما سبق تم الحصول على المعلومات والبيانات المطلوبة لإعداد المشروع وتسقيطها وتصنيفها؛ وبذلك تم تصميم وبناء قاعدة البيانات الجغرافية لما يُقارب (858) صماماً وطفاية حريق وعدادات إنتاج آبار، كما هو مبين في الجدول (1) أدناه، ومنها تم إعداد وتجهيز الخرائط الرقمية للصمامات المختلفة وتوزيعها المكاني في شبكة المياه في مدينة إب، كما هو موضح أدناه في الأشكال (5, 4, 3, 2)، وفي ضوء تحليلها لوحظ؛ إن عدد محابس فتح حارات رئيسة بلغ (184) محبس؛ أي: أعلى نسبة (21.4%) من إجمالي عدد الصمامات (المحابس) وطفايات الحريق وعدادات إنتاج آبار.

الجدول (1): أعداد ونسب الصمامات (المحابس) في شبكة مياه الشرب في مدينة إب.

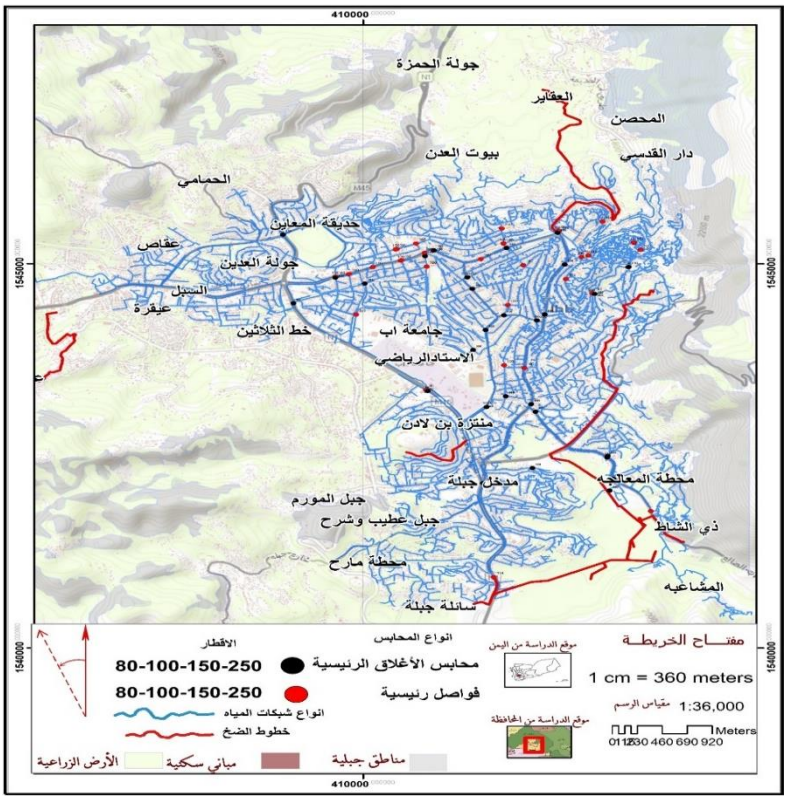
نوع الصمام (المحبس)	عدد الصمامات حسب أقطارها (ملم)										
	350 ملم	300 ملم	250 ملم	200 ملم	150 ملم	100 ملم	80 ملم	50 ملم	35 ملم	المجموع	النسبة %
محابس فتح رئيسة	–	3	11	1	5	79	7	1	–	107	%12.5
محابس فتح وغلق فرعية	–	2	2	–	8	49	5	3	1	70	%8.2
محابس فتح حارات رئيسة	–	–	–	–	4	99	44	35	2	184	%21.4
محابس فتح حارات فرعية	–	–	–	–	4	45	44	28	–	121	%14.1
محابس غلق رئيسة			5	–	4	20	3	–	–	32	%3.7
فواصل رئيسة	–	–	4	–	3	31	2	–	–	40	%4.7
محابس آبار	–	–	–	–	–	31	–	–	–	31	%3.6
عدادات إنتاج آبار	–	–	–	–	–	35	–	–	–	35	%4.1
محابس عدم رجوع آبار	–	–	–	–	–	33	–	–	–	33	%3.8
محابس مستقبلية	–	–	9	–	3	89	5	1	–	107	%12.5
طفايات حريق	–	–	5	–	7	84	2	–	–	98	%11.4
الإجمالي	0	5	36	1	38	595	112	68	3	858	%100

المصدر: الباحثان، اعتماداً على الأشكال (2 ,3 ,4 ,5).



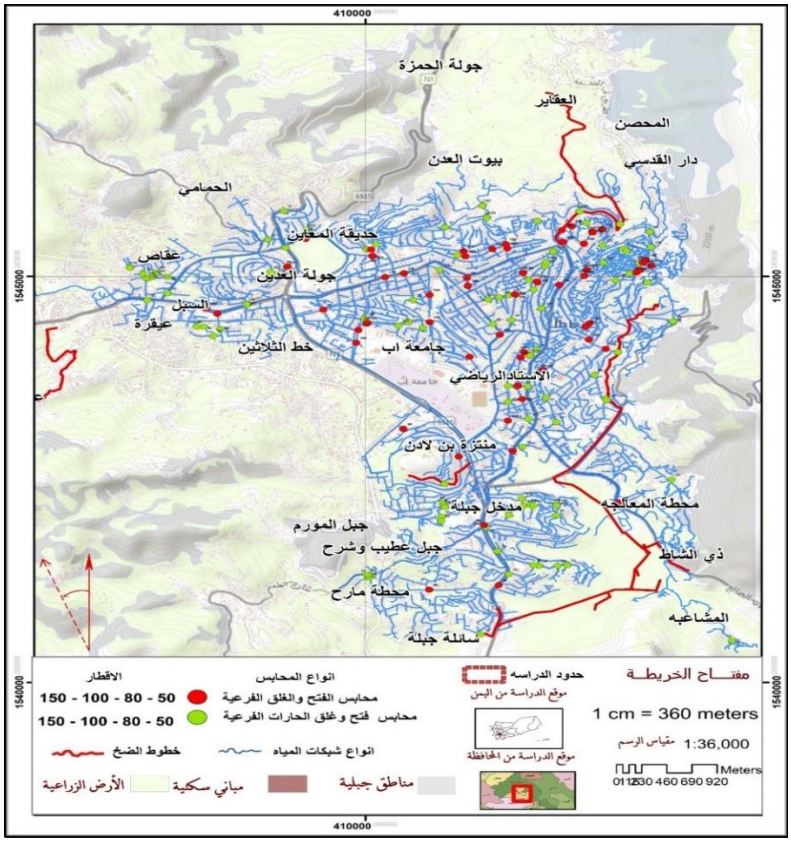
الشكل (2): خارطة التوزيع المكاني لصمامات الغلق والفتح الرئيسة ومحابس حارات رئيسة.

المصدر: الباحثان، باستخدام برنامج (Arc GIS 10.8).



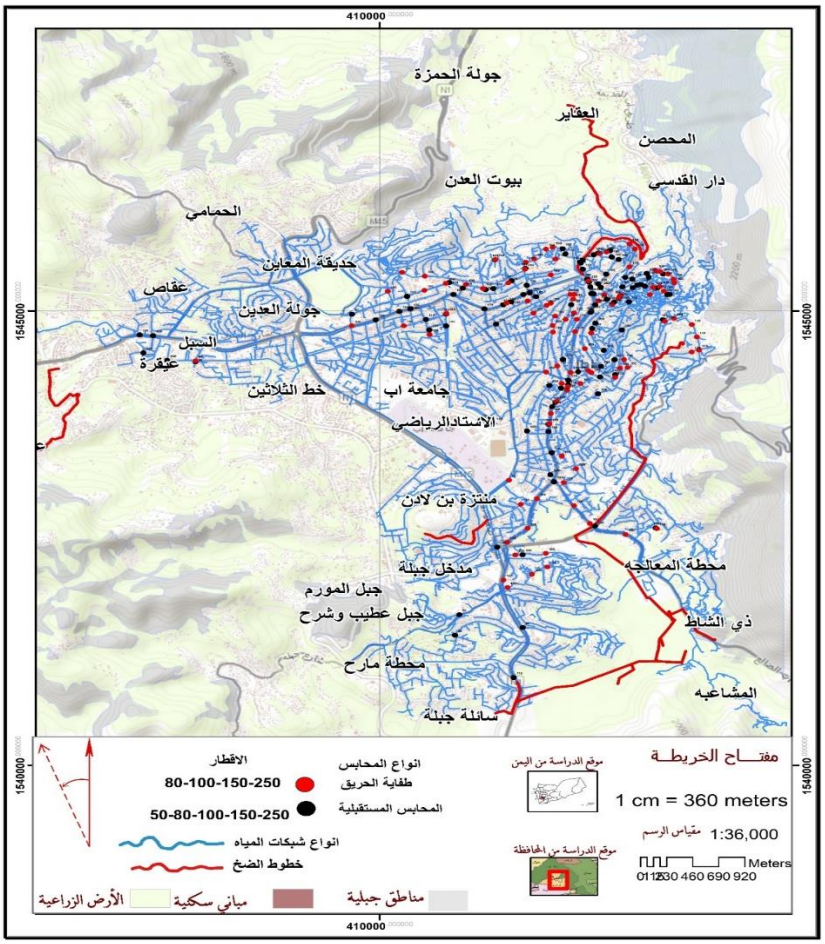
الشكل (3): خارطة التوزيع المكاني لصمامات الغلق والفواصل الرئيسة.

المصدر: الباحثان، باستخدام برنامج (Arc GIS 10.8).



الشكل (4): خارطة التوزيع المكاني لصمامات الغلق والفتح ومحابس الحارات الفرعية.

المصدر: الباحثان، باستخدام برنامج (Arc GIS 10.8).



الشكل (5): خارطة التوزيع المكاني لطفايات الحريق والمحابس المستقبلية.

المصدر: الباحثان، باستخدام برنامج (Arc GIS 10.8).

3.1.فوائد المشروع:

وفي ضوء مشروع تحديث قاعدة البيانات الجغرافية للصمامات (المحابس) في شبكة مياه الشرب في مدينة إب وتطويرها باستخدام (GIS)، يمكن الاستفادة من هذا المشروع، في:

1.إعادة تحزيم مناطق ومربعات توزيع مياه الشرب وتحديد أقرب المصادر لتغذيتها.

2.تحديد محابس غلق رئيسة ومحابس فتح وغلق ومحابس تغذية لكل منطقة ومربع سكني، وفقاً لاتجاه سريان المياه ومصادر تغذيتها.

3.تحديد محابس رئيسة للحارات، وتحديد المحابس الثانوية داخل كل مربع سكني.

4.تم الاستفادة من مشروع تحديث قاعدة البيانات الجغرافية للصمامات وتطويرها، في تقسيم خطوط أنابيب شبكة مياه الشرب في مدينة إب وتصنيفها إلى ما يأتي: خطوط الضخ الرئيسة، والخطوط الناقلة رئيسة رقم (1) (الخطوط الساخنة)، والخطوط

الناقلة الفرعية رقم (2)، الخطوط الناقلة الثانوية رقم (3) حارات، وخطوط الربط المباشر من الخطوط الناقلة الرئيسة رقم (1)، وأخيراً الوصلات المنزلية.

2.مشروع إعادة توزيع مياه الشرب في مدينة إب وفقاً للمناطق والمربعات السكنية المحزمة بالصمامات باستخدام (GIS):

مشروع إعادة توزيع مياه الشرب في مدينة إب وفقاً للمناطق والمربعات السكنية المحزمة بالصمامات باستخدام (GIS)، اعتمد في الأصل على مشروع تحديث قاعدة البيانات الجغرافية للصمامات في شبكة مياه الشرب في مدينة إب وتطويرها.

1.2.أبرز مشاكل البرنامج الزمني الحالي لدورة توزيع مياه الشرب في مدينة إب وسلبياته:

تعتمد المؤسسة المحلية للمياه والصرف الصحي فرع مدينة إب في توزيع مياه الشرب في أحياء مدينة إب على نظام الشبكة العامة؛ إذ يتم توزيع مياه الشرب وفقاً لبرنامج مزمن في إطار دورة مائية لكل حارة، أو مربع سكني، خلال مدة زمنية محددة غالباً ما تُقدر لمركز المدينة كل (10) أيام (المؤسسة المياه والصرف الصحي في محافظة إب، 2021: 26)، وفضلاً عن ما تواجهها انتقادات أو شكاوي من المستهلكين، وفيما يأتي حصر لأبرز المشاكل القائمة في البرنامج الزمني القائم لدورة توزيع مياه الشرب وسلبياته:

1-عدم تحديد الخطوط الناقلة للمياه (خطوط الإسالة)، واتجاه جريان المياه وفقاً لكلاً من: أطوال وأقطار الانابيب، والسيطرة على الضغوط أما زيادة أو نقصان.

2-عدم تفعيل واستخدام الصمامات الفرعية أو الطارئة في شبكة المياه.

3-عدم استخدام صمامات التهوية بشكل منتظم.

4-لا يعتمد بشكل كبير على التحكم بالصمامات.

5-معتمد على تحديد مصادر التغذية لمناطق متعددة؛ فمثلاً يتم تغذية منطقة دار الشرف الواقعة في الجنوب الشرقي لمدينة إب من الآبار الواقعة في منطقة السبل غرب المدينة.

6-عدم إيصال خدمة المياه لجميع المشتركين بشكل متساوي وعادل، (من حيث الكمية أو المدة الزمنية).

7-عند فتح الشبكة لتوزيع المياه؛ فإن التوزيع يكون عشوائي ويشمل عدد من المناطق، خاصةً وقت ارتفاع الضغوط.

8–مشكلة استمرارية خدمة المياه بشكل متواصل دون انقطاع في بعض مناطق مدينة إب من الخطوط الناقلة أو من خطوط الضخ، فضلاً عن مشكلة وجود مناطق لا تصلها مياه الشرب بشكل دوري.

9–عدم التحكم باكتشاف التسربات، وكذلك الربط غير القانوني.

10–عدم الاستعانة تطبيقات تقنية نظم المعلومات الجغرافية في عملية توزيع مياه الشرب.

11–الفترة الزمنية الحالية لتوزيع المياه تتراوح ما بين (15–20 يوم).

2.2.أهداف المشروع:

للتغلب على مشاكل البرنامج الزمني الحالي لتوزيع المياه في مدينة إب وسلبياته؛ فإن مشروع إعادة توزيع مياه الشرب في مدينة إب يسعى إلى تحقيق ما يأتي:

1–تحزيم مناطق توزيع مياه الشرب في مدينة إب وتقسيمها إلى مناطق ومربعات سكنية واضحة المسارات وفق خطوط ناقلة للمياه، وصمامات فصل وغلق محددة.

2–تحديد الخطوط الناقلة للمياه وعدم تداخلها من منطقة إلى أخرى أو من مربع إلى آخر؛ حتى لا يحدث تداخل في توزيع مياه الشرب.

3–التحكم في معالجة التسربات المائية من أنابيب شبكات مياه الشرب.

4–يسهل وصول المياه في أنابيب شبكات مياه الشرب في مدينة إب إلى المناطق المرتفعة.

5–لتقليل المدة الزمنية لتوزيع مياه الشرب في المناطق والمربعات السكنية في مدينة إب؛ وبذلك تقل الدورة المائية الشهرية لتوزيع مياه الشرب في جميع المناطق والمربعات السكنية.

6–تصحيح وتفعيل بعض الانحرافات في مسارات توزيع مياه الشرب، فضلاً عن معالجة السلبيات خاصة في المناطق التي لا تصلها المياه بشكل كافي.

7–التغلب على كثرة الشكاوى من المشتركين بعدم وصول مياه الشرب لمناطقهم بشكل منتظم أو كافي، خاصة المناطق المرتفعة، ومناطق أطراف المدينة.

8–التحكم باكتشاف التسربات وسهولة السيطرة عليها؛ من أجل تخفيض نسبة الفاقد المائي من أنابيب شبكات ضخ وتوزيع مياه الشرب، فضلاً عن السيطرة على الربط غير القانوني من أنابيب شبكة المياه.

9–العمل على تحقيق مبدأ العدل والمساواة في توزيع مياه الشرب؛ من خلال إيصال خدمة المياه لجميع المشتركين بشكل متساوي وعادل.

10–حل مشكلة استمرارية خدمة توصيل مياه الشرب بشكل مباشر من الخطوط الناقلة للمياه، وبصورة مستمرة دون انقطاع في بعض أحياء وحارات مدينة إب.

3.2.تحديد المعايير المناسبة لتقسيم مدينة إب إلى مناطق ومربعات سكنية لإعادة توزيع مياه الشرب فيها:

لتحقيق أهداف مشروع إعادة توزيع مياه الشرب في مدينة إب؛ قُسمت مدينة إب إلى (9) مناطق ومربعات سكنية محزمة بنظام غلق وفتح صمامات محددة لكل منطقة ومربع سكني، بناءً على المعايير الآتية:

1–قرب المنطقة من مصادر التغذية (الإسالة)، المتمثلة بآبار المياه الجوفية، الواقعة بالقرب من المنطقة السكنية أو داخلها، ووفقاً لحجم السكان التقديري، وعدد المشتركين، ونصيب الفرد من المياه.

2–مواقع المحابس الرئيسة المتحكمة بالمنطقة وبالمربع السكني.

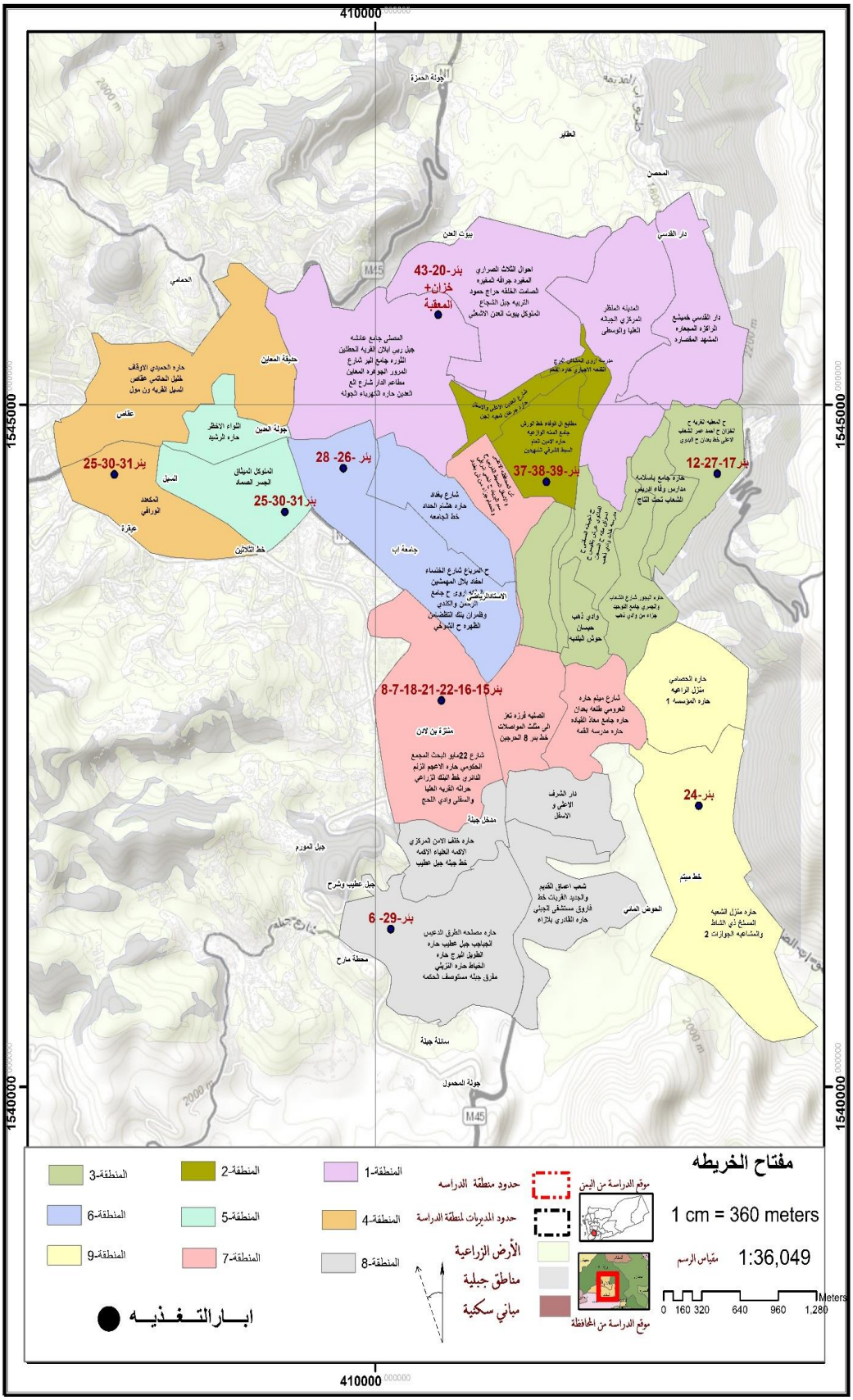
3–قرب المنطقة والمربع السكني من خزانات تجميع وتوزيع مياه الشرب.

4–قدرة ضخ المياه إلى أعلى نقطة في المنطقة السكنية.

5–تحديد الخطوط الناقلة للمياه الخاصة بتغذية المنطقة والمربع سكني، وفقاً لمسارات الشوارع.

4.2.تصميم وبناء قاعدة البيانات الجغرافية لمشروع إعادة توزيع مياه الشرب في مدينة إب:

من خلال تطبيق المعايير التي تم وضعها وتحديدها في إجراء عملية تقسيم مدينة إب إلى مناطق ومربعات سكنية، والاستعانة والاستفادة من تحديث قاعدة البيانات الجغرافية الخاصة بصمامات شبكة مياه الشرب وتطويرها؛ وعليه: تم تقسيم مدينة إب إلى (9) مناطق سكنية، التي بدورها قُسمت إلى عدد من المربعات السكنية، وكل مربع سكني يضم عدد من الأحياء والحارات، وكذلك تحزيم كل منطقة بصمامات غلق وصمامات فتح وغلق، وكذلك تحديد مصادر تغذية كل منطقة، سواءاً من آبار المياه الجوفية، التي تضخ مباشرة لشبكات توزيع مياه الشرب، أو من خزانات التجميع؛ بحيث تُقلص وتُخفض الدورة المائية لكل منطقة، إلى مدة تقريبية تتراوح ما بين (7–15 يوم)، وبما يتناسب مع الكثافة السكانية في كل منطقة ومربع سكني، كما هو مبين أدناه في الشكل (6)، والجدول (2) أدناه، الخاصة بمناطق ومربعات توزيع مياه الشرب في مدينة إب، ومصادر تغذيتها.



الشكل (6): خارطة التوزيع المكاني لمناطق ومربعات توزيع مياه الشرب ومصادر تغذيتها.

المصدر: الباحثان، باستخدام برنامج (Arc GIS 10.8).

الجدول (2): توزيع مياه الشرب في المناطق والمربعات السكنية في مدينة إب ومصادر تغذيتها.

رقم المنطقة	رقم	الأحياء والحارات في المرع السكني	مصادر التغذية المنطقة
1 الأولى	1	دار القدسي، خميشع، الراكزة، المجعارة، المشهد، المقصارة	1-بئر رقم (20)، 2-بئر رقم (43)، 3- خزان المعقبة
	2	المدينة القديمة، المنظر، المركزي، الجبانة العليا والوسطى	
	3	أحوال الثلاث، الصراري، المغيرة، جرافة، الصامت، الخلقة، حراج حمود، كلية التربية، جبل الشجاع، المتوكل، بيوت العدن، والأشعثي	
	4	المصلى، جامع عائشة، جبل ربي، آبلان القرية، الحطلين، الثورة، جامع البر، شارع المرور، الجوهرة، المعاين القرية، مطاعم الدار، شارع العدين، الكهرباء، جولة العدين	
الثانية 2	1	مدرسة أروى، الحشاش، البرج، الاتجاه الإجباري، حارة الفحم	1-بئر رقم (37)، 2-بئر رقم (38)، 3-بئر رقم (39)
	2	شارع العدين الأسفل والأعلى، حارة جرعان، شعبة الجن	
	3	مطابع الوفاء، خط الورش، جامع السنة، الوازعية، حارة الأمن العام، السبط الشرقي، الشهيدين	
3 الثالثة	1	حارة المعقبة، حارة الخزان، حارة أحمد عمر، الشعاب الأعلى، خط بعدان، حارة البدوي	1-بئر رقم (12)، 2-بئر رقم (17)، 3-بئر رقم (27)
	2	حارة جامع باسلامة، مدرسة وفاء إدريس، الشعاب تحت البرج	
	3	حارة البجور، شارع الشعاب، الجمري، جامع التوحيد، جزء من وادي ذهب	
	4	حارة الجبانة السفلى، حارة الملاوي، عرش بلقيس، حارة مدرسة خالد بن الوليد وادي ذهب	
	5	وادي ذهب حيسان، حوش البلدية	
الرابعة 4	1	حارة الحميدي الأوقاف، خليل الحاتمي، عقاص، السبل القرية، ون مول	1-بئر رقم (30)، 2-بئر رقم (31)، 3-بئر رقم (25)
	2	المكعدد الورافي	
الخامسة 5	1	جولة العدين، حارة اللواء الأخضر، حارة الرشيد	1-بئر رقم (30)، 2-بئر رقم (31)، 3-بئر رقم (25)
	2	حارة المتوكل، الميثاق، الجسر الصماد	
السادسة 6	1	شارع بغداد، حارة هشام الحداد، خط الجامعة	1-بئر رقم (26)، 2-بئر رقم (28)
	2	المرباع، شارع الخنساء، أحفاد بلال المهمشين، الملكة أروى، جامع الحمن، الكندي، ظمران، بنك التضامن، الضهرة حارة الشوخي	
7 السابعة	1	شارع المحافظة الأعلى والأسفل، السبط الغربي، حارة سم البريك، الحي الراقي، الحمام، جزء من شارع بغداد	1-بئر رقم (7)، 2-بئر رقم (8)، 3-بئر رقم (15)، 4-بئر رقم (16)، 5-بئر رقم (18)، 6-بئر رقم (21)، 7-بئر رقم (22)
	2	شارع ميتم، حارة العرومي، طلعة بعدان، جامع معاذ، القيادة، حارة مدرسة القمة	
	3	الصلبة، فرزة تعز القديمة إلى مثلث المواصلات، خط بئر (8)، الحرجين	
	4	شارع 22 مايو، البحث، المجمع الحكومي، حارة الأعجم، الزنم، الدائري، خط البنك الزراعي، حراثة القرية العليا	
8 الثامنة	1	دار الشرف الأعلى والأسفل	1-بئر رقم (6)، 2-بئر رقم (29)
	2	شعب أعماق القديم والجديد، القريات، خط فاروق، مستشفى الجبلي، حارة القادري بلازء	
	3	حارة الأمن المركزي، الأكمة العلياء، الأكمة خط جبلة، جبل عطيب	
	4	حارة مصلحة الطرق، الدعيس، الجباجب، جبل عطيب حارة الطويل، البرج، حارة الخياط، حارة النزيلي، مفرق جبلة، مستوصف الحكمة	
التاسعة 9	1	حارة الحصامي، منزل الراعية، حارة المؤسسة 1	1-بئر رقم (24)
	2	حارة منزل الشعبة، المسلخ، ذي الشاط، المشاعبة، الجوازات 2	

المصدر: الباحثان، اعتماداً على الشكل (6).

5.2.فوائد المشروع:

يمكن تلخيص أهم الفوائد الاقتصادية، والإدارية، الناتجة من إعداد وتصميم مشروع إعادة توزيع مياه الشرب في مدينة إب وفقاً للمناطق والمربعات السكنية المحزمة بالصمامات باستخدام (GIS)، بما يأتي:

1.5.2.فوائد اقتصادية:

1.1.5.2.إمكانية احتساب الاحتياج الفعلي من كمية مياه الشرب لكل منطقة ومربع سكني؛ ويتحقق ذلك من خلال ما يأتي:

1.1-حساب كمية المياه الداخلة لكل منطقة ومربع سكني عبر العدادات المركزية.

1.2-حساب كمية المياه المباعة في كل منطقة ومربع سكني من فواتير استهلاك المياه.

1.3-من طرح قيمة كمية المياه الداخلة من قيمة كمية المياه المباعة؛ يمكن تقدير كمية المياه المفقودة في كل منطقة ومربع سكني.

2.1.5.2.إمكانية وسهولة التنبؤ المستقبلي بكميات المياه المطلوبة المطلوب توفيرها لكل منطقة ومربع سكني؛ ويتحقق ذلك من خلال معرفة ما يأتي:

2.1-كمية المياه الداخلة لكل منطقة ومربع سكني ($م^3$/سنة).

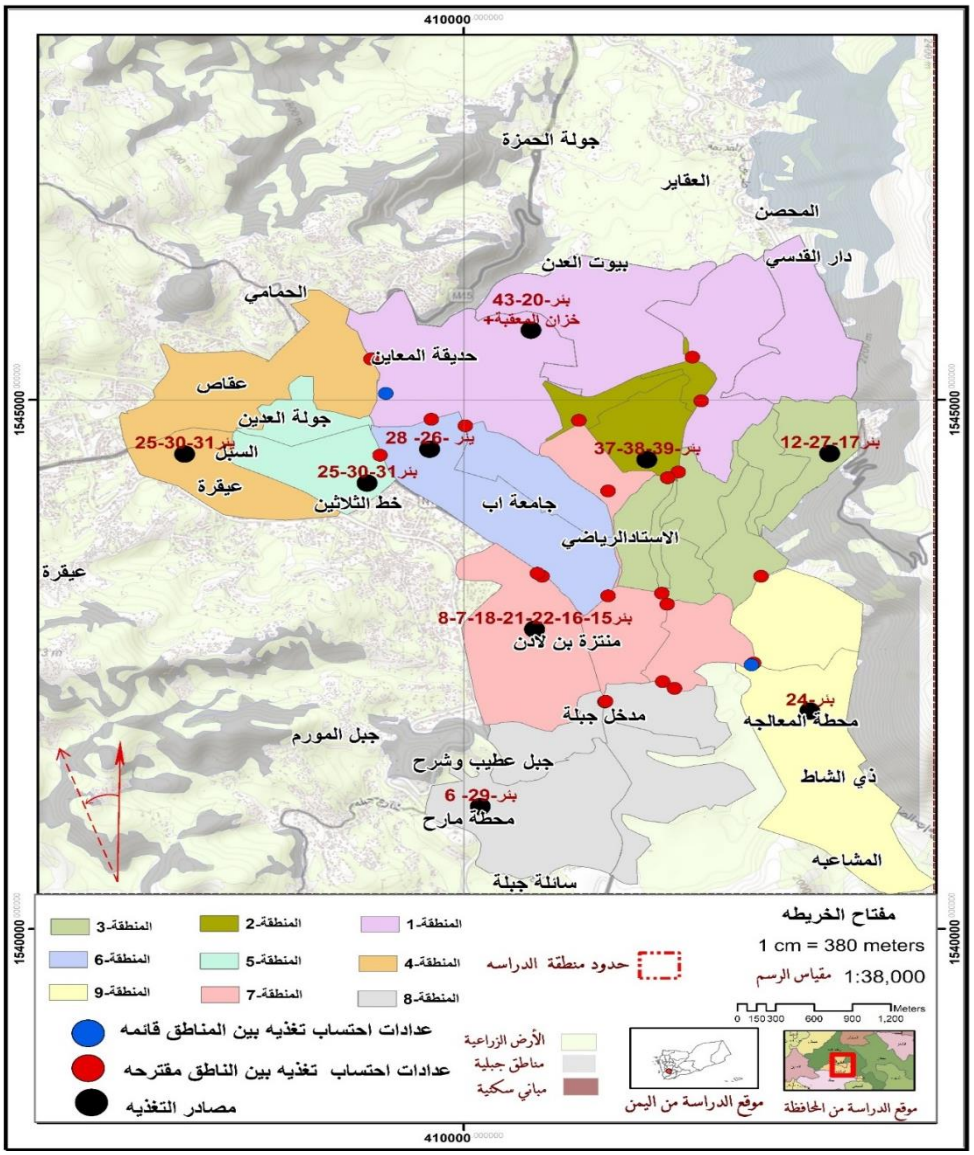
2.2-كمية المياه المباعة في كل منطقة ومربع سكني ($م^3$/سنة).

2.3-عدد المشتركين في كل منطقة ومربع سكني.

3.1.5.2.في حالة التغلب والتخلص من مشكلة التوصيل المباشر للمياه (وصول المياه للمشتركين دون انقطاع في بعض أحياء وحارات مدينة إب) من الخطوط التوصيل المستمرة للمياه (أي إلغاء ما يسمى بنظام السدلات المتصلة بالخطوط الناقلة رقم (1) الساخنة)؛ وبذلك يتم توفير كمية من المياه، وسرعة التوزيع، وخفض نسبة الفاقد، وخفض فترة ومدة التوزيع

4.1.5.2.تقليل عدد ساعات تشغيل الآبار؛ وهو ما يؤدي إلى خفض نسبة النفقات التشغيلية الخاصة بالآبار (الوقود، والزيوت)، فضلاً عن الحفاظ على مناسيب مياه الآبار، وعدم استنزاف المياه بالتشغيل المستمر.

5.1.5.2.التحكم بكمية مياه الشرب الداخلة إلى مناطق توزيع مياه الشرب، فضلاً عن احتساب كمية مياه الشرب الداخلة إلى تلك المناطق بواسطة العدادات المركزية الحالية (المطلوب صيانتها وتفعيلها) والعدادات المقترحة من المشروع، كما هو موضح في الشكل (7) أدناه؛ إذ تم في هذا المشروع اقتراح (18) عداداً مركزياً، إلى جانب توافر عدادين مركزيين؛ بغرض احتساب كمية مياه الشرب الداخلة إلى مناطق توزيع مياه الشرب.



الشكل (7): خارطة التوزيع المكاني للعدادات المركزية الحالية والمقترحة ومصادر التغذية.

المصدر: الباحثان، باستخدام برنامج (Arc GIS 10.8).

2.5.2.فوائد إدارية:

1.2.5.2.إمكانية التغلب على مشكلة الخطوط الإسالة (الناقلة للمياه) والمعروفة بالخطوط الساخنة، التي يحدث من خلالها توصيل مياه الشرب بصورة مستمرة ومباشرة للمشتركين وبدون انقطاع الموجودة في بعض مناطق مدينة إب، التي يبلغ طولها (28.397 كم)؛ من خلال إنشاء خط ناقل للمياه جديد خاص فقط بنقل المياه، واستخدام الخطوط الناقلة القديمة المتصلة بالوصلات المنزلية بوصفها حطوط توزيع.

2.2.5.2.سهولة التحكم في معالجة التسربات المائية من أنابيب شبكة مياه الشرب، والسيطرة على ظاهرة الربط غير القانوني من أنابيب شبكة المياه.

3.2.5.2.سهولة وصول المياه إلى المناطق المرتفعة.

4.2.5.2.تقليل المدة الزمنية لتوزيع مياه الشرب في المناطق والمربعات السكنية؛ بغرض تقليل الدورة المائية الشهرية لتوزيع مياه الشرب في جميع المناطق والمربعات السكنية في مدينة إب.

5.2.5.2.التغلب على مشكلة عدم وصول مياه الشرب إلى بعض المناطق بشكل منتظم أو كافي.

النتائج:

توصلت الدراسة الحالية إلى عدد من النتائج، أهمها:

1-إدخال وتخزين بيانات لما يُقارب (858) صماماً وطفاية حريق وعدادات إنتاج آبار، وتبين أن عدد محابس فتح حارات رئيسية بلغ (184) محبس؛ أي: أعلى نسبة (21.4%) من إجمالي عدد الصمامات (المحابس) وطفايات الحريق وعدادات إنتاج آبار.

2-تحزيم مناطق ومربعات توزيع مياه الشرب بنظام الصمامات (المحابس) المناسبة؛ إذ تم تحديد محابس غلق رئيسة ومحابس فتح وغلق ومحابس تغذية لكل منطقة ومربع سكني، وفقاً لاتجاه حركة وسريان المياه ومصادر تغذيتها، فضلاً عن تحديد محابس رئيسة للحارات، وتحديد المحابس الثانوية داخل كل مربع سكني.

3-وفقاً لمعيار قرب المنطقة والمربع السكني من مصادر التغذية (آبار المياه الجوفية وخزانات التجميع)، المتواجدة بالقرب من المنطقة أو المربع أو داخلها، وفقاً لحجم السكان التقديري، وعدد المشتركين، ونصيب الفرد من المياه، وأيضاً معيار مواقع المحابس الرئيسة المتحكمة بالمنطقة وبالمربع السكني، ومعيار تحديد الخطوط الناقلة للمياه الخاصة بتغذية كل منطقة ومربع سكني، وفقاً لمسارات الشوارع؛ تم تقسيم مدينة إب إلى (9) مناطق سكنية وتحديدها، وكل منطقة قُسمت إلى عدد من المربعات السكنية، وكل مربع سكني يضم عدداً من الحارات.

4-من أبرز المشاكل والسلبيات القائمة في البرنامج الزمني القائم لدورة توزيع مياه الشرب: عدم تحديد الخطوط الناقلة للمياه (خطوط الإسالة)، واتجاه جريان المياه وفقاً لكل من: أطوال وأقطار الانابيب، والسيطرة على الضغوط أما زيادة أو نقصان، وكذلك عدم تفعيل واستخدام الصمامات الفرعية أو الطارئة في شبكة المياه، وعدم استخدام صمامات التهوية بشكل منتظم، كما أن البرنامج الزمني الحالي لتوزيع مياه الشرب لا يعتمد بشكل كبير على التحكم بالصمامات، وغير قائم أو معتمد على تحديد مصادر التغذية محددة للمناطق، وأخيراً عدم إيصال خدمة المياه لجميع المشتركين بشكل متساوي وعادل، (من حيث الكمية أو المدة الزمنية).

5-من فوائد تطبيق مشروع إعادة توزيع مياه الشرب في مدينة إب؛ تحقيق مبدأ العدل والمساوة في توزيع مياه الشرب، فضلاً عن خفض نسبة الفاقد المائي، ومعالجة وتخفيض التسربات المائية من أنابيب شبكات ضخ وتوزيع مياه الشرب، فضلاً عن توفير كمية من المياه، وسرعة التوزيع، وخفض فترة ومدة التوزيع، إلى جانب ذلك تقليل عدد ساعات تشغيل الآبار؛ ثم خفض نسبة النفقات التشغيلية الخاصة بالآبار (الوقود، والزيوت)، وأيضاً الحفاض على مناسيب مياه الآبار، وعدم استنزاف المياه بالتشغيل المستمر.

6-عند التطبيق الفعلي لمشروع إعادة توزيع مياه الشرب في مدينة إب، يمكن احتساب ما يأتي: الاحتياج الفعلي من كمية مياه الشرب لكل منطقة ومربع سكني؛ ويتحقق ذلك من خلال ما يأتي: كمية المياه الداخلة لكل منطقة ومربع سكني عبر العدادات المركزية والعدادات المقترحة، وكمية المياه المباعة في كل منطقة ومربع سكني من فواتير استهلاك المياه، ومن طرح قيمة كمية المياه الداخلة من قيمة كمية المياه المباعة؛ يمكن تقدير كمية المياه المفقودة في كل منطقة ومربع سكني.

7-من الفوائد الاقتصادية المتوقعة من التطبيق الفعلي لمشروع إعادة توزيع مياه الشرب في مدينة إب، إمكانية وسهولة التنبؤ المستقبلي بكميات المياه المطلوبة مستقبلاً لكل منطقة ومربع سكني؛ ويتحقق ذلك من خلال معرفة واحتساب ما يأتي: كمية المياه الداخلة لكل منطقة ومربع سكني (م^3/سنة)، وكمية المياه المباعة في كل منطقة ومربع سكني (م^3/سنة)، وعدد المشتركين في كل منطقة ومربع سكني.

8-من الفوائد الفنية المتوقعة من التطبيق الفعلي لمشروع إعادة توزيع مياه الشرب في مدينة إب، التغلب والتخلص من مشكلة التوصيل المباشر للمياه (وصول المياه للمشتركين دون انقطاع في بعض أحياء وحارات مدينة إب) من الخطوط التوصيل المستمرة للمياه (أي إلغاء ما يسمى بنظام السدلات المتصلة بالخطوط الناقلة رقم (1) الساخنة).

التوصيات:

توصي الدراسة بما يأتي:

1-على المؤسسة المحلية للمياه والصرف الصحي فرع مدينة إب العمل على: ضمان استدامة مصادر المياه، وعدالة التوزيع، فضلاً عن إعادة التخصيص ورفع كمية المياه لتغطية جميع مناطق المدينة، وخفض النسب في فاقد المياه؛ من خلال التطبيق الفعلي لمشروع إعادة توزيع مياه الشرب في مدينة إب.

2-إجراء دراسة علمية لمعالجة الاختلالات الموجودة في قاعدة البيانات المشتركين في خدمتي مياه الشرب والصرف الصحي التابعة للمؤسسة المحلية للمياه والصرف الصحي.

قائمة المصادر والمراجع:

- أبو شرخ، ماجد؛ أبو الرب، محمد؛ ولد علي، أبراهيم، (2015). إدارة شبكات توزيع المياه التي تصلها المياه بشكل متقطع باستخدام نظم المعلومات الجغرافية: حالة دراسية شبكة توزيع المياه لمدينة حلحول، ***مجلة جامعة الأنبار للعلوم الإنسانية***، جامعة الأنبار، كلية التربية للعلوم الإنسانية، الأنبار، العراق، المجلد/العدد (ع1)، ص 320-335.
- أحمد، عمرو السيد محمود، (2017). **التحليل المكاني لشبكات مياه الشرب بمدينة مرسى مطروح**، *رسالة ماجستير (غير منشورة)*، قسم الجغرافيا ونظم المعلومات الجغرافية، كلية الآداب، جامعة الإسكندرية، الإسكندرية، مصر.
- الدراسة الميدانية، (2024). **النزول الميداني إلى مرافق شبكات مياه الشرب في مدينة إب، ومقر المؤسسة المحلية للمياه والصرف الصحي فرع مدينة إب، من تاريخ (2024/1/1م) إلى تاريخ (2024/7/30م)**.
- العدوان، وصفي؛ الوريكات، عامر؛ يعقوب، مرام؛ عاصي، محمد؛ أبو الرب، محمد علي، (2018). **تقييم أداء إدارة فاقد مياه الشرب في محافظة العاصمة للفترة (2015-2018)**، *(غير منشور)*، ديوان المحاسبة، عمان، الأردن، ص 2-18.
- المؤسسة المحلية للمياه والصرف الصحي محافظة إب، (2024). **تقارير ونسخة من قاعدة بيانات نظم المعلومات الجغرافية في المؤسسة المحلية للمياه والصرف الصحي بمحافظة إب**، *(غير منشورة)*، وحدة (GIS)، إب، اليمن.
- المؤسسة المحلية للمياه والصرف الصحي محافظة إب، (2021). **خطة المؤسسة المحلية للمياه والصرف الصحي بمحافظة إب من عام (2022م) إلى عام (2025م)**، *(غير منشور)*، إدارة نظم المعلومات، إب، اليمن.
- ناجي، عادل حمود؛ غلاب، علي محمد، (2024أ). تحليل البيانات الرقمية لسجلات رصد كمية مياه الشرب المنتجة في مدينة إب للمدة ما بين (2019-2023م)، ***مجلة جامعة سرت للعلوم الإنسانية***، جامعة سرت، كلية العلوم الإنسانية، سرت، ليبيا، المجلد (14)، العدد (1)، ص 191-207، (https://doi.org/10.37375/sujh.v14i1.2789).
- ناجي، عادل حمود؛ غلاب، علي محمد، (2024ب). تقييم مياه الشرب المباعة والفاقد المائي في مدينة إب للفترة ما بين (2019-2023م)، ***مجلة ليبيا للدراسات الجغرافية***، فرع الجمعية الجغرافية الليبية بالمنطقة الوسطى، جامعة سرت، سرت، ليبيا، المجلد (4)، العدد (2)، ص 207-234، (https://doi.org/10.37375/jlgs.v4i2.2846).
- ناجي، عادل حمود؛ غلاب، علي محمد، (2024ج). التوزيع المكاني لأطوال أنابيب شبكة مياه الشرب وأقطارها في مدينة إب وفقاً لقاعدة البيانات الجغرافية المحدثة والمطورة للعام (2024م)، ***مجلة جامعة البيضاء***، جامعة البيضاء، البيضاء، اليمن، المجلد (6)، العدد (3)، ص 331-360.
- وزارة المياه والري الأردنية، (2016). **سياسة إعادة توزيع المياه**، *(تقرير أردني غير منشور)*، عمان، الأردن، ص 1-19.
- Charles, K.J., Ocatavia, T., Hylton, E and Remmington, G, (2019): Equity and Urban Water Security, ***Water Science Policy and Management: A Global Challenge***, pp. 329-343. Dori: 10.1002/9781119520627. Ch 18.