Determine the Best Location for Maintenance Centers and Breakdown Management for Drinking water Supply Network for the City of Jableh using GIS

Dr. Fatma Slman*

(Received 8 / 1 / 2024. Accepted 26 / 2 / 2024)

□ ABSTRACT □

The crisis has left Syria with numerous impacts, left its impact on all the Syrian governorates, and its results have been reflected on the economic and service realities of the population. The water sector is considered one of the sectors affected by the effects of this crisis, from cutting water to damaging water networks, and the suspension of many major pumping stations and wells. This research aims to identify how to manage and maintain the drinking water network in cities by using geographic information systems technology **GIS** in order to assist decision makers in reaching less costly and timely solutions, especially in the circumstances of the crisis that Syria suffers in general, through collecting, entering, treating and managing the rules Spatial and descriptive data for the drinking water network in the city of Jableh as a case study with a focus on the system for managing and maintaining this network based on the spatial analysis of the faults of this network over three years (2017-2018-2019) and choosing the ideal place for maintenance centers in this city.

Keywords: Geographic information systems, water networks, Malfunctions, optimal location, maintenance centers.

Copyright **:**Tishreen University journal-Syria, The authors retain the copyright under a CC BY-NC-SA 04

* **Higher Institute for Environmental Research, Tishreen University, Lattakia, Syria: Email: fatmaslman88@gmail.com**

تحديد أفضل موقع لمركز الصيانة وإدارة أعطال شبكة الإمداد بمياه الشرب لمدينة جبلة باستخدام GIS

د. فاطمة سلمان*

(تاريخ الإيداع 8 / 1 / 2024. قُبِل للنشر في 26/ 2 / 2024)

□ ملخّص □

تركت الأزمة على سورية أضرارا جمّة، أثرت على جميع المحافظات السورية، وانعكست نتائجها على الواقع الاقتصادي والخدمي للسكان. ويعد قطاع المياه من القطاعات التي طالتها آثار هذه الأزمة من قطع المياه لتضرر شبكات المياه وتوقف عمل الكثير من محطات الضخ الرئيسية والآبار. يهدف هذا البحث الى التعرف على كيفية ادارة وصيانة شبكة الإمداد بمياه الشرب في المدن باستخدام تكنولوجيا نظم المعلومات الجغرافية **GIS** من أجل مساعدة متخذي القرار في الوصول الى حلول أقل تكلفة وفي الوقت المناسب وخصوصاً في ظروف الأزمة التي تعاني منها سوريا عموماً وذلك من خلال جمع وادخال ومعالجة وادارة قواعد البيانات المكانية والوصفية لشبكة مياه الشرب في مدينة جبلة باعتبارها حالة دراسة مع التركيز على نظام إدارة وصيانة هذه الشبكة بالاعتماد على التحليل المكاني لأعطال هذه الشبكة على مدار ثلاثة أعوام(2017–2018–2019) واختيار المكان الأمثل لمراكز الصيانة في هذه المدينة.

الكلمات المفتاحية: نظم المعلومات الجغرافية، شبكات الإمداد بالمياه، الأعطال، الموقع الأمثل، مراكز الصيانة.

حقوق النشر : مجلة جامعة تشرين– سورية، يحتفظ المؤلفون بحقوق النشر بموجب الترخيص CC BY–NC–SA 04

* قسم هندسة النظم – المعهد العالي لبحوث البيئة – جامعة تشرين – اللاذقية – سورية. **Email:** fatmaslman88@gmail.com

مقدمة:

تعتبر شبكات المياه من أهم مرافق البنية التحتية للمدن وهى تسهم في تحقيق التقدم العمراني بكافة خدماته من خدمات صحية وتجارية وصناعية ومن هنا ظهرت أهمية شبكات المياه وأهميه الحفاظ عليها وإداراتها إدارة سليمه تأخذ بعين الاعتبار المحافظة على المياه وسلامتها وجودتها مع تقليل الفاقد منها والحفاظ على رضاء العملاء والمشتركين [1].كما أن جودة الشبكة وكفاءتها يساهم بشكل كبير في حماية الثروة القومية من المياه ويظهر البعد الاقتصادي لإدارة الشبكة في الجزء الخاص بالتمديدات والتوسع فيها متلازماً مع الصيانة الدورية والجيدة دون اغفال جانب السرعة في التصرف حالة حدوث كسور أو أعطال[2].

تزداد الحاجة لشبكات المياه الذكية بسبب المتطلبات التكنولوجية والبيئية الحديثة، بالإضافة إلى السعي لتوفير المياه وإدارة أنظمة النفايات لمنع التلوث. حيث يعد التلوث الناتج عن التسرب إحدى المشكلات الشائعة، الأمر الذي يتطلب أن يكون طاقم الصيانة جاهزا للحضور إلى مكان الحادث بمجرد حدوث العطل لتقليل عدد المواطنين المتضررين، فالسرعة في اتخاذ القرار والاستجابة أمر بالغ الأهمية، مما يستدعي استخدام الطرائق الأكثر كفاءة وفعالية [3].

يمكن لتطبيق نظام المعلومات الجغرافية المكانية (GIS) في مجال إدارة المياه أن يحدث فرقًا كبيرًا للسكان الذين لديهم مشكلات تتعلق بخدمات المياه الخاصة بهم. [4، 5]. نظم المعلومات الجغرافية هي طريقة لتخزين جميع أنواع البيانات واسترجاعها ومعالجتها وتحليلها وعرضها، سواء كانت عبر الإنترنت أو على الورق. هناك العديد من المجالات والمؤسسات التي ساهمت بشكل جيد بالاستفادة من نظم المعلومات الجغرافية على مدار الأربعين عامًا الماضية، مما يجعل اليوم نظمًا جغرافية قوية جدًا ومستخدمة على نطاق واسع [6].

تتطلب التغييرات في عالم المرافق وانفجار البيانات طرقًا أكثر تعقيدًا لإدارة وفحص وتوصيل المعلومات المفيدة. ArcGIS for Utilities عبارة عن مجموعة أدوات قوية تجمع بين قوة إدارة البيانات وأدوات البرمجة التحليلية لإنشاء خرائط وتطبيقات تفاعلية. [7]. تمشيا مع الطبيعة المكانية لموارد المياه، فإن نظم المعلومات الجغرافية مفيدة لتحسين نماذج المياه. جزء جيد آخر من نظم المعلومات الجغرافية هو أنه يمكنه التعرف بدقة على شبكات المياه من قواعد البيانات الموجودة وإنتاج التقارير والمعلومات الرسومية بناءً عليها. [8]. مع النمو السريع للإنترنت والأجهزة الحاسوبية المرتبطة، تم بذل العديد من الجهود الناجحة لحل المشكلات التشغيلية في مختلف المجالات. [9، 10].

يوفر النظام المستند إلى الويب وصولاً شاملاً دون الحاجة إلى تطبيق معين لبيانات البرامج والأدوات المساعدة، ويمكنه تشغيل العمليات المطلوبة في وقت واحد من قبل عدد كبير من المستخدمين. [11]. تعتمد غالبية تطبيقات برامج شبكات توزيع المياه حاليًا على سطح المكتب وعلى إصدار البيانات [12]. أحد حلول نظم المعلومات الجغرافية الأكثر استخدامًا لمرافق المياه هو تطبيق شبكة مرافق المياه. أولاً، الخطوة الأغلى والأطول في تنفيذ نظم المعلومات الجغرافية. توفر أدوات إعداد تقارير شبكة مرافق المياه لتتبع الشبكة وتحديد السمات والتصدير إلى جانب زيادة سرعة وجودة إصدار البيانات. وتعمل أدوات التحرير وإعداد التقارير على تحسين الوظائف الأساسية لـ ArcGIS [13].

أصبحت نظم المعلومات الجغرافية (GIS) أداة أساسية في التحليل المكاني والتحليل الإحصائي للموارد المائية من أجل إدارة أكثر فعالية [14,15,16]. تم استخدام مثل هذه الأنظمة في إدارة البيانات المكانية. تعرف البيانات المكانية أو البيانات الجغرافية المكانية بأنها معلومات حول جسم مادي يمكن تمثيله بقيمة رقمية ضمن نظام الإحداثيات. يوفر نظام GIS بيئة منسقة لعرض نموذج العرض ونتائج بيانات الإدخال والإخراج. تعد هذه القدرة مفيدة جداً في عملية اتخاذ القرار [17]. أن استعمال GIS يسمح بمزيد من الدقة والوعي بشبكات توزيع المياه ضمن المجال الهيدروليكي

في المناطق الحضرية، وبالتالي يجعل من السهل تحديث النظام بعد التغيير. بالإضافة إلى ذلك من الممكن دمج معلومات قواعد بيانات GIS مثل كمية ونوعية المياه في منطقة محددة وذلك من أجل إدارة شبكة توزيع المياه بشكل أفضل [18,19,20].. بالتالي من المهم جمع نفس الدعم الحاسوبي لجميع المعلومات المرتبطة بنظام المياه في منطقة جغرافية محددة. تحسن هذه المعرفة الدقيقة بالشبكة الكفاءة التقنية والإدارية وتعزز جودة الخدمات المقدمة للمستهلكين [21]. إن تطوير نموذج GIS الذي يتم دمجه مع توليد المعلومات المطلوبة من أجل إدارة خدمات المياه بشكل فعال يعد مستهلكاً للوقت ومكلفاً جداً [22]. من الواضح أن جميع أهداف الإدارة المطلوبة لا يمكن تحقيقها في تطبيق نظم المعلومات الجغرافية في أنظمة توزيع المياه من دون ربطها بنماذج محاكاة هيدروليكية. بالإضافة إلى ذلك يحسن اقتران GIS بالنماذج الخارجية من الكفاءة الكلية لإدارة أنظمة توزيع المياه [23].

ومن هنا يأتي دور الإدارة البيئية لشبكة المياه وهو مفهوم يشمل إدارة الأصول مع اتخاذ البعد البيئي اساساً محورياً لها. وقد تم استخدام نظم المعلومات الجغرافية كقاعدة بيانات كاملة لإدخال البيانات الخاصة بأعطال شبكة مياه الشرب لمدينة جبلة على مدى ثلاثة أعوام (2017–2018–2019) وهذه البيانات متكاملةً مع الإدارات المختلفة من تصميم وتنفيذ وتشغيل وصيانة ومع بيانات خدمة العملاء لضمان مستوى كفاءة وترابط الشبكة مع مستوى الخدمة المقدمة.

أهمية البحث وأهدافه:

الهدف من هذا البحث هو تحديد أفضل موقع لمركز الصيانة وإدارة أعطال شبكة الإمداد بمياه الشرب لمدينة جبلة باستخدام GIS من خلال وضع إطار تقني متكامل لإدارة أصول الشبكة؛ باستخدام التقنيات الحديثة لاعتماد إدارة بيانات كاملة، وتحليل أمثل، وإدارة الوثائق من المحتويات الفنية وغير الفنية. وهذا بغرض تحسين وسلامة إدارة المعلومات اللازمة لصنع القرار والضامنة لكفاءة التشغيل. ودعم الإدارة العليا ومتخذي القرار بما يكفي من المعلومات التي توفر القدرة على وضع الخطط المستقبلية الداعمة للتنمية. بالإضافة الى توفير المعلومات الكافية لبرنامج الصيانة وتحقيق مفهوم الصيانة الوقائية لتوفير القدرة على تحديد الأولويات من صيانة او إحلال وتجديد او إزالة بما يتوافق مع الاستراتيجية العامة للدولة والميزانية المتاحة.

طرائق البحث ومواده:

تعد نظم المعلومات الجغرافية من الأدوات المهمة التي تسعى المؤسسات والهيئات والمنظمات العاملة في مجال شبكات المياه إلى استخدامها بشكل أساسي في دعم وتخاذ القرار، والاستفادة من قدراتها العالية في الرصد والتوثيق والتحليل والإخراج وغيرها من القدرات التي تتطلبها تلك الدراسات التي تتعامل مع كميات كبيرة من البيانات المكانية والوصفية. وتساهم تطبيقات نظم المعلومات الجغرافية في إدارة شبكات المياه، حيث تعمل هذه الأنظمة على تحسين جودة الخدمة، والحد من هدر المياه، وتسريع عمليات الصيانة وتقليل تكاليفها.

برنامج GIS: إن كفاءة إدارة الأصول تنشأ من خلال تفاعل المنشأة مع كل ما يدور بها من أعمال هندسية وتطوير وصيانة وعمليات التشغيل والسلامة والصعوبات المواجهة للعاملين عليها وسلامتهم ومنها ظهر الاحتياج إلى وضع الضوابط التي تقيم وتحسن عمليات التشغيل والكفاءة والأداء والفاعلية والإدارة التي تقوم على جمع هذه العمليات معا

تنقسم الى ثلاثة اجزاء (التحليل والتصميم، تنفيذ قاعدة البيانات، تقيم الاداء). وتم استخدام برنامج ARC-GIS V 10.3 من ESRI وهو قاعدة البيانات الأساسية لبرنامج إدارة الشبكات [24].

تعد عملية تحليل الشبكات Network Analysis من أهم الوظائف التي يستطيع نظم المعلومات الجغرافية أن يقوم بها بكفاءة عالية ويهتم هذا النوع من التحليلات بإدارة شبكة مياه الشرب وغيرها من الشبكات الأخرى وتتكون الشبكات بشكل عام من مكونين هما المسارات ونقاط الوصل Joints، Edges بحيث تتمثل المسارات في أنابيب نقل المياه وتتمثل نقاط الوصل في السكورة، وتتصل المسارات عن طريق نقاط وصل ويجري التدفق من خلال المسارات. وتوفر عملية تحليل الشبكات الوسائل المختلفة لدراسة أي جزء من الشبكات والتعبير عن ذلك في صورة رقمية وبعدها تبدأ عملية التعامل مع الشبكات عن طريق مجموعة من الأوامر لإدارة شبكات المياه والتحكم بها، واستخدام تقنية التحليل المكاني Spatial Analyst في تحديد أكثر مناطق الضعف في شبكات مياه الشرب، وتحديد أفضل المواقع لبناء مركز صيانة الشبكات، ومراقبة جودة مياه الشرب، من خلال تطبيق على مدينة جبلة.

تحديد أكثر المناطق ضعف في شبكات المياه: تقدم نظم المعلومات الجغرافية تطبيقات تساعد متخذي القرار في تقييم حالة أنابيب مياه الشرب وتحديد أكثر المناطق ضعفاً في الشبكة، ومن ثم وضع خطط إعادة تأهيل هذه الشبكات. وتتوقف دقة هذه الخطوط على استكمال قاعدة البيانات الجغرافية التي تحتوي نقاط الأعطال (كسور – تسربات)، وتحليل هذه النقاط بالاعتماد أقطار الأنابيب، والتنبؤ المستقبلي بها.

تحديد أفضل المواقع لبناء مراكز صيانة الشبكات: يستطيع نظم المعلومات الجغرافية إيجاد المواقع الملائمة التي تحقق المعايير المطلوبة في يسر وسهولة بواسطة مجموعة كبيرة من الخرائط مختلفة المساقط والمقاييس، والمجالات والتخصصات، وربط جميع العوامل باستخدام خاصية المطابقة أو وضع الخرائط على شكل طبقات، والحصول على خرائط جديدة مشتقة من الخرائط الأساسية. ومن خلال الدراسة الميدانية تبين أن هناك مركز خدمة واحد يخدم إجمالي مساحة مدينة جبلة، كما أن هناك مناطق ذات كثافة عالية من شبكات المياه وبعيدة عن مركز الصيانة في المدينة مما يؤخر صيانة شبكاتها في حالة حدوث مشكلات بها. ومن هذا المنطلق يمكن تحديد المعايير المعلوماتية التي يجب وضعها في الاعتبار عند تحديد الموقع الأنسب لبناء مراكز صيانة شبكات المياه مدينة جبلة على النحو التالي: يوضح الجدول رقم (1) المعايير المعلوماتية لاختيار الموقع الأنسب لبناء مركز صيانة في مدينة جبلة حيث سيتم تحديد هذه المواقع بحيث تكون:

الجدول (1) معايير اختيار الموقع الأنسب لمركز صيانة شبكات المياه في مدينة جبلة

المعايير	الوزن
أبعد ما تكون عن مراكز الصيانة الموجودة في المدينة	%25
أن تكون على أرض مستوية	%15
أن تكون بمناطق صالحة للبناء	%10
أن تكون قريبة من الشوارع الرئيسية	%20
أقرب ما تكون لمناطق ذات كثافة عالية من الشبكات	%30

أبعد ما يكون عن مركز الصيانة الحالي حتى تستطيع المواقع المقترحة لمراكز الصيانة أن تخدم شبكات المياه التي تبعد عن المركز الحالي.

أن تكون المواقع المقترحة في أراضي مستوية قليلة الانحدار حتى يسهل دخول وخروج سيارات صيانة الشبكات، مما يزيد من سرعة وصولها إلى وجهتها.

يتم تحديد موقع مراكز الصيانة المقترحة بناء على خريطة استخدامات الأرض في المدينة، حيث يتم تحديد الأماكن الخالية والتي سيتم الاقتراح بالبناء عليها، وفيما عدا ذلك من الاستخدامات يحظر الاقتراح منها.

تحديد شبكة الطرق الترابط المكاني بين مناطق المدينة، كما أن مسارات صيانة الشبكات من وإلى المركز المحدد محددة بهذه الطرق، وعليه يجب أن توضع في الحسبان عند اختيار الموقع الأنسب لبناء مركز الصيانة.

فيما كان المعيار الأهم والمحدد لاختيار الموقع الأنسب لمراكز صيانة الشبكات هو القرب من المناطق ذات الكثافة العالية من الشبكات، حتى يكون الموقع المقترح أقرب ما يكون لكل الشبكات مما يسهل من سرعة وصول سيارات الصيانة إلى مواقع كسور وأعطال شبكات المياه. ويوضح الجدول (2) الطبقات المستخدمة في بناء نموذج اختيار الموقع الأنسب لمراكز صيانة شبكات المياه في مدينة جبلة.

الجدول (2) الطبقات المستخدمة في بناء نموذج اختيار الموقع الأنسب لمراكز صيانة شبكات المياه

رقم	الطبقات المستخدمة
1	طبقة مراكز الصيانة الحالية
2	طبقة مناسيب سطح الأرض
3	طبقة استخدامات الأراضي
4	طبقة الشوارع
5	طبقة أنابيب نقل المياه

<u>سيناريو إدارة مشكلة الاعطال باستخدام نظم المعلومات الجغرافية:</u>

وفيما يلي سيناريو إدارة مشكلة بشبكات مياه الشرب في مدينة جبلة:

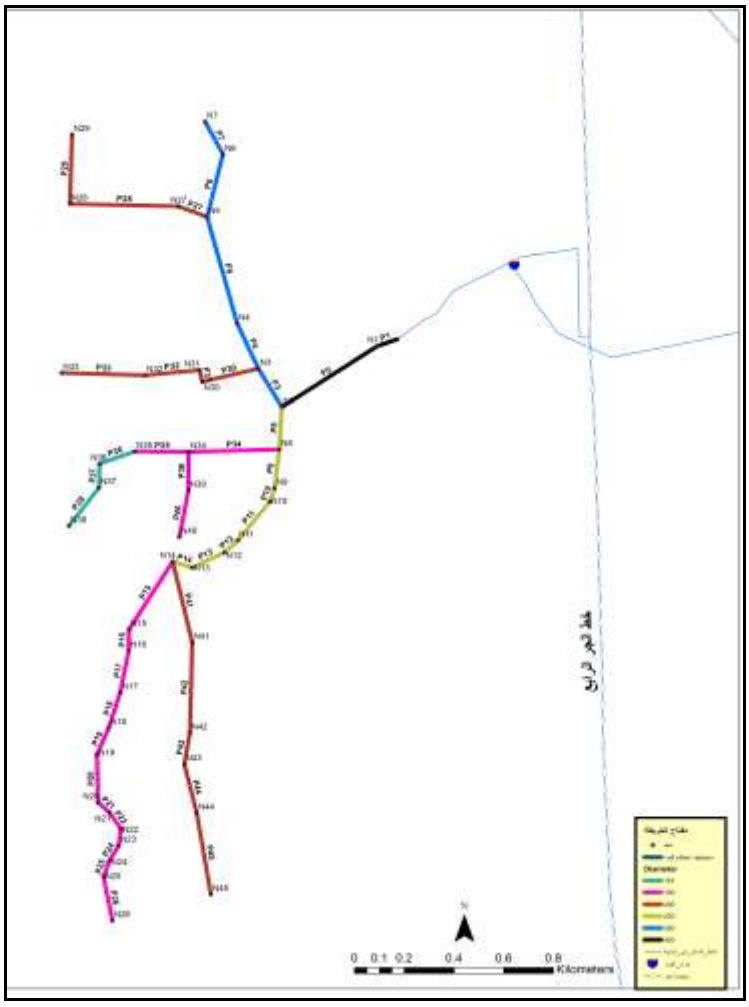
- تحديد موقع الكسر والعميل على الخريطة.
- تحديد مكان المشكلة بالشبكة.
- إمداد فريق الصيانة بالمعلومات اللازمة.
- توجيه حركة سيارات صيانة الشبكات.

ويتم ذلك من خلال شريط الأدوات Network Analyst بالأدوات التالية:

- ✓ Route
- ✓ Closet Facility
- ✓ Service Areas

الحالة المدروسة Case Study:

مدينة جبلة: والشكل (1) يوضح شبكة مياه الشرب لمدينة جبلة الحالية بعد هيكلتها لتحويلها إلى نموذج هيدروليكي باستخدام عدد من البرامج (GIS، WaterGEMS، Epanet، Google Earth). تتألف الشبكة الحالية الرئيسية من 45 أنبوب و45 عقدة.

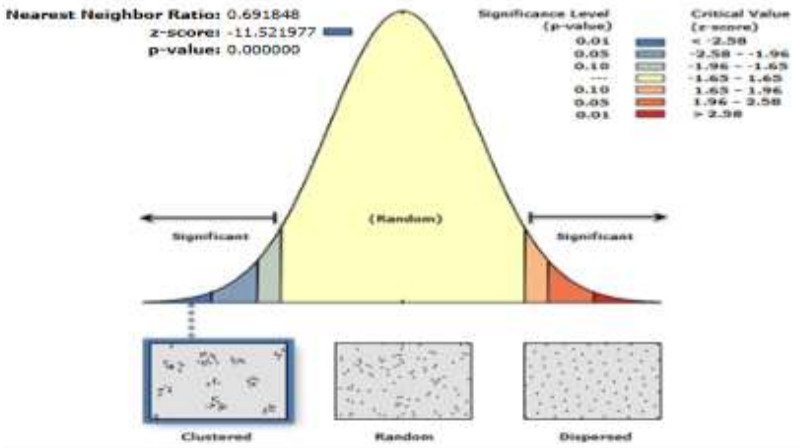


الشكل (1) شبكة مياه الشرب لمدينة جبلة الحالية

النتائج والمناقشة:

بلغت أعداد حالات أعطال أنابيب نقل المياه في مدينة جبلة 382 حالة وقعت على مدى 3 سنوات خلال الفترة من 2017/1/1 إلى 30-12-2019، في إجمالي أطوال 82.539 كم. وسوف نستخدم نظم المعلومات الجغرافية في التحليل المكاني لحالات أعطال الأنابيب لفهم العوامل المؤثرة عليها في كل منطقة وإيجاد العلاقة ما بين حالات الأعطال ومادة صنع الأنابيب وأقطارها وأعمارها، للتنبؤ المستقبلي بحالات أعطال الأنابيب وطرق معالجتها. ويوضح الشكل (2) حالات أعطال الأنابيب نقل مياه الشرب بمدينة جبلة أعوام 2017 و2018 و2019. وعن طريق تحليل الجار الأقرب Average Nearest Neighbor والذي يستخدم في تحديد نمط توزيع حالات عطل الأنابيب واستناداً إلى متوسط المسافة بين الحالات، وجد أن هذه الحالات تتوزع بصورة متجمعة. حيث يتضح أن قيمة الجار الأقرب المحسوبة بلغت 36.48 متر، ومتوسط قيمة الجار الأقرب المتوقعة 52.37 متر ، ومن مقارنة قيمة المتوسطين من خلال معادلة (Z) الإحصائية، نجد أن قيمة (Z) لحالات العطل بلغت 11.52- وهي أقل من 1.96- ، وقيمة (Z) سالبة لتشير إلى نمط التجمع كما هو موضح بالشكل (3) كما تتأثر أنابيب المياه بعدة عوامل تحدد معدلات حالات العطل لها ، وتشمل هذه العوامل المتغيرات البيئية، والخصائص الهيكلية للأنابيب (مثل قطر الأنبوب – سمك الجدار

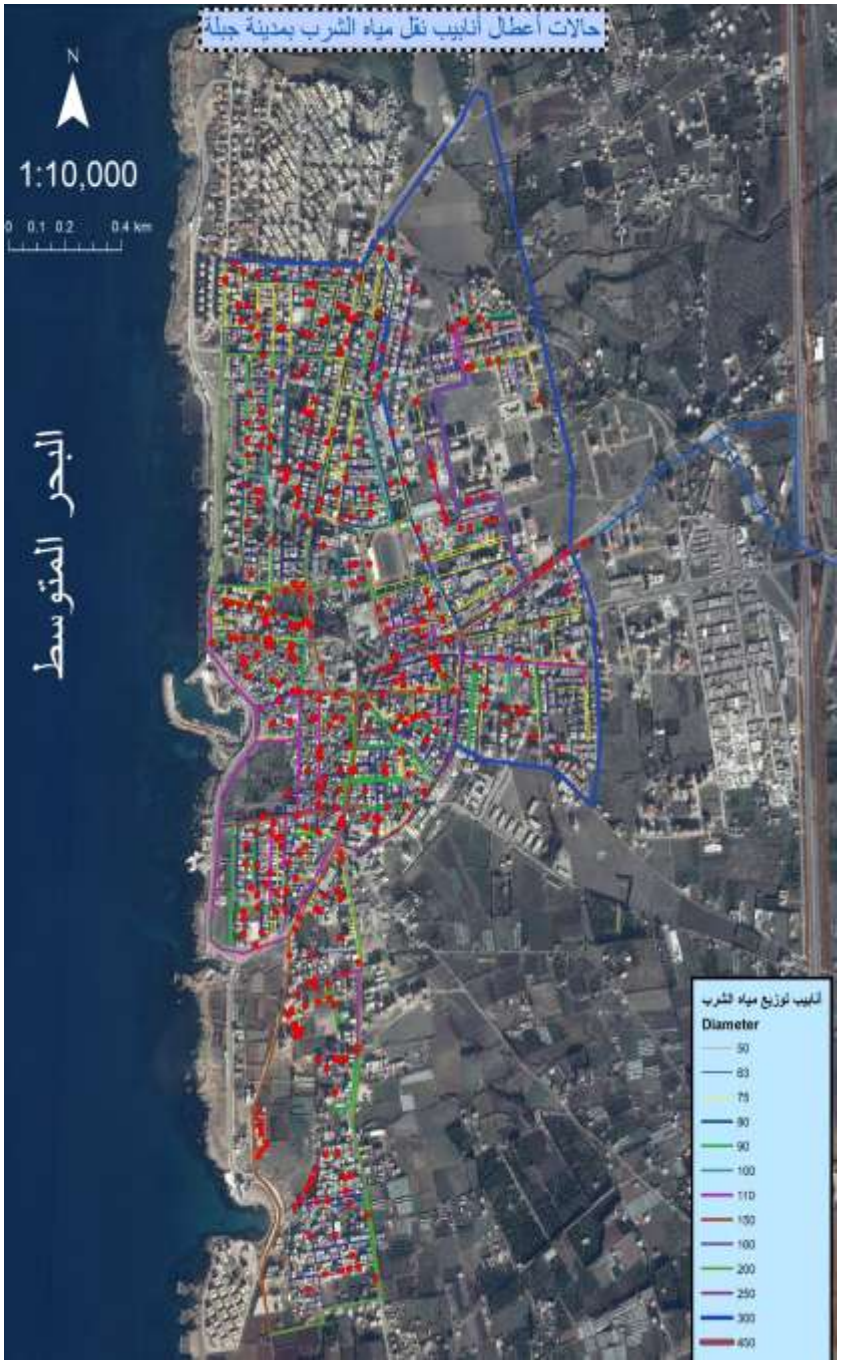
– مادة الصنع) ، والخصائص الهيدروليكية مثل استمرارية الجريان – ضغط المياه في الأنابيب – سرعة المياه) ، بالإضافة إلى الأحمال الخارجية ، وخصائص المطر والتربة ، والتأثر بحموضة التربة أو قلويتها).



Given the z-score of -11.5219773331, there is a less than 1% likelihood that this clustered pattern could be the result of random chance.

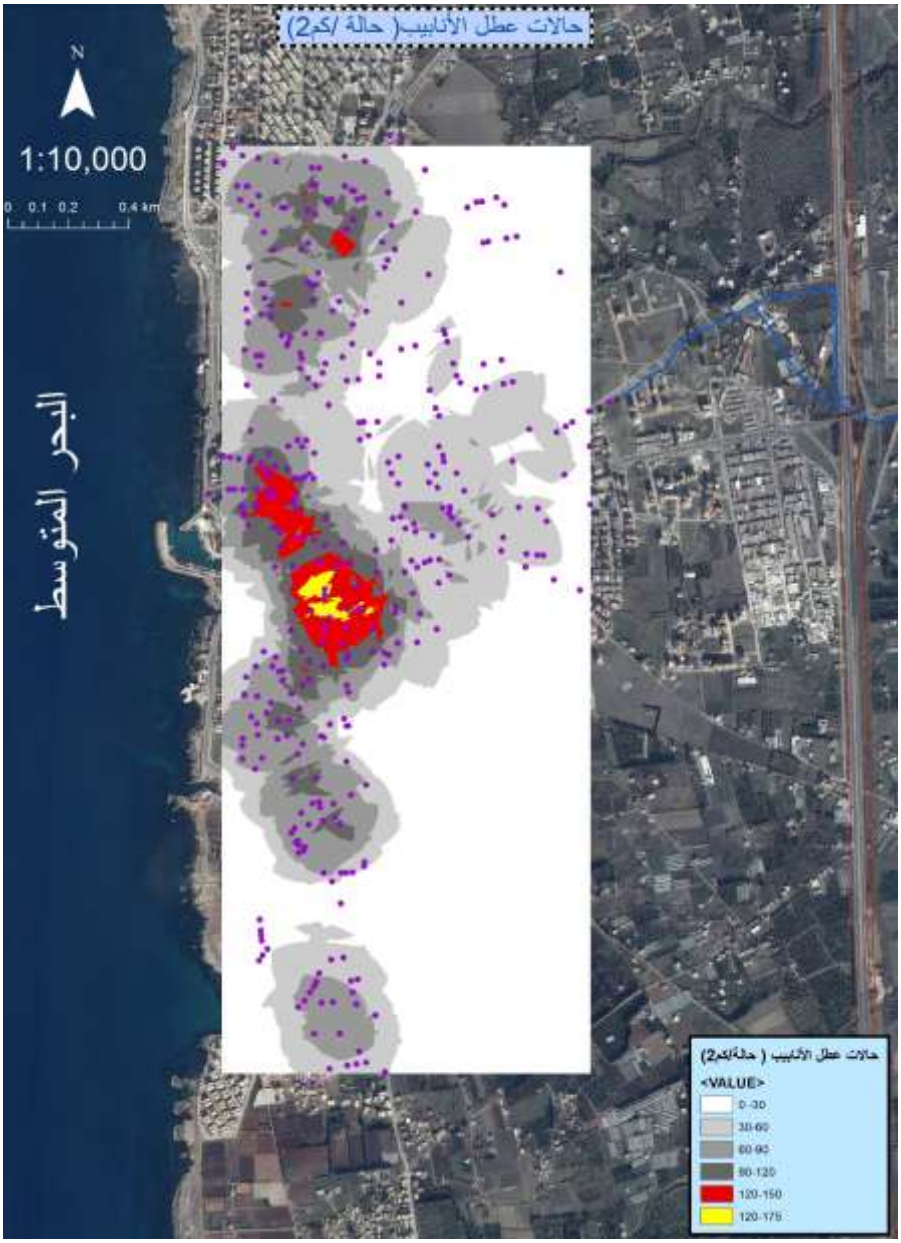
Average Nearest Neighbor Summary	
Observed Mean Distance:	36.4842 Meters
Expected Mean Distance:	52.7344 Meters
Nearest Neighbor Ratio:	0.691848
z-score:	-11.521977
p-value:	0.000000

الشكل (2) نتائج تحليل الجار الأقرب لحالات العطل بمدينة جبلة عام 2018



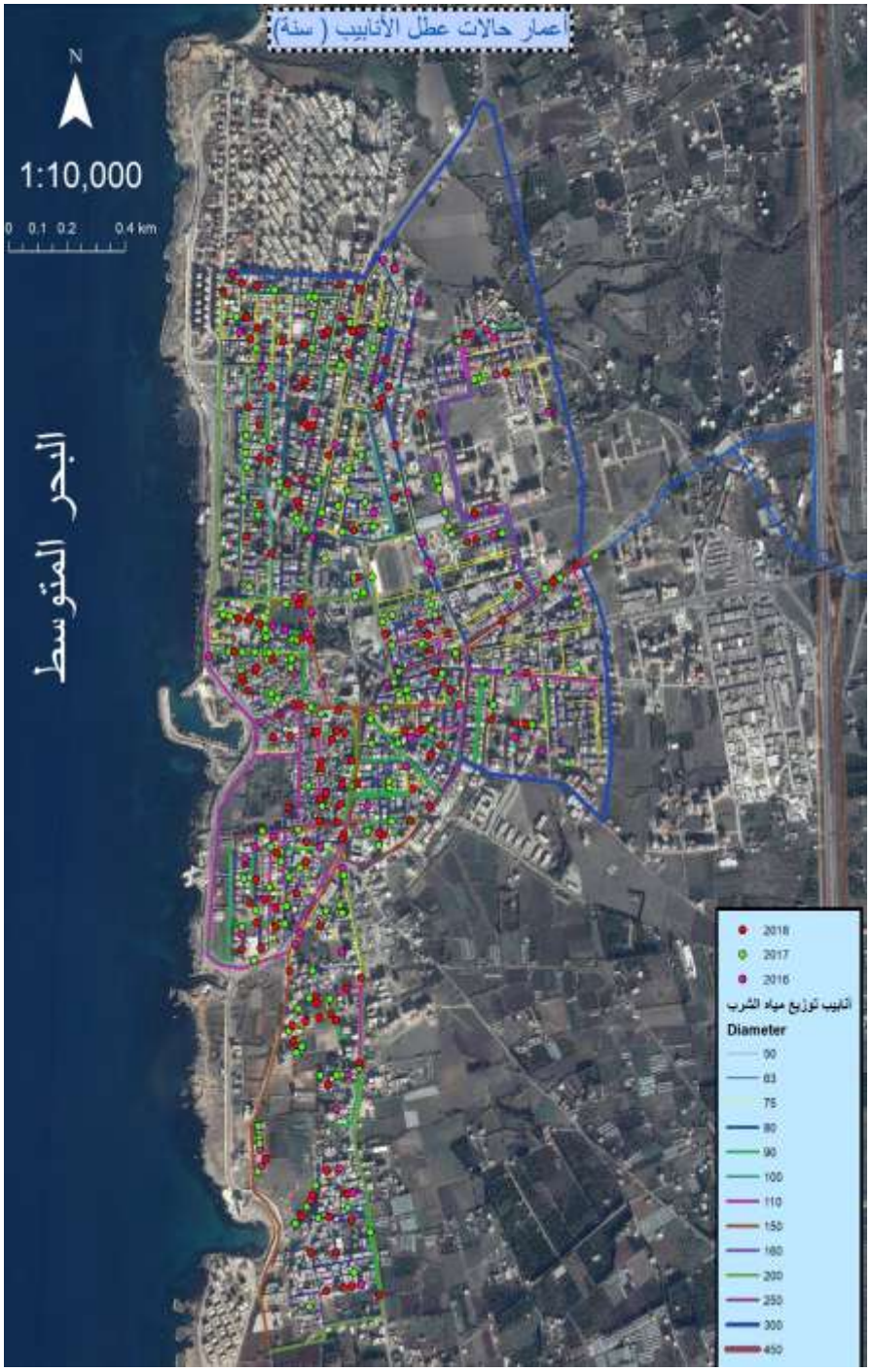
الشكل (3) حالات عطل أنابيب نقل مياه الشرب بمدينة جبلة بين عام 2017 و2019

والشكل (4) يوضح توزع كثافة الأعطال في مدينة جبلة. ومن تحليل الشكل (4) يتضح ارتفاع كثافة حالات عطل أنابيب المياه في وسط مدينة جبلة لتبلغ 120–150 حالة / كم2 ويرجع ارتفاع كثافة حالات عطل أنابيب المياه في وسط المدينة إلى ارتفاع كثافة أنابيب نقل المياه في وسط مدينة جبلة. في حين تنخفض كثافة حالات عطل الأنابيب إلى 30–60 حالة/كم2 في معظم أرجاء المدينة وخصوصا على أطرافها.



الشكل (4) كثافة حالات عطل أنابيب المياه بمدينة جبلة

إجراء تحليل تاريخ حالات عطل أنابيب نقل مياه الشرب يعتبر ذات أهمية بالغة في مراقبة سلوك حالات العطل وتكرارها. كما أنه يعطي تنبؤ مستقبلي بأماكن حدوثها. ومن خلال تحليل أعمار حالات عطل أنابيب المياه في مدينة جبلة يبن لنا توزع الأعطال 382 عطل بشكل متفرق على كافة خطوط الشبكة حيث يوجد 72 عطل (18.84%) في عام 2017 و159 عطل (41.62%) في عام 2018 و151 عطل (39.52 %) في عام 2019 حيث يوجد زيادة كبيرة في عدد الأعطال بمقدار الضعف تقريباً من عام 2017 لعام 2018 أو 2019 وهناك نقص بمعدل 8 أعطال (20%) من عام 2018 لعام 2019. والشكل (5) يوضح أعمار حالات عطل أنابيب المياه بمدينة جبلة (سنة).

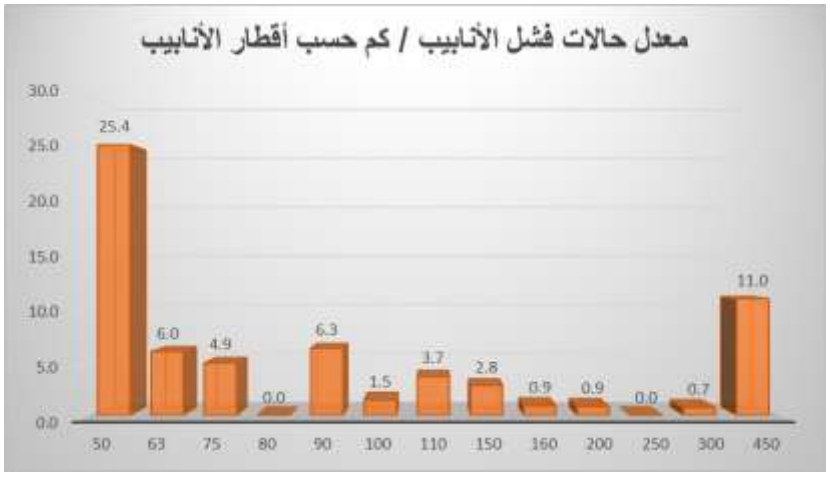


الشكل (5) أعمار حالات عطل أنابيب المياه بمدينة جبلة (سنة)

ومن ثم تحليل أسباب الأعطال موزعة ضمن الشبكة خلال الأعوام الثلاثة 2017–2018–2019 نلاحظ نوزع الأعطال وفق التالي تركز العطل الأساسي بسبب مرور الآليات الثقيلة حيث يشكل عدد الأعطال 131 بنسبة 34.29%، والشكل (6) يوضح توزع عدد الأعطال بالاعتماد على سببها.

الشكل (6) توزع عدد الأعطال بالاعتماد على سببها

تم تصنيف حالات عطل أنابيب المياه في مدينة جبلة تبعاً لقطر الأنابيب، وذلك لمحاولة إيجاد العلاقة فيما بينهما والشكل (7) يوضح توزع الأعطال حسب قطر الأنبوب.



الشكل (7) توزع الأعطال حسب قطر الأنبوب

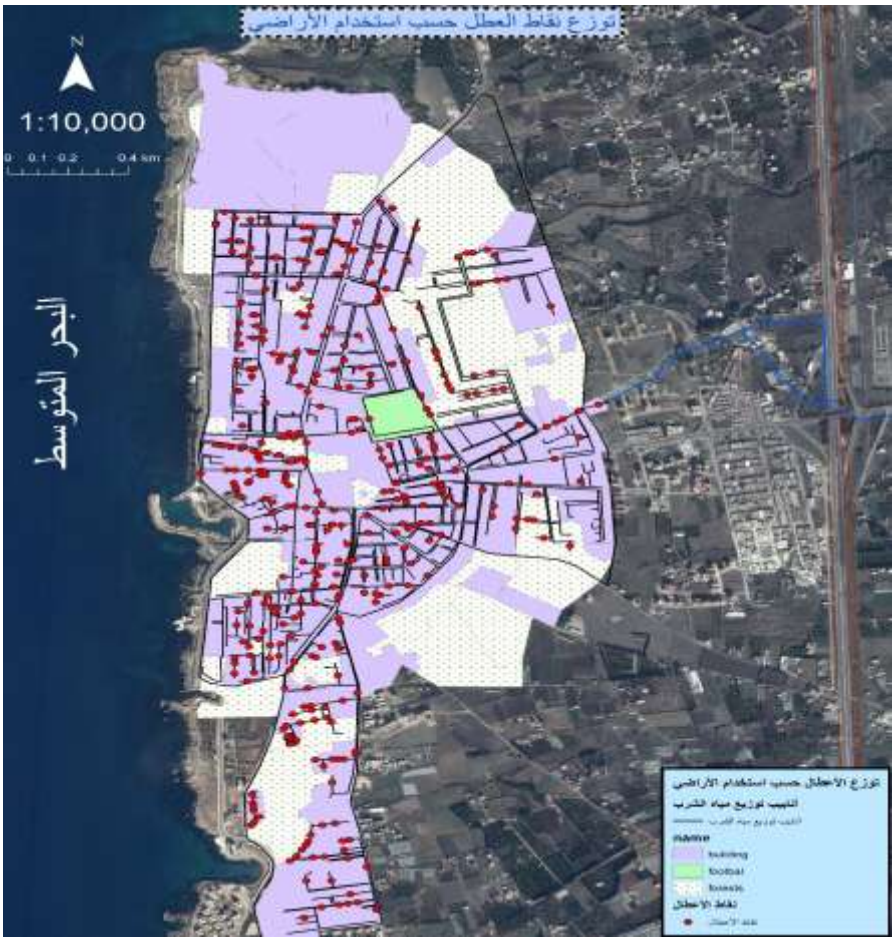
ونلاحظ من الشكل السابق أن أعلى حالات العطل تحدث في الأنابيب ذات الأقطار 50 مم حيث بلغت نسبة حالات العطل لهذه الأنابيب 40% (25.4 حالة / كم) من إجمالي حالات العطل بمدينة جبلة يليها قطر 450 بمعدل 17% (11.0 حالة / كم) ثم قطر 63 بمعدل 9% (6 حالة /كم).

ثم تم تصنيف حالات عطل أنابيب المياه في مدينة جبلة تبعاً لكمية المياه المهدورة / كم حسب أقطار الأنابيب، وذلك لمحاولة إيجاد العلاقة فيما بينهما والشكل (8) يوضح ذلك.

وتم التوصل إلى أن أعلى معدل لكمية المياه المهدورة لقطر 450 حيث تقدر 1099.3 متر مكعب / كم يليها قطر 50 بمعدل 734.6 متر مكعب / كم.

الشكل (8) معدل كمية المياه المهدورة / كم حسب أقطار الأنابيب

ثم تمت دراسة توزع الأعطال حسب استخدام الأراضي بين المناطق السكنية متضمنة الشوارع والأراضي الزراعية وموقع ملعب وفق ما هو موضح بالشكل (9).



الشكل (9) توزع نقاط العطل حسب استخدام الأراضي

حيث نلاحظ أن العدد الأكبر للأعطال متركز في الأبنية حيث تبلغ 136.17 عطل / كم2 تليها منطقة الملعب بمعد 71.43 عطل / كم2 ثم الأراضي الزراعية 52.21 عطل / كم2 كما هو موضح بالشكل (10).

الشكل (10) توزع نقاط العطل حسب استخدام الأراضي

والأشكال (11–12–13–14) توضح الطبقات المستخدمة في بناء نموذج اختيار الموقع الأنسب لمراكز صيانة شبكات المياه في مدينة جبلة.

الشكل (11) طبقة استخدامات الأراضي وطبقة مركز الصيانة الحالي

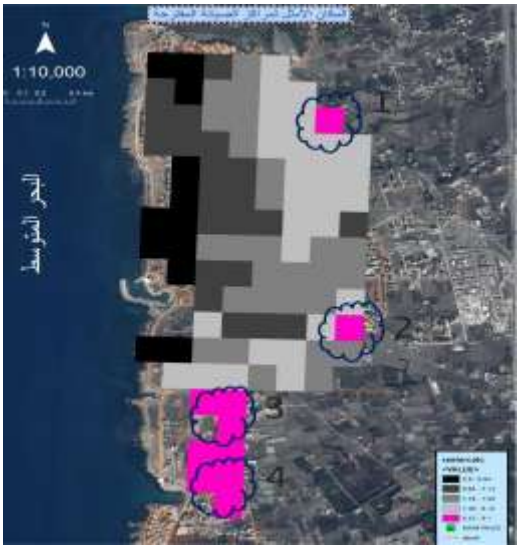
الشكل (12) طبقة مناسيب سطح الأرض

الشكل (13) طبقة الشوارع

الشكل (14) طبقة أنابيب الإمداد بالمياه

المكان الأمثل لتوضع مركز الصيانة في مدينة جبلة

نلاحظ من الشكل (15) تواجد عدة مواقع لمراكز الصيانة تحقق الشروط المطلوبة لكن بسبب حاجتنا لوجود مركز الصيانة أقرب ما يمكن إلى توزع الشبكة الرئيسي وتوزع الأعطال وتواجده ضمن أراضي زراعية فالموقع الأفضل هو الموقع رقم 2 لقربه من مركز المدينة وتوزع الشبكة والشكل (16) يبين المكان المقترح لمركز الصيانة الجديد.



الشكل (15) المكان الأمثل لتوضع مركز الصيانة

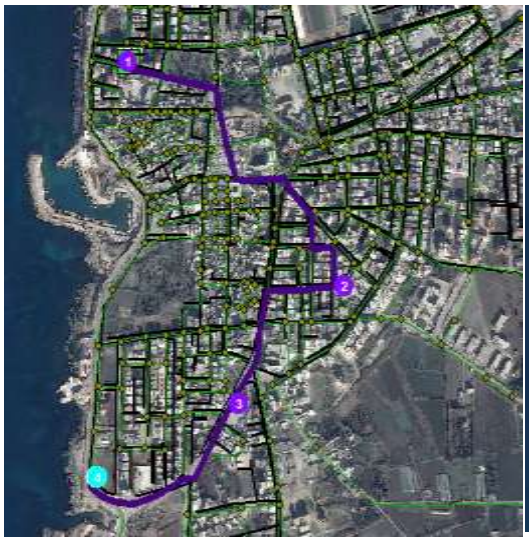
الشكل (16) المكان المقترح لمركز الصيانة الجديد

سيناريو إدارة مشكلة الاعطال باستخدام نظم المعلومات الجغرافية:

Route: يتم تحديد النقطة الأولى هي مركز الصيانة وتحديد مناطق ثلاث أعطال تم اختيار وفق ما هو موضح بالشكل (17) وعند اجراء التحليل يتم اختيار أقصر مسار بين مركز الصيانة والعطل الأول ثم أقصر مسار من العطل

الأول إلى العطل الثاني ومن العطل الثاني إلى العطل الثالث ليبلغ طول مسار الصيانة من مركز الصيانة حتى العطل الثالث حوالي 2070 متر كما هز موضح بالشكل (18).

الشكل (17) مركز الصيانة وتحديد الأعطال

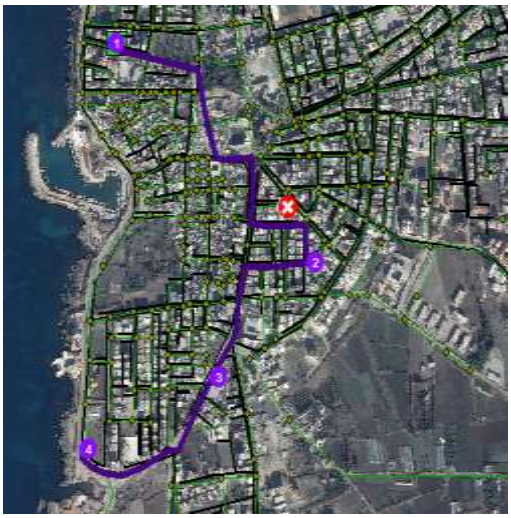


الشكل (18) اختيار أقصر مسار

لسبب معين قد يكون هناك عوائق أثناء المسير ولنفترض أن موقع العائق هو بين مركز الصيانة والعطل الأول وفق ما هو موضح بالشكل (19).

ثم نقوم بإجراء عملية التحليل ليتم اختيار مسار آخر لا يمر بنقطة العائق وفق ما هو موضح بالشكل (20).

الشكل (19) موقع العائق



الشكل (20) المسار الجديد بحيث لا يمر بنقطة العائق

Closet Facility: حيث يتيح هذا التحليل الحصول على أقرب سيارة صيانة لموقع العطل، فبمجرد العثور على أقرب سيارة صيانة يمكن عرض أفضل طريق تسلكه للوصول إلى موقع العطل حيث تم تحديد وجود عطلين والمسار الأقصر التي يجب أن تتحرك به سيارات الصيانة من مركز الصيانة وفق ما هو موضح بالشكل (21).

الشكل (21) تحديد موقع عطلين

الشكل (22) المسار الأقصر

وفي حال تم تحديد أكثر من مركز صيانة (سيتم تحديد موقع لمركز الصيانة الذي تم الوصول إليه مسبقاً) وفي هذه الحالة سيتم اختيار انطلاق سيارة الصيانة من الموقع الأقرب وفق ما هو موضح بالشكل (22).

Service Areas: حيث يتم من خلاله تحديد أي الخطوط التي لا يزيد بعدها عن مركز الصيانة أكثر من قيمة معينة يتم تحديدها وهنا تم اختيار 500 متر وذلك موضح بالشكل (23). **بعد اختيار انطلاق سيارة الصيانة** بالشكل (22).

الشكل (22) اختيار انطلاق سيارة الصيانة

الشكل (23) تحديد الخطوط التي لا يزيد بعدها عن 500م

الاستنتاجات والتوصيات:

- ✓ استخدام نظم المعلومات الجغرافية يعطي القدرة على تغطية ودعم مختلف السيناريوهات.
- ✓ وضع معايير واضحة وموحدة لتقنية النمذجة لشبكة المياه في جميع اجزائها، وتوسيع نطاق الاستخدام المحدود الحالي للمعلومات الجغرافية للتأثير على جميع جوانب أنشطة التشغيل والصيانة، وتعزيز رضا العملاء من خلال القدرة على سرعة الوصول لمعلومات دقيقة.
- ✓ توفير المعلومات الموثوقة للإدارة العليا وصانعي القرار للوصول لمخططات مستقبلية مناسبة تخدم السياسة العامة للشركة في التطوير.

- ✓ تفعيل برامج الصيانة الوقائية على أساس قاعدة بيانات متكاملة.
- ✓ ربط معلومات العملاء وعادات الاستهلاك لشبكة المياه وتبسيط وتعزيز أنتاج الخرائط الهيدروليكية يساعد على تجنب الكثير من المشاكل الناتجة عن شدة الضغط على الشبكة في الاوقات المختلفة.
- ✓ توفير القدرة على تحديد الاولويات من صيانة او احلال وتجديد او ازالة بما يتوافق مع الاستراتيجية العامة والميزانية المتاحة.

References:

1 Anis Al-Layla M., Shamim Ahmed, and E, Joe Middlbrook. Water supply engineering design. Mc-Graw Hill Publication, United State of America.2010.

2 Jian-chuan, L., Yong-shu, L., and Guo-ling, C. Algorithmic optimization and implementation of pipe burst analysis based on ArcGIS. Sci. Surv. Mapp. 2008, 1, 70.

3 Ugarelli, R., Venkatesh, G., Brattebø, H., Di Federico, V., and Sagrov, S. Historical analysis of blockages in wastewater pipelines in Oslo and diagnosis of causative pipeline characteristics. Urban Water J. 2010, 7,335–343.

4 AbdelBaki, C., Touaibia, B., Ammari, A., Mahmoudi, H., and Goosen, M. Contribution of GIS and Hydraulic Modeling to the Management of Water Distribution Network. In Geospatial Challenges in the 21st Century, Springer: Cham, Switzerland, 2019, pp. 125–150.

5 Arnold, U., Datta, B., and Haenscheid, P. Intelligent Geographic Information Systems (IGIS) and Surface WaterModeling, IAHS:Wallingford, UK, 1989, p. 81.

6 Mark, D.M., and N. Chrisman, A. U. Frank, P. H. McHaffie, and J. Pickles. "The GIS history project." ucgis summer assembly, bar harbor, me. http://www.geog.buffalo.edu/ncgia/gishist/bar_harbor.html.1997a.

7 Ghawi, A. H., and Khadhum. Ghaziy, J.. Iraqi Water Treatment Plants Process Control By Measuring Effluent Turbidity. Al-Qadisiyah Journal for Engineering Sciences, 2017. 3(4), 373-381.

8 Neji, H.B.B., and Turki, S.Y. GIS based multicriteria decision analysis for the delimitation of an agricultural perimeter irrigated with treated wastewater. Agric. Water Manag. 2015, 162, 78–86.

9 Jia, Y., Zhao, H., Niu, C., Jiang, Y., Gan, H., Xing, Z., Zhao, X., and Zhao, Z. A WebGIS-based system for rainfall-runo prediction and real-time water resources assessment for Beijing. Comput. Geosci. 2009, 35,1517–1528.

10 Shi, Q., Wang, H., Wang, H., and Chen, J. Design of WebGIS Rendering Engine Based on Silverlight-based RIA. In Proceedings of the 2011 International Conference on Intelligent Computation Technology and Automation (ICICTA), Shenzhen, China, 28–29 March 2011, pp. 1050–1053.

11 Li, P., Ma, L., Cai, C., and Zhu, L. Research on Application of Ajax and Silverlight Technology in WebGIS. In Proceedings of the 2009 1st International Conference on Information Science and Engineering (ICISE),Nanjing, China, 26–28 December 2009, pp. 2149–2152.

12 Delipetrev, B., Jonoski, A., and Solomatine, D.P. Development of a web application for water resources based on open source software. Comput. Geosci. 2014, 62, 35–42.

13 Esri Inc. Implementing ArcGIS for Water Utilities. Retrieved from esri.com: http://www.esri.com/library/whitepapers/pdfs/implementing-arcgis-for-water-utilities.pdf. 2014.

14 Tsihrintzis VA, Hamid R, Fuentes HR (1996) Use of geographic information systems (GIS) in water resources: a review. Water Resour Manag 10(4):251–277

15 Kalivas DP, Kollias VJ, Karantounias G (2003) A GIS for the assessment of the spatio-temporal changes of the Kotychi lagoon, western Peloponnese, Greece. Water Resour Manag17(1): 19–36

16 Udovyk O (2006) GIS for intergrated water resourses management. In: Hlavinek P, Kukharchyk T, Marsalek J, Mahrikova (eds) Integrated urban water resources management. Springer, The Netherlands, pp 35–42

17 Vairavamoorthy K, Yan Jimin, Galgale Harshal M, Gorantiwar Sunil D (2007) IRA-WDS: a GIS-based risk analysis tool for water distribution systems. Environ Model Softw 22:951–965

18 Abdelbaki C, Touaibia B (2011) Mode´lisation d'un re´seau d'alimentation en eau potable et contribution a` sa gestion a` l'aide d'un SIG—Cas du groupement urbain de Tlemcen, Alge´rie, Proceeding du 4e`me colloque international sur les ressources en eau et le de´veloppement durable, 22 et 23 fe´vrier 2011, Alger, Alge´rie, pp 583–587

19 Abdelbaki C, Touaibia B (2014) Apport des syste`mes d'information ge´ographique et de la mode´lisation hydraulique dans la gestion des re´seaux d'alimentation en eau potable—Cas du groupement urbain de Tlemcen (Alge´rie). TSM 5:52–60

20 Blindu I (2004) Outil d'aide au diagnostic du re´seau d'eau potable pour la ville de Chisinau par analyse spatiale et temporelle des dysfonctionnements hydrauliques. The`se de doctorat,Ecole nationale supe´rieure des mines de Saint-Etienne, France, pp 304

21 Gandin F, Doutre O (2007) Le SIG du SEDIF: un outil performant au service de la gestion de l'eau potable, L'eau, les nuisances. l'industrie 303: 53–56

22 Tabesh M, Delavar MR (2003) Application of integrated GIS and hydraulic models for unaccounted for water studies in water distribution systems, Advances in Water Supply Management. In: Proceedings of the CCWI'03 Conference, London, 15–17 September, Edited by Cedo Maksimovic, Fayyaz Ali Memon, and David Butler, Taylor & Francis, Print ISBN: 978-90-5809-608-1, eBook ISBN: 978-0-203-83366-7

23 Panagopoulos GP, Bathrellos GD, Skilodimou HD, Martsouka FA (2012) Mapping urban water demands using multi-criteria analysis and GIS. Water Resour Manag 26(5):1347–1363

24 Esri Inc. Implementing ArcGIS for Water Utilities. Retrieved from esri.com. 2016.