Producing Spatial Distribution Maps and Analyzing Spatial Efficiency of Fire Stations Using GIS for Confronting Natural Disasters: Study area, Latakia city

Dr. Iyad ABBAS*
Dr. Fadi Chaaban **
Ruba Jdeed ***

(Received 9 / 1 / 2023. Accepted 28 / 3 / 2023)

□ ABSTRACT □

This paper presents a proposed prototype model for a geodatabase as an essential step in disaster management. This geodatabase includes spatial and attribute data, and then all this information were organized in layers within the geographic information systems (GIS) environment. Firstly, the three models of the proposed geodatabase were designed: conceptual model, logical model, and physical model. Accordingly, the efficiency of the spatial distribution of fire stations in the city of Lattakia was measured due to the modern methods that the GIS environment enjoys in analyzing spatial data for various fields.

This study was carried out by identifying unserved areas by applying three international standards represented by (the geographical standard, the speed of response time, and the demographic standard), in addition to the use of quantitative methods, which contribute to determining the extent of the coverage efficiency of these centers in relation to the affected sites as a result of a hypothetical earthquake scenario., and suggesting new suitable places in case it turns out to be insufficient. Depending on the ArcGIS Network Analyst extension, this data was managed and evaluated statistically for the purpose of identifying some important points in order to improve the fire service provided in the city.

The study reached a number of results, the most important of which are: the need for a unified geodatabase at the level of Lattakia city , constantly updated, and from which we can obtain data related to disaster management, and it was found that the spatial distribution of fire stations services is not commensurate with the three criteria studied, and additional centers were proposed to cover the entire city in proportion to the population and area.

Keywords: GIS, Seismic disaster management, Network analysis, Response time, Service areas, Demographic criteria, Fire stations, latakia city.

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

* **Associate Professor, Department of Topographic Engineering, Faculty of Civil Engineering, Tishreen University, Latakia, Syria. iyadabbas@gmail.com**
** **Associate Professor, Department of Topographic Engineering, Faculty of Civil Engineering, Tishreen University, Latakia, Syria. fadi.chaaban@tishreen.edu.sy**
*** **Postgraduate student (Master), Department of Topographic Engineering, Faculty of Civil Engineering, Tishreen University, Latakia, Syria. rubaj333@gmail.com**

إنتاج خرائط التوزيع المكاني لمراكز الإطفاء وتحليل كفاءتها المكانية لمواجهة الكوارث الطبيعية باستخدام نظم المعلومات الجغرافية: منطقة الدراسة مدينة اللاذقية

د. إياد عباس *

د. فادي شعبان **

ربا جديد ***

(تاريخ الإيداع 9 / 1 / 2023. قُبِل للنشر في 28/ 3 / 2023)

□ ملخّص □

تقدم هذه الورقة البحثية نموذج أولي مقترح لقاعدة بيانات جغرافية كخطوة أساسية من خطوات إدارة الكوارث. تشمل هذه القاعدة البيانات المكانية والوصفية التابعة لها، ومن ثم تنظيم جميع هذه المعلومات في شرائح خاصة ضمن بيئة نظم المعلومات الجغرافية **(GIS)**. تم بدايةً تصميم النماذج الثلاثة لقاعدة البيانات المقترحة: التصميم التصوري، التصميم المنطقي، والتصميم الفيزيائي. وبناءً على ذلك تم قياس كفاءة التوزيع المكاني لمراكز الإطفاء في مدينة اللاذقية نظراً لما تتمتع به بيئة **GIS** من أساليب حديثة في تحليل البيانات المكانية لمختلف المجالات.

لقد تمت هذه الدراسة من خلال تحديد المناطق غير المخدمة عن طريق تطبيق ثلاث معايير عالمية متمثلة بـ (المعيار الجغرافي، سرعة زمن الاستجابة، المعيار الديموغرافي)، بالإضافة إلى استخدام الأساليب الكمية، والتي تساهم بتحديد مقدار كفاءة تغطية هذه المراكز للمدينة بالنسبة إلى المواقع المنكوبة نتيجة سيناريو زلزال مفترض واقتراح أماكن جديده مناسبة في حال تبين عدم الكفاية. وبالاعتماد على تطبيق محلل الشبكات **(Network Analysis)** ضمن برنامج **(ArcGIS)** تمت إدارة هذه البيانات، وتقييمها إحصائياً لغرض الوقوف على بعض النقاط المهمة بغية تحسين خدمة الإطفاء المقدمة في المدينة.

توصلت الدراسة إلى عدد من النتائج أهمها: ضرورة وجود قاعدة بيانات جغرافية موحدة على مستوى اللاذقية، يتم تحديثها باستمرار، و يمكن أن نحصل منها على بيانات بما يخص إدارة الكوارث، كما تبين أن التوزيع المكاني لخدمات الإطفاء غير متناسب مع المعايير الثلاثة المدروسة، وتم اقتراح مراكز إضافية لتغطية كامل المدينة بشكل يتناسب مع عدد السكان والمساحة.

الكلمات المفتاحية: نظم المعلومات الجغرافية، إدارة الكوارث ، تحليل الشبكات، زمن الاستجابة، مناطق الخدمة، المعيار الديموغرافي، مراكز الإطفاء، مدينة اللاذقية.

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

* أستاذ مساعد – قسم الهندسة الطبوغرافية –كلية الهندسة المدنية – جامعة تشرين- اللاذقية- سورية . iyadabbas@gmail.com

** أستاذ مساعد – قسم الهندسة الطبوغرافية –كلية الهندسة المدنية – جامعة تشرين- اللاذقية- سورية.
fadi.chaaban@tishreen.edu.sy

***طالبة دراسات عليا (ماجستير) – قسم الهندسة الطبوغرافية –كلية الهندسة المدنية – جامعة تشرين- اللاذقية- سورية.
rubaj333@gmail.com

مقدّمة:

يمكن لنا أن نصف خدمات الطوارئ بأنها إحدى الخدمات المتخصصة في مواجهة الكوارث والأزمات الطارئة المهددة لحياة وصحة الإنسان، والمقدمة من قبل الجهات الحكومية والمنظمات ذات الصلاحية المدربة، لتتمكن من التعامل معها بكافة المستلزمات الألية والبشرية: مثل خدمات الشرطة والهلال الأحمر والدفاع المدني التي تعتمد على وصولها إلى مكان الحادث بسرعة قياسية، تمكنها من تحقيق الهدف الذي أنشئت لأجله وهو ما يطلق عليه زمن الاستجابة.

سيتم في هذه الدراسة تناول نوع واحد من أنواع خدمات الطوارئ ألا وهو (الدفاع المدني) متمثلاً بالإطفاء بصفته أحد أهم الأجهزة الحيوية، في تحقيق الأمن والسلامة للمواطنين وخاصةٍ في الساعات الأولى للزلزال أو ما يعرف بالوقت الذهبي للكارثة، ولقد أصبح استخدام **GIS** في دراسة وتخطيط خدمات الطوارئ من المتطلبات الأساسية لرفع كفاءة وأداء مستوى هذه الخدمات في كثير من دول العالم [1] ويعود ذلك إلى أن هذه النظم قد سهلت العديد من الصعوبات التقليدية التي كانت تواجه مزودي هذه الخدمات كالاعتماد على الخرائط الورقية أو المعرفة الشخصية لرجال الإطفاء لمنطقة خدمتهم مما كان يتسبب في تأخير الوصول إلى مكان الحادث. كما أن لهذه النظم القدرة على تقديم معلومات محدثة **(Information Realtime)** عن شبكة الطرق والازدحام المروري بسرعة بالإضافة إلى سهولة تحديث وتعديل قواعد البيانات الجغرافية لمختلف خرائط التوزيعات الخدمية والسكانية للمدن والتي من شأنها التأثير على مستوى هذه الخدمات [2].

ونظراً لأهمية سرعة الوصول إلى موقع الضرر الناجم عن الكوارث لتقديم هذه الخدمة لمحتاجيها، فإن هذه المسألة تعتبر واحدة من أهم المسائل التي يسعى المخططون إلى تحقيقها [3]. وذلك لأن التأخر في الوصول قد يؤدي إلى خسائر كبيرة في الأرواح والممتلكات [5،4] حيث أن هناك اتفاق بين العديد من دول العالم مثل الولايات المتحدة الامريكية وكندا وأستراليا وبريطانيا وغيرها أن الزمن الأمثل للاستجابة لنداء الإغاثة يتراوح بين ثلاث وخمس دقائق [7,6].

هنالك عدد من الدراسات المرجعية التي تناولت تحليل وتطوير كفاءة خدمات الطوارئ باستخدام **(GIS)** حيث استخدمت هذه التقنية في نوعين من التحليل هما: تحليل الشبكات، والتحليل المكاني للمساهمة في تقييم واقع خدمات الدفاع المدني من خلال تحديد المناطق غير المخدومة بهذه الخدمات بالإضافة إلى تحديد الطرق الأنسب التي ستسلكها آليات الدفاع المدني للوصول إلى مواقع الحوادث [8,9]، كما تم أيضاً استخدام **(GIS)** في دراسة توزيع مراكز الدفاع في مكة المكرمة لمساعدة الجهات المعنية في تقييم أداء الدفاع المدني في المملكة وتسليط الضوء على نقاط القوة والضعف لتقييم الخطأ وكما هدفت الدراسة في أصلها إلى تحسين مستوى أداء خدمات الدفاع والمناطق المخدومة وغير المخدومة وحجم الطلب على هذه الخدمة [10]، أما البعض الأخر فقد عمل على القاء الضوء على أهمية وضرورة استخدام **(GIS)** لتنظيم كافة البيانات وتخزينها بالصيغة الرقمية، وإدارة البيانات اعتماداً على العلاقات المكانية التي تربطها ببعضها البعض مما يساعد في خلق نظام متكامل قادر على دعم صانعي القرار في اختيار الحلول الأمثل، ويوفر إمكانية التحديث باستمرار عن طريق اقتراح منهجية مناسبة لتصميم قاعدة بيانات جغرافية من خلال ثلاثة مراحل أساسية (التصميم التصوري، التصميم المنطقي، التصميم الفيزيائي) [16,15,11].

لقد ذكرنا بعض الأمثلة عن الدراسات المرجعية على سبيل المثال لا الحصر وبموازنتها مع الدراسة الحالية نتبين وجود تشابه مع العديد من الدراسات السابقة في طريقة تقييم واقع خدمات مراكز الاطفاء بالنسبة لعدة معايير متغيرة بتغير منطقة الدراسة وباستخدام **(GIS)**. وتختلف هذه الدراسة من حيث بيئة التطبيق ضمن ظروف الأزمة السورية الحالية وتفردها

بمراكز الإطفاء ودراسة مدى فعاليتها في تغطية مناطق حوادث مفترضة نتيجة سيناريو زلزال مفترض، واقتراح أماكن لمراكز إطفاء جديدة تغطي حاجة المدينة بالإضافة إلى قلة الدراسات المرجعية التي شملت هذه الناحية وخاصةٍ مدينة اللاذقية.

مشكلة البحث

تتطلب طبيعة الزلازل الفجائية تطوير مستمر في أساليب العمل على أرض الواقع في جميع مراحل الكارثة لضمان الحد الأدنى في الأضرار والأرواح وتحقيق الهدف الأساسي من إدارة الكارثة. لذا فإن خدمات الطوارئ بشكل عام ومراكز الإطفاء خاصة (باعتبارها موضوع هذه الورقة) أمام تحد كبير يتطلب موارد غير اعتيادية تستدعيها متطلبات التحدي والمواجهة التي تفرضها كارثة معينه (زلزال مفترض). فهل يؤمن التوزيع المكاني الحالي لمراكز الإطفاء في مدينة اللاذقية في حال حدوث زلزال توازناً بين حجم كثافة السكان وحجم الخدمات المقدمة لهم بحيث تضمن أزمنة استجابة قياسية، ما حدود مطابقتها للمعايير العالمية المعتمدة في أوقات الكوارث؟

ماهي إمكانية استخدام **(GIS)** لرسم توزيع مكاني مستقبلي لهذه الخدمات يضمن وقوع أكبر عدد ممكن من الأحياء السكنية ضمن مساحة الخدمة المثالية؟

أهميّة البحث وأهدافه:

تتركز أهمية هذا البحث في تلبية متطلبات إدارة الكوارث الطبيعية من حيث اقتراح تصميم مناسب لنموذج قاعدة بيانات جغرافية ضمن بيئة **(GIS)**، بالإضافة لتقييم وإنتاج خرائط التوزيع المكاني لمواقع مراكز الإطفاء وإمكانية اقتراح أماكن جديدة تضمن وصول خدمات الطوارئ بالمعايير العالمية التي تمكن من الحصول على أقصى استفادة منها.

ويتلخص الهدف الرئيسي لهذا البحث في

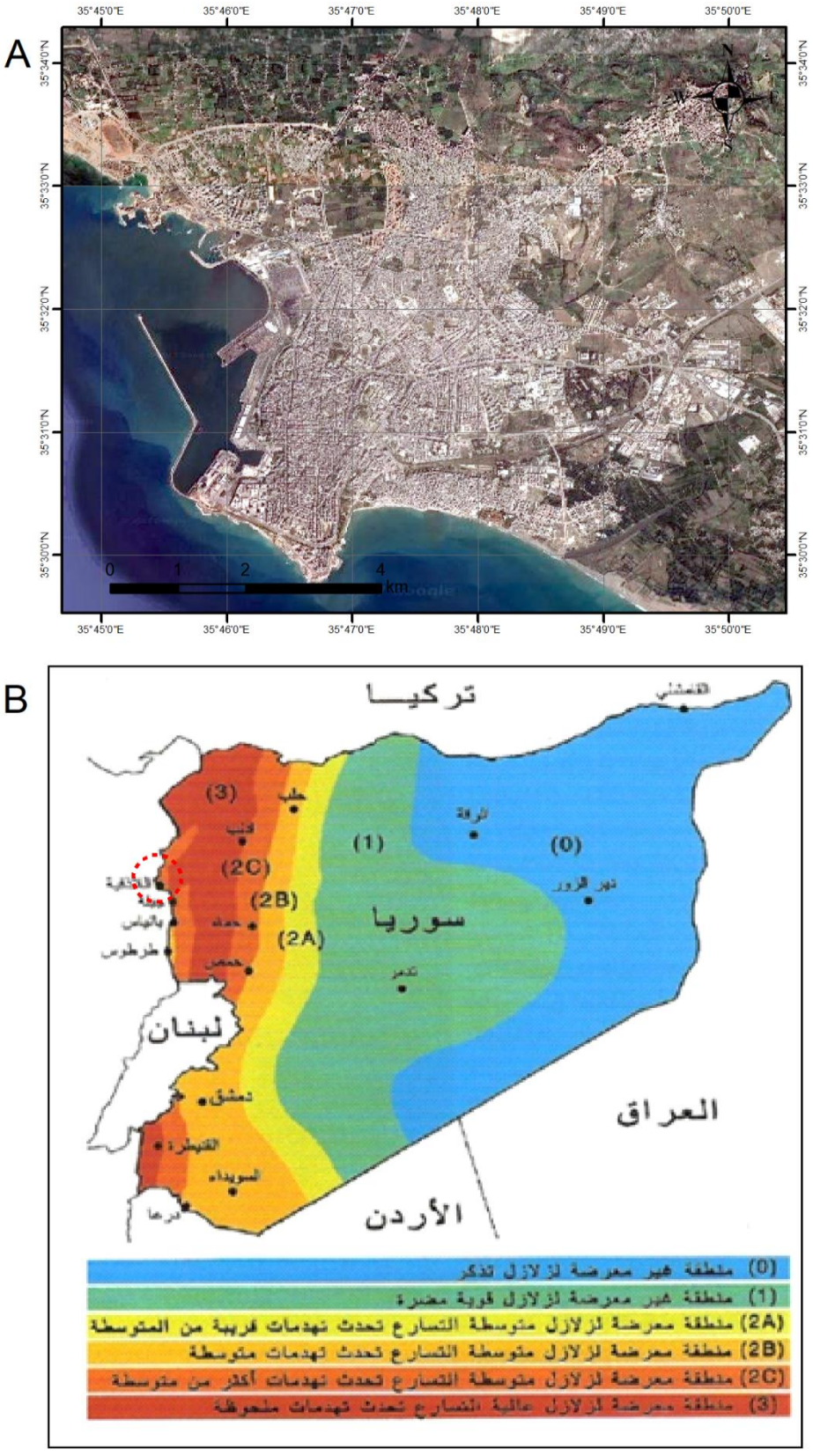
1. اقتراح نموذج أولي لقاعدة بيانات جغرافية كخطوة أولى من خطوات إدارة الكوارث الزلزالية في مدينة اللاذقية.
2. دراسة خرائط التوزيع المكاني لمراكز الإطفاء.
3. اقتراح أماكن جديدة لمواقع مراكز الإطفاء بحيث يكون أكبر عدد ممكن من الأحياء السكنية ضمن مساحة الخدمة المثالية.

طرائق البحث ومواده:

1.منطقة الدراسة

أجريت الدراسة في مدينة اللاذقية وهي مدينة ساحلية تقع في الشمال الغربي من سوريا وتحديداً على الساحل الشرقي للبحر الأبيض المتوسط بين خطي الطول (06´´43´35°–08´´52´35°) شرق غرينتش وبين خطي عرض (46´´36´35°–48´´ 29 ´35°) شمال خط الاستواء كما هو مبين في الشكل **(1, A)**. تقدر مساحة المدينة الإجمالية ب (58) كم^2، حيث قدر عدد السكان لعام 2014 ب (383000) نسمة [11].

تتعرض سورية للنشاط الزلزالي المستمر، بسبب موقعها في المجموعة النشطة الأكثر زلزالية بالمنطقة[12]، حيث تقع منطقة الدراسة (مدينة اللاذقية) ضمن الجزء الشمالي الغربي للصفيحة العربية، جنوب شرق منطقة الالتقاء للصفائح التكتونية الثلاث الإفريقية والعربية والأناضولية ، و تتأثر بعدد من الصدوع [13]. ويبين الشكل **(1, B)** الخريطة الزلزالية للجمهورية العربية السورية حسب الكود العربي السوري [14] ، حيث تقع مدينة اللاذقية في المنطقة الخامسة **(c_2)** وهي منطقة معرضه لزلازل متوسطة الشدة.



الشكل 1 : A صورة فضائية لمنطقة الدراسة. B الخريطة الزلزالية للجمهورية العربية السورية [14]

2.البرامج والبيانات المكانية المتوفرة:

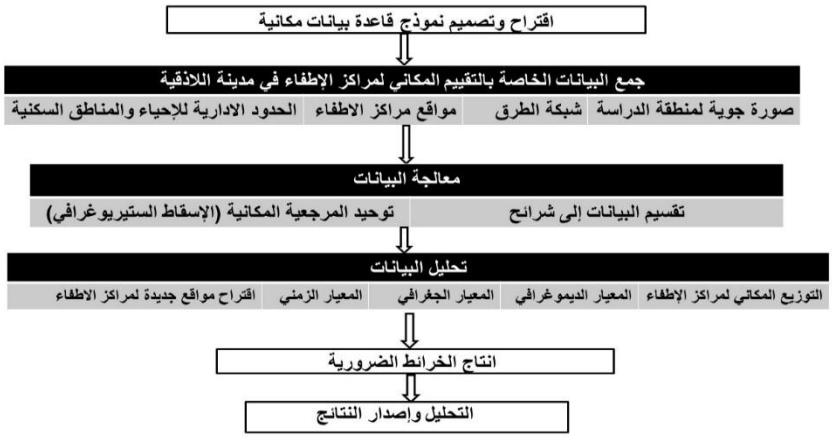
في هذه الدراسة تم استخدام برنامج نظم المعلومات الجغرافية (ArcGIS 10.6.1) وهو من انتاج شركة (ESRI) أما بالنسبة للبيانات المكانية المستخدمة فيتم تلخيصها في الجدول1.

جدول 1 مصدر ونوع البيانات المكانية المستخدمة في الدراسة

نوع البيانات	مصدر البيانات	اسم البيانات
Raster	**Terra Incognita**	صورة فضائية لمنطقة الدراسة
vector (line)	**open street map**	شبكة الطرق
vector (polygon)	**open street map**	الحدود الإدارية للأحياء والمناطق السكنية
vector (Point)	**google map**	مواقع مراكز الاطفاء
vector (Point)		مواقع مراكز الشرطة
vector (Point)		مواقع مراكز الموارد الغذائية
vector (Point)		مواقع المراكز الصحية
vector (Point)		مواقع مراكز الايواء

3.منهجية العمل:

يمثل الشكل 2 منهجية العمل المتبعة في هذه الدراسة.



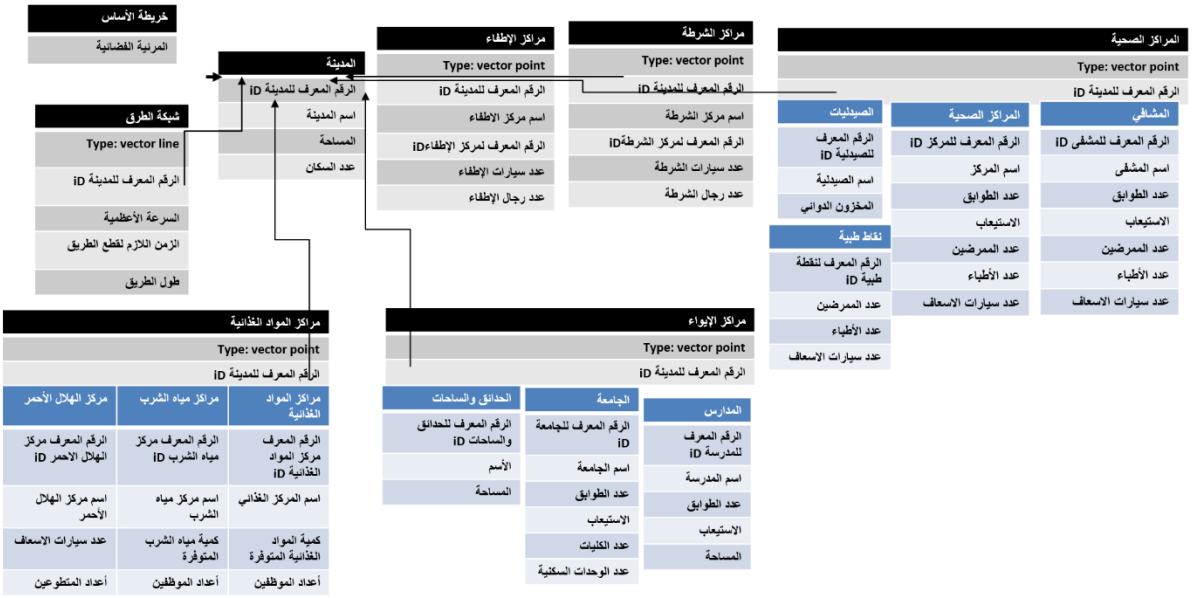
الشكل2 منهجية العمل

تصميم قاعدة البيانات المكانية المقترحة الخاصة بإدارة الكارثة:

يعد تصميم قاعدة البيانات الخاصة بإدارة الكوارث الزلزالية مرحلة عالية من الأهمية والحساسية كونها ستساهم في الحصول على نظام محلي مرن يتبع منهجية في معالجة المعلومات واظهارها عبر تقنيات **(GIS)** بما يضمن توزيع الفعاليات الإغاثية وفق أسس مكانية لتخفيف الأثار الناتجة عن الكارثة قدر الأماكن والحفاظ على الأرواح، وامداد الفئات الأكثر ضعفاً بين المتضررين بالاحتياجات الأساسية.

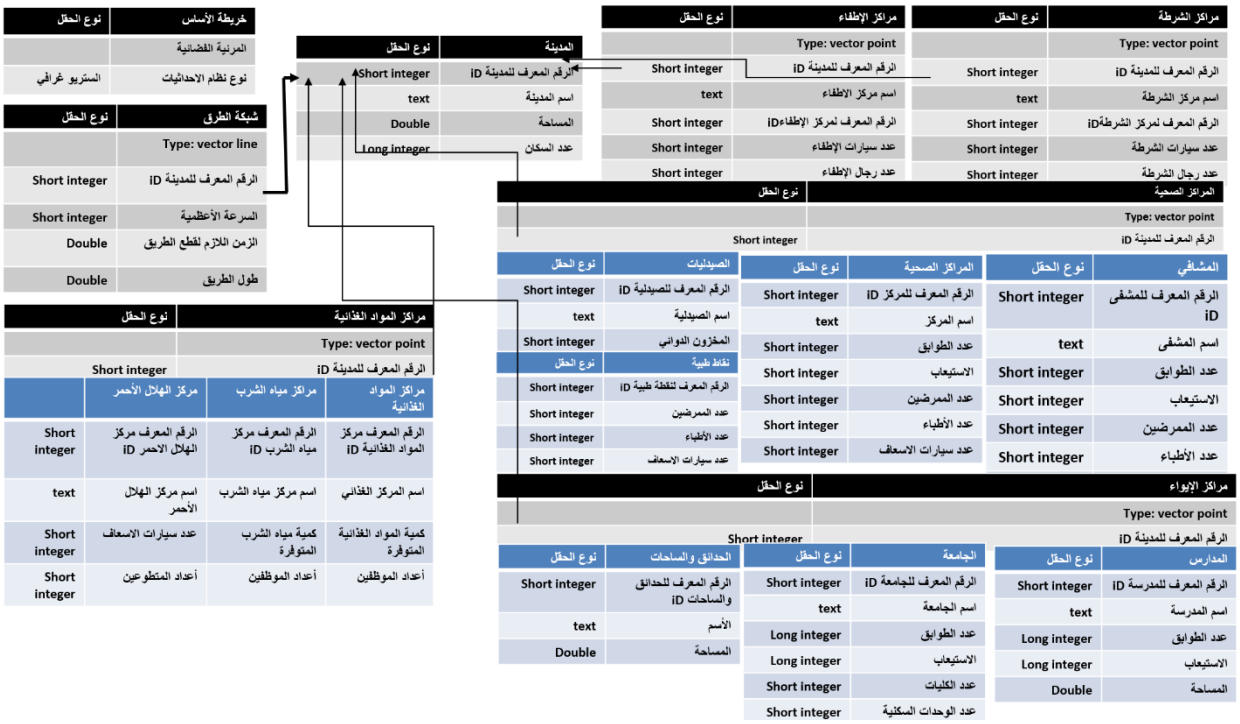
ويتم تصميم قاعدة البيانات من خلال ثلاث مراحل أساسية:

المرحلة الأولى مرحلة التصميم التصوري **(conceptual design)**: حيث تركز هذه المرحلة على تحديد أهداف برنامج نظم المعلومات الجغرافية والأسئلة التي سيجيب عليها، وأهم البيانات التي تعتمد عليها إدارة الكارثة، وعلى أساس هذه الأهداف يتم تحديد عدد الطبقات الجغرافية المطلوبة والبيانات الوصفية التابعة لها بالإضافة إلى تحديد الحقول المطلوبة والبيانات المكانية اللازمة [15,16]. ويعبر الشكل (3) عن المخطط التصوري لقاعدة البيانات الخاصة بإدارة الكارثة الزلزالية. حيث يضم الطبقات التالية : خريطة الأساس، شبكة الطرق، طبقة المدينة (لتمثيل حدود التحليل المكاني)، مراكز الإطفاء، الشرطة، الموارد الغذائية، الإيواء والمراكز الصحية.



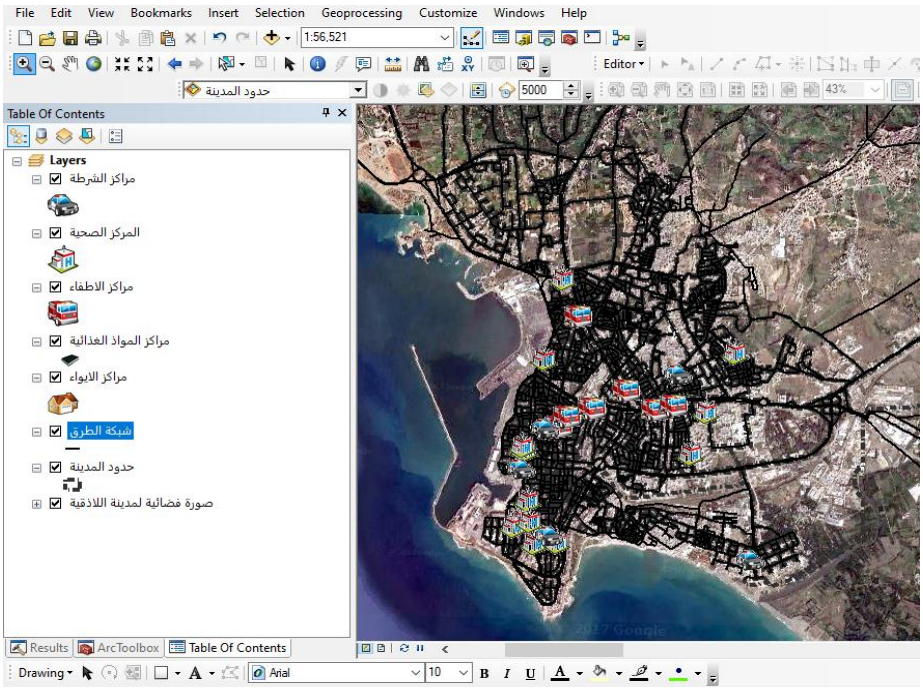
الشكل 3 النموذج التصويري لقاعدة البيانات الأولية المقترحة

المرحلة الثانية: التصميم المنطقي **(logical design)**: يتم في هذه المرحلة تحديد المجموعات المعلوماتية الداخلة في الدراسة ووضعها في مجموعات مستقلة **(feature dataset)** يحتوي كل منها على الطبقات الجغرافية ذات العلاقة **(feature classes)** كذلك تحديد العلاقة بين تلك الطبقات والعناصر الجغرافية التي تحتويها عن طريق مفهوم **(relationships)** كما يتم اختيار نظام الإحداثيات المطلوب **(coordinate system)** واختيار الارتسام **(projection)** اللازم لبناء خريطة الأساس والطبقات التابعة لها بالإضافة لمعرفة البيانات الفعلية اللازم توافرها والجداول المطلوبة ونوعية الحقول المعدة لإضافة تلك الجداول على قواعد البيانات الجغرافية ومعرفة طرق تمثيلها على الخرائط وتعريف المعلومات الوصفية **(attribute)** وتحديدها وتسمية هياكلها وخصائصها وجداولها والعلاقة بين الظواهر وتقديم مقترح تصميمي لقاعدة البيانات المكانية. [15،16] ، وبين الشكل (4) المرفق تصميم منطقي مقترح لقاعدة البيانات الأولية الخاصة بإدارة الكارثة الزلزالية.



الشكل 4 النموذج المنطقي لقاعدة البيانات الأولية المقترحة

المرحلة الثالثة: التصميم الفيزيائي **(physical design)**: قاعدة البيانات الفيزيائية هي قاعدة البيانات المادية، والتي يتم تنفيذها في جهاز الحاسوب، تم العمل في هذه المرحلة ضمن بيئة نظم المعلومات الجغرافية والذي يتعامل بشكل أساسي مع قواعد البيانات وقد تم استخدام برنامج **(ArcGIS)**، وتم الاعتماد على قاعدة البيانات من نوع الفيزيائي **(file geodatabases)**. ويبين الشكل (5) المرفق تصميم فيزيائي لقاعدة البيانات الأولية الخاصة بإدارة الكارثة الزلزالية ضمن برنامج **(ArcGIS)**.



الشكل 5 النموذج الفيزيائي لقاعدة البيانات المقترحة ضمن برنامج ArcGIS

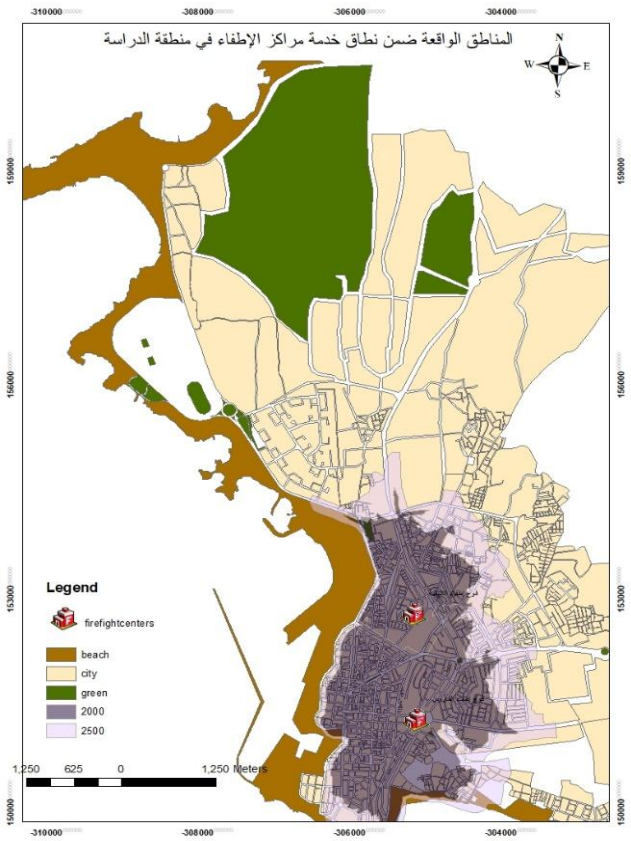
أثناء التصميم الفيزيائي لقاعدة البيانات ضمن برنامج (ArcGIS) تم ارجاع الصورة الفضائية و كافة الطبقات الشعاعية الأخرى للإسقاط الستيروغرافي السوري باستخدام أداة الارجاع project المتوفرة ضمن صندوق الأدوات (projections and transformations). كما تم تحديد المواقع المكانية لمراكز الإطفاء حيث يوجد في مدينة اللاذقية مركزين للإطفاء وهما (فوج إطفاء اللاذقية، وفوج إطفاء الفاروس).

النتائج والمناقشة:

1 – المعايير والتحليلات المطبقة لدراسة كفاءة المواقع الحالية لمراكز الإطفاء:

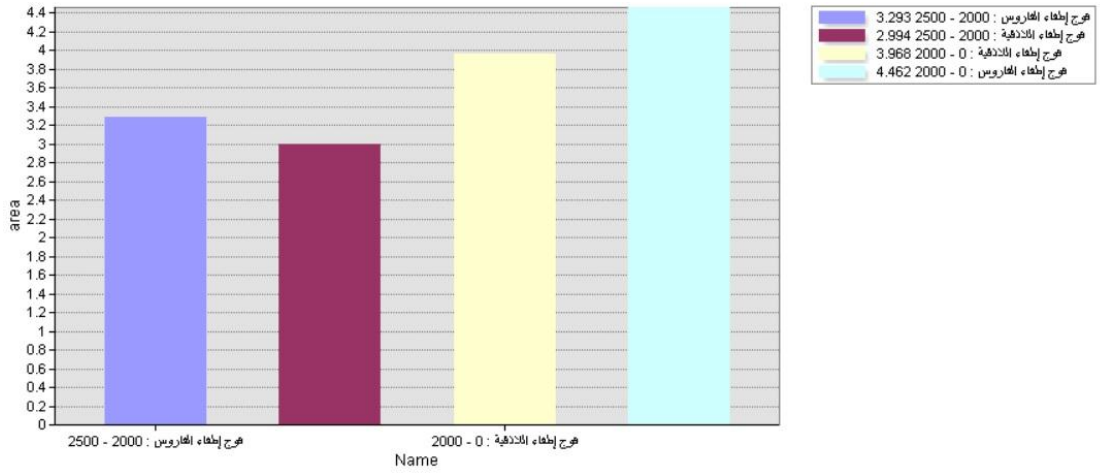
أولاً: المعيار الجغرافي:

الهدف من هذا المعيار هو تحديد مناطق الخدمة (التغطية المكانية) التي يغطيها كل مركز إطفاء. حيث تم أولا بناء قاعدة بيانات شبكة الطرق باستخدام محلل الشبكات (network analyst) ضمن برنامج (ArcGIS)، وبعد ذلك تم اختيار نطاق خدمة جديد (new service area) ، والذي يتطلب تحميل المواقع (load locations) النقطية لمراكز الإطفاء. ومن نافذة التحليل الخاصة به ندخل مسافات المعيار الجغرافي. بالنظر لطبيعة مدينة اللاذقية الساحلية (منطقة الدراسة) وارتفاع الكثافة السكانية والعمرانية بالإضافة إلى الكثافة المرورية، وبناء على بعض المعايير العالمية [17]، تم تحديد المعيار الجغرافي بين (2–2.5 كم)، وكانت النتائج كما هو موضح بالشكل 6.



الشكل (6) المناطق الواقعة ضمن نطاق خدمة مراكز الإطفاء في منطقة الدراسة (2–2.5 كم)

نلاحظ من المخطط البياني بالشكل (7) أن مجموع مساحة المناطق الواقعة ضمن الحرم المكاني الخاص بمراكز الإطفاء (0–2 كم) و(2–2.5 كم) على مستوى المدينة بلغ (14.717كم^2) بنسبة (25.37%) من مساحة المدينة الإجمالية والبالغة مساحتها (**58** كم^2).

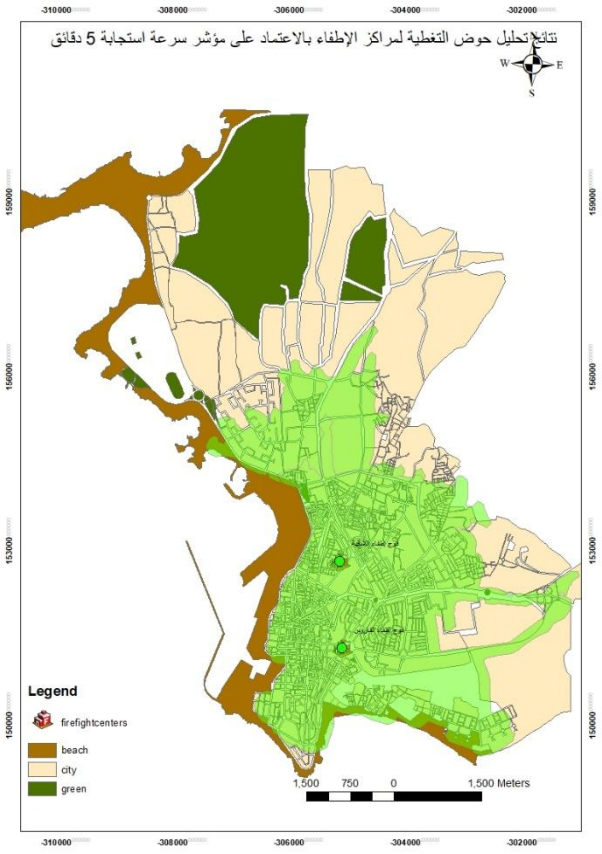


الشكل (7) المخطط البياني الخاص بمساحة المناطق الواقعة ضمن حوض الخدمة لمراكز الإطفاء (2–2.5 كم)

مما سبق نلاحظ أن المناطق الواقعة خارج أماكن تغطية مراكز الإطفاء بشكل أساسي هي المناطق الشمالية والشرقية وجزء من المناطق الغربية، وهي ذات كثافة سكانية مرتفعة نسبيا. نلاحظ أن نسبة التغطية بالنسبة للمعيار الجغرافي ضئيلة جداً لم تصل إلى النصف، وهو مؤشر يجب أخذه بالحسبان لأن هذه المراكز غير قادرة على التغطية المكانية في حال حدوث أكثر من خطر بالوقت نفسه وفي مناطق متفرقة ضمن المدينة. ونستنتج أن المنطقة بحاجة إلى مراكز إطفاء جديدة تخدم المناطق الواقعة خارج نطاق الخدمة للمراكز الحالية.

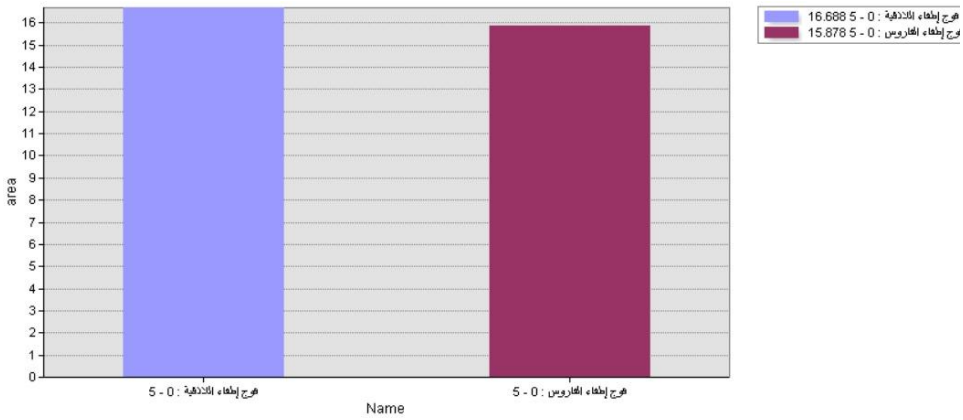
ثانياً: معيار سرعة زمن الاستجابة:

بنفس التسلسل السابق في حساب المعيار الجغرافي نقوم بتحليل سرعة زمن الاستجابة بإدخال المعيار العالمي المعتمد في تحديد زمن سرعة الوصول هو (4 دقائق + 1 دقيقة إضافية) [17] وذلك لتجهيز وانطلاق السيارة، مع الإشارة إلى أن سرعة سيارة الإطفاء بالاعتماد على صلاحية شبكة الطرق للسير لا يمكن أن تتجاوز (80 كم/ساعة)، لذا في منطقة الدراسة سيتم اعتماد سرعة (60 كم/ساعة) كحد أقصى في الشوارع الرئيسية وتنخفض إلى (50 كم/ساعة) في الشوارع الفرعية، على أن يتم تحديد مساحة المناطق التي تغطيها مراكز الإطفاء ضمن المعيار العالمي (5 دقائق). [2] وكانت النتائج كما هي موضحة بالشكل 8 .



الشكل (8) نتائج تحليل مناطق خدمة مراكز الاطفاء بالاعتماد على مؤشر سرعة الاستجابة

نلاحظ من المخطط البياني الشكل (9) ، أن مجموع مساحة المناطق التي يمكن أن تصل اليها عربات الإطفاء ضمن المعيار الزمني (5 دقائق) على مستوى المدينة بلغ (32.6 كم^2) بنسبة (56.2%) من مساحة المدينة الإجمالية والبالغة مساحتها (58كم^2) .



الشكل (9) المخطط البياني الخاص بنتائج تحليل مناطق خدمة مراكز الاطفاء بالاعتماد على مؤشر سرعة استجابة

نحصل من هذا المعيار على النتائج التالية: من المخطط البياني نلاحظ إن معيار الاستجابة الزمنية قد حقق نسبة تغطية وصلت إلى النصف تقريباً وهي نسبة جيدة إلا أنها في الحالة المثالية أي بدون احتساب أي عوامل ستضعف

من فعالية تغطية هذه المراكز كوقت الذروة والازدحام المروري في حال وجود حالة طارئة غير اعتيادية ككارثة الزلزال مثلاً كما نلاحظ من الشكل 8 بالتوافق مع المخطط التكراري الشكل 9 لا يتمتع توزيع مواقع مراكز الإطفاء بكفاءة مكانية من حيث المعايير التخطيطية حيث أن التداخل الكبير بين مناطق التغطية ينعكس سلباً على أداء موقعها المكاني كما أن المناطق الواقعة خارج حوض الخدمة المثالي للمراكز والتي التي لا تحقق مؤشر الزمن مساحتها (25.4 كم^2) وهي تشكل (43.8%) من مساحة المنطقة الاجمالية. وهي المناطق الشمالية والشرقية وتقع على أطراف المدينة وهي أيضاً خارج حوض الخدمة المثالية وفق المعيار الأول وهي ذات كثافة سكانية مرتفعة نسبيا، ولذلك فمن الضروري إعادة دراسة توزيع مراكز الإطفاء بشكل متوازن والحد من تقاربها المكاني الذي يؤدي إلى تفاوت في الخدمة بين الأحياء وخاصة التي تعاني من الحرمان الكامل منها، بالإضافة إلى ضرورة اقتراح مواقع مراكز إطفاء لتغطية هذا العجز في الخدمة وخاصة في وقت الكارثة.

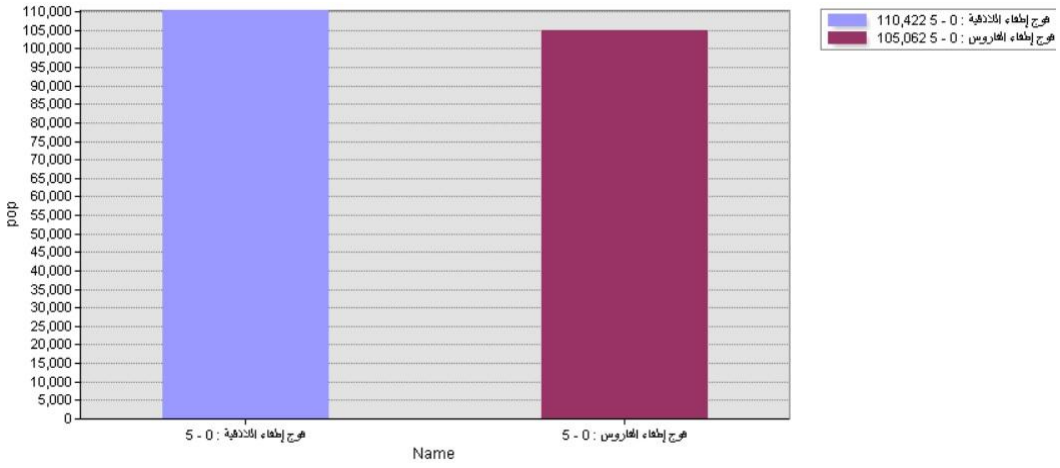
ثالثاً: المعيار الديموغرافي:

تتضمن المعايير العالمية أن كل مركز إطفاء يجب أن يخدم عدد سكان من (40000–70000) نسمة [17] ، لذلك نطبق هذا المعيار عن طريق المقارنة بين عدد السكان ضمن حوض الخدمة المثالي لمراكز الإطفاء الناتج عن معيار سرعة زمن الاستجابة والمعيار المحدد على اعتبار أن كثافة السكان تنتشر على كامل مساحة مدينة اللاذقية باعتبارها مساحة أفقية أي أنها كثافة منتشرة على مساحة اعتبارية تفيدنا في دراسة الانتشار الأفقي والمستوى الخدمي لمراكز إدارة الكوارث الفعالة في الوقت الذهبي لها.

ومن أجل التحقق من المعيار الديموغرافي قمنا بالاعتماد على قيمة الكثافة السكانية من أخر إحصاء رسمي عائد لعام 2014 حيث قدر عدد السكان ب (383,786) نسمة مع الإشارة إلى أن دقة البيانات السكانية غير كافية ويجب إجراء إحصاءات جديدة حديثة لتقييم تعداد السكان في مدينة اللاذقية وخاصة بعد الأزمة السورية ونزوح الأهالي من المناطق المتضررة بفعل الحرب إلى مدينة اللاذقية لما ما لهذه البيانات من أهمية بالغة في دراسة الكوارث الزلزالية وغيرها خاصة لتساعد في التقييم الناجح لخطط الطوارئ مستقبلاً. وبما أن كثافة السكان تحسب من القانون التالي:

كثافة السكان في منطقة ما= (عدد السكان/ المساحة) – نضرب الكثافة بمساحة المناطق الواقعة ضمن حوض الخدمة المثالي مقدرة بالكيلو متر مربع لحساب عدد الأشخاص الذي يمكن أن تصل إليهم مراكز الإطفاء فعلياً.

وحصلنا على النتائج التالية:



الشكل (10) المخطط البياني الخاص بنتائج تحليل مناطق خدمة مراكز الاطفاء بالاعتماد على المعيار الديموغرافي

من المخطط البياني نلاحظ أن فوج إطفاء اللاذقية بالقرب من دوار اليمن يستطيع أن يخدم حوالي (110 الف نسمة) في الوقت المثالي بينما يخدم فوج الإطفاء بالقرب من كراج الفاروس حوالي (105الف نسمة) وهو ما يعادل حوالي (56%) من سكان المدينة وهو متوافق مع المعيار الديموغرافي الذي يجب أن يقدمه كل مركز بمفرده ولكنها لا تغطي كامل كثافة السكان في المدينة بالكامل مما يعني أن هناك أعداد كبيرة من السكان مازالت تقع ضمن منطقة الحرمان من حصولها على هذه الخدمة المهمة وتحتاج بشكل فعلي الى توفير مراكز أطفاء تؤمن الوصول إليها.

مما سبق نلاحظ أن أعداد مراكز الإطفاء وتوزيعها الجغرافي لا يتوافق مع توزيع الكثافة السكانية في المدينة وهذا بدوره يؤثر على معدل وقت الاستجابة في حالة وقوع أكثر من حادث في حالة سيناريو زلزال مفترض.

2 – كفاية مراكز الإطفاء بالنسبة لمواقع الحوادث المفترضة نتيجة سيناريو الزلزال المفترض:

يعد التخطيط الجيد لخدمات الدفاع المدني داخل الحيز الحضري من أبرز سمات المدن الحديثة، والذي يعني الوصول إلى أكبر عدد من الحوادث في أقل وقت ممكن، وخاصة في حالات الطوارئ ذات الطبيعة الفجائية. ومما تقدم تبين عدم الكفاية لمراكز الإطفاء في حالات الزلازل وعدم مطابقتها لمعايير السلامة الدولية لذا من المهم وضع تصور مستقبلي لمواقع مراكز الإطفاء في المدينة لتقديم أفضل خدمة وذلك ضمن بيئة نظم المعلومات الجغرافية وبالاعتماد على تحليل الشبكات **(Network Analysis)** لتحليل وتقييم المواقع الراهنة لمراكز الإطفاء وتغطيتها للمدينة ولتصحيح التغطية غير الكافية باستعمال نموذج تخصيص المواقع **(Location- allocation model)** وبالعودة إلى الدراسات السابقة تبين أن استخدام وقت الاستجابة مهم من أجل الحصول على نتائج دقيقة لعمل فرق الإطفاء بصورة أفضل من استخدام عنصر المسافة وذلك لأن الوقت يأخذ بعين الاعتبار عناصر الأزمات المرورية والطبوغرافيا وعليه فقد بينت هذه الدراسات ضرورة استخدام وقت استجابة لإداء أفضل لمراكز الإطفاء.

أولاً: السيناريو المقترح ضمن منطقة الدراسة:

بما أن سورية معرضة للنشاط الزلزالي المستمر، بسبب موقعها في المجموعة النشطة الأكثر زلزالية بالمنطقة[12]، وفي حالة حدوث حدوث زلزال، سنحتاج إلى إخلاء المناطق المعرضة للتدمير والحرائق بالسرعة القصوى ونقل المصابين والضحايا إلى المشافي والمناطق الأمنة وبناءً على ذلك سنركز في هذه الورقة البحثية على دور مراكز الإطفاء وفعاليتها في تغطية المخاطر الناتجة عن وقوع زلزال مفترض واقتراح مواقع جديدة بحيث تساهم في تغطية كامل المدينة بهذه الخدمة الهامة.

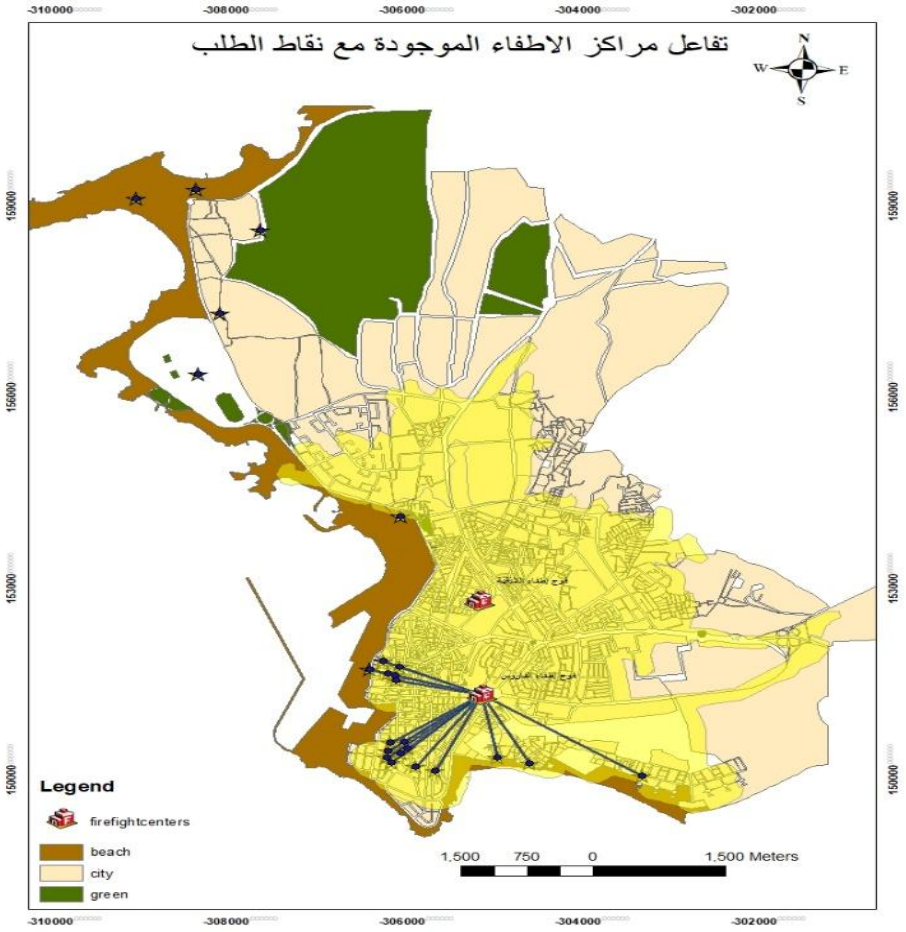
ثانياً: بناء نموذج تخصيص الموقع (Location- allocation model):

يتمثل الهدف الرئيسي من هذا التحليل في خدمة أكبر عدد من السكان بأسرع وقت، اختيار المنشآت التي تعمل من بين مجموعة من المرافق بناءً على تفاعلها المحتمل مع نقاط الطلب، أي تصور الفجوة بين تغطية مركزي الإطفاء الموجودين في المدينة فقط ومواقع حوادث مفترضة (عددها 24 حادث) والموزعة وفقاً لسيناريو الزلزال المفترض حدوثه ضمن أزمنة استجابة معينة وهي في المعايير العالمية (5) كما هو موضح بالشكل 11.

النتائج والمناقشة:

تبين الخريطة في الشكل (11) مقدار التفاعل الحاصل بين مراكز الإطفاء الموجودة حالياً ونقاط الطلب، وضمن المدة الزمنية المقدرة وهي 5دقائق ونسبة أكبر تغطية **(Maximize Coverage)** ونلاحظ أن هناك 18 ارتباط من أصل

24 موقع للحوادث المفترضة نتيجة سيناريو الزلزال وأن هناك 6 مواقع من المناطق المنكوبة لن تحصل على الخدمة في الوقت الذهبي للكارثة لوقوعها ضمن مناطق الحرمان من هذه الخدمة كما يتبين أن فوج إطفاء الفاروس يصل إلى 16 موقع للحوادث في الوقت الذهبي بدون أي فعالية لمركز إطفاء اللاذقية مما يشكل ضغط كبير على المركز في تلبية نقاط الطلب.

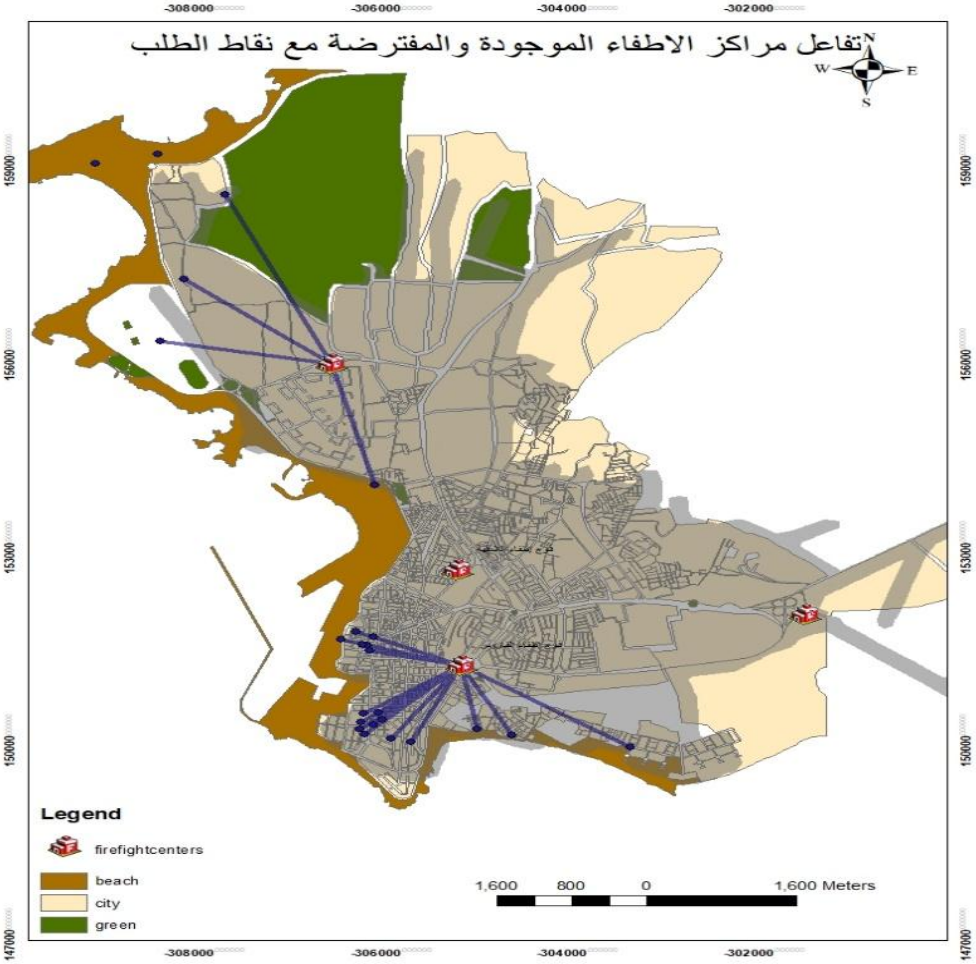


الشكل (11) تحليل تخصيص المواقع لمراكز الإطفاء الموجودة حالياً

ومن أجل تضمين التجمعات السكنية الواقعة خارج الحد الأدنى للحرم المكاني لمركز الإطفاء، ضمن حوض الخدمة المثالية، يتم اقتراح مواقع بديلة تهدف إلى تغطية المناطق المحرومة من هذه الخدمة بشكل كامل، بحيث تكون سرعة الاستجابة متوازية مع سرعة انتشار الخطر في أي نقطة من المدينة، ولتحقيق ذلك تم الاستعانة بالمرئية الفضائية لمنطقة الدراسة ورسم دوائر التغطية لمراكز الإطفاء بالحدود الدنيا (حتى 2كم) بهدف معرفة الموقع الأولي الأفضل لمركز الإطفاء المقترح بحيث يضمن التكافؤ المكاني مع المراكز الموجودة ونسبة التداخل الأقل مع مناطق تغطيتها، الشكل (12).

الشكل (12) دوائر التغطية المكانية (حرم مكاني 2كم) لمراكز الإطفاء الموجودة في منطقة الدراسة

من الشكل (12) نلاحظ أن أفضل موقع لمركز الإطفاء المقترح هو بالقرب من المدينة الرياضية بحيث يحقق نسبة تغطية جيدة للمناطق الشمالية والشرقية وأقرب ما يكون للتجمعات السكنية والطريق الرئيسي لضمان سهولة الحركة، بالإضافة إلى حاجة المدينة إلى مركز مقترح ثاني بالقرب من المنطقة الصناعية يحقق نسبة التغطية للمناطق الغربية، ثم بالاعتماد على تحليل الشبكات **(Network Analysis)** تم تقييم المواقع المقترحة لمراكز الإطفاء ونسبة تغطيتها للمدينة وإمكانية وصولها لمواقع الحوادث المفترضة في الوقت الذهبي للكارثة المقدر ب 5 دقائق، وحصلنا على الخريطة الموضحة بالشكل 13.



الشكل (13) تحليل تخصيص المواقع لمراكز الإطفاء المقترحة والموجودة حالياً

مناقشة النتائج:

لقد تم اقتراح مركزين للإطفاء بالقرب من التجمعات السكانية والمناطق الصناعية. وقد راعينا في اختيارها طبيعة النشاط البشري حيث أن مناطق تواجد المدارس والمشافي والمناطق الصناعية والسياحية والمدينة الرياضية تتطلب وجود مركز إطفاء فيها على الرغم من أنها قد لا تكون مناطق ذات كثافة سكانية مرتفعة، وراعينا أيضاً وقوعها خارج نطاق التغطية للمركزين الموجودين سابقا للمساهمة في توفير هذه الخدمة للمناطق المحرومة منها بشكل كامل. ثم نفذنا التحليل ضمن المدة الزمنية المقدرة نفسها في الحالة الأولى وهي 5 دقائق ونسبة أكبر تغطية **(Maximize Coverage)**، تبين وجود 22 ارتباط من أصل 24 نقطة طلب ويمكن أن نحلل النتائج على النحو التالي:

ضمن المعيار الزمني 5 دقائق نلاحظ إعادة تخصيص مراكز الإطفاء بمواقع الحوادث بنسبة مقبولة، وإن مراكز الإطفاء المقترحة ساهمت في التغطية الكاملة لمدينة اللاذقية ضمن المعيار المحدد، وإن كانت هذه النتائج إيجابية إلا أننا نلاحظ أن بعض مراكز الإطفاء مازالت تتحمل ضغط في تقديم الخدمة أكثر من غيرها بالنسبة لنقاط الطلب وخاصة في مثل الحالات المفاجئة كالزلازل.

الاستنتاجات والتوصيات:

قدمت هذه الورقة البحثية اقتراح أولي لنموذج قاعدة بيانات جغرافية كخطوة أولى من خطوات إدارة الكوارث الزلزالية في مدينة اللاذقية، بالاستعانة ببيانات تجميعية إحصائية مختلفة المصادر والأزمنة ولكنها تفي بغرض الدراسة. كما تم تقييم لواقع خدمات مراكز الإطفاء في مدينة اللاذقية وكفاءة توزيعها المكاني من خلال تحديد المناطق غير المخدومة بهذه الخدمات بالاعتماد على التحليلات المكانية وهي إحدى أهم خصائص نظم المعلومات الجغرافية، والتي شكلت حجر الأساس في بناء خرائط مكانية لها الدور الأكبر والفعال في اتخاذ القرارات ومنه تم التوصل إلى النتائج والتوصيات التالية:

- أن التوزيع الحالي لمراكز الإطفاء فيه تركز وتداخل في مناطق دون أخرى، ولا يغطى مكانيا كامل المدينة حسب المعايير الثلاثة المدروسة، مما يعكس التأثير السلبي لسرعة الوصول إلى موقع الحدث.
- حسب المعيار الجغرافي المدروس (2–2.5 كم)، بلغ مجموع مساحة المناطق الواقعة ضمن التغطية المكانية الخاصة بمراكز الإطفاء حوالي 26 % من مساحة المدينة الإجمالية والبالغة مساحتها (58كم2). حيث أن المناطق الواقعة خارج أماكن تغطية مراكز الإطفاء بشكل أساسي هي المناطق الشمالية والشرقية وجزء من المناطق الغربية للمدينة.
- حسب المعيار الزمني المدروس (5 دقيقة)، بلغ مجموع مساحة المناطق التي يمكن أن تصل اليها عربات الإطفاء حوالي 56 % من مساحة المدينة الإجمالية .
- أما حسب المعيار الديموغرافي المدروس فتبين أن فوج إطفاء اللاذقية بالقرب من دوار اليمن يستطيع أن يخدم حوالي (110 الف نسمة) في الوقت المثالي بينما يخدم فوج الإطفاء بالقرب من كراج الفاروس حوالي (105الف نسمة) وهو ما يعادل حوالي (56%) من سكان المدينة وهو متوافق مع المعيار الديموغرافي الذي يجب أن يقدمه كل مركز بمفرده ولكنها لا تغطي كامل كثافة السكان في المدينة بالكامل.
- إن أفضل موقع لمركزي الإطفاء المقترحين هو بالقرب من المدينة الرياضية بحيث يحقق نسبة تغطية جيدة للمناطق الشمالية والشرقية وأقرب ما يكون للتجمعات السكنية والطريق الرئيسي لضمان سهولة الحركة، بالإضافة إلى مركز مقترح ثاني بالقرب من المنطقة الصناعية.
- عكست نتائج تطبيق نموذج تخصيص المواقع **(Location- allocation model)** بوقت الاستجابة العالمي المحدد بـ 5 دقائق بالنسبة للكوارث عدم التكافؤ المكاني لمواقع مراكز الإطفاء إلا انها ساهمت بارتفاع نسبة التغطية لمراكز الاطفاء المرشحة بتخصيص المنطقة الأقرب لكل مركز.
- توصي هذه الدراسة بضرورة وجود قاعدة بيانات جغرافية موحدة على مستوى اللاذقية، يتم تحديثها باستمرار، ويمكن أن نحصل منها على بيانات بما يخص إدارة الكوارث. كما توصي بتبني التحليل المكاني ضمن برنامج نظم المعلومات الجغرافية، حيث ينطوي على العديد من الأدوات المتعددة لأغراض التحليل المكاني والتي من أهمها نمذجة الموقع – التخصيص باعتبارها وسيلة هامة ذات كفاءة وفعالية يمكن استعمالها من قبل صانعي القرار لتقييم المواقع الراهنة لمراكز الإطفاء وكذلك مختلف الخدمات العامة ووضع حلول ومقترحات من أجل تحسين ورفع كفاءة أدائها الكلي. بالإضافة إلى الحاجة لاستحداث عدد من مراكز الإطفاء لتحسين مستوى خدماتها، وتوسيعها في الاتجاه الذي يخدم مستوى التوسع العمراني في المدنية.

References:

[1] Mansour, H., & Hazaima, K. (2011). Spatial analysis of civil defense centers in the city of Irbid using geographic information systems.

[2] Majeed, M., Atallah. A. (2019). Evaluation of the Efficiency of Distributing Civil Defense Centers in the Urban Centers of Wasit Province. Wasit University.

[3] Youssef,R. Mohamed,K. (2020). The Role of Geographic Information Systems (GIS) in Planning Civil Defense Service in Crouk Governorate (Doctoral dissertation, Al-Hamdania University).

[4] Omran, J., Hasan, H., Saleh, H., & Malki, K. (2021). Suggestion of a Seismic Hazard's Emergency Plan Using Spatial Analysis Kafarsouseh- Damascus as a Case Study. Tishreen University Journal-Engineering Sciences Series, Vol. (35) NO. (9), 2663-4279.

[5] Omran, J., Hasan, H., Saleh, H., & Malki, K. (2019). Seismic Risk Assessment by GIS Case Study (Kafar Souseh region - Damascus) Tishreen University Journal-Engineering Sciences Series, Vol. (41) NO. (5), 2663-4279.

[6] Rodríguez-Espíndola, O., Albores, P., & Brewster, C. (2016). GIS and optimisation: potential benefits for emergency facility location in humanitarian logistics. Geosciences, 6(2), 18.

[7] Bloom, P. S. (1998). Administrative and political implications of GIS implementation within the fire service: A case study of Norfolk, VA (Doctoral dissertation, Virginia Tech).

[8] Liu, N., Huang, B., & Chandramouli, M. (2006). Optimal siting of fire stations using GIS and ANT algorithm. Journal of computing in civil engineering, 20(5), 361-369.

[9] Al-Kharouf, R. Hazaima, K. & Al-Moumani, M. (2018). Analyzing the reality of civil defense services in Ajloun Governorate - Jordan using geographic information systems, Al-Manara Journal, Vol. (24) NO. (2).

[10] Al-Jabri, N. Abdel Rahman, M. (2019) Evaluating the Accessibility of Emergency Services in Makkah Al-Mukarramah Using Geographic Information Systems (GIS) (Doctoral dissertation, Umm Al-Qura University, Saudi Arabia).

[11] Statistics Center in Syria https://npasyria.com

[12] Saleh H. An integrated disaster risk management plan of cultural heritage: A case study in the Syrian coastal region, Arabian Journal of Scientific Research 2020:1.2. https://doi.org/10.5339/ajsr.2020.2

[13] Hwaija, B., Shekhali, G. & Jdyd. (2015). Record Selection Procedures Proposed By Several Countries Standards Compared With Syrian Standards. Tishreen University Journal-Engineering Sciences Series, Vol. (37) NO. (2).

[14] Appendix 2: Designing and Implementing Earthquake-Resistant Buildings and Structures. (2013). The Syrian Arab Code for the Design and Implementation of Reinforced Concrete Structures, Damascus, Syria.

[15] Hawijeh,R. Zobarei, A. Yahya,M. & Chaaban, F . (2021). Developing the Cadastral Regulation and Management in Municipalities of Lattakia's Rural, Towards a Modern Cadastral Information System (Doctoral dissertation, Tishreen University).

[16] Darwishe,H. Chaaban, F ., & Abbas, I. (2017). Design and development of a standalone Geographic Information Systems program (M-GIS) for the management of Muncicpalities using .NET and Arc Objects. Al-Baath University Journal 39(17),133-147.

[17] Haitham,A. Raed, S. (2018). Disaster Management in Times of War Using Geographic Information System (GIS) (Master Thesis, The Islamic University of Gaza).