تطبيق نظم المعلومات الجغرافية باستعمال نماذج الموقع–التخصيص من أجل تحسين التخطيط المكاني لخدمات مراكز الدفاع المدني: دراسة حالة محافظة جرش، الأردن

ثائر مطلق محمد عياصرة*

ملخّص

لقد تمّ التعرف من خلال هذا البحث، على الاختلافات المكانية وأنماط التوزيع الجغرافي لخدمات الدفاع المدني في محافظة جرش، وقد استخدمت نمذجة الموقع–التخصيص المتاحة ضمن أدوات محلل الشبكات في برنامج ArcMap ضمن بيئة نظم المعلومات الجغرافية لتقييم الوضع الراهن، وإيجاد الوضع الأمثل لتوزيع تلك الخدمات باستخدام ثلاثة نماذج لتحليل الموقع–التخصيص، وهي: نموذج الحد الأدنى للمسار الأقصر (الوقت، المسافة) بين نقاط الطلب والمرافق، ونموذج الحد الأدنى للمرافق، ونموذج الحد الأعلى للتغطية، وذلك ضمن زمن استجابة (نقطة قطع) لاتتجاوز (4) دقائق، وعلى اساس حجم السكان كوزن. وقد أوضحت النتائج المستخلصة من هذا البحث أن مراكز الدفاع المدني القائمة تغطي بخدماتها (62%) من المباني في المحافظة من أصل (27495) مبنى. وأنه يلزم استحداث (13) مركزا جديدا للدفاع المدني لتغطية جميع المباني ضمن زمن استجابة (4) دقائق. وقد ظهر من خلال تطبيق نمذجة الموقع–التخصيص تغطية معظم المباني في المحافظة عن طريق استحداث مركزين للدفاع المدني وذلك في المواقع المرشحة من قبل النموذج، حيث ارتفعت نسبة المباني التي شملتها التغطية إلى (88%). وأخيرا أوصى البحث بضرورة اخذ المركزين المستحدثين بعين الاعتبار في الخطط المستقبلية للمديرية العامة للدفاع المدني.

الكلمات الدالة: التخطيط المكاني، نماذج الموقع–التخصيص (التوزيع)، نظم معلومات جغرافية، محلل الشبكات، مراكز الدفاع المدني، محافظة جرش.

المقدمة

تسعى الهيئات والأجهزة المعنية بتقديم خدمات الطوارئ بشكل مستمر للبحث عن أساليب وطرق لتحسين كفاءة الخدمات والحماية لمواطنيها، لاسيما في الحالات الطارئة التي تفرق فيها الثواني فعليا، فثمة حاجة للتركيز على تعزيز ورفع مستوى المساعدات الطارئة والاستجابة لها؛ مما يستوجب على مسؤولي الحالات الطارئة مواصلة المراقبة وإجراء التغييرات الضرورية في عدد الموظفين، والمعدات، ومواقع الخدمات، وعليه فإن إعادة تخطيط توزيع الخدمات يخلق وفورات الحجم التي تنعكس على تخفيض تكاليف الطلب المتفرق وتبديد الموارد المتاحة (Meyer, 2011).

وينبغي على الأجهزة المعنية بتقديم خدمات الطوارئ كخدمات الدفاع المدني الأخذ بالاعتبار مواقع التركز السكاني، حيث تتسم بأنها دينامية ومتغيرة في كثير من الاحيان، بينما تتسم مواقع مراكز الدفاع المدني بكونها أكثر ثباتا ولا يحدث فيها تغييرات غالبا. ولذلك، من الضروري اجراء تحليل لبيانات ومواقع مرافق خدمات الطوارئ بشكل مستمر للوقوف على أدائها لاتخاذ الاجراءات اللازمة لتحسين أدائها؛ لذا من الأهمية بمكان أخذ مواقع مراكز الدفاع المدني بعين الاعتبار، حيث أن الطلب الحالي يحدد مواقع تلك المراكز، ويضعها على النحو الملائم (Meyer, 2011).

تتمثل إحدى الاهتمامات والتحديات الرئيسية التي تواجه صانعي القرار في تحديد المواقع المثلى لمراكز الدفاع المدني والتي منها يمكن أن تصل إلى أماكن الحريق خلال وقت أو

* أخصائي تخطيط، المؤسسة العامة للتدريب التقني والمهني، المملكة العربية السعودية.

تاريخ استلام البحث 2016/2/7 وتاريخ قبوله 2016/3/31.

© 2017 عمادة البحث العلمي/ الجامعة الأردنية. جميع الحقوق محفوظة.

مسافة استجابة معقولة. كذلك يهتم صناع القرار أيضا بعدد مراكز الدفاع المدني المطلوبة لتغطية جميع مناطق الخدمات (أو مكالمات طلب الخدمة) بوقت استجابة أو مسافة قياسية.

2. مشكلة البحث

لقد أجبر النمو السكاني السريع لمحافظة جرش خلال السنوات الماضية مديرية الدفاع المدني أن تدرك أن هناك حاجة كبيرة لتوفير مزيد من مراكز الدفاع المدني بهدف توفير الحماية اللازمة للأرواح والممتلكات من الحرائق والانهيارات، والحوادث، والكوارث الطبيعية والوقاية منها، حيث يعدّ النمو السكاني في محافظة جرش الاعلى في المملكة، فقد بلغ معدل النمو السنوي خلال الفترة (2000–2015) بحدود (2,3%) مقارنة بمعدل المملكة (1,9%)، وكانت محافظة جرش هي الأعلى في النمو السكاني على مستوى المملكة في عام 2015، حيث بلغت نسبة الانجاب (4,3%) في حين ان النسبة في المملكة بلغت (3,5%) (دائرة الاحصاءات العامة، 2000–2015).

وقد بلغ عدد الحوادث التي تعاملت معها مراكز الدفاع المدني في محافظة جرش لعام 2014 حوالي (5403) حادث توزعت على النحو الآتي (المديرية العامة للدفاع المدني، 2014، أ): (959 حادث إطفاء؛ 3818 إسعاف؛ 626 إنقاذ)، وهي تمثل (270 حادث/ 10000 نسمة) من سكان المحافظة مقارنة بـ(341 حادث/10000 نسمة) على مستوى المملكة (المديرية العامة للدفاع المدني، 2014، ب).

وعليه فقد حاولت المديرية العامة للدفاع المدني تحسين أدائها في محافظة جرش لضمان الاستجابة في الوقت المناسب على الاتصالات الواردة وتقديم أفضل خدمات الاطفاء والطوارئ، حيث يوجد حاليا في محافظة جرش (7) مراكز دفاع مدني، وبسبب البيئة المتغيرة والطبيعة الدينامية للسكان الأمر الذي يتطلب معه إعادة دراسة مواقع مراكز الدفاع المدني؛ لإنها قد لا تكون بنفس الكفاءة والفعالية التي كانت عليها في السنوات السابقة.

3. أسئلة البحث

بالنسبة للأسئلة المطروحة في البحث، فيمكن تلخيصها بما يأتي:

1) ما مدى فاعلية المواقع الراهنة لمراكز الدفاع المدني في محافظة جرش في تغطية المراكز العمرانية ضمن زمن استجابة لايتجاوز (4) دقائق كحد فاصل (Cutoff) للانتقال بين سيارة الإطفاء أو الاسعاف إلى موقع الحريق أو الحادث؟
2) ما هو أقل عدد من مراكز الدفاع المدني المرشحة (Candidate) والمطلوب لتغطية جميع نقاط الطلب (السكان) أو معظمهم؟
3) أي المواقع الجديدة المرشحة (Candidate) التي تحقق الحد الإدنى لمتوسط وقت السفر؟ وأيها يحقق أقصى حد من التغطية، أو على الأقل للوصول بنا الى تحقيق معظم التغطية؟

4. أهمية البحث

من خلال الإجابة على هذه الاسئلة، سيتمكن البحث من تحديد التجمعات التي لاتملك تغطية جيدة بخدمات مراكز الدفاع المدني الموجودة حاليا ضمن زمن الاستجابة المحدد بـ(4) دقائق والموصى به من قبل الجمعية الوطنية للحماية من الحرائق. كما سيزود البحث صانعي القرار بعدد مراكز الدفاع المدني المطلوبة ومواقع هذه المراكز على أساس توزيع التجمعات التي لديها نسبة سكان عالية لتوفير أفضل خدمات الإطفاء والطوارئ. كما سيحسن هذا البحث أيضا من سهولة الوصول للمناطق الحالية ذات التغطية السيئة. وبعبارة أخرى، يسعى هذا البحث إلى تحقيق الحد الأقصى (Maximizes) من تغطية خدمات الدفاع المدني للتجمعات التي تحتاجها ولا تصل اليها ضمن زمن الاستجابة المحدد.

5. أهداف البحث

يتمثل الهدف الرئيسي من هذا البحث في تقديم مجموعة من الموقع البديلة لمراكز الدفاع المدني التي توفر خدمات الاطفاء والأسعاف في محافظة جرش، والتي تقلل من إجمالي زمن قطع المسافة، واقتراح مراكز جديدة تضمن التغطية القصوى للتجمعات السكانية. ومع ذلك، يلزم لمجموعة الموقع المقترحة تلبية جميع المعايير المطلوبة في هذه الدراسة حتى تحسّن من أداء خدمات الأطفاء والأسعاف المقدمة بشكل أكثر كفاءة.

وبشكل أكثر تحديداً، فإن البحث يسعى إلى تحقيق الأهداف التالية:

1) تحليل وتقييم المواقع الراهنة لمراكز الدفاع المدني وتغطيتها لمحافظة جرش باستعمال نمذجة الموقع–التخصيص Location-Allocation Modeling المتاحة في محلل الشبكات Network Analyst ضمن بيئة نظم المعلومات الجغرافية Arc GIS.
2) معرفة عدد مراكز الدفاع المدني المرشحة (Candidate) والمطلوبة لتغطية جميع نقاط الطلب (السكان) أو معظمهم.
3) تحديد أي أجزاء من المحافظة لا تشملها خدمات الدفاع المدني (أو المحرومة) ضمن زمن الاستجابة القياسي المحدد في هذا البحث (4) دقائق كوقت انتقال بين سيارة الإطفاء أو الاسعاف إلى موقع الحريق أو الحادث.
4) معرفة ما إذا كان ينبغي إنشاء مراكز دفاع مدني جديدة في مواقع استراتيجية لتصحيح التغطية غير الكافية، وتحديد المواقع الجديدة المرشحة (Candidate) التي تحقق الحد الأدنى لمتوسط وقت السفر، وأيها يحقق رفع التغطية إلى أقصى حد على اساس التوزيع الجغرافي لسكان التجمعات كوزن (weight).

2. الأطار النظري والدراسات السابقة

2.1 نماذج الموقع–التخصيص (التوزيع) ضمن بيئة نظم المعلومات الجغرافية (نظام ArcGIS)

يهدف نموذج الموقع–التخصيص إلى تحديد مواقع المرافق التي تقدم السلع والخدمات لمجموعة مواقع الطلب Demand Points (تمثّل شريحة السكان) بطريقة تحقق أكبر قدر من الكفاءة، وكما يوحي الاسم، فإن نموذج الموقع–التخصيص مسأله ذات شقين في الوقت نفسه، تحديد موقع المرافق القائمة وإعادة تخصيص مواقع الطلب إلى المرافق (ESRI, 2015).

يعدّ زمن أو مسافة الاستجابة القياسية المستعمل في التحليل أحد أكثر العوامل التي من الممكن أن تؤثر على أداء نماذج الموقع–التخصيص في اختيار الموقع. وبطبيعة الحال فإن النتيجة من استعمال مقاييس مختلفة من الوقت أو المسافة ستؤثر على المواقع المثلى التي تمّ تحديدها باستعمال هذه النماذج، إذ من الممكن ان يسفر كل نوع من أنواع القياس عن نتائج مختلفة من نوعها تعتمد على حساب الزمن المستغرق أو مسافة الاستجابة بين موقع طلب الخدمة وأقرب مرافق تزويد الخدمة منه. فعلى سبيل المثال، حدّد المجلس الوطني لوكالات الأطفاء المسافة القانونية بين اول سيارة أطفاء وأي مبنى في منطقة سكنية بمسافة 2.4 كلم (Schilling et al., 1980)، في حين أن الجمعية الوطنية للحماية من الحرائق[1] NFPA تنص على ان الوقت القياسي المستغرق هو (4) دقائق من أقرب مركز دفاع مدني للوصول إلى عنوان طلب الخدمة (Murray and Tong, 2009)، وتهدف هذه القياسات عموما إلى ضمان تقديم الخدمات بشكل أفضل للحد من الخسائر في الأرواح والأضرار في الممتلكات.

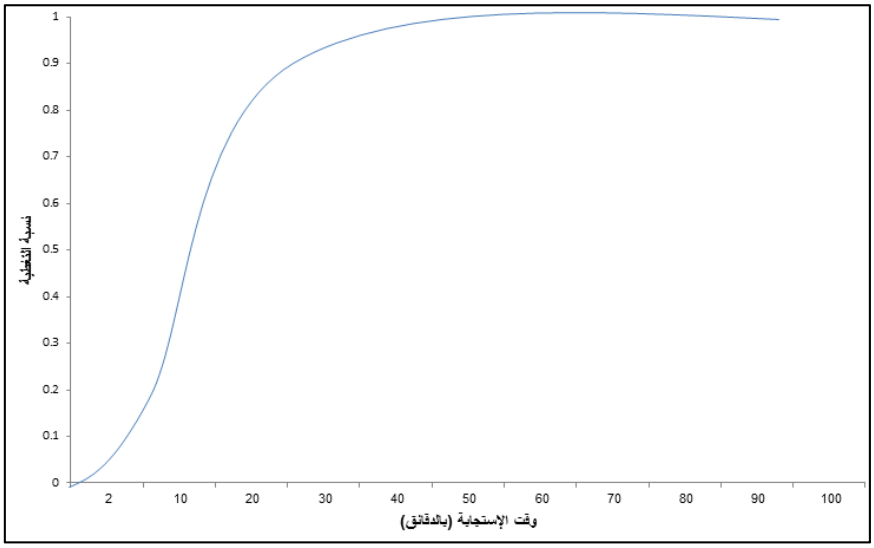
ويهتم الاحصاء الوصفي لأوقات الاستجابة أكثر بالنسبة المئوية لتغطية نقاط الطلب بالخدمة (أو الرد على المكالمات) ضمن زمن الاستجابة المحدد لايصال الخدمة، ويبين الشكل (1) رسم بياني تجميعي لمدى التغطية، حيث يظهر من الشكل أن نسبة التغطية تزداد مع ازدياد وقت الاستجابة (Nguyen, 2015, p22).

في البداية، قد يبدو أن كلّ تحليلات الموقع–التخصيص يمكن أن تحل المسأله نفسها، الا أن الموقع الأفضل لايعدّ هو نفسه لجميع أنواع المرافق. فعلى سبيل المثال، الموقع الأفضل لمركز الطوارئ يختلف عن الموقع الأفضل للمصنع. وبالتالي، سوف تختلف أهداف مسائل الموقع–التخصيص تبعا لذلك وفقا لنوع المرفق الموقّع.

يوجد سبعة أنواع من مسائل الموقع–التخصيص Location-allocation problem types المتاحة في نظام ArcGIS 10 للإجابة على أنواع معينة من التساؤلات، وذلك على النحو التالي (ESRI, 2015):

(1) منظمة غير ربحية، مقرها في كوينسي (تقع في مقاطعة نورفولك، بولاية ماساتشوسيتس الأمريكية). تهتم بايجاد المعلومات والمعرفة التي تساعد في إنقاذ الأرواح والحد من الخسائر الناجمة عن المخاطر ذات الصلة كحوادث الحريق والكهرباء وغيرها. وللمزيد حول معايير (كودات) الجمعية الوطنية للحماية من الحرائق يمكن الرجوع إلى الموقع الالكتروني: http://www.nfpa.org/

1) مسألة الحد الأدنى للمسار الأقصر (الوقت، المسافة) بين نقطة الطلب وموقع الخدمةMinimize Impedance Problem
2) مسألة الحد الأقصى للتغطيةMaximize Coverage Problem
3) مسألة الحد الأدنى لعدد المرافق Minimize Facilities Problem
4) مسألة الحد الأقصى للتغطية حسب الطاقة الاستيعابية Maximize Capacitated Coverage Problem
5) مسألة تحقيق أقصى قدر من الإقبالMaximize Attendance Problem
6) مسألة تعظيم حصة السوق Maximize Market Share Problem
7) مسألة حصة السوق المستهدفة Target Market Share Problem



الشكل (1)

العلاقة بين نسبة التغطية ووقت الاستجابة

طبق البحث على المسائل الثلاثة الأولى؛ لتقييم توزيع مراكز الدفاع المدني القائمة ومدى كفاءتها في تغطية نقاط الطلب"السكان" في محافظة جرش ومواقع حوادث الحريق والاسعاف ضمن زمن استجابة لايتجاوز (4) دقائق كحد فاصل، وتحديد الحد الأدنى من مراكز الدفاع المدني المرشحة لتحقيق أقصى قدر من التغطية، والسبب في عدم تضمين مسألة الحد الأقصى للتغطية حسب الطاقة الاستيعابية للمرافق أنها تتطلب قيمة رقمية تعبّر عن الطاقة الاستيعابية Capacity للمرفق، فمثلا تحديد أماكن المستشفيات التي لديها قدرة استيعابية بعدد محدود من الأسرة لاستقبال المرضى، كما لم يتم تضمين آخر ثلاثة مسائل في هذا البحث كونها مرتبطة بحل مسائل موقع المنشأة التنافسية، ومع ذلك، فإن مراكز الدفاع المدني لا تتنافس مع بعضها البعض بل هي مكمّلة لبعضها البعض. أيضا، هذه النماذج تحتاج إلى بيانات عن المنافسين بين المرافق، مثل: أفضل الأسعار، أفضل السلع أو غيرها من عوامل الجذب، وهذه الأنواع من البيانات غير متوفرة بالنسبة لمراكز الدفاع المدني.

1) مسألة الحد الأدنى للمسار الأقصر (الوقت، المسافة) بين نقطة الطلب وموقع المرفق Minimize Impedance Problem (P-Median)

يسعى حل مسألة تحقيق الحد الأدنى للمسار الأقصر (الوقت، المسافة) بين نقطة الطلب وموقع المرفق إلى تحديد

المرافق التي تقدم الخدمة لمواقع الطلب(السكان) بناء على أن مجموع الكلف المرجحة بين مواقع الطلب ومرافق الحل Solution Facilities تكون في حدودها الدنيا. وتعرف في كثير من الأحيان P-Median Problem التي تم تطويرها من قبل حكيمي Hakimi في عام 1965 (Algharib, 2011). الا ان معادلة النموذج قد تم صياغتها في عام 1970 من قبل رفيل وسوين (ReVelle and Swain, 1970).

ويستخدم هذا النوع من المسائل عادة لتحديد مواقع المستودعات والمخازن، إذ يمكن أن يقلل من تكاليف النقل الاجمالية لإيصال البضائع إلى منافذ البيع، حيث أن حل هذا النوع من المسائل يقلل من المسافة الإجمالية للسفر والتي يحتاجها متلقي الخدمة للوصول إلى المرافق المحددة، ويعتبر عدم وضع حد فاصل (زمن أو مسافة) لتقديم الخدمة عادة على أنه أكثر إنصافا من أنواع المسائل الأخرى لتحديد موقع بعض أنواع مرافق القطاع العام، مثل: المكتبات والمطارات الإقليمية، المتاحف، مكاتب السيارات.

ويمكن أن تصاغ معادلة مسألة P-Median Problem على النحو التالي (Polo et al., 2015):

$$\text{Minimize} \quad Z = \sum_{i \in I} \sum_{j \in N_i} P_i \, d_{ij} \, x_j$$

$$\text{Subject to :}$$

$$\sum_{j \in N_i} x_j = 1 \qquad \forall \; i \in I \;, \; \forall \; j \in N_i \qquad (1)$$

$$N_i = \left\{ j \in J \,\middle|\, d_{ij} \leq S \right\} \qquad \forall \; i \in I \;, \; \forall \; j \in J \qquad (2)$$

$$x_j = (0,1) \qquad j \in J \qquad (3)$$

$$\sum_j x_j \geq Q \qquad \forall \; j \in J \qquad (4)$$

$$\sum_{j \in K_i} x_j = 1 \qquad \forall \; i \in I \;, \; \forall \; j \in J \qquad (5)$$

حيث إن:

i: تدل عن مواقع الطلب.

j : تدل على مواقع الخدمة.

S: معيار (الوقت أو المسافة) القصوى المرغوب تواجد الخدمة ضمنها (وتحدد قيمة S بشكل مختلف لكل موقع طلب.

d_{ij}: أقصر مسافة من العقدة (i) إلى العقدة (j).

x_j: إذا تم تعيين موقع الطلب (i) إلى المرفق (j)

1 إذا تم تعيين موقع الطلب (i) إلى المرفق (j)

0 غير ذلك

N_i: مجموعة النقاط (J) التي تستطيع تقديم الخدمة ضمن المعيار المحدد (S).

P_i: عبارة عن عدد السكان في الموقع (i).

Q: عبارة عن العدد الراهن للمرافق.

K_i: عبارة عن المواقع (i) التي تحتوي على المرافق.

2) مسأله الحد الأقصى للتغطية Maximize Coverage Problem

يسعى نموذج تحقيق أقصى قدر من التغطية إلى تحديد مواقع الطلب التي يمكن تغطيتها من قبل المرفق ضمن الحد الفاصل (نقطة القطع). وبعبارة أخرى، يسعى هذا النموذج لتعظيم العدد الإجمالي للمطالب المغطاة ضمن الحد الفاصل كعامل الزمن أو المسافة، وذلك عن طريق تحديد مكان وجود مرافق مرشحه بالقرب من الكثافة السكانية، وهذا يعني أن

المرافق التي تقع فيها كثافة مطالب عالية لديه ميّزة ليتم تحديدها أولاً (ESRI, 2015).

وقد وضعت مسأله الحد الأقصى للتغطية من قبل جيرج ورفيل عام (1974) (Church and ReVelle, 1974). وفي العادة، يستخدام هذا النوع من المسائل لتحديد موقع مرافق القطاع العام، مثل: مراكز الاطفاء، ومراكز الشرطة، ومراكز الاسعاف، لأن هذا النوع من خدمات الطوارئ يتطلب الاستجابة والوصول إلى جميع مواقع الطلب في غضون فترة زمنية أو مسافة محددة. لذلك، فإن هذا النموذج هو نموذج مناسب لاختيار موقع مراكز الدفاع المدني والتي تحتاج في أغلب الأحيان الوصول إلى مواقع الطلب في غضون الفترة الزمنية المحددة للاستجابة. وبالإضافة إلى تطبيقاتها في القطاع العام، يتم تطبيق هذا النموذج أيضا في القطاع الخاص لتحديد المواقع المثلى لمتاجر البيع بالتجزئة لتكون في متناول أكبر عدد من متلقي الخدمة (ESRI, 2015).

ويمكن أن تصاغ معادلة مسألة تعظيم التغطية على النحو التالي (Church and ReVelle, 1974):

$$\textit{Maximize} \qquad Z = \sum_{i \in I} P_i y_i$$

$$\textit{Subject to}:$$

$$\sum_{j \in N_i} x_j \geq y_i \qquad \forall\ i \in I \ , \ \forall\ j \in N_i \qquad (1)$$

$$N_i = \left\{ j \in J \,\middle|\, d_{ij} \leq S \right\} \qquad \forall\ i \in I \ , \ \forall\ j \in J \qquad (2)$$

$$x_j = (0,1) \qquad j \in J \qquad (3)$$

$$y_i = (0,1) \qquad i \in I \qquad (4)$$

$$\sum_{j \in J} x_j = Q \qquad \forall\ j \in J \qquad (5)$$

حيث إن:

i: تدل عن مواقع الطلب.

j: تدل على مواقع الخدمة.

S: معيار (الوقت أو المسافة) القصوى المرغوب تواجد الخدمة ضمنها (وتحدد قيمة S بشكل مختلف لكل موقع طلب.

d_{ij}: أقصر مسافة من العقدة (i) إلى العقدة (j).

x_j: 1 إذا تم تعيين موقع الطلب (i) إلى المرفق (j)

0 غير ذلك

y_i: 1 إذا موقع الطلب (i) مغطى

0 غير ذلك

N_i: مجموعة النقاط (J) التي تستطيع تقديم الخدمة ضمن المعيار المحدد (S).

P_i: عبارة عن عدد السكان في الموقع (i).

Q: عبارة عن العدد الراهن للمرافق.

K_i: عبارة عن المواقع (i) التي تحتوي على المرافق.

3) مسألة الحد الأدنى للمرافق Minimize Facilities Problem

تسعى المسألة إلى إيجاد أقل عدد من المرافق التي يمكنها من تغطية جميع أو معظم مواقع الطلب (شريحة السكان) بقدر الإمكان والواقعة ضمن الحد الفاصل المحدد (الزمن، المسافة) لتقديم الخدمة. وبمعنى أخر فإن النموذج يحقق أقصى قدر من المطالب التي يمكن تغطيتها بالحد الإدنى من المرافق ضمن معيار الزمن أو المسافة المحدد (ESRI, 2015).

وهذا النوع من مشاكل تحليل الموقع–التخصيص هو تماما مشابه لمسأله تعظيم التغطية ولكن باستثناء عدد المرافق المطلوبة للموقع، والتي يحددها البرنامج Solver في هذه الحالة

عندما تكون تكلفة بناء المرافق ليس عاملاً مقيداً. لذلك، لايوجد خيار في هذه المسألة لتحديد عدد المرافق اللازمة، حيث يقوم البرنامج Solver بتحديد الحد الأدنى المطلوب من عدد المرافق الذي يغطي أكبر قدر ممكن من المطالب ضمن نطاق الحد الفاصل المحدد (ESRI, 2015).

والتطبيق النموذجي لهذا النوع من المسائل يتعلق بمرافق الحالات الطارئة، مثل: مراكز الإطفاء والإسعاف والشرطة وحالات الطوارئ الأخرى.

ويمكن أيضا استخدام هذا النوع من المسائل في تحديد بعض مرافق القطاع العام، مثل: مواقف الحافلات المدرسية وغيرها.

هذه المسائل الثلاث لديها بعض القيود التي تصف كيفية معالجة مواقع الطلب (ESRI, 2015):

- تعتبر مواقع الطلب الواقعة ضمن الحد الفاصل المحدد (الوقت أو المسافة من موقع المرفق إلى مواقع الطلب) مغطاة بالخدمة وبخلاف ذلك تعتبر غير مغطاة.
- جميع مواقع الطلب ستخصص إلى مرفق واحد وبنفس الأهمية إذا وقعت ضمن نطاق المعيار المحدد (الوقت أو المسافة) لتقديم الخدمة من المرفق إلى نقطة الطلب.
- في حال وجود مرفقين او أكثر تقع ضمن الحد الفاصل لتقديم الخدمة فإن كل طلب خدمة سيخصص إلى أقرب مرفق منه لتلبية الاستجابة.

ومما تجدر الاشارة إليه، أن المسائل المتعلقة بالحد الأقصى للتغطية، ومسألة الحد الأدنى للمرافق، وتحقيق أقصى قدر من الإقبال، تمثّل أساليب الحدّ الأقصى Maximization Approach، وهي تميل إلى تحديد المواقع المثلى للمرافق بالقرب من مواقع الطلب ذات الكثافة العالية لتحقيق أقصى قدر من تغطية نقاط الطلب بالخدمة (Algharib, 2011, p42).

2.2 الدراسات السابقة

تمّ إجراء العديد من الدراسات التي بحثت الوضع الأمثل لتوزيع الخدمات، حيث إن هناك العديد من الدراسات التي طبقت نموذج الموقع–التخصيص باستخدام نظم المعلومات الجغرافية لتقييم الوضع الراهن للخدمات وإيجاد الوضع الأمثل لتوزيعها، وفيما يلي أهم هذه الدراسات:

2.2.1 الدراسات العربية:

دراسة (السعيدي والحسيني، 2013) بعنوان "استخدام نظم المعلومات الجغرافية في تحديد كفاءة التوزيع المكاني للخدمات التعليمية في مدينة الناصرية" هدفت إلى تحليل كفاءة التوزيع المكاني للخدمات التعليمية في مدينة الناصرية باعتماد (GIS) لتحديد مكامن الخلل في التوزيع، وكيفية معالجتها بالاستناد إلى المعايير التخطيطية، وبيان دور (GIS) الفعّال في دراسة وتخطيط المدن والتوزيع المكاني المناسب للمؤسسات التعليمية، وتناول الجانب العملي واقع حال التوزيع المكاني للمؤسسات التعليمية في مدينة الناصرية وبيان حالة التوازن المكاني في معظم قطاعات المدينة، واعتماد معايير تتأثر بكل من مسافة الوصول والكثافة السكانية في تحليل التوقيع المكاني للخدمات، وقد توصل البحث إلى اقتراح مواقع ملائمة ضمن قطاعات مدينة الناصرية لمعالجة الخلل بناء على مسافة الوصول.

دراسة (هزايمة ومنصور، 2011) بعنوان "التحليل المكاني لمراكز الدفاع المدني في مدينة اربد باستخدام نظم المعلومات الجغرافية" هدفت الى التحليل المكاني لمراكز الدفاع المدني وسهولة الوصول الى مواقع الحوادث بأقصر فترة زمنية ممكنة. ولتحقيق ذلك استخدمت تقنية نظم المعلومات الجغرافية اسلوبي تحليل الشبكات والتحليل المكاني لمعرفة مدى مناسبة مواقع المراكز ونطاق الخدمة الحالية ولتحديد المواقع المثلى لتلك المراكز وتعيين أقصر وأسرع الطرق للوصول لمواقع الحوادث. وتوصلت الدراسة الى نتائج من أهمها: وجود مناطق بالمدينة تقع خارج نطاق الخدمة خلال الفترة الزمنية والمقدرة (4) دقائق. وان موقع مركز دفاع مدني المدينة الصناعية الحالي غير مناسب. واقترحت الدراسة نقل موقع مركز دفاع مدني المدينة الصناعية الى موقع أفضل الى الشمال من الموقع الحالي. وكذلك اضافة مركزين جديدين لتغطية كافة احياء المدينة بطريقة أكثر عدلا، وتم تحديد أقصر طريق وأسرع طريق مقرونا بالزمن للوصول لموقع الحادث.

2.2.2 الدراسات الأجنبية

دراسة (Pandav et al., 2015) بعنوان "تطبيق تحليل التسلسل الهرمي عملية (AHP) في برنامج نظم المعلومات الجغرافية لاختيار موقع مناسب لمحطات الأطفاء: دراسة حالة

للعاصمة كاتماندو، نيبال "أشارت الدراسة إلى أن منطقة العاصمة كاتماندو عرضه لأنواع مختلفة من الحوادث منها حوادث الحريق التي تعدّ من أكثر الحوادث المتكررة في المدينة بسبب التوسع العمراني العشوائي، وقلة عدد مراكز الأطفاء وتجهيزاتها، وعدم كفاية الموارد البشرية المدربة، علاوة عن ضيق الشوارع وتكدس الأسر، وهدفت الدراسة إلى تحليل اختيار مواقع الأطفاء المناسبة في منطقة العاصمة باستخدام GIS وذلك بناء على اربعة عوامل كمعايير للاختيار، وهي: مسافة الطريق، والغطاء الأرضي، والمسافة من الأنهار، والكثافة السكانية، وأظهرت نتائج الدراسة أن (13%) من منطقة الدراسة مناسبة لمواقع محطات الأطفاء، يمكن استخدامها بدرجة عالية من الثقة لاستحداث محطات اطفاء جديدة في منطقة العاصمة.

دراسة (Polo et al., 2015) بعنوان "نماذج سهولة الوصول والموقع–التخصيص لتحسين التخطيط المكاني لخدمات الصحة العامة" وقد هدفت إلى بحث سبل تحسين التخطيط المكاني لخدمات الصحة العامة، بالتكامل مع نماذج سهولة الوصول والموقع–التخصيص المتاحة في أنظمة المعلومات الجغرافية، وقد جرى تطبيق نموذج الحد الأدنى لمقاومة الحركة، وقد أظهرت نتائج نموذج سهولة الوصول بأن المناطق الشمالية والوسطى والجنوبية غير مغطاة ببرنامج التعقيم، وأظهرت نتائج نموذج الحد الأقصى للتغطية ونموذج الحد الأدنى لمقاومة الحركة أنه يستلزم لتحسين سهولة الوصول المكانية إعادة توقيع مواقع التطعيم، ومن شان تنفيذ هذه الاستراتيجية المقترحة تحقيق منافع مباشرة عن طريق تحسين خدمات الرعاية الصحية واستخدام الموارد المالية والبشرية بكفاءة.

دراسة (Sisman and Yildrim, 2015) بعنوان "تحديد الموقع الأمثل لمواقع الطوارئ في المنطقة الحضرية" أشارت الدراسة إلى أهمية تحديد أفضل المواقع بالنسبة للخدمات العامة الضرورية للسكان في خطط تطوير الأراضي في تركيا والتي تشمل المناطق السكنية، والتجارية، والصناعية والبنى التحتية، مثل: الطرق، والحدائق، ومواقف السيارات، والمناطق الترفيهية، والمدارس، ومراكز الأطفاء والاسعاف وغيرها من مجالات الخدمة العامة. كما أشارت الدراسة إلى أن تحديد أفضل مكان لهذا النوع من الخدمات العامة يؤثر على أدائها. وقد هدفت إلى تقييم مواقع محطات الطوارئ الطبية ومراكز الاطفاء في مدينة سامسون في تركيا، ومدى كفائتها في تقديم الخدمات وفقا لموقع مكالمات الطوارئ ضمن زمن استجابة (8) دقائق والذي جرى تحديده وفقا للدراسات السابقة، بالإضافة إلى ذلك، تم تحديد اقتراح محطات جديدة ومواقع لها في المدينة باستخدام نظام المعلومات الجغرافية.

دراسة (Philippe et al., 2012) مواقع محطات الأطفاء في بلجيكا، بالتكامل مع منهجية نظم المعلومات الجغرافية" تناولت الدراسة امكانيات نظام دعم القرار المطور لبلجيكا بواسطة مجموعة من الجامعات وشركة خاصة، وقد بينت الدراسة ان النظام قد جرى تصميمه لإيجاد الحلول المثلى القائمة على ادخال عملية اتخاذ القرار بحيث تقود إلى تحقيق الفاعلية لمواقع محطات الأطفاء، واعادة توزيعها، وتتمثل اصالة هذا المشروع باحتوائه على اسلوب نماذج المخاطر المطوّر على المستوى الوطني، ويتضمن هذا التحليل استخدام GIS في عملية التقييم والتي تتضمن تمثيل دقيق للواقع المكاني الاقتصادي والبشري والمادي، واتباع اسلوب نماذج المخاطر ونموذج الموقع–التخصيص الأمثل وتحليل السيناريو.

دراسة (Demneh et al., 2011) بعنوان" نموذج الموقع–التخصيص لتقليل الخسائر في حالات الطوارئ واسعة النطاق" هدفت إلى فحص مواقع مرافق خدمات الطوارئ بالتركيز على الخسائر الناجمة عن تأخير تقديم الخدمة إلى السكان على ضوء المسافة بين موقع تقديم الخدمة وموقع الطلب، وقد تم صياغة النموذج الرياضي للمشكلة وتطبيقه لايجاد الوضع الأمثل لتوزيع تلك الخدمات.

مما سبق، يمكن القول أن زمن الاستجابة يعدّ عاملا هاما للحد من الأضرار في الممتلكات والخسائر في الأرواح، كما أن استخدام معيار زمن الاستجابة Response Time في القياس يميل إلى إعطاء نتائج أكثر دقة من استخدام مسافة الاستجابة Response Distance وذلك بسبب الاختناقات المرورية المحتملة أو أنماط حركة المرور المحلية. ولذلك، أوصت العديد من الدراسات السابقة باستخدام زمن الاستجابة لمراكز الدفاع المدني من أجل أداء أفضل لخدماتها (Schilling et al., 1980; Mirchandani and Reilly, 1987; Murray and Tong, 2009). ولهذه الأسباب، اعتمد زمن الاستجابة الموصى به من الجمعية الوطنية للحماية من الحرائق NFPA (4) دقائق كقياس مستخدم في هذا البحث.

3. منهجية الدارسة

3.1 منهج الدراسة

اعتمد البحث للإجابة عن الاسئلة المطروحة على أسلوب المنهج الوصفي التحليلي الذي يقوم على أساس دراسة الظاهرة كما هي على أرض الواقع، ومن ثم وصفها وصفاً دقيقاً ومعبراً كيفاً وكماً، فقد جرى دراسة المراكز العمرانية ومراكز الدفاع المدني في محافظة جرش من حيث توزيعها المكاني وانتشارها، وكذلك دراسة التوزيع السكاني.

كما تمّ استخدم منهج التحليل المكاني من أجل تقييم المواقع القائمة لمراكز الدفاع المدني ومدى تغطيتها للتجمعات السكانية في محافظة جرش، وتحديد المراكز العمرانية التي لا تشملها الخدمة ضمن زمن الاستجابة القياسي المحدد في هذا البحث (4) دقائق، وكذلك في تحديد المواقع المرشحة لتحسين الأداء الكلي لمراكز الدفاع المدني في المحافظة. وقد تم تطبيق نظم المعلومات الجغرافية لتحديد نطاق الخدمة لكل مركز، واقتراح توزيع أمثل لتلك المواقع بحيث يتم تغطية معظم المراكز العمرانية ضمن زمن الاستجابة المحدد، وقد حاول الباحث الاستفادة من إمكانيات GIS بالاعتماد على برنامج ArcGIS 9.2 الذي يعدّ من البرامج المهمة في تحليل الشبكات، حيث يشتمل على العديد من الأدوات المتعددة لأغراض التحليل المكاني، أهمها: نمذجة الموقع–التخصيص.

3.2 مصادر البيانات

جمعت البيانات التي استخدمت في هذا البحث من المديرية العامة للدفاع المدني، ودائرة الاحصاءات العامة، وقد استند هذا البحث على خريطة توزيع مراكز الدفاع المدني في محافظة جرش والمستمدة من المديرية العامة للدفاع المدني، وهي تظهر على شكل نقاط، حيث تمثل كل نقطة مركز دفاع مدني، وكذلك الخرائط التي تظهر الحدود الإدارية للمحافظة وشبكة الطرق والمراكز العمرانية (قرية او بلدة أو مدينة) وجميعها مستمدة من قسم أنظمة المعلومات الجغرافية في دائرة الإحصاءات العامة، وهي من نوع بيانات النقطة، بالاضافة إلى تجهيز خريطة التوزيع الجغرافي للمباني في المحافظة وذلك بالاعتماد على برنامج جوجل (Google Earth)، وهي من نوع بيانات النقطة، حيث تمثّل كل نقطة مبنى. ومما تجدر الاشارة إليه أنه تمّ تقدير بيانات عدد السكان للمراكز العمرانية في محافظة جرش لعام 2014 وذلك بالاعتماد على مصادر المعلومات المستمدة من بيانات التعداد العام للسكان والمساكن الذي جرى عام 2004 والتعداد العام للسكان والمساكن لعام 1994 والصادرة عن دائرة الإحصاءات العامة؛ وقد تمّ تقدير عدد السكان بالاعتماد على الطريقة الآسية كونها أكثر استخداما في التقديرات السكانية.

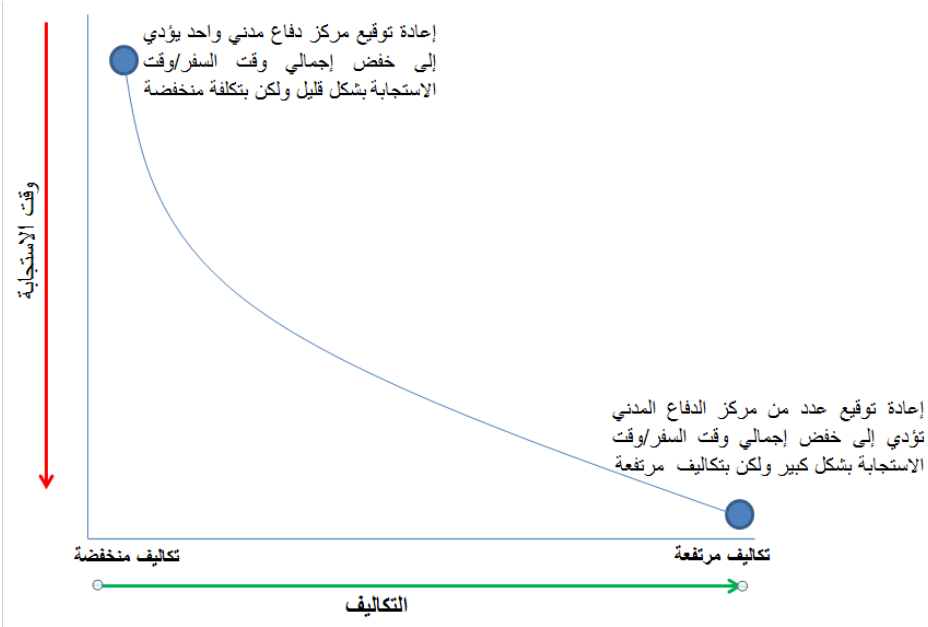
3.3 الافتراضات البحثية (Assumptions)

يفترض البحث أن جميع سكان المركز العمراني (قرية، او بلدة، أومدينة) يسكنون في نقطة واحدة هي المركز الهندسي لذلك المركز في محافظة جرش، كما يفترض البحث أن جميع مراكز الدفاع المدني تقدم نفس المستوى من الخدمات وبدون أي تكاليف، وبغض النظر عن موقعها، كما يفترض البحث أن حجم الطلب على استخدام مراكز الدفاع المدني يتناسب طرديا مع عدد سكان كل مركز عمراني، وعليه يفترض البحث انه في حال تمّ اقتراح مركز دفاع مدني جديد يكون موقعه المرشح على اساس التوزيع الجغرافي للسكان والكثافة السكانية، كذلك لايأخذ البحث بعين الاعتبار البيانات المالية التي يتطلبها نقل مركز دفاع مدني، إذ من المؤكد أنه يترتب على عملية النقل إنفاق المزيد من الأموال. والسؤال هو كيف يمكن أن تكون عملية الانتقال الى مكان جديد فعّالة قبل أن تبدأ العوائد المرتبطة بها بالانخفاض؟ الرسم البياني (2) التالي يوضح عملية الانتقال الى مكان جديد قبل حدوث تناقص التكاليف، وبناء على اساليب التحليل والملاحظات عن مواقع مراكز الدفاع المدني المستقبلية، يتوجب على المسؤولين ومخططي المدن العمل معا لتنفيذ خطط نقل مراكز الدفاع المدني (Badri et al., 1998).

3.4 أساليب التحليل

يتكامل هذا البحث مع تقنية نظم المعلومات الجغرافية وطرق تحليل الجغرافيا المكانية على أساس تطبيق تحليل الشبكات (Network Analysis) باستعمال نماذج الموقع–التخصيص (Location-Allocation Modeling) المتاحة ضمن برنامج ArcMap 10.1 في بيئة نظم المعلومات الجغرافية ArcGIS؛ لتحديد المراكز العمرانية غير المشمولة بخدمات مراكز الدفاع المدني في المحافظة. بمعنى آخر، تحديد أي

التجمعات من المحافظة قد تكون بعيدة عن نطاق الخدمة، كما تمّ تطبيق نموذج الموقع–التخصيص لإيجاد أقل عدد من المرافق التي يمكنها تغطية جميع أو معظم مواقع الطلب (التي تمثل السكان) وكذلك العثور على أفضل المواقع لإنشاء (أو نقل) مراكز الدفاع المدني الجديدة. وبعبارة أخرى، يتم استخدام نمذجة الموقع–التخصيص في هذا البحث كأسلوب لتحقيق الاستفادة المثلى لمواقع الدفاع المدني، ثمّ طبقت نماذج الموقع–التخصيص لتحديد العدد المطلوب من مراكز الدفاع المدني وحيث ينبغي أن توقّع لتغطية جميع السكان في وقت الاستجابة القياسي (4) دقائق.



الشكل (2)
إعادة توقيع مراكز الدفاع المدني وعلاقتها بالكلف ووقت الاستجابة

ومن أجل تحديد وتقييم ومقارنة تغطية مراكز الدفاع المدني القائمة في محافظة جرش، طبّق هذا البحث ثلاثة أنواع من مسائل الموقع–التخصيص المتوفرة في برنامج ArcMap وأدوات محلل الشبكات، وهي:

1) الحد الإدنى للمسار الأقصر (الوقت، المسافة) بين نقطة الطلب وموقع المرفق Minimize Impedance
2) الحد الأقصى للتغطية Maximize Coverage
3) الحد الإدنى للمرافق Minimize Facilities

بالإضافة إلى ذلك، طبّق البحث أيضا معامل الارتباط الذاتي المكاني (معامل موران) Spatial Autocorrelation Coefficient (Moran's Index)، لقياس ودراسة التوزيع المكاني للمباني غير المغطاة من أجل معرفة ما إذا كان يوجد نمط جغرافي لتوزيعها، وجرى احتساب معامل موران للمباني التي تمّ تحديدها والتي تنقصها خدمات الدفاع المدني؛ لإظهار مستوى التكتل (التعنقد)، حيث تشير القيم الإيجابية إلى التكتل (تجمع القيم المتماثلة) بينما القيم السلبية تشير إلى أنماط مشتتة أو موزعة (تجميع القيم المتباينة)، كما تمّ استخدام معدل صلة الجار الأقرب Average Nearest Neighbor؛ للكشف عن نمط انتشار المباني غير المغطاة في محافظة جرش، وتتراوح قيمة الدليل بين صفر وقيمة مقدارها (2.15)، فإذا كانت قيمة الدليل صفر يظهر نمط التكتل المكاني (غير منتظم)، وإذا كانت قيمة الدليل تساوي واحد صحيح يظهر نمط التوزيع العشوائي، أما

إذا كانت قيمة الدليل (2.15) يكون الاتجاه نمط الانتشار المكاني (توزيع منتظم).

3.5 إجراءات إعداد البيانات

تطلب القيام بإجراء تحليل الموقع–التخصيص لمراكز الدفاع المدني في محافظة جرش من خلال محلل الشبكات في بيئة نظم المعلومات الجغرافية البيانات التالية:

- توزيع مراكز الدفاع المدني في محافظة جرش.
- التوزيع السكاني للمحافظة.
- المباني السكنية.
- شبكة الطرق.

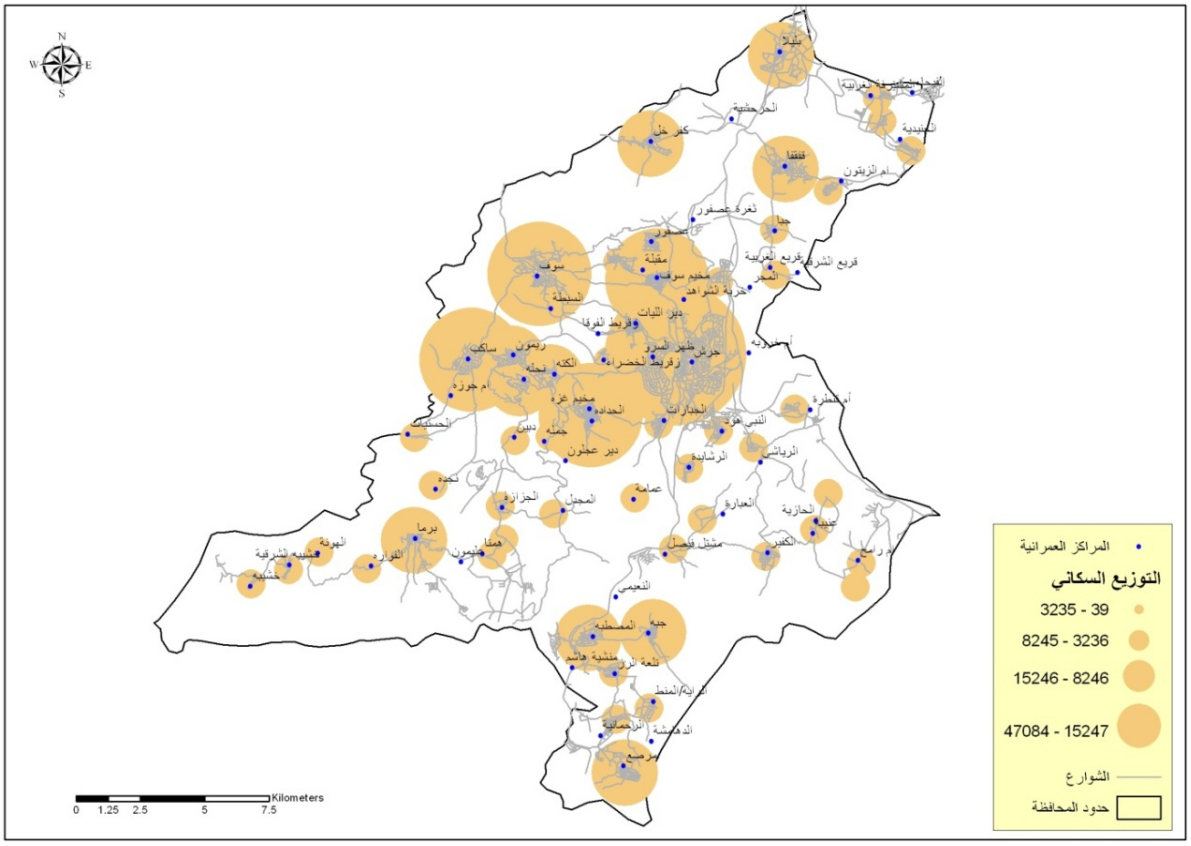
وللقيام باجراء تحليل الموقع–التخصيص في محلل الشبكات في ArcMap 10.1 لابدّ من تجهيز الخرائط الآتية:

1) خريطة اساس للمحافظة، وقد تم الحصول عليها من دائرة الاحصاءات العامة بنظام احداثيات مسقط Palestine_1923_Palestine_Grid تظهر عليها:

أ- طبقة المراكز العمرانية على شكل نقاط (Points) موزّعة حسب الحجم السكاني طبقا لعام 2014.

ب- طبقة الشوارع على شكل خط (Polyline).

والشكل رقم (3) يبين الموقع الجغرافي للمحافظة وطبقة المراكز العمرانية والشوارع.



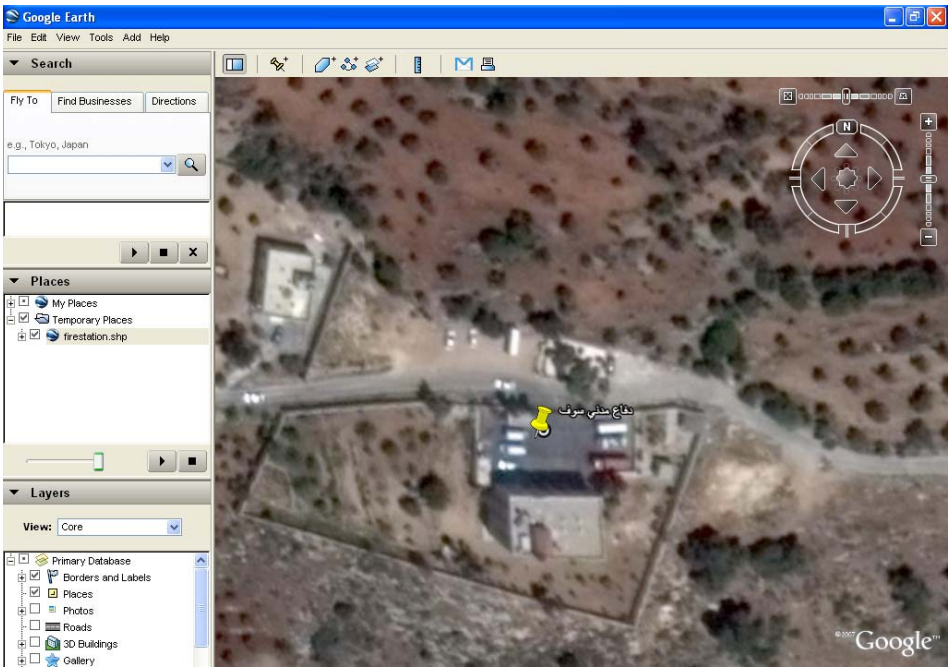
الشكل (3)

الحدود الادارية لمحافظة جرش ومراكز الثقل السكاني وشبكة الطرق

ج- طبقة المباني على شكل نقاط (Points)، وقد تم إعدادها من قبل الباحث بالاعتماد على برنامج Google Earth، وذلك على النحو الاتي:

- تنزيل المباني على شكل نقاط على برنامج Google Earth وحفظها في ملف امتداده KML بنظام احداثيات GWS 1984، وقد بلغ عدد نقاط المباني المنزله (27495) مبنى، ومما تجدر الإشارة إليه أن عدد المباني في المحافظة بلغ عام 2004 حسب التعداد العام (24068) مبنى (دائرة الاحصاءات العامة، 2004).
- تحويل البيانات (طبقة المباني) من ملف امتداده KML الى ملف من نوع (Shapfile) امتداده SHP.
- تحويل نظام الاحداثيات لطبقة المباني من نظام GWS 1984 إلى نظام احداثيات Palestine_1923_ Palestine_Grid عن طريق استخدام صندوق الأدوات ArcTool Box الملحق ببرنامج ArcMap.

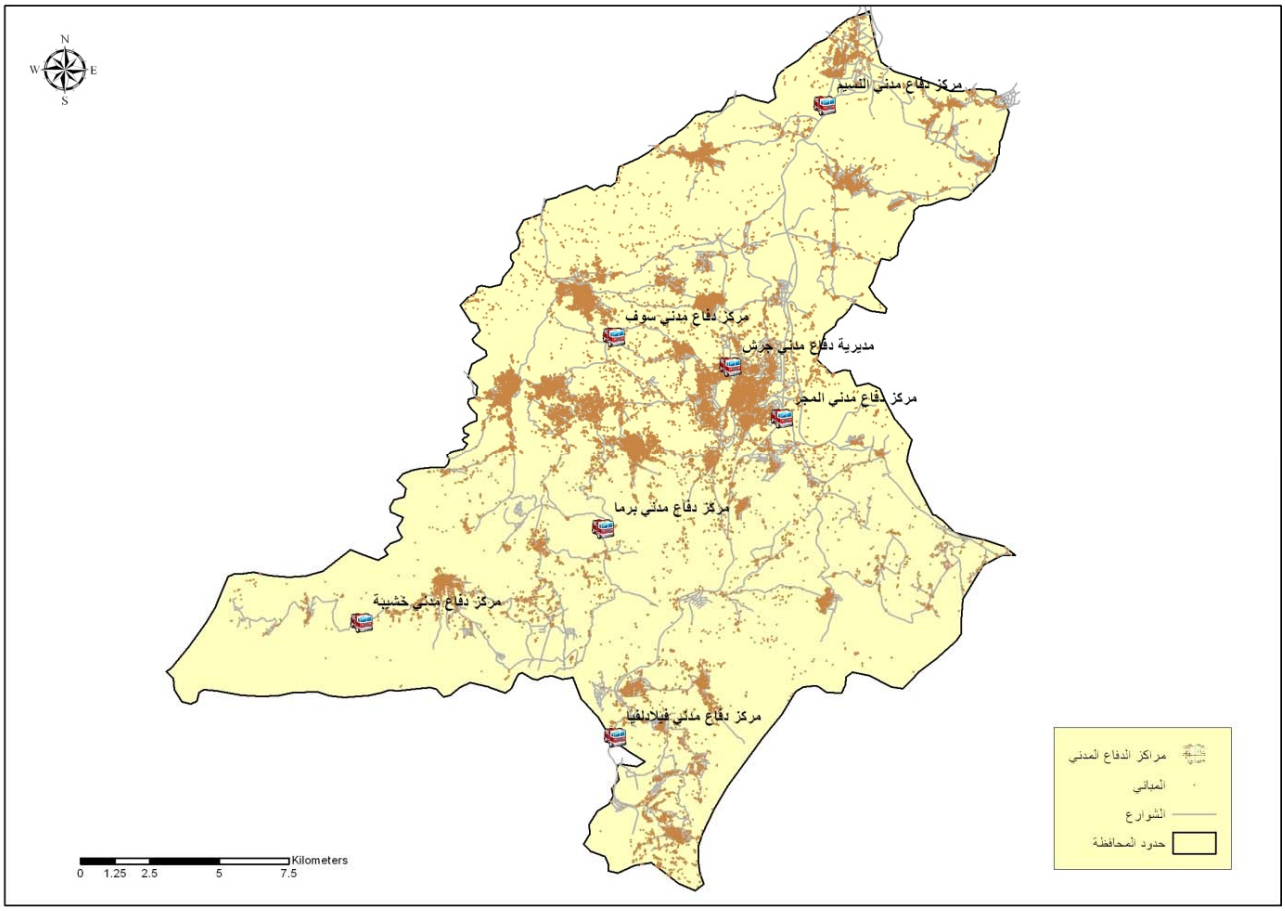
د- خريطة لمواقع مراكز الدفاع المدني تمّ الحصول عليها من المديرية العامة للدفاع المدني بدون نظام احداثيات، وقد تمّ إنشاء ملف (Shapfile) من نوع نقطة لتلك المراكز وتعريف لها نفس نظام الاحداثي المسقط من خلال صندوق الأدوات ArcTool Box الملحق ببرنامج ArcMap (ملاحظة: لغايات الدقة تمّ تحويل ملف (Shapfile) الخاص بمراكز الدفاع المدني والمسقط بنظام احداثيات Palestine_1923_ Palestine_Grid إلى نظام الاحداثي الجغرافي GWS 1984 وتحويل الملف من امتداد (Shp to Kml) وهذا الأخير (kml) هو امتداد برنامج جوجل ايرث، حيث تمّ تصدير نقاط مراكز الدفاع المدني الى برنامج جوجل ايرث، وقد كانت جميعها مطابقة لموقعها على أرض الواقع. فعلى سبيل المثال، يبين الشكل التالي (4) بوضوح موقع مركز دفاع مدني سوف على برنامج جوجل ايرث.



الشكل (4)

الموقع الجغرافي لمركز دفاع مدني سوف كما يظهر على برنامج جوجل ايرث

والشكل رقم (5) يبين التوزيع الجغرافي لطبقة المباني ومراكز الدفاع المدني

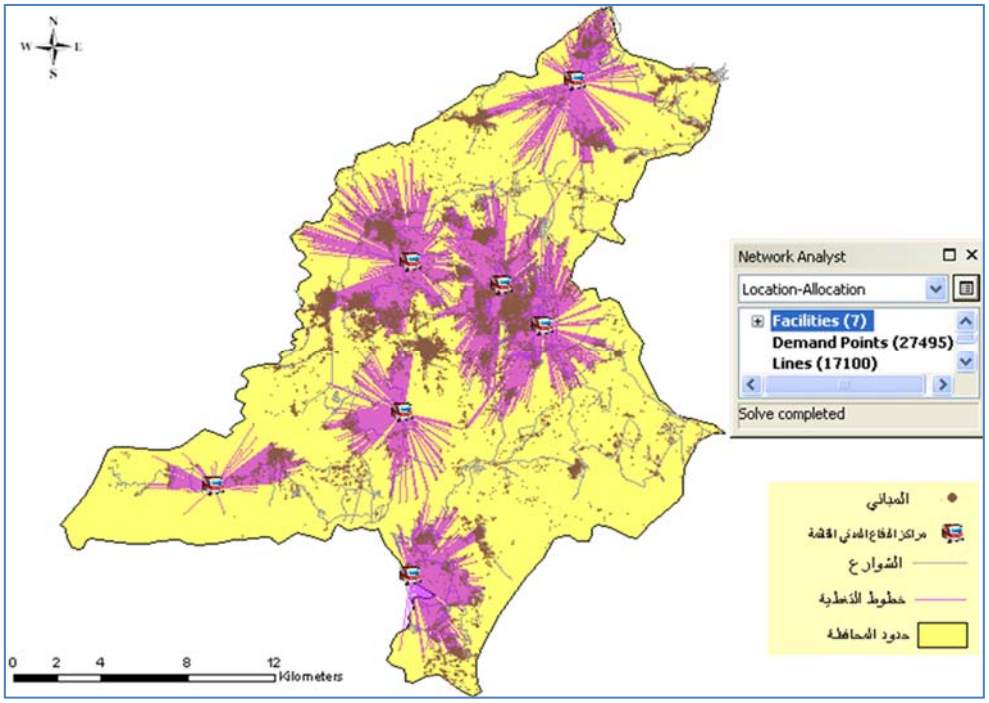


الشكل (5)
طبقة المباني ومراكز الدفاع المدني في محافظة جرش

2) التأكد من أن إمتداد محلل الشبكات Network Analyst Extension متاح وأن شريط الأدوات الخاص به فعّال.
3) بناء بيانات الشبكة Network Datasets (تحتوي على جداول بيانات (Data Table) وكذلك علاقات (Data Relation) يمكن إنشاؤها بين الجداول)، وهي أساسا ملف خط منتصف الشارع Street Centerline والذي يشتمل على بيانات، مثل: المسافة المقطوعة بالدقائق، واطوال الشوارع بالمتر، والاتجاه.
4) إنشاء نموذج موقع وتخصيص جديد بعد ان تمّ بناء بيانات الشبكة.
5) ادراج طبقة مراكز الدفاع المدني وطبقة المباني في نموذج الموقع–التخصيص الذي تمّ إنشاؤه.
6) تحديد نوع المسألة المطلوب حلها من خلال هذا التحليل، حيث يتوفر في البرنامج سبعة أنواع كما أسلفنا تعالج مسائل مختلفة.
7) إجراء التحليل بالنسبة للحالة الراهنة لمراكز الدفاع المدني بالنسبة لتغطية موقع الطلب حسب معيار الزمن (4) دقائق.
8) إعادة التخصيص أو اقتراح مواقع جديدة لتحقيق أقصى تغطية لمواقع الطلب.

4. النتائج

بدأ البحث بتقييم الوضع الراهن بإجراء تحليل الموقع–التخصيص المثالي لمواقع مراكز الدفاع المدني ومدى كفائتها في تغطية نقاط الطلب (السكان) في محافظة جرش ضمن زمن الاستجابة (4) دقائق المحدد في البحث، وضمن خصائص محلل الشبكات في برنامج ArcMap تمّ اختيار منهج الحد الأقصى للتغطية وتحديد الحد الفاصل (4) دقائق للتحقق من أن مراكز الدفاع المدني سوف تكون موقعّة على النحو الأمثل بهدف تحقيق أقصى تغطية ضمن زمن الاستجابة (4) دقائق[2]. ويبين الشكل (6) التالي نتائج تحليل الموقع–التخصيص لتقييم الوضع الراهن لمراكز الدفاع المدني.



المصدر: مخرجات نتائج نموذج الموقع–التخصيص (مسألة الحد الأقصى للتغطية) في تحليل الشبكات في برنامج ArcMap

الشكل (6)

مخرجات نتائج تطبيق نموذج الحد الأقصى للتغطية لتحديد مدى تغطية مراكز الدفاع المدني لنقاط الطلب (السكان) في محافظة جرش ضمن مدى استجابة لا يتجاوز (4) دقائق

يظهر بعد تطبيق نموذج الموقع–التخصيص أن (10365) مبنى والتي تمثّل (37,8%) من إجمالي عدد المباني هي خارج نطاق التغطية أو المعيار المحدد (4 دقائق)، والشكل (7) يبين توزيع طبقة المباني غير مشمولة بنطاق الخدمة، فقد أظهرت النتائج بوضوح أن بعض التجمعات ذات الكثافة السكانية العالية ينقصها التغطية الجيدة من الخدمات المقدمة من مراكز الدفاع المدني القائمة ضمن الحد الفاصل لتقديم الخدمة (4) دقائق، ويقع معظم هذه التجمعات في غرب المحافظة في منطقة بلدية

(2) مما تجدر الإشارة إليه انه جرى التحقق من مراكز الدفاع المدني في المحافظات المجاورة والتي يمكن أن تقع ضمن زمن الاستجابة (4) دقائق المحدد في البحث، وقد تبين عدم وجود أية مركز يقع ضمن المعيار المحدد، وقد كان أقرب مركز دفاع مدني مجاور هو مركز دفاع مدني صخرة في محافظة عجلون والقريب من تجمع كفرخل حيث يستغرق زمن استجابة يلامس (5) دقائق.

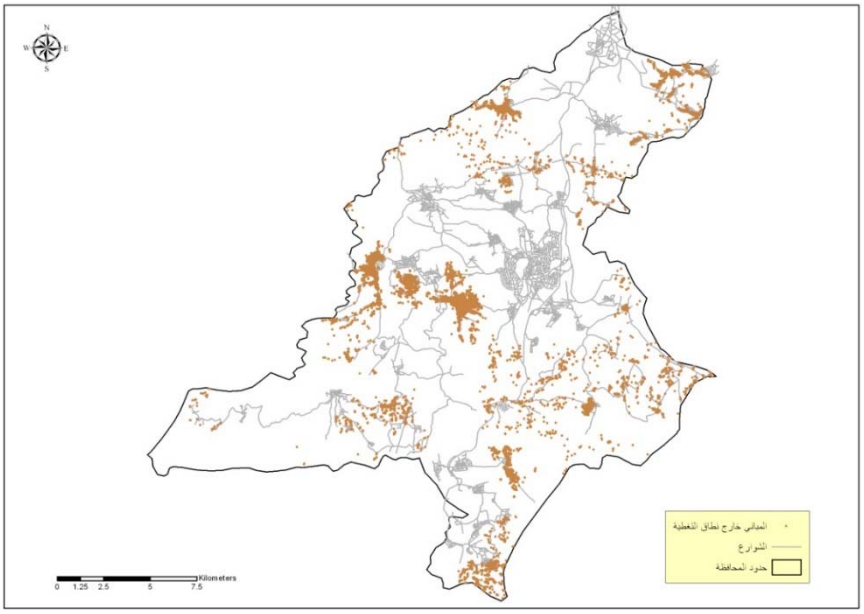
المعراض، لاسيما التجمعات السكانية، مثل: ساكب وريمون والكتة ونحلة ومخيم غزة، وتظهر النتائج أيضا أن هناك بعض التجمعات غير المغطاة، مثل: كفرخل والمشيرفة في الجانب الشمالي (منطقة بلدية النسيم)، والكفير في الجانب الشرقي، ومرصع وجبة في الجانب الجنوبي من المحافظة، وتشكل هذه التجمعات (33%) من جملة سكان المحافظة المقدر عام 2015 والبالغ حوالي (208,3) ألف نسمة. ومن جهة أخرى يبين الشكل(6) التجمعات ذات الكثافة السكانية العالية والمغطاة بخدمات مراكز الدفاع المدني ضمن المعيار المحدد، لاسيما، مدينة جرش الكبرى، ومخيم سوف، ودير الليات، والجبارات، والرشايدة، وتقع في وسط المحافظة، وكذلك مدينة سوف ومقبلة في الجانب الغربي، وبليلا وقفقفا في الجانب الشمالي والمصطبة وتلعة الرز في الجانب الجنوبي، وبرما وعليمون وخشيبة في الجانب الجنوبي الغربي من المحافظة، ويلخص الجدول التالي(1) مخرجات نموذج الموقع–التخصيص لتقييم المباني المشمولة بالتغطية وغير المغطاة بخدمات مراكز الدفاع المدني.

جدول (1)

مخرجات نموذج الموقع–التخصيص للمباني المشمولة بالتغطية وغير المغطاة بمراكز الدفاع المدني ضمن معيار (4) دقائق في محافظة جرش

	المغطاة بالخدمة	غير المغطاة بالخدمة	المجموع
المباني	17100	10395	27495
النسبة المئوية	%62.2	%37.8	%100

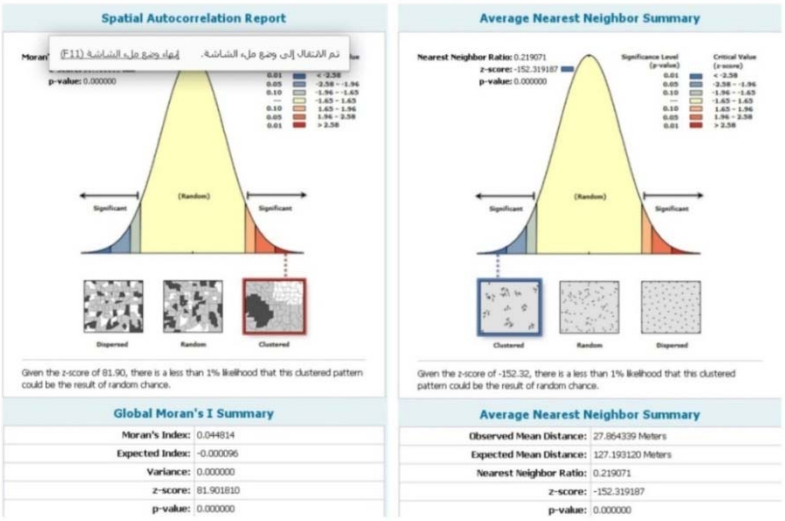
المصدر: مخرجات نتائج نموذج الموقع–التخصيص في تحليل الشبكات في برنامج ArcMap



الشكل (7)

طبقة المباني التي لاتشملها تغطية بخدمات مراكز الدفاع المدني في محافظة جرش ضمن زمن الاستجابة (4) دقائق

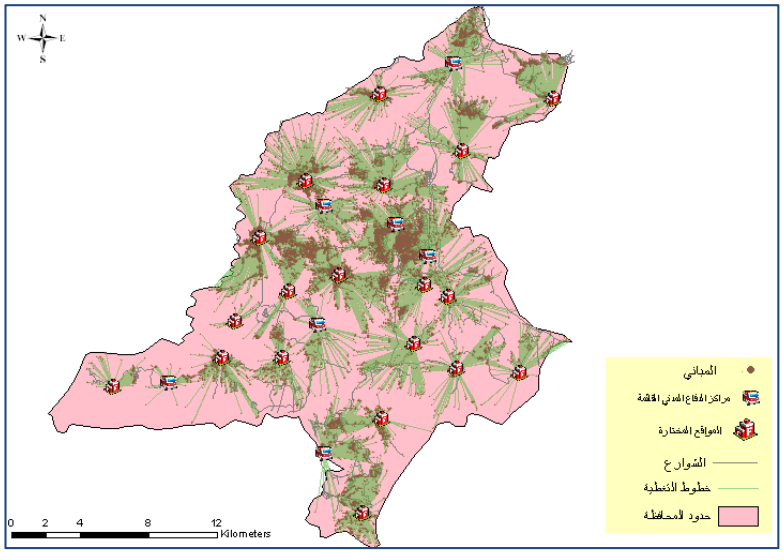
وقد أظهرت نتائج مؤشر تحليل صلة الجوار طبقا لمخرجات GIS أن نمط التوزيع الجغرافي للمباني غير المغطاة بالخدمة هو نمط التكتل المكاني، كما أشارت أيضا نتائج مؤشر موران إلى نمط التكتل، وكما هو مبين في الشكل (8) التالي:



الشكل (8)

نمط التوزيع المكاني للمباني طبقا لمعدل الجار الأقرب ومعامل الارتباط الذاتي المكاني (موران I)

ولتحديد أقل عدد من مراكز الدفاع المدني المطلوب لتغطية جميع نقاط الطلب (المباني) في محافظة جرش، فقد تمّ اعتماد مواقع المراكز العمرانية في محافظة جرش كمواقع مرشحة (Candidate) باعتبار أن جميع سكان المركز العمراني (قرية، او بلدة، أومدينة) يسكنون في نقطة واحدة هي المركز الهندسي لذلك المركز، ثم جرى تطبيق نموذج الحد الأدنى للمرافق Minimize Facilities، كما هو مبين في الشكل (9) الآتي:



المصدر: مخرجات نتائج الحد الأدنى للمرافق Minimize Facilities في تحليل الشبكات في برنامج ArcMap

الشكل (9)

نتائج تطبيق نموذج الحد الأدنى للمرافق Minimize Facilities

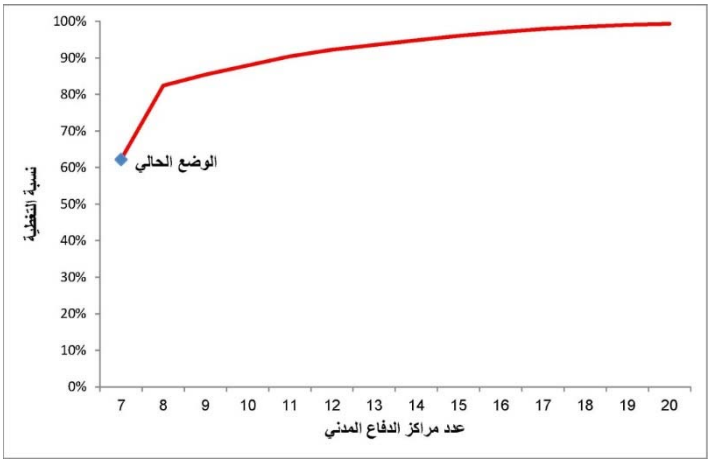
يظهر من الشكل (9) انه من خلال تطبيق هذا النموذج على المراكز العمرانية على مستوى المحافظة، يلزم استحداث (13) مركزا أخرى جديدة لتحقيق الحد الأقصى للتغطية لمعظم المباني المنتشرة في أنحاء محافظة جرش بخدمات مراكز الدفاع المدني ضمن معيار (4) دقائق، مشيرا إلى عدم وجود أي تغطية إضافية يمكن أن تتحقق مع إضافة أي مركز بعد هذا العدد، ويبين الجدول (2) والشكل (10) التاليين عدد مراكز الدفاع المدني المستحدثة وما يقابلها من عدد المباني المغطاة بالخدمة.

جدول (2)

عدد مراكز الدفاع المدني وما يقابله من عدد المباني المغطاة بخدمات الدفاع المدني

عدد مراكز الدفاع المدني	عدد المباني المغطاة بالخدمة	النسبة المئوية
7 (قائمة)	17100	62.2%
8	22657	82.4%
9	23488	85.4%
10	24180	87.9%
11	24848	90.4%
12	25344	92.2%
13	25712	93.5%
14	26063	94.8%
15	26388	96.0%
16	26663	97.0%
17	26904	97.9%
18	27078	98.5%
19	27210	99.0%
20	27306	99.3%

المصدر: مخرجات نتائج نموذج الحد الأدنى للمرافق Minimize Facilities في تحليل الشبكات في برنامج ArcMap

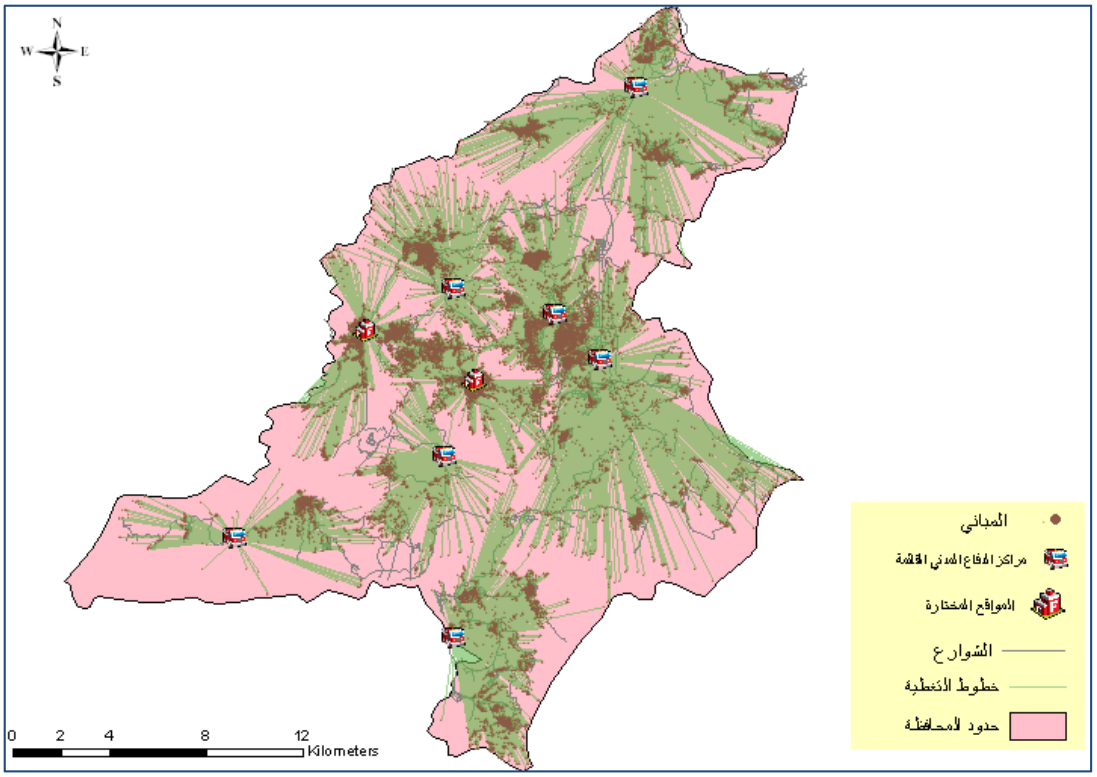


المصدر: مخرجات نتائج نموذج الحد الأدنى للمرافق Minimize Facilities في تحليل الشبكات في برنامج ArcMap

الشكل (10)

عدد مراكز الدفاع المدني وما يقابلها من نسبة التغطية

ومن النتائج التي نوقشت أعلاه، فمن الواضح أنه يلزم للوصول بنا لتحقيق التغطية القصوى استحداث (13) مركزا جديدا، ولكن في ظل المخصصات المالية المحدودة للمديرية العامة للدفاع المدني فإنه يصعب تحقيق ذلك، وعليه فإنه يلزم للوصول بنا على الأقل لتحقيق معظم التغطية استحداث مركزين للدفاع المدني، ولتحديد أي المواقع الجديدة المرشحة (Candidate) التي تحقق الحد الأدنى لمتوسط وقت السفر– على اساس عدد السكان كوزن– فقد جرى تطبيق نموذج الحد الأدنى للمسار الأقصر (الوقت في هذه الحالة) للانتقال بين مواقع مراكز الدفاع المدني ومواقع المباني Minimize Impedance، مع الأخذ بالاعتبار إلى أنه لم يتم تحديد حد فاصل كمعيار (علما أن وضع حد فاصل يعطي نفس نتائج نموذج الحد الأقصى للتغطية)، ويبين الشكل التالي (11) نتائج تطبيق نموذج الحد الأدنى للمسار الأقصر (الوقت بالدقائق في هذه الحالة) للانتقال بين مواقع مراكز الدفاع المدني ومواقع المباني.

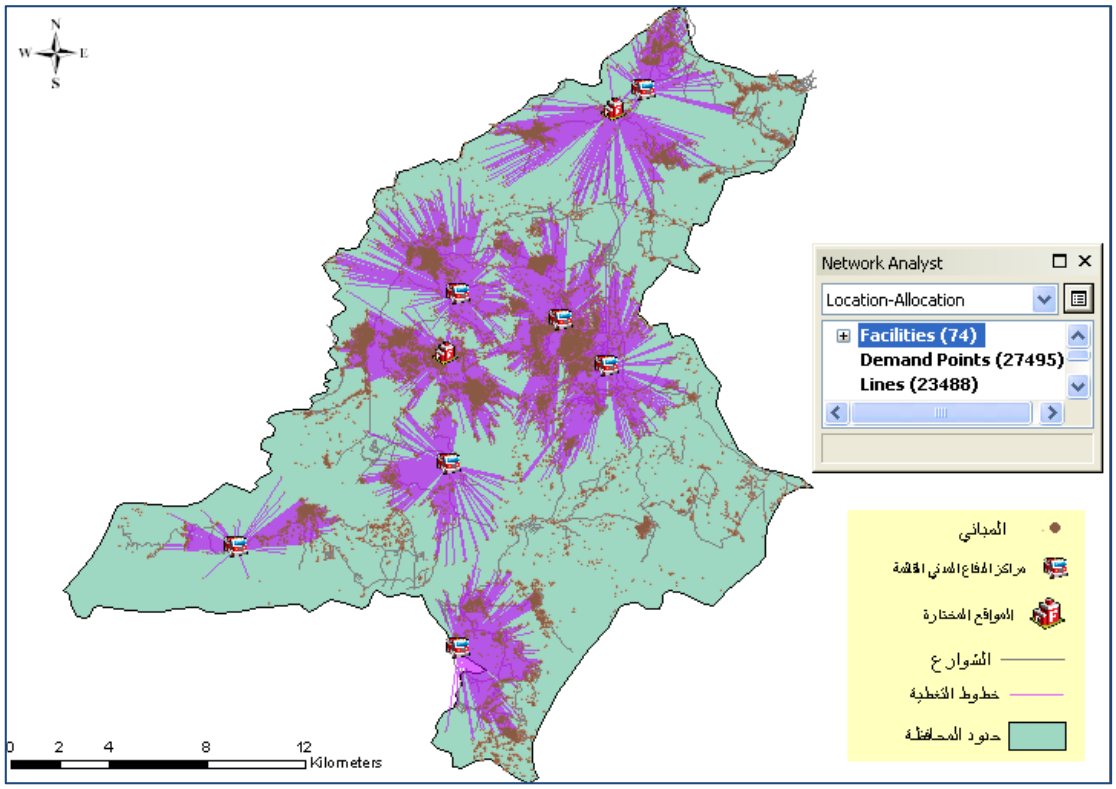


المصدر: مخرجات نتائج الحد الأدنى للمسار الأقصر Minimize Impedance في تحليل الشبكات في برنامج ArcMap

الشكل (11)
نتائج تطبيق نموذج الحد الأدنى للمسار الأقصر (الوقت بالدقائق) Minimize Impedance لتحديد المواقع المرشحة ضمن مدى استجابة لايتجاوز (4) دقائق

يظهر من الشكل الموقعين المرشحين لمراكز الدفاع المدني والتي تحقق أقل متوسط وقت سفر، وهي تقع في الجانب الغربي من المحافظة إحداها في ساكب والأخر في مخيم غزة، غير أن هذا النموذج يشكّل جانبا من الحل ولكن لايعالج المشكلة الحقيقية، وهي تحقيق أقصى قدر من التغطية ضمن زمن الاستجابة المحدد (4) دقائق؛ لذا جرى تطبيق نموذج الحد

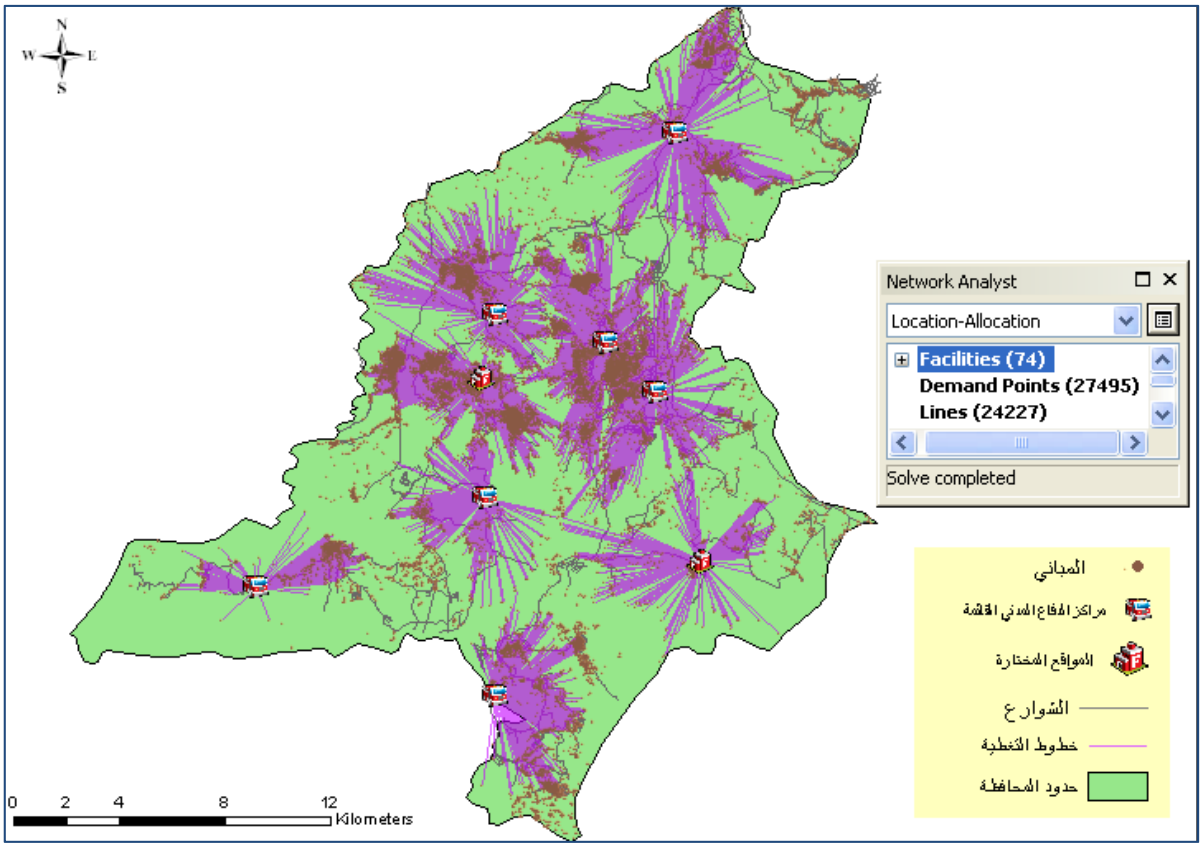
الأقصى للتغطية Maximize Coverage، ويبين الشكل (12) نتائج تطبيق مسألة الحد الأقصى للتغطية ضمن زمن الاستجابة المحدد (4) دقائق.



المصدر: مخرجات نتائج الحد الأقصى للتغطية Maximize Coverage في تحليل الشبكات في برنامج ArcMap

الشكل (12)
نتائج تطبيق نموذج تحقيق الحد الأقصى للتغطية Maximize Coverage
لتحديد المواقع المرشحة ضمن مدى استجابة لا يتجاوز (4) دقائق

أظهرت نتائج تطبيق النموذج مواقع مختلفة مقارنة بمسألة الحد الأدنى للمسار الأقصر، فقد تمّ تحديد الموقعين المرشحين لمراكز الدفاع المدني (على اساس عدد السكان كوزن) والتي تحقق أقصى قدر من التغطية، حيث يقع أحدها في الجانب الغربي من المحافظة في منطقة بلدية المعراض (تجمع الكتة) والأخر في شمال المحافظة في منطقة بلدية النسيم (قرية الحرحشية) بالقرب من مركز الدفاع المدني القائم (مركز دفاع مدني النسيم)، كما أظهرت نتائج تطبيق هذا النموذج إن عدد المباني المغطاة بلغ (23488) مبنى بنسبة (85%) من إجمالي المباني. ولأن موقع مركز الدفاع المدني المرشح يقع بالقرب من مركز الدفاع المدني القائم (مركز دفاع مدني النسيم) يقترح نقل مركز الدفاع المدني القائم إلى الموقع المرشح بحيث يتوسط المسافة بين ثلاثة تجمعات، وهي: بليلا وكفرخل وقفقفا، وعند إعادة تطبيق نموذج الحد الأقصى للتغطية بعد إجراء التعديل ظهرت النتائج على النحو الآتي كما في الشكل (13).



المصدر: مخرجات نتائج الحد الأقصى للتغطية Maximize Coverage في تحليل الشبكات في برنامج ArcMap

الشكل (13)
نتائج تطبيق نموذج الحد الأقصى للتغطية Maximize Coverage بعد اجراء نقل مركز دفاع مدني النسيم إلى الموقع المرشح

يظهر من نتائج تطبيق نموذج الحد الأقصى ضمن حد فاصل (4) دقائق بعد نقل مركز دفاع مدني النسيم إلى الموقع المرشح ارتفاع عدد المباني المغطاة لتصل إلى حوالي (24227) مبنى بنسبة (88%)، كما تمّ ترشيح موقعين لمراكز الدفاع المدني والتي تحقق أقصى قدر من التغطية، حيث يقع إحداها في غرب المحافظة ضمن قرى بلدية المعراض، والأخر في منطقة الكفير في شرق المحافظة.

5. الخاتمة

لقد تم التعرف من خلال هذه الدراسة على الواقع التخطيطي لخدمات الدفاع المدني في محافظة جرش باستخدام أدوات التحليل الشبكي المتوفرة داخل بيئة برمجيات نظم المعلومات الجغرافية، وتم كذلك وضع بعض الاقتراحات المناسبة لحل المشاكل الموجودة الناجمة عن الواقع التخطيطي في منطقة الدراسة.

النموذج الأول المطبّق في التحليل هو الحد الأقصى للتغطية، بهدف تقييم مدى تغطية مراكز الدفاع المدني لنقاط الطلب (السكان) ضمن زمن استجابة (4) دقائق، ومن خلال تطبيق هذا النموذج على البيانات على مستوى المحافظة، أظهر التحليل أن مراكز الدفاع المدني الموجودة تغطي بخدماتها

(62%) من المباني في المحافظة من أصل (27495) مبنى، كما أظهرت النتائج أيضا أن (38%) من المباني بدون أي تغطية.

ومن خلال تطبيق نموذج (الحد الأدنى للمرافق) تبين أنه يلزم استحداث (13) مركزا جديدا للدفاع المدني؛ لتغطية جميع أو معظم المباني في المحافظة ضمن زمن استجابة (4) دقائق، كما اظهرت النتائج أنه يلزم للوصول بنا إلى تغطية معظم المباني –في ظل الموارد المالية المتاحة– استحداث مركزين جديدين.

وظهر من خلال تطبيق نموذج (الحد الأدنى للمسار الأقصر (الوقت، المسافة)) مع الاشارة إلى عدم وضع معيار حد فاصل للخدمة في هذا النموذج، ترشيح موقعين في الجانب الغربي من المحافظة، بينما أظهر تطبيق نموذج (الحد الأقصى للتغطية) موقعين مختلفين إحداها في الجانب الغربي في منطقة بلدية المعراض(ساكب، ريمون، الكتة، نحلة)، والأخر في الجهة الشمالية من المحافظة في منطقة بلدية النسيم (بليلا، كفرخل، قفقفا، المشيرفات) وذلك بالقرب من موقع مركز الدفاع المدني القائم هناك، كما أشارت النتائج إلى أن نسبة المباني التي تشملها التغطية من خلال هذه النماذج (85%) وهي مماثلة لبعضها، ونظرا لقرب الموقع المرشح من موقع مركز دفاع مدني النسيم يقترح نقل المركز القائم إلى الموقع المرشح.

وقد أظهرت نتائج تطبيق النموذج (الحد الأقصى للتغطية) بعد إجراء التعديل ارتفاع نسبة التغطية إلى (88%) وترشيح موقعين إحداها في الجهة الغربية من المحافظة في منطقة بلدية المعراض والأخر في الجهة الشرقية من المحافظة في منطقة الكفير.

وأخيراً توصي الدراسة بناء على تحليل ومناقشة النتائج بضرورة نقل مركز دفاع مدني النسيم إلى الموقع المرشح من قبل نموذج الموقع–التخصيص، واستحداث مركزين جديدين ضمن الخطط المستقبلية للمديرية العامة للدفاع المدني في منطقة بلدية المعراض في غرب المحافظة وأخر في الجهة الشرقية في منطقة الكفير. وعلاوة على ذلك، يوصي البحث بتبني التحليل المكاني وامكانية الاستفادة من برنامج GIS، 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، وبخاصة في بلد كالأردن؛ لتقييم المواقع الراهنة لمراكز الدفاع المدني وكذلك مختلف الخدمات العامة ووضع حلول ومقترحات من أجل تحسين ورفع كفاءة ادائها الكلي.

المصادر والمراجع

المراجع العربية

دائرة الإحصاءات العامة، 2004، **التعداد العام للسكان والمساكن لعام 2004**، عمان، الأردن.

دائرة الإحصاءات العامة، 2015، **تقديرات السكان لعام 2000–2015**، استرجاع بتاريخ 27 كانون ثاني، من الموقع :http //www.dos.gov.jo/sdb/sdb_pop/sdb_pop_a/index_o.htm

السعيدي، علي، والحسيني حسن، 2013، استخدام نظم المعلومات الجغرافية في تحديد كفاءة التوزيع المكاني للخدمات التعليمية في مدينة الناصرية، "**مجلة المخطط والتنمية**"، 1 (27)، 225–241.

المديرية العامة للدفاع المدني، 2014 أ، **التقرير السنوي لعام 2014**، إدارة الدراسات والابحاث والتطوير، عمان، الأردن.

المديرية العامة للدفاع المدني، 2014 ب، **التقرير الإحصائي السنوي للحوادث لعام 2014**، إدارة العمليات، العدد العشرون، عمان، الأردن.

هزايمة، خالد، ومنصور حسين، 2011، التحليل المكاني لمراكز الدفاع المدني في مدينة اربد باستخدام نظم المعلومات الجغرافية، "**مجلة أبحاث اليرموك سلسلة العلوم الإنسانية والاجتماعية**"، جامعة اليرموك، 27 (1–أ).

المراجع الأجنبية

Algharib, S.M. 2011. ***Distance and Coverage: An Assessment of Location-Allocation Models for Fire Stations in Kuwait City***, Kuwait, Thesis of Doctor unpublish, Kent State University, 36-38.

Badri, M.A., Mortagy, A.K., and Alsayed, C.A. 1998. Theory and Methodology: A Multi-Objective Model For Locating Fire Stations, ***"European Journal of Operational Research"***, 110: 243-260.

Church Richard, ReVelle Charles. 1974. The Maximal Covering Location Problem, ***"Papers of the Regional Science Association"***, 32 (1): 101.

Demneh Abdollahi; Seyedeh Maryam; Ghandehari, Mahsa; Ketabi, Saeedeh. 2011. A Location-Allocation Model for Loss Minimization in Large-Scale Emergency Situation, "***Interdisciplinary Journal of Contemporary Research in Business***"; 3 (8): 954.

ESRI. 2015. ***Location-Allocation Analysis, Retreived Desmper 2015***, from http://desktop.arcgis.com/en/desktop/latest/guide-books/extensions/network-analyst/location-allocation.htm

Meyer, Eric. 2011. ***Performing Location Allocation Measures with A Gis for Fire Stations in Toledo***, Ohio" .Theses and Dissertations, The University of Toledo, P15: paper 644.

Mirchandani, P. and Reilly, J. 1987. ***Spatial Distribution Design for Fire Fighting Units. in Ghosh***, A. and Rushton, G. Spatial Analysis and location-Allocation Models. New York: Van Nostrand Reinhold Company Inc.

Murray, A. and Tong, D. 2009. GIS and Spatial analysis in the Media. "***Applied Geography***", 29: 250-259.

Nguyen Ngoc-Hien Thi. 2015. ***Quantitative Analysis of Ambulance Location-Allocation and Ambulance State Prediction***, thesis of doctorate unpublished, Department of Science and Technologym, Linköping University, Sweden.

Pandav Chaudhary, Sachin Kumar Chhetri, Kiran Man Joshi, Basanta Man Shrestha, Prabin Kayastha. 2015. Application of an Analytic Hierarchy Process (AHP) in the GIS Interface for Suitable Fire Site Selection: A case study from Kathmandu Metropolitan City, Nepal, ***"Socio-Economic Planning Sciences***", 1-12.

Philippe, Chevalier, Thomas, Isabelle, Geraets, David, Goetghebeur, Els, Janssens, Olivier, Peeters, Dominique and Plastria, Frank. 2012. Locating fire stations: An Integrated Approach for Belgium, "***Socio-Economic Planning Sciences"***, Elsevier, 46 (2): 173-182.

Polo, G., Acosta C.M. Ferreira F. and Dias R.A. 2015. Location-Allocation and Accessibility Models for Improving the Spatial Planning of Public Health Services. ***"PLoS ONE***", 10 (3).

ReVelle, C.S., Swain, R.W. 1970. Central Facilities Location, ***"Geographical Analysis***", 2: 30-42.

Schilling, D., Revelle, C.; Cohon, J. and Elzinga, J. 1980. Some Models for Fire Protection Locational Decisions.***"European journal of operation Research***" 5: 1-7.

Sisman Aziz and Ridvan Yildrim. 2015. ***Determining Best Location of Emergency Stations in the Urban Area***, World Cadastre Summit Congres and Exhibition, İstanbul, Turkey.

Applying GIS by Location-Allocation Models for Improvement Spatial Planning of Civil Defence Servces: Case Study Jarash Governorate, Jordan

*Tha'r Mutlaq Mohammed Ayasrah**

ABSTRACT

Spatial variation in fire station and current patterns of fire and ambulance and rescue services in Jerash Governorate are examined in this study. A set of location-allocation models, which is available within the tools of networks analyst in ArcMap program within ArcGis systems, is used to evaluate current patterns of civil defense, and the possibilities for improvements through optimum facility planning by using the three models are available in the location-allocation analysis, which are: minimize impedance (time, distance) between demand points and facilities, and minimize facilities model, and maximize coverage, as within response time (Cutoff) does not exceed (4) minutes based on population size as weight. The results showed that the existing civil defence facilities have covered (62%) of the buildings in the Governorate out (27495) buildings, and (13) new centers are needed to cover all the buildings within the response time of 4 minutes. It has been showed that when two of these centers created, the percentage of coverage rise to 88% of the buildings. For this reason it has been recommended to create these two centers and should be takin into consideration in future plans Civil Defence.

Keywords: Spatial Planning, Location-Allocation Models, GIS, Network Analyst, Civil Defense Centers, Jerash Governorate.

* Specialist of planning, Technical and Vocational Training Corporation, Kingdom of Saudi Arabia.

Received on 7/2/2016 and Accepted for Publication on 31/3/2016.