نمذجة الموقع-التخصيص من أجل تحسين التخطيط المكاني للخدمات العامة الحضرية: دراسة تطبيقية باستخدام نظم المعلومات الجغرافية على منطقة عمان الكبرى بالمملكة الأردنية الهاشمية

ثائر مطلق محمد عياصرة

أخصائي تخطيط مدن، إدارة الإحصاء، مديرية التخطيط والميزانية
المؤسسة العامة للتدريب التقني والمهني، الرياض، المملكة العربية السعودية

الملخص

يتكامل هذا البحث مع نماذج الموقع-التخصيص المتاحة في أدوات محلل الشبكات ضمن برنامج ArcGIS كإستراتيجية مقترحة لتحسين التخطيط المكاني للخدمات الحضرية في منطقة عمان الكبرى (متروبوليس عمان).

وقد هدف البحث إلى تقييم التوزيع المكاني لخدمات مراكز الدفاع المدني ومراكز الرعاية الصحية الأولية وإيجاد الوضع الأمثل لتوزيع تلك الخدمات ووضع حلول ومقترحات لتحسين ورفع كفاءة أدائها الكلي عن طريق استحداث مرافق جديدة في المواقع المرشحة من قبل نماذج الموقع-التخصيص (التوزيع).

وقد طبّق البحث ثلاثة نماذج لتحليل الموقع-التخصيص؛ وهي: نموذج الحد الأعلى للتغطية لخدمات الدفاع المدني، وذلك ضمن زمن استجابة (نقطة قطع) لا تتجاوز (4) دقائق، ونموذج الحد الأدنى للمسار الأقصر بين نقاط الطلب (البلوك) وخدمات الرعاية الصحية الأولية ضمن مسافة (حد فاصل) لا تتجاوز (5) كلم أو (3) كلم، ونموذج الحد الأدنى للمرافق.

وأوضحت النتائج المستخلصة أن مرافق الدفاع المدني الموجودة تغطي بخدماتها (96 %) من البلوكات في المتروبوليس من أصل (4952) بلوكاً، وتبين أنه يلزم للوصول بنا إلى تغطية (98 %) من البلوكات استحداث مركزين جديدين، كما أظهر التحليل أن مرافق الرعاية الصحية الأولية الموجودة تغطي بخدماتها ضمن الحد الفاصل (5) كلم (98.9 %) من إجمالي عدد البلوكات في المتروبوليس، وأن استحداث مركز صحي واحد يرفع من نسبة التغطية إلى (99.1 %).

ومن جهة أخرى أظهر التحليل باستخدام الحد الفاصل (3) كلم أن مرافق الرعاية الصحية الموجودة تغطي بخدماتها (90 %) من البلوكات. وأن استحداث ثلاثة مراكز صحية جديدة ترفع من نسبة التغطية إلى (95 %).

وأوصى البحث بضرورة أخذ المرافق المستحدثة للدفاع المدني والرعاية الصحية الأولية في متروبوليس عمان بعين الاعتبار في الخطط المستقبلية من قبل الجهات المعنية وذلك في المواقع المرشحة بواسطة نماذج الموقع-التخصيص.

الكلمات المفتاحية: التخطيط المكاني، الخدمات العامة الحضرية، متروبوليس عمان، محلل الشبكات، نظم معلومات جغرافية، نموذج الموقع-التخصيص.

المقدمة

تقدّم تطبيقات أساليب التحليل الجغرافي - الموجهة نحو تخطيط الخدمات - بدءاً من استخدام نظم المعلومات الجغرافية (GIS) في الواقع التفسير للمجالات التي تتسم بأنها دينامية وتتغير باستمرار كالسكان والخدمات، وقد أصبح استخدام النماذج التي تدعمها نظم المعلومات الجغرافية (GIS) المرتبطة بقواعد بيانات ذات مرجعية جغرافية في تقييم المواقع المكانية للمرافق الخدمية أداة قوية لعملية اتخاذ القرارات. فهي تمكّن الإدارات العامة - ولا سيما هيئات المدن - من إعداد التخطيط لمواقع المرافق المجتمعية من خلال التحليل المكاني لمنطقة معينة، مع الأخذ بعين الاعتبار الشوارع، والحواجز الجغرافية والطوبوغرافية، فضلاً عن توزيع السكان حسب السن ودخل الأسرة، وحجم الأسرة، والمناطق المتاحة، والجوانب الاجتماعية والاقتصادية، والقيود في نهاية المطاف.

وقد عرفت نماذج الموقع-التخصيص من الجانب النظري والعملي، منذ نحو أربعة عقود، وخلال عقد التسعينيات بدأت بالانتشار، ولا سيما باستخدام التكنولوجيا الرقمية، عن طريق تطوير البرامج التي تهدف إلى دعم عملية صنع القرار (Gustavo, 2013).

نماذج الموقع-التخصيص في محلل الشبكات ضمن بيئة نظم المعلومات الجغرافية

تهدف نماذج الموقع-التخصيص إلى اختيار أفضل المواقع لمجموعة المواقع القائمة، حيث تتضمن مدخلات هذه النماذج المرافق التي توفر السلع أو الخدمات، ونقاط الطلب التي تستهلك السلع والخدمات؛ بهدف تحديد المرافق التي تزود نقاط الطلب بأكثر كفاءة. وتحل الأداة هذه المسألة بطرق مختلفة بحيث يمكن تخصيص نقاط الطلب إلى المرافق المختلفة. والحل هو السيناريو الذي يخصص معظم نقاط الطلب إلى المرافق ويقلل من

إجمالي مسافة التنقل. وتتضمن المخرجات مرافق الحل، ونقاط الطلب المرتبطة بالمرافق المسندة إليها، والخطوط التي تربط نقاط الطلب بمرافقها (ESRI, 2015a).

ويتوفر في نماذج الموقع-التخصيص المتاحة في محلل الشبكات ضمن برنامج ArcGIS 10 سبعة أنواع من مسائل الموقع-التخصيص - Location allocation problem types للإجابة عن أنواع معينة من التساؤلات، وذلك على النحو الآتي (ESRI, 2015b):

1. مسألة الحد الأدنى للمسار الأقصر (الوقت، المسافة) بين نقطة الطلب وموقع الخدمة Minimize Impedance Problem
2. مسألة الحد الأقصى للتغطية Maximize Cov-erage Problem
3. مسألة الحد الأدنى لعدد المرافق Minimize Facilities Problem
4. مسألة الحد الأقصى للتغطية حسب الطاقة الاستيعابية Maximize Capacitated Cover-age Problem
5. مسألة تحقيق أقصى قدر من الإقبال Maxi-mize Attendance Problem
6. مسألة تعظيم حصة السوق Maximize Mar-ket Share Problem
7. مسألة حصة السوق المستهدفة Target Market Share Problem

الدراسات السابقة

الدراسات الجغرافية لديها باع واسع في مجال النظريات والنماذج العامة التي قدمت العديد من التفسيرات لتحليل الأنشطة البشرية. وبشكل خاص ما يتعلق بالفعاليات الخدمية، فمن الممكن النظر في نظرية الأماكن المركزية التي وضعها والتر كريستالر، المقترحة في عام 1933 كنموذج للتوطين المكاني الأمثل للمراكز الحضرية على المستوى الإقليمي.

ومن وجهة النظر القائمة على نموذج التوطين المكاني (نقاط العرض والطلب المحتملة)، فإن المسافات (مثالية أو الواقعية) وتكاليف التهجير (الاحتكاك المكاني)، تعدّ من العوامل الرئيسية التي تنتج الترتيبات الإقليمية المختلفة في المنظومة. ومن وجهة النظر هذه، تأخذ نظرية التوطين المكاني بعين الاعتبار المسائل المرتبطة بتوقيع الخدمات ويترتب على ذلك هدفان (Gustavo, 2013):

1. من ناحية العثور على الموقع الأمثل.
2. ومن ناحية أخرى لتحديد توزيع الطلب على هذه المواقع.

ولحل مثل هذا النوع من المسائل تمّ تطوير نماذج الموقع-التخصيص location–allocation models

وقد سلطت العديد من الدراسات الضوء على التحليل المكاني لتخطيط خدمات الإطفاء، مثل: دراسة (Habibi *et al.,* 2008) ودراسة (Philippe *et al.,* 2012) ودراسة (Pandav *et al.,* 2015). وبخصوص النظر بإمكانية الوصول من خلال زمن أو مسافة الاستجابة بين مركز الدفاع المدني ونقاط الطلب فإنه يعدّ أحد أكثر العوامل التي من الممكن أن تؤثّر على أداء نماذج الموقع-التخصيص في اختيار الموقع. إذ من الممكن أن 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 الإطفاء المسافة القانونية بين أول سيارة إطفاء وأي مبنى في منطقة سكنية بمسافة ميل ونصف (Schilling *et al.,* 1980)، في حين أن جمعية حماية الإطفاء الوطنية نصت على أن الوقت القياسي المستغرق هو (4) دقائق من أقرب مركز دفاع مدني للوصول إلى عنوان طلب الخدمة (Murray and Tong, 2009)، وتهدف هذه القياسات عموماً إلى ضمان تقديم الخدمات بشكل أفضل للحد من الخسائر في الأرواح والأضرار في الممتلكات.

وفي حالة التخطيط المكاني لخدمات الإطفاء والإسعاف فإن 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 جمعية حماية الإطفاء الوطنية (4) دقائق كقياس مستخدم في هذا البحث.

كما سلطت العديد من الدراسات الضوء على التحليل المكاني لتخطيط الرعاية الصحية الأولية، مثل: دراسة Demneh *et al.* (2011) ودراسة Polo *et al.* (2015) وبخصوص النظر بإمكانية الوصول من خلال مسافة الاستجابة بين مراكز الرعاية الصحية ونقاط الطلب اقترح عدد من الدراسات بعض المسافات المثالية.

فعلى سبيل المثال، حددت منظمة الصحة العالمية موقع المراكز الصحية ضمن مسافة (5) كلم Tom and Edward (2013)، في حين حددت دراسة Tanser (2006) أن يكون الوصول لموقع المراكز الصحية في غضون مسافة لا تتجاوز (3) كلم. وطبّقت بعض الدراسات Shariff *et al.* (2012) معيار (5) كلم ومعيار (3) كلم معاً. وطبّقت دراسة Gustavo (2013) معيار (1.5) كلم. كما حددت دراسة Sisman and Ridvan (2015) واقع محطات الطوارئ الطبية ومراكز الإطفاء، ومدى كفاءتها في تقديم الخدمات وفقاً لموقع مكالمات الطوارئ ضمن زمن استجابة (8) دقائق.

وبناء على الدراسات السابقة اعتمد هذا البحث على تحديد عتبة مسافة (5) كلم أو(3) كلم كمعيار لتحقيق الوضع الأمثل.

ومما لا شك فيه أن الموقع المكاني للخدمات – ولا سيما في مجال الخدمات العامة – له أهمية كبيرة في جوانب عديدة تتجلى في المحاولات الرامية لتحسين مستويات العدالة المكانية للسكان. وعليه سيركز البحث هنا على التوقيع المكاني لمراكز الدفاع المدني والرعاية الصحية الأولية في منطقة عمان الكبرى (متروبوليس)، (31°58′27.7″N 35°54′34.9″E)، بهدف ضمان الوصول الفعّال والعادل إلى تلك الخدمات العامة، حيث تضم منطقة عمان الكبرى (22) منطقة، وتبلغ مساحتها نحو (1688) كلم^2، وقد أظهرت نموا سكانيا كبيرا، ففي عام 2015 حسب إحصائية آخر تعداد عام شكّل عدد سكانها البالغ نحو (3.6) مليون نسمة ما يقارب (90%) من سكان العاصمة ونحو (37.7%) من جملة سكان المملكة (دائرة الإحصاءات العامة، 2015)، وقد نمت بمقدار الضعف خلال عقد من الزمن. هذا الواقع يفرض تحدياً كبيراً لتخطيط الخدمات العامة، مثل: خدمات الإطفاء والإسعاف والمستشفيات والمدارس، وجمع القمامة، وإمدادات المياه ومعالجة مياه الصرف الصحي، وهلم جرا؛ وذلك لتلبية احتياجات السكان المتزايدة فعلياً.

وتشير التقديرات إلى استمرار عملية التوسع العمراني؛ نظرا لتوافر نطاق واسع من الأراضي العامة في المنطقة مع الاستثمارات المستمرة في وسائل النقل وسوق العقار.

وقد أسفرت عملية التوسع العمراني الحالية عن زيادة الضغط على الخدمات العامة إلى جانب نظام النقل غير الفعّال؛ الأمر الذي يتطلب اقتراح إجراءات استباقية لمواجهة التوسّع الكبير لتلافي التدهور المتوقع لنظام الخدمات الأساسي.

ويتمثل الهدف الرئيس من هذا البحث في التخطيط المكاني للخدمات العامة باستعمال نمذجة الموقع–التخصيص المتاحة في محلل الشبكات Network Analyst ضمن بيئة Arc GIS، فهي تتيح إطاراً للتحقق من كفاءة استعمال الخدمات، وخلق البدائل إما باستحداث خدمة كفؤة أو تحسين الخدمة القائمة.

وفي هذا البحث سيتم تطبيق نموذج الحد الأقصى من التغطية لخدمات الإطفاء والإسعاف ضمن زمن استجابة لا يتجاوز (4) دقائق، ونموذج الحد الأدنى للمسار الأقصر (زمن أو مسافة) بين نقطة الطلب والمرفق لتقليل إجمالي زمن قطع المسافة لخدمات الرعاية الصحية الأولية والمحدد بمسافة (5) كلم أو(3) كلم في هذه المنطقة، وكذلك نموذج الحد الأدنى للمرافق.

منهجية البحث

جمعت البيانات التي استخدمت في هذا البحث من المديرية العامة للدفاع المدني، ووزارة الصحة، ودائرة الإحصاءات العامة، وقد استند البحث على طبقة توزيع مراكز الدفاع المدني في منطقة عمان الكبرى والمستمدة من المديرية العامة للدفاع المدني، وطبقة توزيع مراكز الرعاية الصحية الأولية والمستمدة من وزارة الصحة، وكلاهمايظهر على

شكل نقاط، وكذلك الطبقات التي تظهر الحدود الإدارية وشبكة الطرق والأحياء والبلوكات وجميعها مستمدة من قسم أنظمة المعلومات الجغرافية في دائرة الإحصاءات العامة.

ويفترض البحث (Hypotheses) بأنه لا يوجد هناك بلوك في منطقة عمان الكبرى غير مغطى حالياً بخدمات مركز دفاع مدني ضمن وقت استجابة (4) دقائق، وهذا يعني أنه لا توجد هناك حاجة لإضافة مراكز دفاع مدني جديدة لتحسين خدمات الإطفاء والطوارئ. وكذلك لا يوجد هناك بلوك في منطقة عمان الكبرى غير مغطى حالياً بخدمات الرعاية الصحية الأولية ضمن مسافة (5) كلم ومسافة (3) كلم، وهذا يعني أنه لا توجد هناك حاجة لإضافة مراكز رعاية صحية جديدة.

وتستند الافتراضات (المسلمات) البحثية (Assumptions) إلى أن جميع السكان في البلوك يسكنون في نقطة واحدة هي المركز الهندسي لذلك البلوك في منطقة عمان الكبرى باعتبارها نقاط الطلب (Demand Points)، بالإضافة إلى تحديد المركز الهندسي لأحياء متروبوليس عمان والبالغ عددها (156) حيًّا كمواقع مرشحة Candidate لاستحداث مرافق جديدة.

ومن مسلمات البحث أيضاً أن جميع مراكز الدفاع المدني تقدم نفس المستوى من الخدمات وبدون أي تكاليف وبغض النظر عن موقعها، وكذلك تقدّم خدمات الرعاية الصحية المستوى نفسه من الخدمات وبالتكلفة نفسها – وبغض النظر عن موقعها – كما أن حجم الطلب على استخدام مراكز الدفاع المدني وخدمات الرعاية الصحية الأولية يتناسب طردياً مع عدد السكان في كل بلوك، وعليه في حال تمّ اقتراح مركز دفاع مدني أو مركز رعاية صحية أولي جديد يكون موقعه المرشح على أساس التوزيع الجغرافي للسكان والكثافة السكانية، كذلك لا يأخذ البحث بعين الاعتبار البيانات المالية التي يتطلبها نقل مركز دفاع مدني أو مركز صحي أولي.

ويتكامل هذا البحث مع تقنية نظم المعلومات الجغرافية وطرق تحليل الجغرافية 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 البلوكات غير المشمولة بخدمات مراكز الدفاع المدني ومراكز الرعاية الصحية الأولية في المتروبوليس.

ومن أجل تحديد وتقييم ومقارنة تغطية مراكز الدفاع المدني القائمة في المتروبوليس، طبّق هذا البحث نموذج الحد الأقصى للتغطية Maximize Coverage، كما طبّق البحث نموذج الحد الأدنى للمسار الأقصر (الوقت، المسافة) بين نقطة الطلب وموقع المرفق Minimize Impedance لخدمات الرعاية الصحية الأولية، ونموذج الحد الأدنى للمرافق بهدف إيجاد الحد الأدنى من المرافق التي يمكنها تغطية جميع – أو معظم – نقاط الطلب (البلوكات في هذه الحالة) بقدر الإمكان، والواقعة ضمن الحد الفاصل المحدد (الزمن، المسافة) لتقديم الخدمة. وتعدّ النماذج سالفة الذكر من النماذج الأكثر كفاءة لتخطيط الخدمات العامة.

- **نموذج الحد الأدنى للمسار الأقصر (وقت أو مسافة) بين نقطة الطلب والمرفق Minimum impedance or p - median model**

طبقاً لهذا النموذج – لنقاط طلب محددة – يتم احتساب عدد (س) من المرافق للحد الأدنى لمجموع أوزان مسافات التنقل بين المرافق والطلب. هذا يفترض بأن متلقي الخدمة يستعملون أقرب مرفق. ويمكن أن تصاغ معادلة مسألة P - Median Problem على النحو الآتي (Polo *et al.*, 2015):

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

Subject to :

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

$$N_i = \{ j \in J | d_j \le S \} \qquad \forall \, i \in I \quad , \forall \, j \in J \qquad (2)$$

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

$$\sum_{j \in J} x_j = Q \qquad \forall \, j \in J \qquad (4)$$

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

حيث إن:

i : مواقع الطلب.

j : 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 الموقع (i) إلى الموقع (j).

x_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 : عدد السكان في الموقع (i).

Q : العدد الحالي للمرافق.

K_i : المواقع (i) التي تحتوي على المرافق.

- **نموذج الحد الأقصى للتغطية -Maximum coverage model**

يسعى هذا النموذج لتحقيق أقصى قدر من تغطية السكان الذين يمكن خدمتهم بعدد من مواقع الخدمة ضمن عتبة (مسافة أو زمن) محددة. ويتم اختيار المرافق حتى يتسنى لجميع – أو معظم – نقاط الطلب أن تقع في حدود العتبة المحددة، وهذا النموذج هو: تعظيم.

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

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

Subject to :

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

$$N_i = \{ j \in J | d_j \leq S \} \qquad \forall\, i \in I \quad , \forall\, j \in J \qquad (2)$$

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

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

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

حيث إن:

i : مواقع الطلب.

j : 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 الموقع (i) إلى الموقع (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 : عدد السكان في الموقع (i).

Q : العدد الحالي للمرافق.

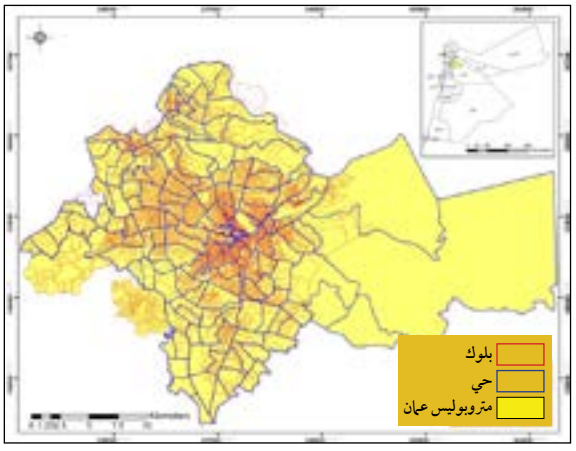
K_i : المواقع (i) التي تحتوي على المرافق.

- **نموذج الحد الأدنى للمرافق -Minimize Facilities Model**

يسعى النموذج إلى إيجاد أقل عدد من المرافق التي يمكنها تغطية جميع – أو معظم – مواقع الطلب (شريحة السكان) بقدر الإمكان، والواقعة ضمن الحد الفاصل المحدد (الزمن، المسافة) لتقديم الخدمة. وبمعنى آخر فإن النموذج يحقق أقصى قدر من المطالب التي يمكن تغطيتها بالحد الأدنى من المرافق ضمن معيار الزمن أو المسافة المحدد، وهو مشابه للنموذجين السابقين ولكن باستثناء عدد المرافق المطلوبة للموقع، التي يحددها البرنامج Solver (ESRI, 2015).

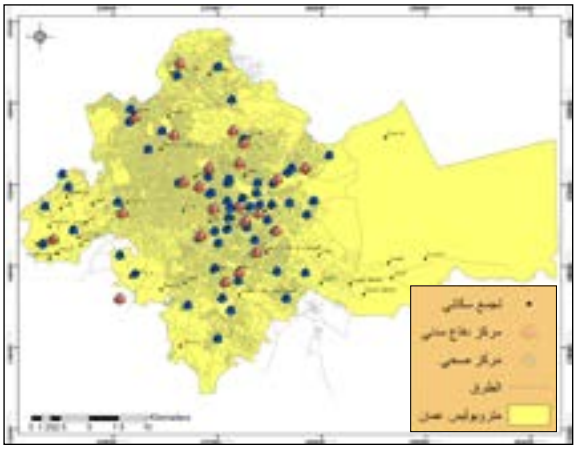
بالإضافة إلى ذلك، طبّق البحث تحليل كيرنل لكثافة السكان (Kernal Density) لإظهار نمط الكثافة السكانية على مساحة المتروبوليس. كما جرى تطبيق معدل صلة الجار الأقرب Average Nearest Neighbor للكشف عن نمط التوزيع الجغرافي لمراكز الدفاع المدني ومراكز الرعاية الصحية.

وقد تطلب القيام بإجراء تحليل الموقع-التخصيص في محلل الشبكات في ArcMap 10.1 تجهيز خريطة أساس لمنطقة عمان الكبرى، وقد تم الحصول عليها من دائرة الإحصاءات العامة بنظام إحداثيات مسقط Palestine_1923_Palestine_ Grid تظهر عليها طبقة البلوكات وطبقة الأحياء على شكل مساحة (Polygon)، والشكل (1) يبين الموقع الجغرافي لمنطقة عمان الكبرى وطبقة البلوكات والأحياء.



الشكل (1) الحدود والتقسيمات الادارية لمنطقة عمان الكبرى والبلوكات

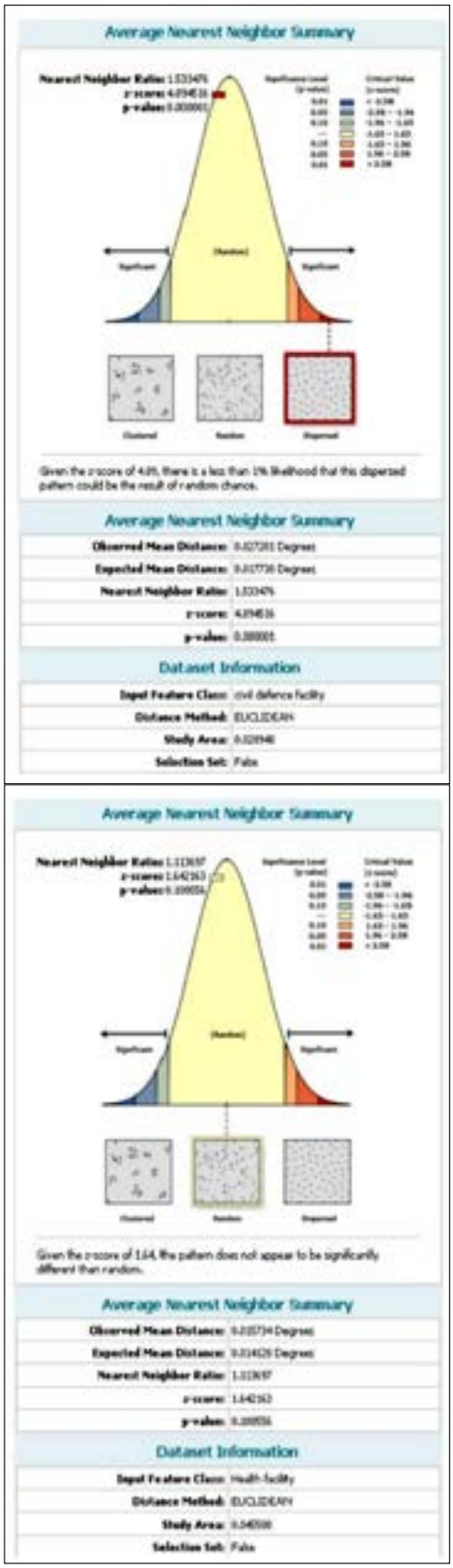
كما تمّ تحضير خريطة كما هو مبين في الشكل (2)، تظهر عليها طبقة المراكز العمرانية متضمنة حقل عدد السكان كوزن Weight، وطبقة مواقع مراكز الدفاع المدني وعددها (23) مركزاً، وطبقة مواقع مراكز الرعاية الصحية الأولية وعددها (57) مركزاً على شكل نقاط (Points)، وطبقة الشوارع على شكل خط (Polyline) متضمنة الحقول Fields التالية: أطوال الطرق (بالمتر) Length، وأسماء الطرق (حسب المتاح) Name، اتجاه الطرق (اتجاه واحد أو اتجاهين) Direction، وأنواع الطرق (طريق سريع، طريق رئيسي، طريق فرعي) Types.



الشكل (2) توزيع التجمعات السكانية وشبكة الطرق ومراكز الدفاع المدني ومراكز الرعاية الصحية الأولية في متروبوليس عمان

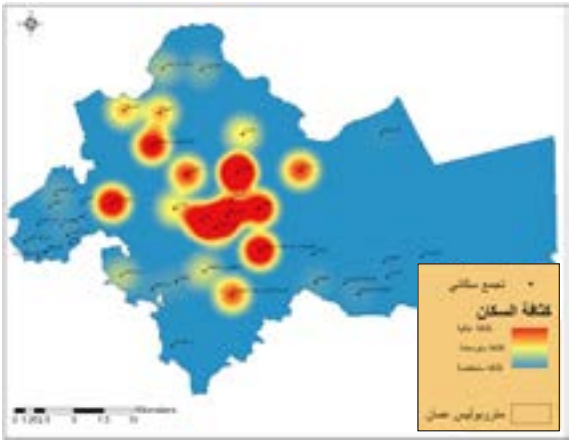
النتائج والمناقشة

تمّ تطبيق معدل صلة الجار الأقرب Average Nearest Neighbor للكشف عن نمط التوزيع الجغرافي لمراكز الدفاع المدني ومراكز الرعاية الصحية الأولية كما هو مبين في الشكل (3). وطبقاً لمخرجات GIS تبين أن نمط التوزيع المكاني لمراكز الدفاع المدني على مستوى متروبوليس عمان هو التوزيع المنتظم (انتشار مكاني) في حين ظهر أن نمط التوزيع الجغرافي لمراكز الرعاية الصحية الأولية أقرب للنمط العشوائي.



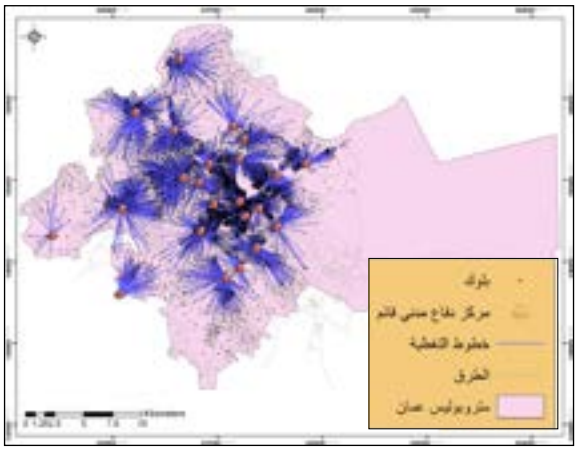
الشكل (3) مخرجات نتائج معدل الجار الأقرب في برنامج ArcMap، يظهر لليمين نمط التوزيع المكاني لمراكز الدفاع المدني، واليسار نمط التوزيع المكاني لمراكز الرعاية الصحية الأولية

كما تمّ تطبيق تحليل كيرنل للتعرف على كثافة التوزيع الجغرافي للسكان على المساحة الجغرافية التي تمتد عليها منطقة عمان الكبرى عن طريق حساب كثافة النقاط حول المركز، فهو يظهر اتجاهات السطح كما يشكله الانتشار الجغرافي لتلك المراكز العمرانية، وتكون القيمة أعلى عند المركز، وتتناقص بالابتعاد عنه، وتظهر نتائج التحليل كما في الشكل (4) صلة جوار دائرية على شكل حلقات تعكس الكثافة السكانية للمراكز العمرانية في كل نطاق، حيث تظهر المناطق ذات الكثافة السكانية العالية باللون الأحمر الداكن وتقل مع تدرج اللون إلى الأرزق الفاتح.



الشكل (4) مخرجات نتائج تحليل كيرنل في برنامج ArcMap لاتجاهات انتشار الكثافة السكانية للمراكز العمرانية في متروبوليس عمان

جرى تقييم الوضع القائم بإجراء تحليل الموقع-التخصيص المثالي لمواقع مراكز الدفاع المدني ومدى كفاءتها في تغطية نقاط الطلب (البلوكات) في منطقة عمان الكبرى ضمن زمن الاستجابة (4) دقائق المحدد في البحث. وضمن خصائص محلل الشبكات في برنامج ArcMap تم اختيار منهج الحد الأقصى للتغطية وتحديد الحد الفاصل (4) دقائق للتحقق من أن مراكز الدفاع المدني سوف تكون موقّعة على النحو الأمثل بهدف تحقيق أقصى تغطية ضمن زمن الاستجابة (4) دقائق. ويبين الشكل (5) نتائج تحليل الموقع-التخصيص لتقييم الوضع القائم لمراكز الدفاع المدني.



الشكل (5) نتائج مخرجات تحليل الموقع-التخصيص في محلل الشبكات ضمن برنامج ArcMap لمدى تغطية مراكز الدفاع المدني لنقاط الطلب (البلوكات) في متروبوليس عمان ضمن مدى استجابة لا يتجاوز (4) دقائق

يظهر بعد تطبيق نموذج الموقع-التخصيص أن (196) بلوكاً والتي تمثّل (4%) من إجمالي عدد البلوكات (4952) بلوكاً هي خارج نطاق التغطية أو المعيار المحدد (4 دقائق)، فقد أظهرت النتائج أن بعض البلوكات 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 البلوكات في جنوب وشمال المنطقة.

ومن جهة أخرى يظهر من الشكل أن (96%) من البلوكات مغطاة بخدمات مراكز الدفاع المدني ضمن المعيار المحدد، ولا سيما التي تقع في المناطق ذات الكثافة السكانية العالية. ويلخص الجدول (1) مخرجات نموذج الموقع-التخصيص لتقييم البلوكات المشمولة بالتغطية وغير المغطاة بخدمات مراكز الدفاع المدني.

جدول (1) مخرجات نموذج الموقع-التخصيص في محلل الشبكات في برنامج ArcMap للبلوكات المشمولة بالتغطية وغير المغطاة بمراكز الدفاع المدني ضمن معيار (4) دقائق في متروبوليس عمان

	المغطاة بالخدمة	غير المغطاة بالخدمة	المجموع
البلوكات	4756	196	4952
النسبة المئوية	% 96	% 4	% 100

ولتحديد أقل عدد من مراكز الدفاع المدني

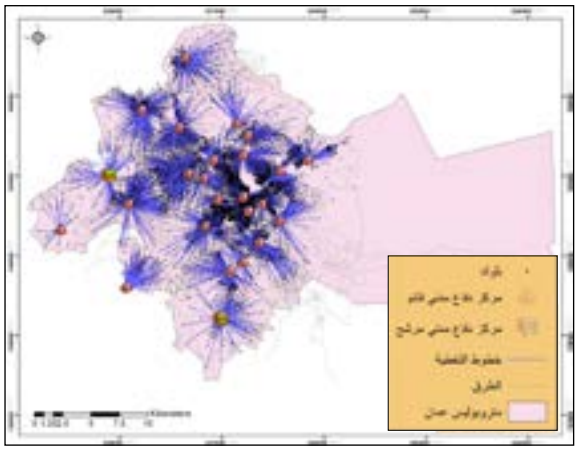
المطلوبة لتغطية جميع نقاط الطلب (البلوكات) في متروبوليس عمان، فقد تمّ اعتماد مواقع مراكز الأحياء كمواقع مرشحة (Candidate) باعتبار أن جميع سكان الأحياء يسكنون في نقطة واحدة هي المركز الهندسي لذلك الحي، ثم جرى تطبيق نموذج الحد الأدنى للمرافق Minimize Facilities، ويبين الجدول (2) أنه من خلال تطبيق هذا النموذج يلزم استحداث ما يقارب (6) مراكز أخرى جديدة لتحقيق الحد الأقصى للتغطية لمعظم البلوكات المنتشرة في أنحاء متروبوليس عمان بخدمات مراكز الدفاع المدني ضمن معيار (4) دقائق، ويلخص الجدول (2) والشكل (6) عدد مراكز الدفاع المدني المستحدثة وما يقابلها من عدد البلوكات المغطاة بالخدمة.

جدول (2) عدد مراكز الدفاع المدني وما يقابلها من عدد البلوكات المغطاة بخدمات الدفاع المدني بناء على مخرجات نتائج نموذج الحد الأدنى للمرافق Minimize Facilities في محلل الشبكات في برنامج ArcMap

عدد مراكز الدفاع المدني	عدد البلوكات المغطاة بالخدمة	النسبة المئوية
23 (قائمة)	4756	% 96.0
24	4819	% 97.3
25	4847	% 97.9
26	4866	% 98.3
27	4882	% 98.6
28	4894	% 98.8
29	4902	% 99.0

الشكل (6) عدد مراكز الدفاع المدني وما يقابلها من نسبة التغطية بناء على مخرجات نتائج نموذج الحد الأدنى للمرافق Minimize Facilities في محلل الشبكات ضمن برنامج ArcMap

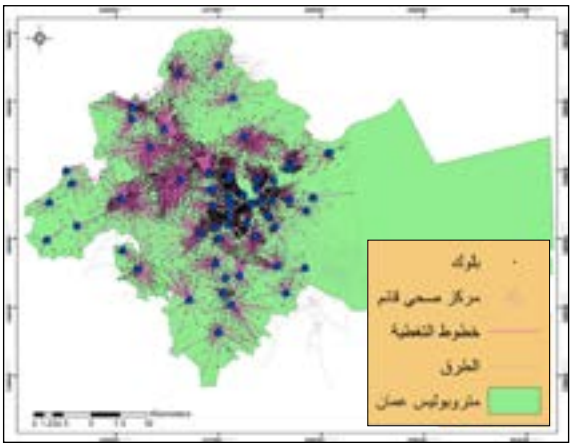
ومن النتائج التي نوقشت يتضح أنه يلزم للوصول بنا على الأقل إلى (98%) من التغطية للبلوكات استحداث مركزين للدفاع المدني، ولتحديد أي المواقع الجديدة المرشحة (Candidate) التي تحقق أعلى تغطية، فقد جرى تطبيق نموذج الحد الأقصى للتغطية، (علما أن نموذج الحد الأدنى للمسار الأقصر (الوقت في هذه الحالة) بين مواقع مراكز الدفاع المدني ومواقع البلوكات يعطي النتائج نفسها). ويبين الشكل (7) نتائج تطبيق نموذج الحد الأقصى للتغطية لتحديد المواقع المرشحة.



الشكل (7) نتائج تطبيق نموذج الحد الأقصى للتغطية Maximize Coverage لتحديد المواقع المرشحة في محلل الشبكات ضمن برنامج ArcMap

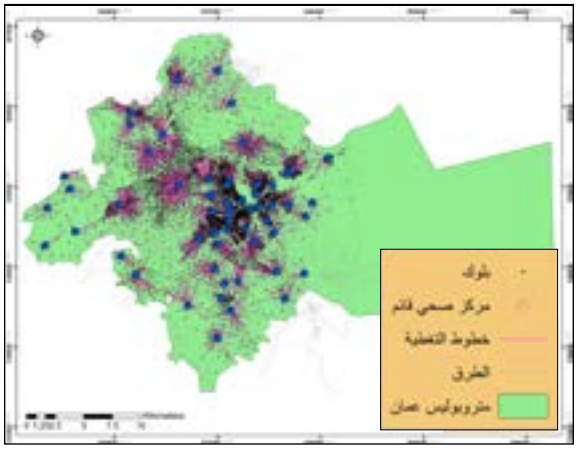
يظهر من الشكل (7) الموقعين المرشحين لمراكز الدفاع المدني والتي تحقق أفضل تغطية، إحداها يقع في الجانب الجنوبي في منطقة خريبة السوق وجاوا واليادودة والآخر في بدر الجديدة.

وبالمقابل يبين الشكل (8) مخرجات تطبيق نموذج الحد الأدنى للمسار الأقصر (المسافة بـ «كلم») بين البلوكات ومراكز الرعاية الصحية الأولية Minimize Impedance ضمن مسافة (5) كلم، وقد أظهرت النتائج أن (4898) بلوكاً والتي تمثّل ما نسبته (98,9 %) تقع ضمن نطاق المسافة المحددة، وهذا يعني بأن (54) بلوكاً والتي تمثّل ما نسبته (1.1%) من إجمالي عدد البلوكات تقع خارج نطاق معيار المسافة المحدد، بيد أن هذه البلوكات لا تتركز ضمن منطقة معينة وإنما تتوزع على أرجاء متروبوليس عمان.



الشكل (8) نتائج تطبيق نموذج الحد الأدنى للمسار الأقصر بين البلوكات ومراكز الرعاية الصحية الأولية Minimize Impedance ضمن مسافة (5) كلم

في حين يبين الشكل (9) مخرجات تطبيق النموذج ضمن معيار مسافة (3) كلم، وقد أظهرت النتائج أن هناك (4466) بلوكاً والتي تمثّل ما نسبته (90 %) تقع ضمن نطاق المسافة المحددة، وهذا يعني أن (486) بلوكاً تقع خارج نطاق معيار المسافة المحدد والتي تمثّل ما نسبته (9.8%) من إجمالي عدد البلوكات، ويقع معظم هذه البلوكات في شمال غرب متروبوليس عمان في منطقة تلاع العلي وأم السماق وخلدا.

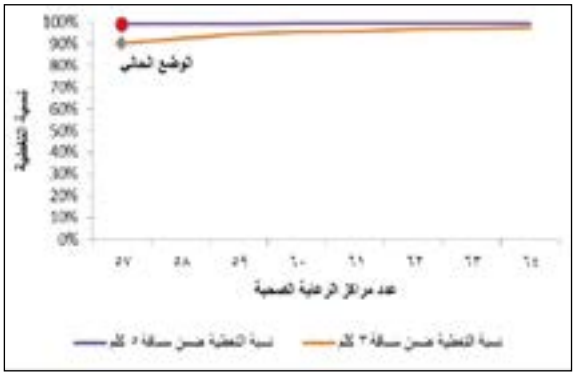


الشكل (9) نتائج تطبيق نموذج الحد الأدنى للمسار الأقصر بين البلوكات ومراكز الرعاية الصحية الأولية Minimize Impedance ضمن مسافة (3) كلم

ولتحديد أقل عدد من مراكز الرعاية الصحية الأولية المطلوب لتغطية جميع نقاط الطلب (البلوكات) في متروبوليس عمان، باعتماد مواقع مراكز الأحياء كمواقع مرشحة (Candidate)، فقد جرى تطبيق نموذج الحد الأدنى للمرافق Minimize Facilities، وكما هو مبين في الجدول (3) والشكل (10). ويظهر من خلال تطبيق هذا النموذج أنه يلزم استحداث ما يقارب (7) مراكز أخرى جديدة للوصول إلى نسبة تغطية (99.6%) ضمن مسافة (5) كلم، في حين يلزم استحداث (7) مراكز صحية ضمن مسافة (3) كلم للوصول إلى نسبة تغطية (97.3%) من إجمالي عدد البلوكات.

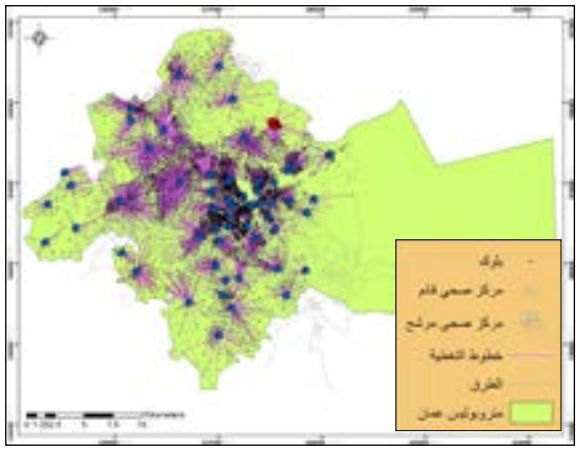
جدول (3): عدد مراكز الرعاية الصحية وما يقابله من عدد البلوكات المغطاة بناء على مخرجات نتائج نموذج الحد الأدنى للمرافق Minimize Facilities

عدد المراكز الصحية	عدد البلوكات المغطاة بالخدمة ضمن مسافة (5) كلم	النسبة المئوية	عدد البلوكات المغطاة بالخدمة ضمن مسافة (3) كلم	النسبة المئوية
57 (قائمة)	4898	% 98.9	4466	% 90.2
58	4906	% 99.1	4584	% 92.6
59	4914	% 99.2	4688	% 94.7
60	4921	% 99.4	4724	% 95.4
61	4925	% 99.5	4749	% 95.9
62	4927	% 99.5	4773	% 96.4
63	4929	% 99.5	4796	% 96.8
64	4930	% 99.6	4820	% 97.3



الشكل (10) عدد مراكز الرعاية الصحية وما يقابله من نسبة التغطية بناء على مخرجات نتائج نموذج الحد الأدنى للمرافق Minimize Facilities

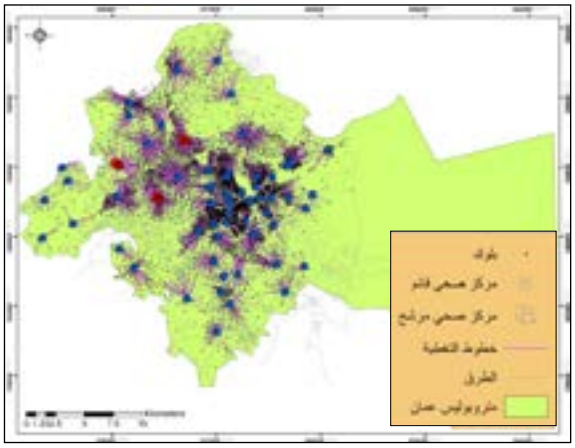
ومن النتائج التي نوقشت أعلاه، يتضح أنه يلزمنا للوصول إلى (99%) من التغطية للبلوكات ضمن مسافة (5) كلم استحداث مركز صحي واحد، وكما هو مبين في الشكل (11)، في حين يلزمنا على الأقل للوصول إلى (95%) من التغطية للبلوكات ضمن مسافة (3) كلم استحداث ثلاثة مراكز صحية.



الشكل (11) نتائج تطبيق نموذج الحد الأدنى للمسار الأقصر بين البلوكات ومراكز الرعاية الصحية الأولية لتحديد المواقع المرشحة ضمن مسافة (5) كلم

يظهر من الشكل (11) الموقع الجديد المرشح لاستحداث مركز صحي ضمن معيار مسافة (5) كلم، وهو يقع في الجانب الشمالي في منطقة طارق.

ولتحديد أي المواقع الجديدة المرشحة (Candidate) التي تحقق تقليل إجمالي المسافة المقطوعة، فقد جرى تطبيق نموذج الحد الأدنى للمسار الأقصر بين البلوكات ومراكز الرعاية الصحية الأولية Minimize Impedance ضمن مسافة (3) كلم، وكما هو مبين في الشكل (12).



الشكل (12) نتائج تطبيق نموذج الحد الأدنى للمسار الأقصر بين البلوكات ومراكز الرعاية الصحية الأولية لتحديد المواقع المرشحة ضمن مسافة (3) كلم

يظهر من الشكل (12) المواقع الجديدة الثلاثة المرشحة لاستحداث المراكز الصحية ضمن معيار مسافة (3) كلم، أحدها يقع في منطقة الجبيهة والثاني يقع في منطقة تلاع العلي وأم السماق والثالث في منطقة وادي السير.

يستخلص من نتائج هذا البحث التخطيط المكاني لخدمات الدفاع المدني ومراكز الرعاية الصحية الأولية في منطقة عمان الكبرى (متروبوليس عمان) باستخدام أدوات محلل الشبكات المتاحة ضمن بيئة برمجيات نظم المعلومات الجغرافية، وتم كذلك وضع بعض الاقتراحات المناسبة لحل المشاكل الموجودة الناجمة عن الواقع التخطيطي في منطقة الدراسة.

أظهرت النتائج من خلال تطبيق نموذج الحد الأقصى للتغطية، بهدف تقييم مدى تغطية مراكز الدفاع المدني لنقاط الطلب (البلوكات) ضمن زمن استجابة (4) دقائق، أن مراكز الدفاع المدني الموجودة تغطي بخدماتها (96%) من البلوكات في المتروبوليس من أصل (4952) بلوكاً. كما أظهرت النتائج أيضاً أن (4%) من البلوكات بدون أي تغطية.

ومن خلال تطبيق نموذج (الحد الأدنى للمرافق) تبين أنه يلزم استحداث (6) مراكز أخرى جديدة للدفاع المدني لتغطية جميع – أو معظم – البلوكات في المتروبوليس ضمن زمن استجابة (4) دقائق. كما أظهرت النتائج أنه يلزمنا للوصول إلى تغطية (98%) من البلوكات استحداث مركزين جديدين.

كما أظهرت نتائج تطبيق نموذج الحد الأدنى للمسار الأقصر (المسافة في هذه الحالة)، بهدف تقييم مدى تغطية مراكز الرعاية الصحية لنقاط الطلب (البلوكات) ضمن مسافة (5) كلم، أن مراكز الرعاية الصحية الموجودة تغطي بخدماتها (98.9 %) من البلوكات في المتروبوليس من أصل (4952) بلوكاً. وظهر من خلال تطبيق نموذج الحد الأدنى للمسار الأقصر أن استحداث مركز صحي واحد يرفع من نسبة التغطية إلى (99.1%).

ومن جهة أخرى أظهر تطبيق النموذج باستخدام معيار (3) كلم أن مراكز الرعاية الصحية الموجودة تغطي بخدماتها (90%) من البلوكات في المتروبوليس من أصل (4952) بلوكاً، وأن (10%) بدون تغطية. وظهر من خلال تطبيق نموذج الحد الأدنى للمسار

الأقصر أن استحداث ثلاثة مراكز صحية جديدة ترفع من نسبة التغطية إلى (95%).

وأخيراً، توصي الدراسة بناء على تحليل ومناقشة النتائج بضرورة استحداث مركزين جديدين ضمن الخطط المستقبلية للمديرية العامة للدفاع المدني في المواقع المرشحة من قبل نموذج الموقع-التخصيص، وكذلك استحداث ثلاثة مراكز صحيحة جديدة ضمن الخطط المستقبلية لوزراة الصحة في المواقع المرشحة من قبل نموذج الموقع-التخصيص.

المراجع

دائرة الإحصاءات العامة. 2015. النتائج الأولية للتعداد العام للسكان والمساكن لعام 2015. عمان، الأردن.

Church, R., and ReVelle, C. 1974. The maximal covering location problem. Papers of the Regional Science Association. 32(1): 101.

Demneh, A., Seyedeh, M., Ghandehari, M., and Ketabi, S .2011. A Location - allocation model for loss minimization in large - scale Emergency situation. Interdisciplinary Journal of Contemporary Research in Business. 3 (8): 954.

ESRI, Inc. 2015a. Solve Location - Allocation. Retreived on 5 - Februrey 2016 from: <http://arcg.is/2kM435E>

ESRI, Inc. 2015b. Location - allocation analysis. Retreived on12 - December 2015 from: <http://arcg.is/2loWRto>

Gustavo, B .2013. Location–allocation models applied to urban public services. spatial analysis of primary health care Centers in the city of Luján, Argentina. Hungarian Geographical Bulletin. 62 (4): 387–408.

Habibi, K., Lotfi, S., and Koohsari, M. 2008, Spatial analysis of urban fire station locations by integrating AHP Model and IQ logic using GIS. A case study of zone 6 of Tehran. Journal of Applied Sciences. 8(19): 3302 - 3315.

Mirchandani, P.B., and Reilly, J.M .1987. Spatial distribution design for fire fighting units. *In:* A. G.Rushton and Ghosh (Eds.), Spatial Analysis and location - Allocation Models.Van Nostrand Reinhold, New York. pp:186 - 223.

Murray, A.T., and Tong, D. 2009. GIS and Spatial analysis in the media. Applied Geography. 29(1): 250 - 259.

Pandav, C., Sachin, K. C., Kiran, M. J., Basanta, M. S., and Prabin, K . 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, C., Thomas, I., Geraets, D., Goetghebeur, E., Janssens, O., Peeters, D., and Plastria, F. 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): 1 - 14

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.

Shariff, S.S., Moin, N.H., and Omar, M. 2012. Location allocation modeling for healthcare facility planning in Malaysia. Comput Ind Eng. 62(4): 1000 - 1010.

Sisman, A. and Ridvan, Y. 2015. Determining best location of emergency stations in the urban area. World Cadastre Summit, Congres and Exhibition. Retreived on 5 - February 2016 from: <http://bit.ly/2lmKflE>

Tanser, F.C.2006. Methodology for optimising location of new primary health care facilities in rural communities: a case study in KwaZulu-Natal. South Africa. J Epidemiol Community Health. 60(10): 846–850.

Tom, K.K., and Edward, H. W.2013. GIS Location - allocation model in improving accessibility to health care facilities: A case study of Mt. Elgon sub - county. International Journal of Science and Research (IJSR). 4 (4): 3306 - 3310.

Location-Allocation Modeling for Urban Public Services Spatial Planning Improvement: A GIS Case Study Applied on Metropolis Amman, Jordan

Tha'r Mutlaq Mohammed Ayasrah

Specialist of Urban Planning /Statistical Division, Planning and Financial Management.
Technical and Vocational Training Corporation, Ar Riyad, Kingdom of Saudi Arabia

ABSTRACT

This article integrated with a set of Location-allocation models which available in networks analyst tools within ArcGIS as a proposed strategy to improve the spatial planning of public health services in metropolis of Amman. This article aims to examine spatial distribution of the civil defense and primary health care services. Furthermore, finding optimum facility planning and suggest solutions for improving their efficiency by create new facilities in the candidate locations using Location-allocation models. The article applied three models available in the location-allocation analysis; Aa follows: maximize coverage for civil defense, within response time (Cutoff) does not exceed (4) minutes, and minimize impedance between demand points (blocks) and primary health care services within the arrival distance (Cutoff) does not exceed (5 or 3) kilometers, and minimize facilities model. The results showed that the civil defense facilities currently have covered (96 %) from blocks in metropolis Amman out (4952) blocks, and in order to raise the level of coverage to (98 %) we must create two centers. Also, the result showed that the primary health care facilities have covered within distance, cutoff, (5)km about (98.9 %) out from total of blocks, and the creation of new center lead to raise the level of coverage to (99.1 %). On the other hand, the result showed that the primary health care facilities have covered within distance, cutoff, (3)km about (90 %) out from total of blocks, and the creation of three centers lead to raise the level of coverage to (95 %). Finally, the study recommended taking new facilities of civil defense and health primary care in metropolis Amman into account in the future plans by concerned authorities in candidate locations using Location-allocation models.

Key Words: GIS, Location - allocation models, Metropolis amman; Network analyst, Spatial planning, Urban public services.