

## تعظيم تغطية الطاقة الاستيعابية لمرافق المستشفيات: دراسة تطبيقية باستخدام نظم المعلومات الجغرافية على محافظتي جرش وعجلون بالمملكة الأردنية الهاشمية

ثائر مطلق محمد عياصرة

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

thaer\_ayasreh@yahoo.com

قدم للنشر في ١/٦/١٤٣٧هـ؛ وقبل للنشر في ٣/٧/١٤٣٧هـ

ملخص البحث. تختص نماذج تخصيص الموقع بمسألة تحقيق الأمثلة التوافقية، حيث تعدّ من النماذج الأكثر كفاءة والمستعملة في التخطيط المكاني للخدمات العامة والخاصة عن طريق تحليل الوضع القائم لتوزيعها المكاني، وتخصيص بدائل استراتيجية لمواقعها. وقد هدف هذا البحث إلى تحليل التوزيع المكاني لخدمات الرعاية الصحية الثانوية (الرعاية الصحية التي تقدمها المستشفيات العامة) في محافظتي جرش وعجلون بالمملكة الأردنية، ووضع حلول ومقترحات لتحسين ورفع كفاءة أدائها الكلي عن طريق استحداث مرافق جديدة. وقد طُبّق البحث نموذج تعظيم تغطية الطاقة الاستيعابية - وهو أحد نماذج تخصيص الموقع المتاحة في محلل الشبكات ضمن بيئة برمجيات نظم المعلومات الجغرافية - لتحديد أكبر عدد من نقاط الطلب ضمن الطاقة الاستيعابية للمرفق. كما تمّ استخدام تحليل منطقة الخدمة لكل مستشفى بحيث لا تتجاوز المسافة بين أي تجمع وموقع المستشفى (١٦) كلم، وتحليل المسار لتحديد أقصر الطرق بين مكان حادث افتراضي وموقع المستشفى، وتحليل المرفق الأقرب لإيجاد أقرب مستشفى من موقع حادث افتراضي في كل محافظة. وقد بيّنت نتائج التحليل أن مستشفى جرش يغطي بطاقته الاستيعابية الحالية (٤٢٪) من جملة السكان، في حين يغطي مستشفى عجلون ما نسبته (٤٣٪). وتبين أنه يلزم لرفع مستوى التغطية من الخدمة استحداث مستشفى جديد في محافظة جرش بطاقة استيعابية (٢٣٢) سرير، وفي محافظة عجلون بطاقة استيعابية (١٦٩) سرير، وذلك في المواقع المرشحة من قبل نموذج تعظيم تغطية الطاقة الاستيعابية. وأخيراً أوصى البحث بضرورة أخذ المستشفى المستحدث في كل محافظة بعين الاعتبار في الخطط المستقبلية لوزارة الصحة الأردنية.

الكلمات المفتاحية: التخطيط المكاني، محلل الشبكات، نظم المعلومات الجغرافية، نمذجة تخصيص الموقع، مسألة تعظيم تغطية الطاقة الاستيعابية.

## ١ - المقدمة

مما لا شك فيه أن للتوزيع المكاني للخدمات - خصوصاً في مجال الخدمات العامة - أهمية كبيرة في جوانب عديدة تتمثل في ضمان تقليل النفقات الاجتماعية للسكان، وفي المحاولات الرامية لتحسين مستويات العدالة المكانية، وكذلك تقليل حجم الأضرار والخسائر التي تلحق بالموارد البشرية والمادية ولا سيما في الحالات غير المتوقعة والتي تفرق فيها الثواني كالإطفاء وحوادث السير، وبصورة مشابهة فإن تخصيص الطلب لتلك المرافق له تأثير مباشر على مدى كفاءتها، ويعدّ واحداً من التحديات الأكثر أهمية لصانعي القرارات (Berman and Gavius, 2007).

وللحد من حجم الأضرار المحتملة تعدّ نماذج تخصيص الموقع أحد الأساليب المستخدمة في معالجة القضايا الحرجة المتعلقة بالموقع الأمثل للمرافق، فهي تتعلق بمسألة تحقيق الأمثلية التوافقية Combinatorial Optimization Problem، حيث يشير التحليل إلى النمذجة والصياغة الرياضية والحلول المرتبطة بمسائل تحديد الموقع الأمثل للمرافق (Demneh et al, 2011).

وضمن هذا السياق يلعب نموذج تخصيص الموقع دوراً مهماً في تخطيط الخدمات الصحية، كما يوفر إطاراً للبحث في مسائل إمكانية الوصول، فهو يقيّم كفاءة المواقع القائمة، وي طرح حلولاً بديلة لتغيير وتحسين الوضع القائم. وتشير إمكانية

الوصول إلى خدمات الرعاية الصحية لسهولة الوصول النسبية إلى تلك الخدمات من موقع معين. وهناك عوامل عديدة قد تؤثر على تلقي خدمات الرعاية الصحية، مثل: توافر المرافق الصحية في منطقة (العرض)، وحجم السكان في منطقة أخرى (الطلب)، والعوائق الجغرافية بين العرض والطلب، وغيرها (Rahman and Smith, 1999).

ومما لا شك فيه أن الأردن قد حقق عبر العقود الماضية خطوات مهمة في تحسين مستويات خدمات الرعاية الصحية لشريحة واسعة من السكان، وانتشار المستشفيات الحكومية والمراكز الصحية في مختلف أنحاء الدولة، وعلى الرغم من الجهود المبذولة من قبل وزارة الصحة؛ لتطوير وتحسين الخدمات الصحية والطبية المقدمة للسكان، إلا أن المستشفيات العامة ما تزال تعاني جملة من المشاكل تعوق تحقيق أهدافها، ومن أبرزها: نقص الأسرة، ونقص الكوادر، والمعدات الطبية اللازمة، فقد بلغ عدد المستشفيات في المملكة عام ٢٠١٥ نحو (٣١) مستشفى تابع لوزارة الصحة، وعدد الأسرة (٤٢٤٨) سرير، بالإضافة إلى (٧٨) مستشفى بالقطاعات الأخرى و(٧٢٢٨) سرير، ليكون مجموع الأسرة في المملكة في مختلف القطاعات الصحية نحو (١١٤٧٦) سرير وبمعدل (١٧) سرير لكل ١٠ آلاف نسمة (وزارة الصحة، ٢٠١٥)، وهو من المعدلات المقبولة نسبياً عالمياً وفقاً للمعايير الدولية (الشبكة الدولية للحقوق والتنمية، ٢٠١٤).

العامة. وهذا الواقع يفرض تحدياً كبيراً على وزارة الصحة لتخطيط وتأمين الخدمات الصحية الثانوية لتلبية احتياجات السكان المتزايدة فعلياً، حيث تشير التقديرات إلى استمرار ارتفاع عدد السكان في المملكة .

وبالنسبة للأسئلة المطروحة في البحث، فيمكن تلخيصها بما يلي: أولاً، ما مدى فاعلية المواقع الحالية للمستشفيات الحكومية في محافظة جرش وعجلون في تغطية المراكز العمرانية تبعاً لطاقتها الاستيعابية؟ ثانياً، أي المواقع المرشحة (Candidate) لاستحداث مستشفى جديد في كل محافظة، وما الطاقة الاستيعابية المطلوبة واللازمة لتغطية كل أو معظم نقاط الطلب (السكان)؟

ومن خلال الإجابة عن هذه التساؤلات، سيتمكن البحث من تحديد التجمعات التي لا تملك تغطية جيدة بخدمات الرعاية الصحية الثانوية (المستشفيات العامة) الموجودة حالياً ضمن طاقتها الاستيعابية. كما سيزوّد البحث صانعي القرار بعدد المستشفيات المطلوبة وطاقاتها الاستيعابية وموقعها على أساس توزيع التجمعات التي لديها نسبة سكان عالية لتوفير أفضل الخدمات لها.

ويتمثل الهدف الرئيس من هذا البحث في تطبيق نماذج تخصيص الموقع المتاحة في أدوات محلل الشبكات ضمن برنامج ArcGIS كاستراتيجية مقترحة لتحسين التخطيط المكاني للخدمات الصحية الثانوية في محافظتي جرش وعجلون تبعاً للطاقة

ويذكر أن مشكلة توفير الأسرة بالمملكة تعتبر على رأس المشكلات الصحية، ففي كل عام تحدث الأزمات في توفيرها حتى وصل الحال إلى تكدّس بأقسام الطوارئ بالمستشفيات وكثير من الحالات يتم تحويلها إلى المستشفيات المجاورة، وبالنظر إلى التوزيع الجغرافي لعدد الأسرة في المحافظات نجد أن محافظة العاصمة والعقبة والكرّك وإربد تحظى بأكبر عدد من الأسرة، حيث تزيد عن معدل (١٦) سريراً لكل ١٠ آلاف من السكان، في حين يلاحظ قصور معدل الأسرة في محافظتي جرش وعجلون وهي من أقل المحافظات، إذ يوجد مستشفى حكومي واحد في كل محافظة، كما يقل المعدل عن (٩) أسرة لكل ١٠ آلاف من السكان، ورغم زيادة عدد الأسرة بين عامي ٢٠٠٤ و ٢٠١٥ إلا أن المعدل قد انخفض فيها بمقدار (١٪) تبعاً للزيادة السكانية (وزارة الصحة، ٢٠١٥). وعليه سيركز البحث هنا على التحليل المكاني لخدمات الرعاية الصحية الثانوية (الرعاية الصحية التي تقدمها المستشفيات العامة)<sup>١</sup> في محافظة جرش، (N32°17'1.97" E35°53'50.21")، ومحافظة عجلون (N32°19'16.21" E35°45'14.36")، بهدف ضمان التغطية الفعّالة والعادلة إلى تلك الخدمات

(١) هناك مستويات للرعاية الصحية، وهي: خدمات الرعاية الصحية الأولية (الرعاية الصحية التي تُقدّمها المراكز الصحية)، وخدمات الرعاية الصحية الثانوية أو من المستوى الثاني (الرعاية الصحية التي تُقدّمها مُستشفيات عامة وأطباء مُتخصّصون)، وخدمات الرعاية الصحية الثالثة أو التخصّصية أو المرجعية أو من المستوى الثالث (الرعاية الصحية التي يتم تقديمها من قبل مُستشفيات مُتخصّصة في أمراض مُعيّنة، وتتطلب تجهيزات مُتقدمة، وأطباء ذوي تخصّصات عالية ولديهم الخبرة والمهارة الكافية).

(Moberg, 2003)، كما يلي:

- مواقع المرافق القائمة.
- مواقع الطلب.
- مواقع الموارد المحتملة.
- شبكة موصلات تربط هذه المواقع معاً.

وتتمثل مخرجات نموذج تخصيص الموقع في مجموعة من مواقع المرافق الجديدة التي تلبى بالشكل الأمثل للطلب.

قدمت مسائل تخصيص الموقع أولاً من قبل كوبير Cooper عام ١٩٦٣ بهدف اختيار المواقع الملائمة بين عدد من المرافق التي تزود الخدمات (مراكز العرض) ونقاط الطلب، وإعادة تخصيص نقاط الطلب للمرافق وذلك حسب المعايير المحددة (Hsieha and Tien, 2004)، وقد تضمنت المعايير التي استعملت في تحقيق الأمثلية: كلف الاستثمار، ومسافة الوصول، ووقت الوصول، والطاقة الاستيعابية للمرفق، والربح المتوقع، وعدد متلقي الخدمة المغطيين (المشمولين بالخدمة) (Suomalainen, 2006).

وتصنّف مسائل تخصيص الموقع إلى ثلاثة أصناف بالاستناد إلى أسلوب الأمثلية، وهي: P-cen-ter, P-median and Covering.

في الحقيقة تهدف نماذج P-median model إلى تقليل إجمالي متوسط المسافة بين نقاط الطلب والمرافق الأقرب (Rosing et al, 1979)، بمعنى آخر تحديد مواقع عدد من المرافق التي تقلل إجمالي

الاستيعابية المتمثلة بعدد الأسرّة. وبشكل أكثر تحديداً، فإن البحث يهدف إلى تحليل وتقييم المواقع الحالية القائمة للمستشفيات وتغطيتها لمحافظتي جرش وعجلون بتطبيق نمذجة تعظيم تغطية الطاقة الاستيعابية -Maximize Capacitated Coverage Model- Location-Allo-cation Models، وهو أحد نماذج تخصيص الموقع -Location-Allo-cation Models المتاح في محلل الشبكات -Network Analyst ضمن برنامج Arc GIS. وكذلك يهدف البحث إلى تحديد منطقة الخدمة لكل مستشفى ضمن عتبة مسافة لا تتجاوز (١٦) كلم من أي تجمع إلى موقع المستشفى، وتحديد التجمعات السكانية التي تقع خارج نطاق هذا الحد، وكذلك تحديد المسار الأقصر من موقع حادثين افتراضيين إلى المستشفى في كل محافظة، وأيضاً تحديد أي مستشفى أقرب لمكان وقوع حادث افتراضي يقع في منطقة تتوسط المسافة بين مستشفى جرش الحكومي ومستشفى الإيمان الحكومي في عجلون.

## ٢. نمذجة تخصيص الموقع والدراسات السابقة

تعدّ نمذجة تخصيص الموقع أداة تحليلية جغرافية مهمة على مدى عقود. وخلال تلك الحقبة من الزمن، وضعت نماذج فعّالة؛ لتحديد الحلول المثلى لمجموعة متنوعة من المشكلات المرتبطة بموقع المرافق وتخصيص الطلب عليها. تتطلب نماذج تخصيص المواقع، بصرف النظر عن نوع المسألة، أنواع معينة من المعلومات المدخلة (Hale and

أكبر عدد من نقاط الطلب بعدد محدد من المرافق (Current et al, 2001).

طبقت نماذج تخصيص الموقع على نحو واسع في مشاكل الحياة الحقيقية، التي تتضمن تحديد مواقع الإطفاء والإنقاذ والشرطة وخدمات الرعاية الصحية والمدارس والملاجئ المعدة للإنقاذ ومرائب (كراج) الباصات، ومحاور الخطوط الجوية. ومراجعات سابقة شاملة لمثل هذه النماذج يمكن أن توجد في دراسات (Polo et al, 2015; Tom et al, 2013; Gustavo, 2013; Geroliminis et al, 2011).

وقد صيغت مسألة تعظيم التغطية في البداية من قبل (Church and Re Velle, 1974)، وتعد من أكثر النماذج شيوعاً التي استخدمت في تخطيط خدمات الرعاية الصحية العامة وذلك بسبب محدودية الموارد المالية، بحيث يتم تعظيم تغطية أكبر قدر من السكان بخدمات الرعاية الصحية في ظل العدد المحدود من المرافق. على أية حال، في تخطيط خدمات الرعاية الصحية تعمل المرافق ضمن قيد الطاقة الاستيعابية المحددة لها، حيث يفرض قيد الطاقة الاستيعابية في أغلب الأحيان؛ لضمان جودة الخدمة المقدمة، وقد صيغت مسألة تعظيم التغطية الطاقة الاستيعابية Maximize Capacitated Coverage Problem في البداية من قبل (Current and Storbeck, 1988)، وقد تم اقتراح العديد من الطرق البديلة لحل النموذج (Pirkul and Schilling, 1991)، حيث اقترحا طريقة Lagrangian Relaxation Method لحل

متوسط المسافة بين نقاط الطلب والمرافق، وبناء على استعمال هذا الأسلوب فإن متوسط الكفاءة سيكون في الحد الأعلى من ناحية الكلف (المال، الوقت، حجم الخسائر والأضرار... إلخ).

وبالمقارنة مع نموذج P-median model الذي يركز على تحقيق الدرجة المثلى لعموم (أو متوسط) فعالية النظام؛ فإن نموذج P-center model يحاول أن يقلل من الفعالية الأسوأ للنظام، ومن ثم يتعلق بالمواقع التي تحقق عدالة الخدمة أكثر من أداء النظام. ويطلق عليه في بعض الأدبيات باسم Minmax Mod-el، حيث يقلل المسافة القصوى بين أي نقطة طلب ومرافقها الأقرب؛ لذا يمكن أن يؤدي إلى تغطية الشبكة بالكامل، على خلاف نماذج التغطية Covering Models التي قد تفضي إلى عدد مفرط من المرافق، فإن التغطية الكاملة في P-Center Model تتطلب عدداً محدوداً من المرافق (Jia et al, 2007).

أمّا نماذج التغطية Covering Models فإنها تهدف إلى تقليل عدد المرافق التي تغطي كل نقاط الطلب، أو تعظيم تغطية الطلبات بالعدد المحدد مسبقاً من المرافق (Chung, 1986)، ومعظم قضايا التغطية غير قابلة للحل في الحالات الواقعية؛ لأنها لا تأخذ مقدار الطلب في الاعتبار، ومن ثم فإن جميع الطلبات تعتبر في مستوى واحد من الأهمية، بالإضافة إلى محدودية الموارد في كثير من الحالات التي من غير الممكن أو المتوقع أن تلبى كل الطلبات. لذا، فإن الهدف من مسألة تحقيق الحد الأقصى من التغطية هو تغطية

### ٣. منهجية البحث

#### ٣, ١ منهج الدراسة

اعتمد البحث للإجابة عن الأسئلة المطروحة على منهج التحليل المكاني من أجل تقييم مواقع المستشفيات العامة القائمة في محافظتي جرش وعجلون ومدى تغطيتها للتجمعات السكانية وفقاً لطاقتها الاستيعابية من عدد الأسرة، وكذلك في تحديد المواقع المرشحة الجديدة لتحسين أدائها الكلي، وقد حاول الباحث الاستفادة من إمكانيات برمجية 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 تخصيص الموقع.

#### ٣, ٢ مصادر البيانات

جمعت البيانات التي استخدمت في هذا البحث من وزارة الصحة، ودائرة الإحصاءات العامة، وقد استند البحث إلى طبقة توزيع المستشفيات في كل محافظة والمستمدة من وزارة الصحة، وهي تظهر على شكل نقاط، وكذلك الطبقات التي تظهر الحدود الإدارية وشبكة الطرق والتجمعات السكانية وجميعها مستمد من قسم أنظمة المعلومات الجغرافية في دائرة الإحصاءات العامة.

#### ٣, ٣ فرضيات البحث (Hypothesis):

لا يوجد هناك تجمع سكاني في المحافظتين

المسألة، وقد ضمّن إليها (Haghani, 1996) مستويات الاستخدام الدنيا لكل مرفق. أيضاً، طوّر النموذج للمغايرات المختلفة Different Variants لمسائل الموقع (Marianov and Serra, 1998)، بعد ذلك أصبحت خوارزمية Genetic Algorithm (GA) أفضل طريقة حل بديلة (Zhan et al, 2003).

وضمن هذا السياق طبقت العديد من الدراسات نموذج تعظيم التغطية الطاقة الاستيعابية في مجال خدمات الرعاية الصحية (Alizadeh et al, 2012 ; Sharif et al, 2015)، كما طبقت العديد من الدراسات نموذج تعظيم تغطية الطاقة الاستيعابية في مجالات أخرى كخدمات الإطفاء (Demneh et al, 2011) والمدارس (Arifin, 2011)، وملاجئ الطوارئ (Anhorn and Khazai, 2015).

وبخصوص النظر بإمكانية الوصول من خلال زمن أو مسافة الاستجابة بين موقع المستشفى ونقاط الطلب. فعلى سبيل المثال: حدّدت دراسة (Messina et al., 2006) مسافة الوصول إلى المستشفى بـ ١٠ أميال (١٦ كلم) واعتبرت دراسة (Mehrez et al., 1996) زمن ٣٠ دقيقة في حد أقصى للوصول إلى المستشفى على مستوى الولاية مناسباً. وبناء على ما جاء في الدراسات السابقة فقد اعتمد البحث على تحديد مسافة (١٦) كلم معياراً (قيمة قطع Cutoff) للوصول إلى موقع المستشفى من أبعد تجمع سكاني بسيارة أو حافلة في كل من محافظتي جرش وعجلون.

موقعها، وأن التكلفة الوحيدة التي يتحملها المواطن هي مسافة الطريق وتكلفة الفرصة البديلة المتمثلة بالوقت المستغرق للوصول إلى موقع المستشفى. (٤) يتناسب حجم الطلب على استخدام المستشفى طردياً مع عدد السكان في كل تجمع، وعليه فإن موقع المستشفى الجديد المرشح مبني على أساس الكثافة السكانية.

(٥) يتم الإسعاف من مكان الحادث إلى أقرب مستشفى وكذلك عبر المسار الأقصر.

### ٣, ٥ أساليب التحليل

سيطبق البحث نمذجة تخصيص الموقع (Loca-tion-Allocation Modeling) المتاحة في محلل الشبكات (Network Analyst) ضمن بيئة برمجيات نظم المعلومات الجغرافية ArcMap GIS، والتي تخصص المرافق بطريقة تغطي مواقع الطلب بكفاءة عالية جداً، وقد طبق البحث نموذج تعظيم تغطية الطاقة الاستيعابية (Maximize Capacitated Coverage (MCC)، حيث تحلل الأداة أي المواقع المحتملة يمكنها تقديم الخدمة على أفضل نحو لمراكز الطلب وذلك حسب الطاقة الاستيعابية للمرفق (الطلب والعرض القائم) والمسافة بين نقاط الطلب والمرافق. ويتميز هذا النموذج بفائدتين رئيسيتين: أولاً، يساعد النموذج على تحديد الطاقة الاستيعابية لكل مرفق، وهذا يضمن أيضاً قدر من الجودة. وثانياً، يتيح النموذج تقليل متوسط مسافة السفر إلى مرفق الصحة.

غير مغطى حالياً بخدمات الرعاية الصحية الثانوية (المستشفيات العامة) وضمن مسافة لا تتجاوز (١٦) كلم، وهذا يعني أنه لا توجد هناك حاجة لإضافة مستشفيات جديدة لتحسين خدمات الإسعاف والطوارئ.

### ٣, ٤ المسلمات البحثية (Assumptions)

(١) جميع السكان في التجمع يتركزون في نقطة واحدة هي المركز الهندسي لذلك التجمع باعتبارها نقاط الطلب (Demand Points).

(٢) ترشيح موقع جديد لاستحداث مستشفى واحد فقط في كل محافظة نظراً لارتفاع تكاليف إنشاء المستشفيات علاوة على محدودية الموارد المالية المتاحة - ولا سيما في بلد كالأردن - وذلك على ضوء التجمعات السكانية التي تعدّ مركز لواء في المحافظة كمواقع مرشحة Candidate، حيث يوجد في محافظة جرش لواء واحد وهو لواء قصبه جرش ومركزه مدينة جرش الكبرى، أمّا في محافظة عجلون فيوجد لواءان، وهما: لواء قصبه عجلون ومركزه مدينة عجلون، ولواء كفرنجة ومركزه مدينة كفرنجة، مع الأخذ بالاعتبار وزن التجمعات Weight ذات الكثافة السكانية العالية، وذلك لتأكيد المواقع التي تغطي أكبر قدر من السكان.

(٣) تقدّم جميع المستشفيات نفس المستوى من الخدمات وبدون أي تكاليف (إذا كان المواطن خاضعاً للتأمين الصحي) وبغض النظر عن

(١) على خلاف نمذجة الحد الأقصى للتغطية التي يجب أن يحدد فيها نقطة القطع فإنه في نمذجة تعظيم التغطية حسب القدرة الاستيعابية لا يشترط تحديد نقطة القطع، ولكن إن حصل ذلك فإن نقاط الطلب التي تقع خارج نقطة القطع لا يجري تخصيصها.

(٢) الطلب في هذا النوع من النمذجة غير مجتزأ أو مخصص، بمعنى أن نقطة الطلب لديها كل أو لا شيء من وزن طلبها المخصص للمرفق.

(٣) إذا كان الطلب الكلي لنقاط الطلب يفوق الطاقة الاستيعابية للمرفق، يتم في هذه الحالة تحديد نقاط الطلب التي تحقق القدر الأقصى من الطاقة الاستيعابية والتي تقلل من مجموع مسافة السفر. والصيغة الرياضية التالية المقدمة من (Pirkul and Schilling, 1991) تستعمل في نمذجة المسألة، وذلك على النحو التالي:

$$\text{Max} \sum_{i \in I} \sum_{j \in J} C_{ij} a_i x_{ij} \quad (1)$$

Subject to:

$$\sum_{j \in J} y_j \leq P, \quad (2)$$

$$\sum_{j \in J} x_{ij} = 1 \quad \forall i \in I, \quad (3)$$

$$x_{ij} \leq y_j \quad \forall i \in I, \quad \forall j \in J, \quad (4)$$

$$\sum_{i \in I} C_{ij} a_i x_{ij} \leq K_j \quad \forall j \in J, \quad (5)$$

$$y_j = (0, 1) \quad \forall j \in J, \quad (6)$$

$$x_{ij} = (0, 1) \quad \forall i \in I, \quad \forall j \in J, \quad (7)$$

وعلى أية حال، تمّ تحديد نقطة قطع Cutoff بحيث لا تتجاوز مسافة السفر إلى موقع المستشفى (١٦) كلم؛ أي أن المستشفى يغطي دائرة قطرها ٣٢ كلم). وعليه فإن نموذج تعظيم تغطية الطاقة الاستيعابية يخصص عدداً محدداً من مرافق الصحة (المستشفى في هذه الحالة) مع طاقة استيعابية محدودة. وهذا يقلل من متوسط المسافة التي يقطعها السكان إلى مرافق الصحة.

وتحدّد نمذجة تعظيم تغطية الطاقة الاستيعابية المرافق التي تخدم كل أو أكبر قدر من نقاط الطلب دون تجاوز الطاقة الاستيعابية للمرفق، ويختلف هذا النوع من مسائل نماذج تخصيص الموقع عن مسألة تعظيم التغطية ومسألة الحد الأدنى للمسار الأقصر بين نقاط الطلب والمرافق بإضافة قيد الطاقة الاستيعابية Capacity للمرفق، ويمكن تحديد الطاقة الاستيعابية للمرفق بإضافة حقل يتضمن قيمة عددية للطاقة الاستيعابية، وتشمل حالات الاستخدام لمسألة تعظيم التغطية تبعاً للطاقة الاستيعابية للمرفق التي تقدم الخدمات لعدد محدود من الناس، مثل: المستشفيات التي تحتوي على عدد محدود من الأسرة أو المرضى الذين يمكن معالجتهم، وغيرها من المرافق الطبية، وكذلك ملاجئ الطوارئ التي تستوعب عدداً محدوداً من الناس، بالإضافة إلى المخازن التي يفترض أن يكون لديها طاقة استيعابية. وفيما يلي كيفية معالجة هذه المسألة لنقاط الطلب (ESRI, 2015):

ووقتاً للوصول أطول من (١٥) دقيقة في النتائج، كما تتيح الأداة القيام بأداء متعدد وهذا يعني وقوع عدة حوادث والعثور على أقرب مرفق (أو مرافق) لكل حادث (ESRI, 2015).

بالإضافة إلى ذلك، طُبّق البحث تحليل منطقة الخدمة Service area Analysis ؛ لتحديد التجمعات السكانية التي تقع ضمن نطاق الرعاية الصحية الثانوية بحيث لا تتجاوز مسافة الوصول إلى المستشفى (١٦) كلم، وتعرف منطقة خدمة الشبكة بأنها المنطقة التي تحيط بجميع الشوارع التي يمكن الوصول إليها، أي؛ الشوارع التي تقع ضمن المعيار المحدد (المسار بين نقطة الطلب والمرفق "زمن أو مسافة"). فعلى سبيل المثال، تشمل منطقة الخدمة على بعد (٥) دقائق عن النقطة على الشبكة كل الشوارع التي يمكن الوصول إليها في غضون خمس دقائق من تلك النقطة.

وتساعد مناطق الخدمة التي تمّ إنشاؤها بواسطة محلل الشبكة أيضاً على تقييم إمكانية الوصول، كما تُظهر مناطق الخدمة كيف يختلف الوصول مع اختلاف المسافة أو الزمن، وعندما يتم إنشاء مناطق الخدمة، يمكن استخدامها لتحديد مقدار الأرض، أو كم من الناس، أو مقدار أي شيء آخر يقع داخل وحدة الجيرة أو المنطقة (ESRI, 2015). كما طُبّق البحث تحليل المسار Route analysis من مكان وقوع حادثين افتراضيين إلى المستشفى في كل محافظة، ويمكن أن يعني تحليل المسار إيجاد

حيث إن:

$i$ : مواقع الطلب.

$z$ : مواقع الخدمة.

$a_i$ : عدد السكان في الموقع (i).

$K_r$ : الطاقة الاستيعابية للمرفق في الموقع (z).

$P$ : عدد المرافق التي سيتم توكيعها.

$S$ : معيار (الوقت أو المسافة) القصوى المرغوب

وجود الخدمة ضمنها (وتحدد قيمة  $S$  بشكل مختلف لكل موقع طلب).

$d_{ij}$ : مسافة أو الزمن من موقع الطلب (i) إلى موقع الخدمة (z).

$C_{ij}$ : ١ إذا  $d_{ij} \geq S$

٠ غير ذلك

$x_{ij}$ : ١ إذا موقع الطلب (i) مخدوم من قبل المرفق (z)

٠ غير ذلك

$y_j$ : ١ إذا المرفق يقع في z

٠ غير ذلك

بالإضافة إلى ذلك، طُبّق البحث تحليل المرفق الأقرب Closest Facility Analysis لموقع حادثين افتراضيين في منطقة تتوسط المسافة بين موقع مستشفى جرش الحكومي في محافظة جرش ومستشفى الإيمان الحكومي في محافظة عجلون، حيث تقوم هذه الأداة بإيجاد مرفق أو أكثر والتي تعدّ الأقرب إلى مكان الحادث، بناء على الوقت الذي يستغرقه السفر أو بعد السفر وإنتاج أفضل الطرق، واتجاهات القيادة بين الحوادث والمرافق المحددة. فعلى سبيل المثال: يمكن إعداد مسألة المرفق الأقرب للبحث عن المستشفيات التي لا تبعد ١٥ دقيقة بالسيارة من مكان وقوع الحادث، ومن ثم لا يتم تضمين المستشفيات التي تستغرق

ب. طبقة المستشفيات العامة على شكل نقاط (Points)، متضمنة حقل الطاقة الاستيعابية لعدد الأسرة في كل مستشفى.

ج. طبقة التجمعات السكانية على شكل نقاط (Points)، متضمنة حقل عدد السكان.

د. طبقة الطرق على شكل خط (Polyline) متضمنة الحقول التالية: أطوال الطرق (بالمتر)، وأسماء الطرق (حسب المتاح)، اتجاه الطرق (اتجهاً واحداً أو اتجاهين)، وأنواع الطرق (طريق سريع، طريق رئيسي، طريق فرعي).

#### ٤. النتائج والمناقشة

يكن المفتاح لأي جهد تخطيطي في فهم التوزيع الجغرافي لكل من المرافق والسكان، وعليه فقد جرى تطبيق تحليل كيرنل للتعرف إلى كثافة التوزيع الجغرافي للسكان على المساحة الجغرافية التي تمتد عليها كل محافظة عن طريق حساب كثافة النقاط حول المركز، وتظهر نتائج التحليل كما في الشكل (٢) 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 الأزرق الفاتح.

يظهر من الشكل (٢) أن معظم سكان محافظة جرش والبالغ عددهم (٢٣٧) ألف نسمة، حسب نتائج تعداد السكان للعام ٢٠١٥ (دائرة

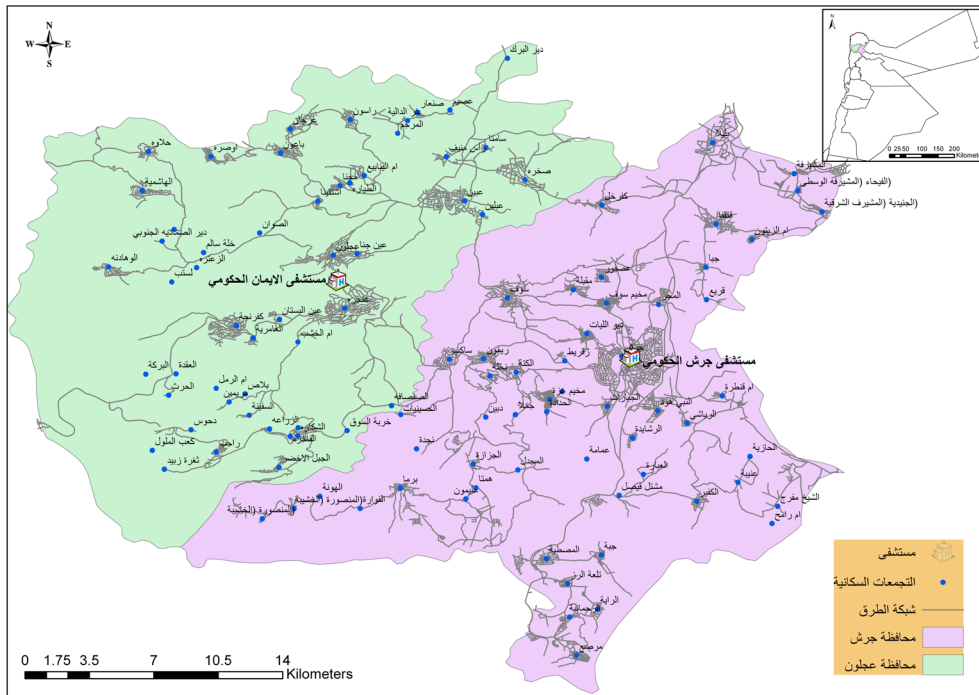
الطريق الأقصر أو الأسرع أو حتى الأكثر جمالاً، اعتماداً على المقاومة المحددة للمسار (الوقت، المسافة) Impedance، فإذا كانت المقاومة وقتاً فإن المسار الأفضل سيكون أسرع طريق، وإذا كانت المقاومة وقتاً ولكنها مرتبطة بحركة المرور فإن المسار الأفضل سيكون الطريق الأسرع خلال فترة معينة من اليوم. ومن ثم، يمكن تعريف أفضل مسار على أنه المسار الذي لديه أدنى مقاومة (وقت، مسافة)، أو أقل تكلفة، حيث يتم اختيار المقاومة (وقت أو مسافة) من قبل المستخدم. أي تكلفة يمكن أن تستخدم في المقاومة عند تحديد أفضل مسار (ESRI, 2015).

وأخيراً استخدم تحليل كثافة كيرنل Kernal Density لإظهار نمط الكثافة السكانية على المساحة في كل محافظة.

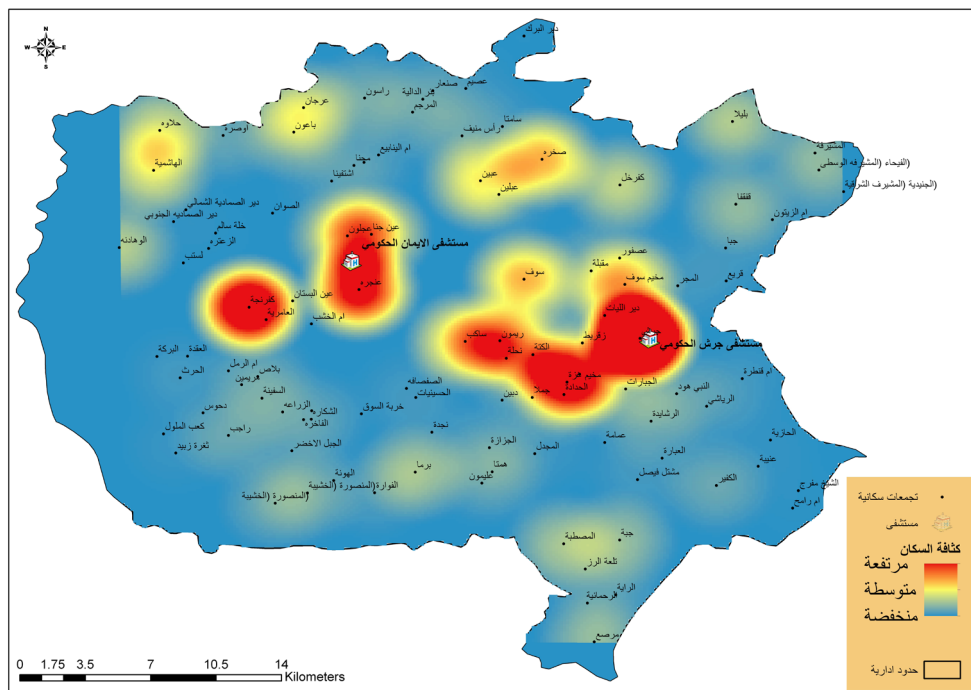
#### ٦, ٣ إجراءات إعداد البيانات

تطلب القيام بإجراء تحليل تخصيص الموقع في محلل الشبكات في ArcMap 10.1 تجهيز خريطة أساس لكل من محافظة جرش وعجلون، وكما هو مبين في الشكل (١)، وقد تم الحصول عليها من دائرة الإحصاءات العامة بنظام إحداثيات مسقط Palestine\_1923\_Palestine\_Grid، حيث تظهر عليها الطبقات التالية:

أ. طبقة الحدود الإدارية لكل من محافظة جرش وعجلون على شكل مساحة (Polygon).



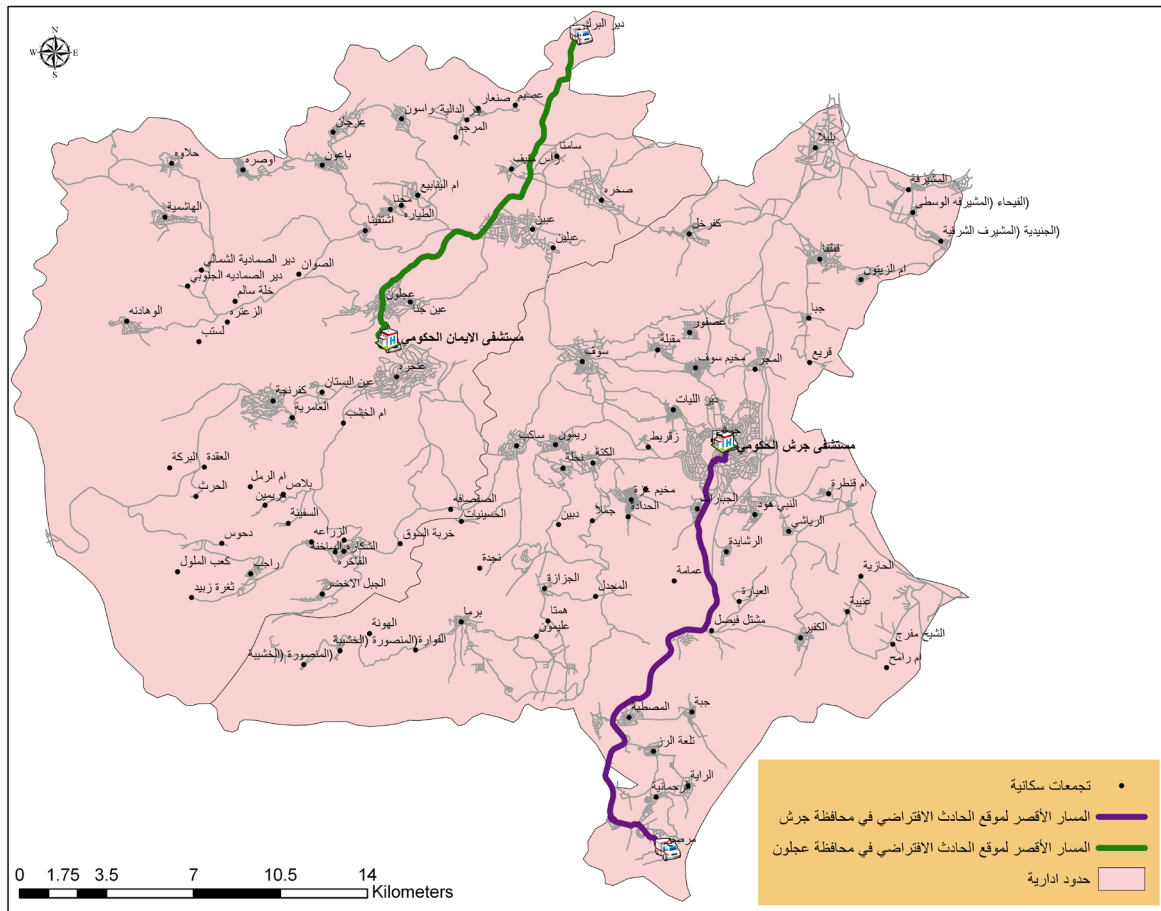
الشكل (١): الحدود الإدارية لمحافظة جرش وعجلون وطبقة الطرق والتجمعات السكانية والمستشفيات



الشكل (٢): مخرجات نتائج تحليل كيرنل في برنامج ArcMap لاتجاهات انتشار الكثافة السكانية للمراكز العمرانية في محافظة جرش وعجلون

الإحصاءات العامة، ٢٠١٥) يتركزون في وسط المحافظة، وكذلك إلى جهة الغرب من المحافظة. بينما يظهر أن معظم سكان محافظة عجلون والبالغ عددهم (١٧٦) ألف نسمة حسب نتائج تعداد السكان للعام ٢٠١٥ يتركزون في الوسط وإلى جهة الشمال من المحافظة.

وبعد تقديم لمحة عن الأنماط السكانية على مستوى كل محافظة، كان التطبيق التالي تحليل المسار Route analysis بهدف تحديد المسار الأقصر بين موقع حادث افتراضي وموقع المستشفى في كل من محافظة جرش وعجلون، حيث تظهر أهمية هذا التحليل بإيجاد أقصر الطرق بين مكان وقوع الحادث

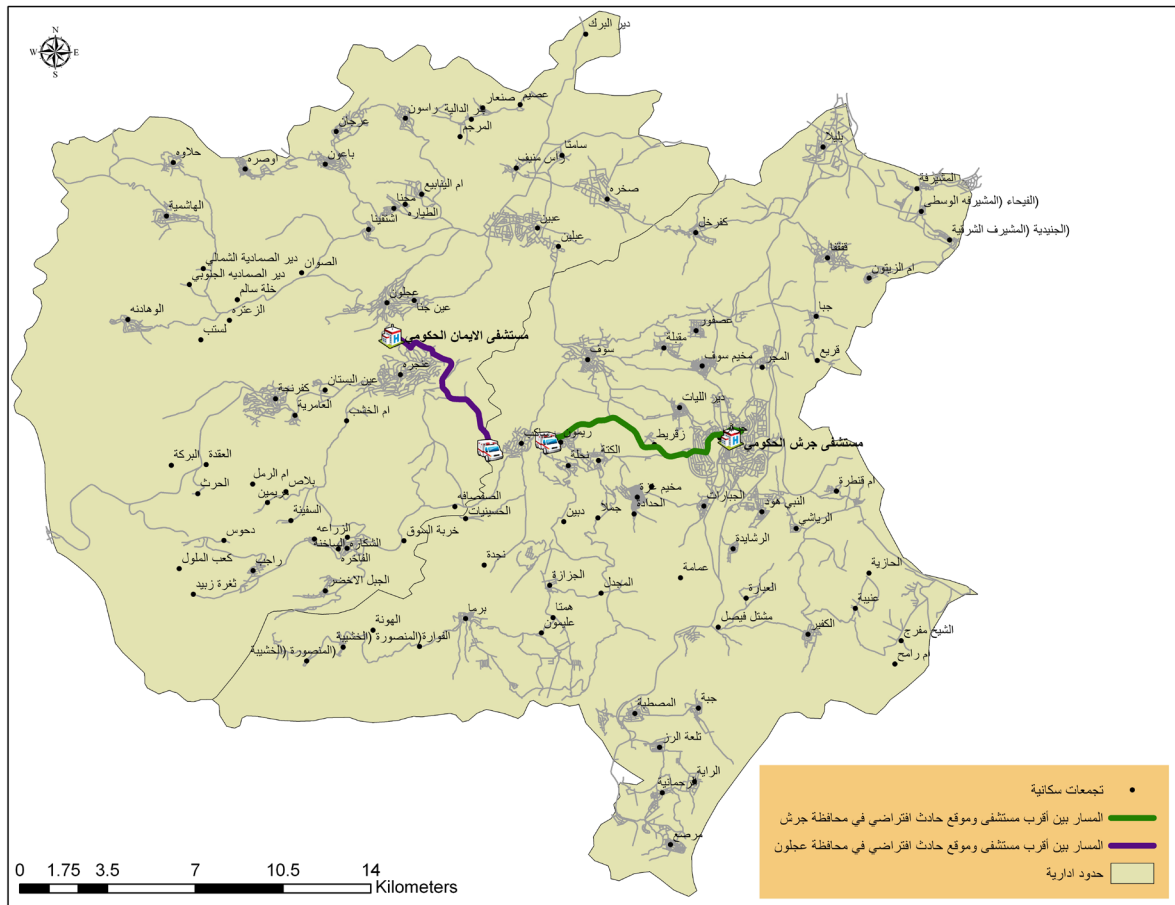


الشكل (٣): مخرجات محلل المسار للطريق الأقصر بين حادث افتراضي وموقع المستشفى في كل من محافظة جرش وعجلون

والمستشفى، كما هو مبين في الشكل (٣). يظهر من الشكل (٣) موقع لحادث افتراضي في أقصى جنوب محافظة جرش، وقد أظهرت مخرجات محلل المسار أقصر طريق يمكن أن تؤدي إلى موقع المستشفى، وبالمثل تمّ تحديد أقصر طريق من موقع حادث افتراضي في أقصى شمال محافظة عجلون إلى موقع مستشفى عجلون. كما جرى تطبيق تحليل المرفق الأقرب Closest

يظهر من الشكل (٤) أن الحادث الأول يقع على الشبكة في منطقة ساكب في محافظة جرش، وعلى ضوء مخرجات محلل المرفق الأقرب تم اختيار مستشفى جرش باعتبار أنه الأقرب لمكان الحادث، من جهة أخرى يظهر أن الحادث الثاني يقع على الشبكة في المنطقة التي تفصل بين المحافظتين، وعلى ضوء مخرجات نتائج محلل المرفق الأقرب تم اختيار مستشفى الإيمان الحكومي في محافظة عجلون بصفته

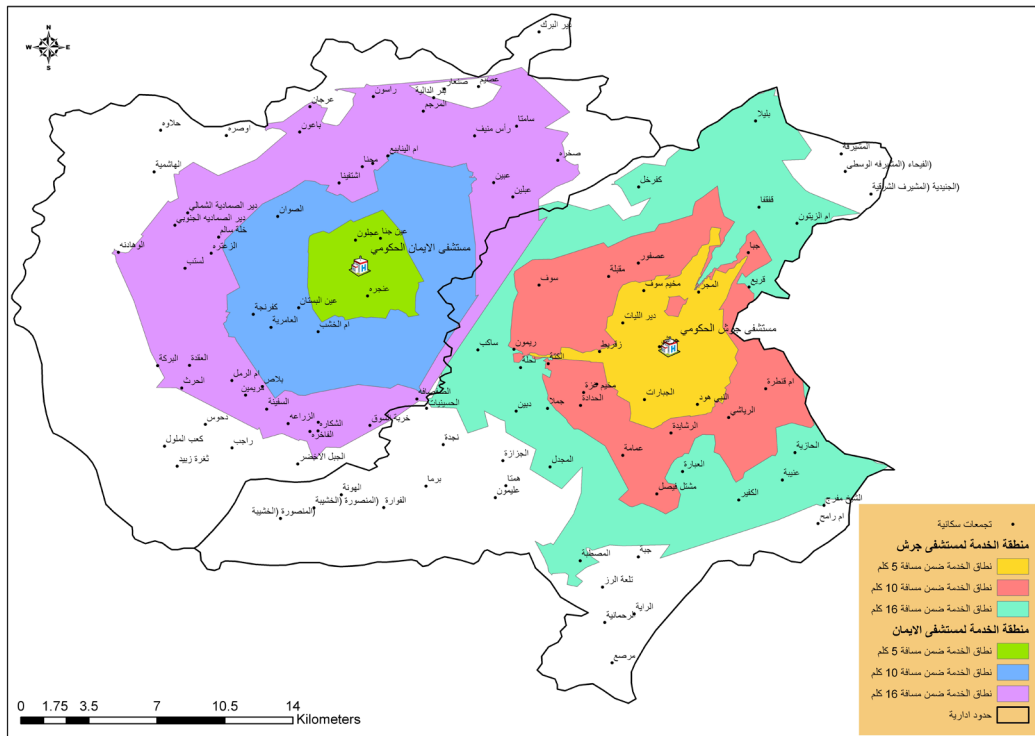
Facility Analysis لإيجاد المستشفى الأقرب من موقع حادث افتراضي في مكان يتوسط موقع مستشفى جرش الحكومي ومستشفى الإيمان، وتكمن أهمية هذا التحليل في اختصار الوقت والتكاليف ولا سيما في الحالات التي تفرق فيها الثواني فعلاً كحوادث المركبات، حيث يتم من خلال هذا التحليل تحديد أقرب مستشفى لمكان وقوع الحادث، كما في الشكل (٤).



الشكل (٤): مخرجات محلل المرفق الأقرب بين حادث افتراضي في كل من محافظة جرش وعجلون وموقع المستشفى الأقرب

وهي قيمة القطع المحددة في هذا البحث، ومما لا شك فيه أن مدى المسافات المقطوعة من التجمعات صوب المستشفى يتفاوت، حيث يلاحظ كيفية اختلاف مقدار التغطية باختلاف القيمة المحددة (المسافة في هذه الحالة)، حيث جرى تحديد ثلاث مسافات (٥ كلم، ١٠ كلم، ١٦ كلم)، لذلك يظهر ثلاثة نطاقات حول كل مستشفى مميّزة بألوان مختلفة تبعاً للمسافة، ويعطي هذا الشكل تصوراً جيداً بأن معظم التجمعات مشمولة بالخدمة ضمن معيار المسافة المحدد، حيث بلغت نسبة السكان الذين وقعوا ضمن عتبة المسافة في محافظة جرش (٨٤،١٪)، بينما بلغت النسبة في محافظة عجلون (٨٤،٨٪)، ويلاحظ أن معظم التجمعات التي

الأقرب لمكان وقوع الحادث. ولغرض تحديد المناطق المشمولة بخدمات المستشفى في كل محافظة طبّق البحث تحليل منطقة الخدمة Service Area Analysis ضمن أدوات محلل الشبكات، وقد أجري هذا التحليل لكل من مستشفى جرش وعجلون كما في الشكل (٥)، حيث يساعد تحديد مناطق الخدمة التي تمّ إنشاؤها بواسطة محلل الشبكة حول موقع المستشفى في معرفة التجمعات السكانية التي تقع ضمن نطاق الرعاية الصحية الثانوية بحيث لا تتجاوز المسافة القصوى للوصول إلى المستشفى من أبعد تجمع سكاني بسيارة أو حافلة مسافة ١٦ كلم (أو ما يعادل تقريباً ١٠ دقائق بسرعة سيارة ٩٠ كلم/ساعة)،



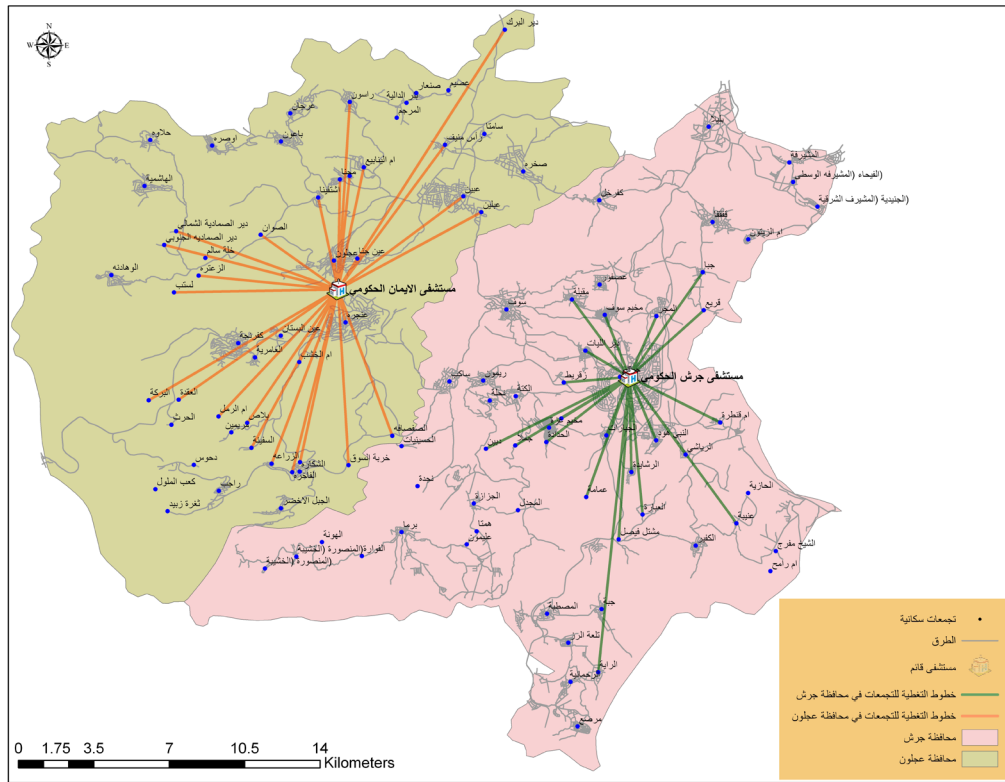
الشكل (٥): مناطق الخدمة التي تقع ضمن نطاق الرعاية الصحية للمستشفيات ضمن مسافة (٥ كلم، ١٠ كلم، ١٦ كلم)

الاستيعابية للمستشفى البالغة (١٣٠) سرير، وهي تشكّل ما نسبته (٤٣٪) من مجموع سكان المحافظة البالغ (١٧٦) ألف نسمة.

يظهر من الشكل (٦)، عدم تغطية جميع التجمعات السكانية في المحافظتين نظراً للطاقة الاستيعابية المحدودة لكل مستشفى، حيث إن معظم سكان محافظة جرش (٥٨٪) هم خارج نطاق الطاقة الاستيعابية لمستشفى جرش الحكومي، وكذلك الأمر بالنسبة لمحافظة عجلون فإن (٥٧٪) من سكان محافظة عجلون هم خارج نطاق الطاقة الاستيعابية لمستشفى عجلون الحكومي، ونظراً لارتفاع تكاليف إنشاء المستشفيات علاوة على

تنقصها الخدمة ضمن المعيار المحدد، تقع على أطراف كل محافظة.

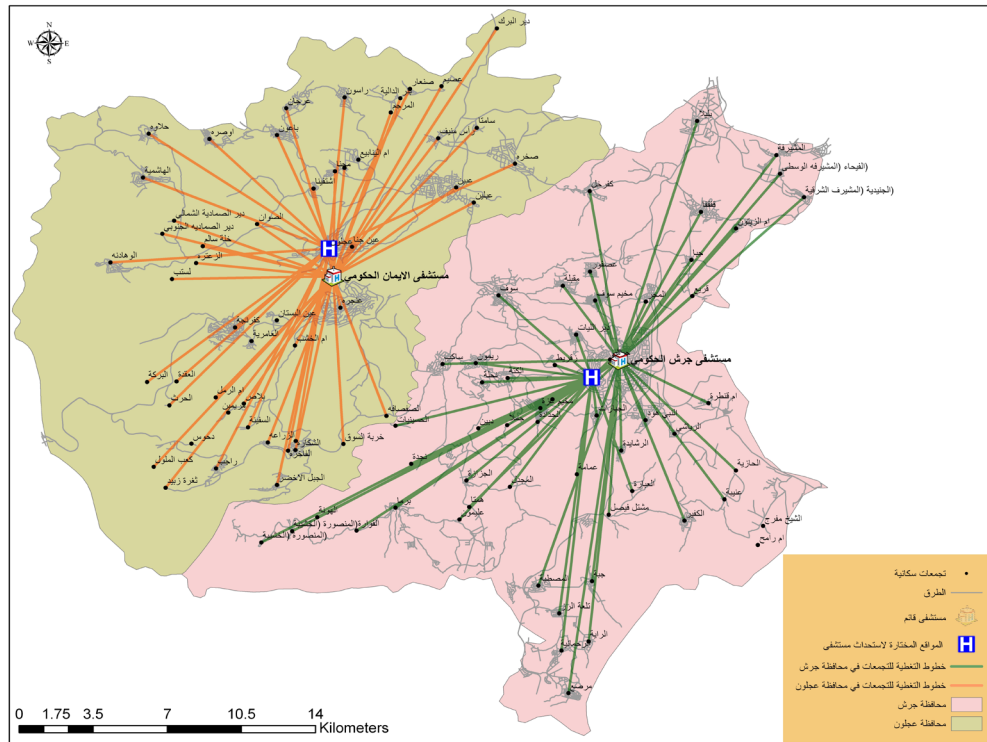
وبالاستناد إلى نتائج نموذج تعظيم تغطية الطاقة الاستيعابية في الشكل (٦) تمّ تحديد التجمعات المشمولة فعلياً بخدمات كل مستشفى ضمن طاقته الاستيعابية من الأسرة، وقد تبين أن (٢٢) تجمعاً سكانياً خصصت لمستشفى جرش ضمن طاقته الاستيعابية من عدد الأسرة البالغ (١٧١) سرير، وتشكّل هذه التجمعات ما نسبته (٤٢٪) من مجموع سكان المحافظة البالغ (٢٣٧) ألف نسمة، وأن (٢٨) تجمعاً سكانياً خصصت لمستشفى الإيثار الحكومي في عجلون ضمن الطاقة



الشكل (٦): نتائج مخرجات محلل نموذج تعظيم تغطية الطاقة الاستيعابية لخدمات الرعاية الصحية الثانوية في محافظتي جرش وعجلون

ويظهر من نتائج نموذج تعظيم تغطية الطاقة الاستيعابية في الشكل (٧)، الموقع الجديد المرشح لاستحداث مستشفى في محافظة جرش، حيث يقع في مدينة جرش الكبرى باعتبارها مركز لواء القصبه، بطاقة استيعابية تبلغ (٢٣٢) سرير؛ لتغطية السكان الذين هم خارج نطاق الطاقة الاستيعابية للمستشفى والبالغ عددهم (١٣٦) ألف نسمة، وذلك طبقاً لمعيار الطاقة الاستيعابية للمستشفيات في المملكة والبالغ ١٧ سريراً/ ١٠ آلاف نسمة، كما يظهر من نتائج النموذج الموقع المرشح لاستحداث مستشفى جديد في محافظة عجلون، حيث يقع في مدينة عجلون باعتبارها مركز لواء القصبه، بطاقة

محدودية الموارد المالية المتاحة؛ فقد تمّ تحديد موقع جديد مرشح لاستحداث مستشفى واحد فقط مع تحديد طاقته الاستيعابية اللازمة لرفع نسبة السكان المشمولين بالخدمة وذلك في التجمعات السكانية التي تعدّ مركز لواء في كل المحافظة، حيث يوجد في محافظة جرش لواء واحد وهو لواء قصبه جرش ومركزه مدينة جرش الكبرى، أمّا في محافظة عجلون فيوجد لواءان، وهما: لواء قصبه عجلون ومركزه مدينة عجلون، ولواء كفرنجة ومركزه مدينة كفرنجة، مع الأخذ بالاعتبار وزن سكان التجمعات فيها، وذلك لتأكيد المواقع التي تغطي أكبر قدر من السكان.



الشكل (٧) نتائج مخرجات محلل نموذج تعظيم تغطية الطاقة الاستيعابية للمواقع المرشحة لخدمات الرعاية الصحية الثانوية في محافظتي جرش وعجلون

area analysis جرى تحديد التجمعات السكانية التي تقع ضمن نطاق الرعاية الصحية الثانوية بحيث لا تتجاوز المسافة القصوى للوصول إلى المستشفى من أبعد تجمع سكاني بسيارة أو حافلة مسافة ١٦ كلم، وقد بلغت نسبة السكان الذين وقعوا ضمن عتبة المسافة في محافظة جرش (١, ٨٤٪)، بينما بلغت النسبة في محافظة عجلون (٨, ٨٤٪)، ويلاحظ أن معظم التجمعات التي تنقصها الخدمة ضمن المعيار المحدد، تقع على أطراف كل محافظة.

كما أظهرت نتائج تطبيق نموذج تعظيم تغطية الطاقة الاستيعابية لتحديد التجمعات المشمولة فعلياً بخدمات كل مستشفى ضمن طاقته الاستيعابية من الأسرة، وقد تبين أن (٢٢) تجمعاً سكانياً خصصت لمستشفى جرش ضمن طاقته الاستيعابية من عدد الأسرة البالغ (١٧١) سرير، وتشكل هذه التجمعات ما نسبته (٤٢٪) من مجموع سكان المحافظة البالغ (٢٣٧) ألف نسمة، وأن (٢٨) تجمعاً سكانياً خصصت لمستشفى الإيمان الحكومي في عجلون ضمن الطاقة الاستيعابية للمستشفى البالغة (١٣٠) سرير، وهي تشكل ما نسبته (٤٣٪) من مجموع سكان المحافظة البالغ (١٧٦) ألف نسمة.

ومن جهة أخرى أظهر تطبيق النموذج الموقع الجديد المرشح لاستحداث مستشفى في محافظة جرش، حيث يقع في مدينة جرش الكبرى، بطاقة استيعابية تبلغ (٢٣٢) سرير؛ لتغطية السكان الذين هم خارج نطاق الطاقة الاستيعابية للمستشفى

استيعابية تبلغ (١٦٩) سرير؛ لتغطية السكان الذين هم خارج نطاق الطاقة الاستيعابية للمستشفى والبالغ عددهم (٦, ٩٩) ألف نسمة. ويظهر من الشكل (٧) بعد استحداث مستشفى جديد في محافظة جرش بطاقة استيعابية (٢٣٢) سرير وفي محافظة عجلون بطاقة استيعابية (١٦٩) سرير؛ تغطية التجمعات السكانية.

## ٥. خاتمة

يستخلص من نتائج هذا البحث التخطيط المكاني لخدمات الرعاية الصحية الثانوية في محافظتي جرش وعجلون باستخدام أدوات محلل الشبكات المتاحة ضمن بيئة برمجيات نظم المعلومات الجغرافية، وتم أيضاً وضع بعض الاقتراحات المناسبة لحل المشاكل الموجودة الناجمة عن الواقع التخطيطي في منطقة الدراسة.

وقد أظهرت النتائج من خلال تطبيق تحليل المسار تحديد الطريق الأقصر بين موقع حادث افتراضي وموقع المستشفى في كل من محافظتي جرش وعجلون، حيث تظهر أهمية هذا التحليل بإيجاد أقصر الطرق بين مكان وقوع الحادث والمستشفى، كما أظهرت النتائج من خلال تطبيق تحليل المرفق الأقرب Closest Facility إيجاد المستشفى الأقرب من موقع حادث افتراضي في مكان يتوسط موقع مستشفى جرش ومستشفى الإيمان في عجلون.

ومن خلال تطبيق تحليل منطقة الخدمة Service

في الأردن ومدى مواءمته لحقوق الانسان،  
٢٠١٤، استرجاع بتاريخ ٢٧ شباط ٢٠١٦  
من:

<http://gnrd.net/ar/seemore.php?id=270>

وزارة الصحة الأردنية، إحصائيات ومؤشرات  
صحية: خدمات الرعاية الصحية الثانوية  
(المستشفيات العامة)، استرجاع بتاريخ ٢٧  
شباط ٢٠١٦ من:

[http://www.moh.gov.jo/AR/Pages/mainind.aspx?  
ind=http%3a//apps.moh.gov.jo/reports/headermain.  
jsp?firstjsp=secondaryhealthcaremenu&lang\\_parame-  
ter=english](http://www.moh.gov.jo/AR/Pages/mainind.aspx?ind=http%3a//apps.moh.gov.jo/reports/headermain.jsp?firstjsp=secondaryhealthcaremenu&lang_parameter=english)

#### Arabic References:

**Department of Statistics**, Report of Main Results for Population and Housing Census 2015, Amman-Jordan, Retrieved 27 February 2016 from: [http://census.dos.gov.jo/wp-content/up-  
loads/sites/2/2016/02/  
Census\\_results\\_2016.pdf](http://census.dos.gov.jo/wp-content/uploads/sites/2/2016/02/Census_results_2016.pdf)

**Global Network for Rights and Development**, The Health System in Jordan and Its Suitability for Human Rights, 2014, Retrieved 27 February 2016 from: [http://gnrd.net/ar/seemore.  
php?id=270](http://gnrd.net/ar/seemore.php?id=270)

**Ministry of Jordanian Health**, Statistics and Indicators of Health: Secondary Health Care Services (Public Hospitals), Retrieved 27 February 2016 from:

[http://www.moh.gov.jo/AR/Pages/mainind.as-  
px?ind=http%3a//apps.moh.gov.jo/reports/  
headermain.jsp?firstjsp=secondaryhealthcare-  
menu&lang\\_parameter=english](http://www.moh.gov.jo/AR/Pages/mainind.aspx?ind=http%3a//apps.moh.gov.jo/reports/headermain.jsp?firstjsp=secondaryhealthcaremenu&lang_parameter=english)

#### English References:

**Alizadeh, Morteza., Mahdavi, Iraj., Mahdavi-Amiri, Nezam., Shiripour, Saber.** “A capacitated location-allocation problem with stochastic demands using sub-sources: An empirical study”,

والبالغ عددهم (١٣٦) ألف نسمة، وذلك طبقاً لمعيار الطاقة الاستيعابية للمستشفيات في المملكة والبالغ ١٧ سريراً/ ١٠ آلاف نسمة، كما يظهر من نتائج النموذج الموقع المرشح لاستحداث مستشفى جديد في محافظة عجلون، حيث يقع في مدينة عجلون بطاقة استيعابية تبلغ (١٦٩) سرير؛ لتغطية السكان الذين هم خارج نطاق الطاقة الاستيعابية للمستشفى والبالغ عددهم (٦, ٩٩) ألف نسمة. وأخيراً توصي الدراسة ببناء على تحليل ومناقشة النتائج؛ بضرورة استحداث مستشفى جديد في محافظة جرش بطاقة استيعابية (٢٣٢) سرير، وكذلك استحداث مستشفى جديد في محافظة عجلون بطاقة استيعابية (١٦٩) سرير، في المواقع المرشحة من قبل نموذج تعظيم تغطية الطاقة الاستيعابية، وذلك ضمن الخطط المستقبلية لوزارة الصحة الأردنية.

#### ٦- المراجع

المراجع العربية:

دائرة الإحصاءات العامة. تقرير النتائج الرئيسية  
للتعداد العام للسكان والمساكن ٢٠١٥،  
عمان-الأردن. استرجاع بتاريخ ٢٧ شباط

٢٠١٦ من:

[http://census.dos.gov.jo/wp-content/up-  
loads/  
sites/2/2016/02/Census\\_results\\_2016.pdf](http://census.dos.gov.jo/wp-content/uploads/sites/2/2016/02/Census_results_2016.pdf)

الشبكة الدولية للحقوق والتنمية، النظام الصحي

- (4), (2013):387–408.
- Haghani, A.** “Capacitated maximum covering location models: Formulations and solution procedures”, *Journal of Advanced Transportation*, 30 (3), (1996): 101–136.
- Hale, T.S, and Moberg C.R.** “Location science research: a review”, *Annals of Operations Research*, 123 (1), (2003):21–35.
- Hsieha, K.H., and Tien, F.C.** “Self-organizing feature maps for solving location-allocation problems with rectilinear distances”, *Computers and Operations Research*, 31 (7), (2004). 1017-1031.
- Jia, H., Ordonez, F., and Dessouky,** “MA modeling framework for facility location of medical services for large-scale emergencies”, *IIE Transaction*, 39 (1), (2007):41-35.
- Marianov, V., and Serra, D.** “Probabilistic maximal covering location-allocation models for congested systems”, *Journal of Regional Science*, 38(3), (1998): 401–424.
- Mehrez, A., Sinuany-Stern, Z., Arad-Geva, T., and Binyamin, S.** “On the Implementation of Quantitative Facility Location Models: The Case of a Hospital in a Rural Region”, *J of the Operational Research Society*, 47 (5), (1996):612–625.
- Messina, J.P., Shortridge, A.M., Groop, R.E., Varnakovidia, P. and Finn, M.J.** “Evaluating Michigan’s community hospital access: spatial methods for decision support”, *International Journal of Health Geographics*, 5 (42), (2006):1-18.
- Pirkul, H., and Schilling, D.** “The maximal covering location problem with capacities on total workload”. *Management Science*, 37(2), (1991): 233–248.
- Polo, G., Acoŝta, C.M., Ferreira, F. and Dias, R.A.** “Location-Allocation and Accessibility Models for Improving the Spatial Planning of Public Health Services”, *PLoS ONE*. 10(3),(2015):1-14.
- Rahman, S., and Smith, D. K.** “Deployment of rural health facilities in a developing country”, *Journal of the Operational Research Society*, 9 (50), (1999): 892–902.
- Rosing, K., Hillsman, E., and Rosing-Vogelaar, H.** “The robustness of two common heuristics for the Pmedian problem”, *Environment and Planning A*, 11(1), :(1979) 373–380.
- Shariff, S.S., Moin, N.H. and Omar, M.** “Location allocation modeling for healthcare facility planning in Malaysia”. *Comput Ind Eng*, 62(4), (2012): 1000-1010.
- Applied Soft Computing*, 34 (1),(2015): 551-571.
- Anhorn, J., and Khazai, B.** “Open space suitability analysis for emergency shelter after an earthquake”, *Natural Hazards and Earth System Science*, 15( 4), (2015):789-803.
- Arifin, Shamsul.** “Location Allocation Problem Using Genetic Algorithm and Simulated Annealing: A Case Study Based on School in Enschede”, *Master of Science in Geo-information Science and Earth Observation*, University of Twente, (2011):1-92.
- Berman, O., and Gavious, A.** “Location of terror response facilities: A game between state and terrorist,” *European Journal of Operational Research*, 177 (1), (2007): 1113–1133.
- Chung, C.H.** “Recent applications of the maximal covering location planning (M.C.L.P.) model”, *Journal of Operational Research Society*, 37, (1986): 735–746.
- Church, R., and ReVelle, C.** “The maximal covering location problem”, *Papers of the Regional Science Association*. 32 (1), (1974):101.
- Current, J., and Storbeck, J.** “Capacitated covering models”, *Environment and Planning B*, 15 (2), (1988): 153–163.
- Current, J., Daskin, M., and Schilling, D.** *Facility location: applications and theory*. (1st edition.), New York: springer Verlag, Berlin, Heidelberg, (2001): 83-108.
- Demneh, A., Seyedeh, M., Ghandehari, M. and Ketabi, S .** “A Location-allocation model for loss minimization in large-scale Emergency situation”, *Interdisciplinary Journal of Contemporary Research in Business*. 3 (8), (2011):954.
- ESRI, Inc.** 2015. Overview of Network analysis layers: Route analysis; Service area analysis; Closeŝt facility analysis; Location-allocation analysis. Retrieved on 12- February 2016 from: <http://desktop.arcgis.com/en/arcmap/latest/extensions/network-analysis/overview-of-network-analysis-layers.htm>
- Geroliminis, N., Kepaptsoglou, K., and Karlaftis, M.G.** “A hybrid hypercube–Genetic algorithm approach for deploying many emergency response mobile units in an urban network”, *European Journal of Operational Research*, 210 (2), (2011):287–300.
- Gustavo, B .** “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

**Suomalainen, E.** “ Multi criteria Analysis and Visualization of Location-Allocation Problems”, Master’s Thesis: Department of Engineering Physics and Mathematics, Helsinki University of Technology, (2006):16.

**Tom, K. K., and Edward, H. W.** “ 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), (2013): 3306-3310.

**Zhan, H. G., Lee, Z. P., Shi, P., Chen, C. Q., and Carder, K. C.** “Retrieval of water optical properties for optically deep waters using genetic algorithms”. IEEE Transactions on Geoscience and Remote Sensing, (415), (2003): 1123–1128.

## Maximize Capacitated Coverage Problem for Hospital Facilities: a Case Study by Applied GIS on Governorates of Jerash and Ajloun in Jordanian kingdom

**Tha'r Mutlaq Mohammed Ayasrah**

*Specialist of planning, Statistical Division, Planning and Financial Management, Technical and Vocational Training Corporation, Ar Riyad, Kingdom of Saudi Arabia*

*thaer\_ayasreh@yahoo.com*

Received 10/3/2016 ; accepted for publication 10/4/2016

**Abstract:** The location-allocation models is Combinatorial Optimization Problem, where one of the most efficient models used in the spatial planning of public and private services by analyzing the status of their spatial distribution and the allocation of strategic alternatives for its positions. This study aims to analyze the spatial distribution of secondary health care services (public hospital) in the governorates of Jerash and Ajloun in Jordanian kingdom, and to find optimum facility planning and suggest solutions for improving their efficiency by creation of new facilities. The study has been applied Maximize Capacitated Coverage model – one of the Location-allocation models which available within the tools of networks analyst within ArcGIS program; to determine the greatest number of points of demand within the capacity of the facility. Also the study applied the service area analysis of each hospital so not exceeding the distance between any settlement and location of the hospital (16) km, as well as the study applied rout analysis; to determine the shortest route between the location of default accident and the location of the hospital. Furthermore, the study applied facility closest analyze; to finding the hospital closest to the default accident in each governorate site. Results of the analysis have shown that Jerash Hospital covers by current beds capacity (42%) of the total population, while the Ajloun Hospital covering by current beds capacity (43%). It Shows that it is necessary to raise the level of coverage of the service must create of a new hospital in Jerash governorate with a capacity of (232) beds, and in Ajloun governorate with a capacity of (169) beds, in the candidate locations determined by Maximize Capacitated Coverage model. Finally, the study recommended taking new facilities of hospital in each governorate into account in future plans of the Jordanian Health Ministry..

**Key words:** Spatial Planning; Network Analyst; GIS; Location-Allocation Modeling; Maximize Capacitated Coverage.

