

التحليل المكاني لمواقع المراكز الصحية في مدينة العقبة وبناء نموذج الملائمة
المكانية لاختيار الموقع الأمثل لإنشاء مركز صحي جديد باستخدام نظم المعلومات
الجغرافية

*Spatial Analysis of Health Care Centers in the City of Aqaba and
Model Selection of the Most Appropriate Sites To establish a
New Health Center: Study Using GIS*

عبد الحميد الفناطسة¹

قسم الجغرافيا، جامعة الحسين بن طلال¹

Department of Geography, University Hussein Ibn Talal

abdalhamed.a.alfanatsa@ahu.edu.jo

ملخص

تسعى هذه الدراسة إلى التعرف على نمط التوزيع المكاني للمراكز الصحية في مدينة العقبة، وتصميم نموذج لتحديد المواقع المثلى؛ لإقامة مركز صحي جديد تبعاً للمعايير المحلية المحددة لها. وتم تطبيق النموذج الهيكلي، المتاح في بيئة برامج نظم المعلومات الجغرافية؛ لتحديد المواقع المثلى لإقامة مركز صحي جديد، كما تم استخدام أداة مطابقة الخرائط الموزونة؛ لاستنباط طبقة جديدة تعبر عن مجموع الطبقات (المعايير) مع الأخذ في الاعتبار وزن كل معيار. وقد أظهرت نتائج الدراسة أن نمط توزيع المراكز الصحية في مدينة العقبة هو نمط متشتت، كما أظهرت نتائج التحليل المكاني استنباط خريطة للمواقع الملائمة لإقامة مركز صحي جديد في المدينة، حيث قسّمت منطقة الدراسة إلى أربع فئات مختلفة من الملائمة، وهي: نطاق المواقع الملائمة، والمتوسطة، والعالية نسبياً، والعالية، والعالية جداً.

كلمات مفتاحية: المراكز الصحية، التحليل المكاني، الملائمة المكانية، نظم المعلومات الجغرافية، التحليل الهرمي.

Abstract

The objective of this study is to identify the geographical distribution of the Health Centre in the city of Aqaba, Jordan, and to design a model that can select optimal sites for building a new health centres according to numerical and spatial variables designated for this purpose. The structural model, available within the ArcGIS software environment, was applied to determine the optimal locations to build a new health centre. A mapping tool was also used to unearth a new layer that expressed the total of the layers (criteria), taking into account the weight of various criteria. The results of this study showed

that the pattern of health centre distribution in the city of Aqaba is dispersed. The results of the spatial analysis revealed a map of potentially suitable sites for the creation of a new health centre in the study area. The study area was divided into four different categories of suitable fit: relatively medium suitable area range, medium, relatively high, and high .

Keywords: Health Centres, Spatial Analysis, Spatial Suitability, Geographic Information Systems, Hierarchical Analysis.

Résumé

Cette étude vise à identifier le modèle de distribution spatiale des centres de santé dans la ville d'Aqaba et à concevoir un modèle permettant de déterminer les emplacements optimaux pour l'implantation d'un nouveau centre de santé, conformément aux critères locaux définis. Le modèle hiérarchique disponible dans l'environnement des logiciels de systèmes d'information géographique (SIG) a été appliqué pour identifier ces emplacements optimaux. Un outil manipulant des cartes pondérées a également été utilisé pour générer une nouvelle couche représentant l'ensemble des critères utilisés, en tenant compte du poids attribué à chaque critère.

Les résultats de l'étude ont montré que le modèle de distribution des centres de santé à Aqaba est dispersé. L'analyse spatiale a également permis de produire une carte des emplacements appropriés pour l'implantation d'un nouveau centre de santé dans la ville. La zone d'étude a été divisée en plusieurs catégories de convenance différentes : zones peu adaptées, moyennement adaptées, relativement bien adaptées, très bien adaptées et enfin, parfaitement adaptées.

Mots-clés : Centres de santé, convenance spatiale, systèmes d'information géographique, analyse hiérarchique, Aqaba, Jordanie

المقدمة

تعد الخدمات الصحية من الوظائف التي تقدمها الدولة لأفراد المجتمع، وأن تطور المراكز الصحية يعد دليلاً على تقدم المجتمعات لكونها تهتم بالإنسان من الناحية الصحية والنفسية والعقلية، وبالتالي يتمكن الفرد من أداء أعماله بصورة جيدة، لذا فإن دراسة مراكز الرعاية الصحية وانتشارها المكاني، ضرورة لبيان مدى كفايتها، وإشباع الحاجات السكانية منها، ويدور البحث ضمن إطار التوزيع المكاني لمراكز الرعاية الصحية بنوعيتها المادي والبشري وتخطيط وتطوير هذه الخدمة حتى تفي باحتياجات السكان (الزير، 2017). وقد أولت وزارة الصحة في الأردن أهمية خاصة بالخدمات الصحية وذلك من أجل تقليل النفقات في الجهد والمال حتى يضمن طالب الخدمة الوصول إليها في أقل جهدٍ ووقت وتكلفة.

تحظى الدراسات التي تهتم بتوزيع الخدمات الصحية بمكانة مرموقة في دراسات الجغرافيا الطبية. وتهتم الجغرافيا الطبية وهي أحد فروع الجغرافيا البشرية، بدراسة العلاقة بين البيئة والمرض، إضافة إلى دراسة التوزيع الجغرافي للخدمات الطبية، وسبل الوصول إليها، وهي تسعى لتقديم وصف دقيق ومنظم للتوزيع الجغرافي للمرافق الصحية وتقييم مدى عدالة توزيعها، وتناسبها مع التوزيع الجغرافي للسكان، وقدرة السكان على الوصول إليها (الدويكات، طلافحه، 2018).

ويعد استخدام نظم المعلومات الجغرافية ونماذج التحليل المكاني متعدد المعايير وسيلة مهمة، لتحديد الموقع الأمثل للخدمات المختلفة، ومنها الخدمات الصحية من عدد كبير من المواقع المحتملة، حيث تتميز بقدرتها على إدخال جميع بيانات المتغيرات الجغرافية التي تؤثر في نوع الخدمة وتحليل مواقعها وأنماط توزيعها وكفاءة توزيعها المكاني؛ بهدف الوصول إلى أفضل توزيع على مستوى الأحياء بطريقة تحقق أعلى مستوى خدمة لهم، لذا يعد استخدام التحليل المكاني المعتمد على النمذجة Model Builder والربط بينها وبين نظم المعلومات الجغرافية أداة مهمة لبناء نظام دعم القرارات المكانية من أجل تخطيط للخدمات الصحية. فبواسطة بناء نموذج التحليل المكاني، يمكن لصانع القرار اتخاذ القرارات المتعلقة بتحديد الموقع الأمثل للخدمة بصورة أكثر كفاءة. (Yeh and Chow 1996)

1. مشكلة الدراسة

تعد الخدمات الصحية من الخدمات المهمة والمرتبطة مسؤوليتها بعنق الدولة تجاه المجتمع، تأسيساً وإدارة وإشرافاً، تواجه المراكز الصحية في الأردن بشكل عام، ومدينة العقبة بشكل خاص العديد من المشاكل، من أبرزها عدم توافق توزيعها مع المتغيرات المكانية المحيطة بها؛ ورغم الجهود الوطنية المبذولة، فإن واقع توزيع المراكز الصحية في مدينة العقبة يعتبر دون المستوى المطلوب، حيث تعاني من تدني في مستوى كفاءتها. وتسعى الدراسة للإجابة عن التساؤلات الآتية:

- ما هو واقع توزيع المراكز الصحية في مدينة العقبة ؟
- ما هي الأسس والمعايير المناسبة لتحديد المواقع الملائمة لإقامة مركز صحي جديد في مدينة العقبة، لتقديم أفضل خدمة ؟
- كيف يمكن توظيف نظم المعلومات الجغرافية في تصميم نموذج لتحديد المواقع المثلى لتوزيع المراكز الصحية تبعاً للمعايير التخطيطية المحلية العددية والمكانية المحددة لها.

2. أهداف الدراسة وأهميتها

تسعى هذه الدراسة إلى تحقيق الأهداف الآتية:

- التعرف على نمط التوزيع الجغرافي للمراكز الصحية بين أحياء مدينة العقبة، وعلاقتها بالتوزيع الجغرافي للسكان، والتعرف على مدى تركزها في تلك الأحياء.
 - استخدام نظم المعلومات الجغرافية في تصميم نموذج لتحديد المواقع المثلى، لإقامة مركز صحي جديد تبعاً للمعايير العددية والمكانية المحدد لها.
 - إعداد خرائط رقمية لأفضل المواقع الملائمة لإقامة مركز صحي جديد في مدينة العقبة بالاعتماد على نظم المعلومات الجغرافية وعملية التحليل الهرمي.
- كما تكمن أهمية الدراسة في استخدام تقنية نظم المعلومات الجغرافية والتي تساهم في تحليل توزيع مراكز الرعاية الصحية الأولية لثراء هذه التقنية بأساليب ووظائف يمكن استخدامها في التخطيط الصحي، بالإضافة إلى تصميم نموذج أمثل لتوزيع تلك الخدمات بما يحقق أعلى مستوى كفاءة لها. بالإضافة إلى بيان أهمية تخطيطها من خلال تحديد الموقع الأمثل ضمن نظام تخطيط حضري متكامل.

وتُعد مدينة العقبة، مركز المحافظة الاقتصادي والتجاري والإداري والثقافي، وتطور عدد سكانها بشكل تدريجي من 2853 نسمة عام 1952م، (دائرة الإحصاءات العامة، 1952). إلى 179023 نسمة (دائرة الإحصاءات العامة، 2023). واتسعت مساحة المنطقة فوصلت مساحتها إلى 19571 دونماً عام 2018م، توزعت على عدة استعمالات من بينها الخدمات الصحية، فقد جاءت هذه الدراسة لتلقي الضوء على هذا القطاع الحيوي ومناقشة مشاكله، وقياس مدى كفاءة التوزيع المكاني على ضوء المعايير المعتمدة في الأردن، مستعيناً بتقنية نظم المعلومات الجغرافية كونها أداة فعالة في أسلوب البحث الجغرافي التطبيقي.

3. الدراسات السابقة

تناول العديد من الباحثين بدراساتهم الخدمات الصحية داخل المدن، وذلك على المستويات المحلية والعربية والعالمية، ذات الصلة بموضوع الدراسة جاءت دراسة

(الشمري، 2021) بعنوان تحليل توزيع مراكز الرعاية الصحية بمدينة حائل بتطبيق نظام الاستشعار عن بعد ونظام المعلومات الجغرافية، هدفت الدراسة إلى تحديد موقع مراكز الرعاية الصحية الأولية، ومعرفة مدى ملائمة توزيعها للتوسع العمراني وخدماتها لجميع الأحياء السكنية في مدينة حائل من خلال التقنيات الحديثة، وقد توصلت الدراسة إلى أن عدد المراكز بلغ 19 مركزاً مقابل 42 حياً سكنياً، وأن التوزيع غير ملائم ولا يكفي حيث يوجد 15 مركزاً داخل نطاق الدائري ويخدم تقريباً 26 حياً سكنياً وأن هناك أكثر من 10 أحياء لم تصلها خدمة المراكز نهائياً رغم كثافة السكان فيها، وأن هناك تداخل في نطاق الخدمة بين المراكز، وتوصي الدراسة بإعادة التوزيع وافتتاح مراكز جديدة. بينما درس (قطيشات، 2021) توزيع المراكز الصحية في محافظة جرش وتحليلها باستخدام نظم المعلومات الجغرافية، بهدف تحليل المكاني للخدمات الصحية المتمثلة بالمراكز الصحية في محافظة جرش وإبراز دور مرافق الخدمات الصحية في تنمية المجتمع المحلي، وقد توصلت الدراسة إلى أن نمط التوزيع للمراكز الصحية في منطقة الدراسة عشوائي، وأوصت الدراسة بضرورة العمل على تطوير المراكز الصحية لتشمل تخصصات حيوية غير متوفرة في محافظة جرش، وضرورة زيادة الكادر الطبي في مراكز الرعاية الصحية الأولية، لتخفيف الضغط على المراكز وتقديم خدمة أفضل للمواطن. في حين تناول (عدو، 2020) في دراسته الملاءمة المكانية لتوزيع السكان والخدمات الصحية في مدينة الموصل باستخدام نظم المعلومات الجغرافية والاستشعار عن بعد، حيث يهتم البحث بدراسة العلاقة المكانية بين توزيع السكان وانتشار خدمات المراكز الصحية حسب بناء نموذج مكاني يوضح تلك العلاقة بما يتوافق مع مبدأ الجغرافيا الذي يهتم بتوزيع الظواهر وإيجاد العلاقة بينهما، لتشخيص عدم التوازن المكاني في توزيع السكان والخدمات الصحية، وأوصت الدراسة بإنشاء نموذجين، الأول يمثل توزيع السكان وكثافتهم باستخدام التمثيل النقطي والثاني نموذج مكاني يمثل المستويات الصحية للأحياء السكنية. أما دراسة (الزير، 2017) فتناولت التحليل المكاني لمواقع مراكز الرعاية الصحية الأولية بغربي الرياض وبناء نموذج لاختيار المواقع الأنسب لها باستخدام نظم المعلومات الجغرافية، تهدف الدراسة إلى استخدام نظم المعلومات الجغرافية في دراسة التوزيع الحالي لمراكز الرعاية الصحية الأولية، وتحليل خصائص هذا التوزيع؛ ومن ثم تقييم كفاءة وكفاية مراكز الرعاية الصحية الأولية، وتقديم نموذج الموقع الأنسب لهذه المراكز في منطقة الدراسة، وقد خلصت الدراسة إلى العديد من النتائج منها عدم توافق التوزيع الحالي لمراكز الرعاية الصحية الأولية مع توزيع المتغيرات الجغرافية مثل: مساحة الوحدات الإدارية بالمدينة، وتوزيع السكان وكثافتهم، وحجم القوى العاملة، وخصائص شبكة الطرق. وقد تبين أن منطقة الدراسة تحتاج إلى نحو (25 - 33) مركزاً جديداً للرعاية الصحية. بينما تطرق (الحلي، 2017 م). في دراسته إلى استخدام نظم المعلومات الجغرافية في تحديد أنسب المواقع لإقامة منشآت سياحية في مدينة أريحا". هدفت هذه الدراسة إلى التعرف إلى أنسب المواقع لإقامة منشآت سياحية في مدينة أريحا، حيث قام الباحث بتطبيق تحليل الملاءمة المكانية باستخدام برامج نظم المعلومات

الجغرافية، توصلت الدراسة إلى مجموعة من النتائج أهمها: وجود مواقع مكانية تحقق الشروط المطلوبة جميعها من قبل الباحث، حيث حصلت على أعلى درجة ملائمة بناء على مجموعة المعايير، وتتوزع المناطق الملائمة لإقامة معالم سياحية داخل المدينة حسب درجة الانحدار في معظم أراضي المدينة، وتبين - أيضاً - أن الاستخدام السياحي يتركز في المدينة، وهناك حاجة لإقامة مرافق وخدمات سياحية جديدة؛ لكي يصبح توزيع الخدمات والمرافق السياحية منتظماً، ويلبي حاجة سكان المدينة.

ما يميز هذه الدراسة بأنها حاولت الكشف عن الأنماط المكانية لتوزيع المراكز الصحية باستخدام أدوات التحليل المكاني كتحليل صلة الجوار ودرجة التركيز أو الانتشار. كما اهتمت الدراسة بالعوامل المؤثرة في اختيار المواقع عند التخطيط لإنشاء المراكز الصحية وربطها بمجموعة من المتغيرات كتوزيع المؤسسات، والإمكانات الاقتصادية والاجتماعية.

4. منهجية البحث:

اعتمدت الدراسة على منهج التحليل المكاني من خلال تطبيق تقني متمثل بما تقدمه نظم المعلومات الجغرافية من أدوات تحليلية واسعة، فضلاً عن تطبيق بروتوكول لمراحل التحليل للوصول للنتائج، واستخدام المنهج الوصفي لتفسير نتائج التحليل النهائي.

1.4. مصادر البيانات

استند البحث على طبقة توزيع المراكز الصحية، والمستمدة من قسم نظم المعلومات الجغرافية في وزارة الصحة لعام 2023، وكذلك خريطة الحدود الإدارية لمدينة العقبة لعام 2022، مستمدة من المركز الجغرافي الملكي، بالإضافة إلى ذلك تم الحصول على شبكة الطرق لمدينة العقبة، مستمدة من قسم نظم المعلومات الجغرافية في وزارة الأشغال العامة والإسكان، وقد تم الحصول على البيانات الخاصة بالسكان، من دائرة الإحصاءات العامة، تعداد السكان والمساكن 2015، وتقديرات السكان لعام 2022.

2.4. إجراءات إعداد البيانات وأدوات تحليلها ومعالجتها

طبّق البحث تحليلاً متعدد المعايير بالاستناد إلى أدوات المحلل المكانية المتاحة ضمن بيئة نظم المعلومات الجغرافية، من أجل استنباط خريطة الملاءمة المكانية؛ وتجهيز خريطة أساس لمدينة العقبة، وقد تمّ الحصول عليها من سلطة منطقة إقليم العقبة الاقتصادية بنظم إحداثيات مسقط، (Jordan_JTM). وقد طبّق البحث الأدوات التالية لغرض تحديد الموقع الأمثل:

- أداة التحليل الطبوغرافي لسطح الأرض Surface Tool وذلك لاستنباط خريطة الميل Slope.
- أداة المسافة الإقليدية Euclidean Distance وذلك لإظهار حدود امتداد المسافات حول كل موقع من المعايير قيد الدراسة.

- أداة مطابقة الخرائط الموزونة بعضها فوق الآخر Weighted Overlay لاستنباط طبقة جديدة تعبر عن مجموع الطبقات (المعايير) مع الأخذ بالاعتبار وزن كل معيار.
 - أداة النموذج الهيكلي Model Builder، المتاحة حيث يمكن من خلالها تنفيذ جميع الأدوات السابقة على شكل سلسلة متتابعة، بحيث تكون مخرجات كل أداة مدخل لأداة أخرى.
- بالإضافة إلى ذلك، طُبّق البحث عملية التحليل الهرمي Analytic Hierarchy Process (AHP) وهي أحد الأساليب المستخدمة في تقييم القرار متعدد المعايير (Multi-Criteria Decision Analysis (MCDA) (Saaty, 1980)). ويُعبر عن القيم التي تستخدم لمقياس الوزن بعبارات مفاضلة بين المعايير، وقد وضع هذه العبارات أيضاً (Saaty, 1980) جدول رقم (1).

جدول (1) مقياس عملية التحليل الهرمي

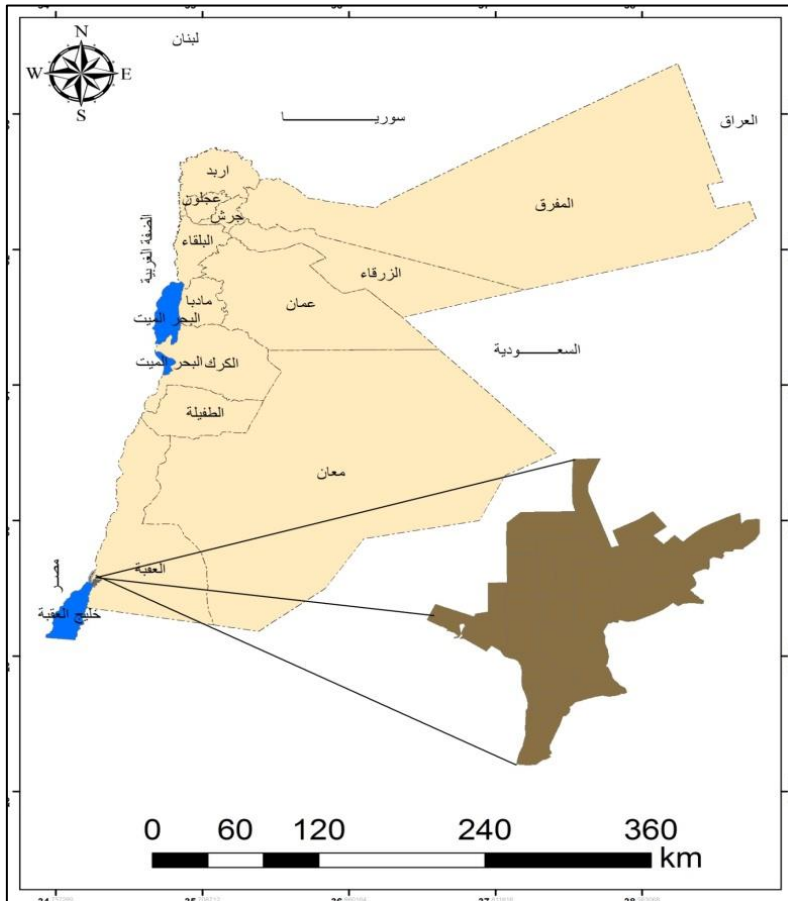
المقياس	التفسير	المقياس	التفسير	المقياس	التفسير
1	أهمية متساوية	4	أهمية معتدلة إلى قوية	7	أهمية قوية جداً
2	أهمية متساوية إلى معتدلة	5	أهمية قوية	8	أهمية قوية جداً إلى بالغة
3	أهمية معتدلة	6	أهمية قوية إلى قوية جداً	9	أهمية بالغة

المصدر: عياصرة ، 2018.

3.4. منطقة الدراسة

تقع مدينة العقبة في الأردن إلى الجنوب الغربي من العاصمة عمان بنحو 350 كم، وتمتد بين درجتي عرض (29° 41' و 29° 34')، وخطي طول (34° 58' و 35° 33')، وتقسّم إدارياً إلى اثنين وأربعين حياً سكنياً الشكل (1)، وتبلغ الكثافة السكانية لمدينة العقبة 8 نسمة/1000م². يقع مركز المدينة، الذي يضم معظم الأنشطة التجارية والإدارية ضمن الأحياء القديمة للمدينة.

الشكل (1) منطقة الدراسة. (مدينة العقبة)



المصدر: إعداد الباحث

5. النتائج

1.5. التحليل المكاني لتوزيع المراكز الصحية في مدينة العقبة

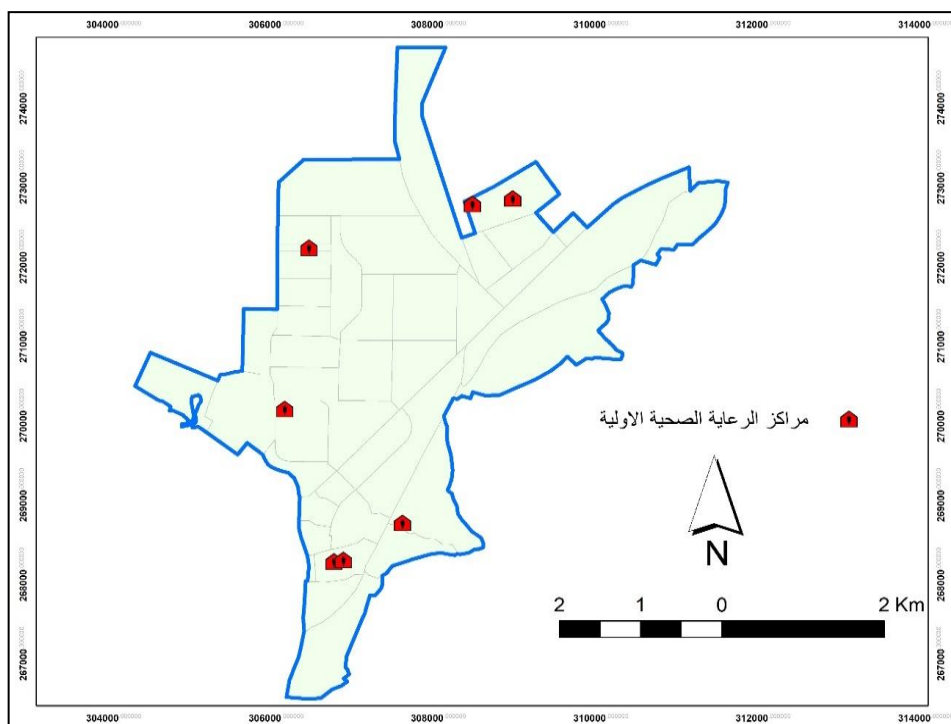
التوزيع الجغرافي كما يفهمه الجغرافي هو: التكرار الذي نواجه فيه بعض الظواهر في المكان، بل إنه يعني الترتيب أو التنظيم الناتج عن توزيع الظواهر وفق نمط خاص، وتتميز نظم المعلومات الجغرافية بتوفير العديد من وظائف التحليل المكانية والإحصائية التي تستخدم في التعرف على نمط توزيع الظواهر الجغرافية، (أبو عمرة، 2010). إن دراسة توزيع المؤسسات الصحية في المدن من الأمور التي اهتم بها الباحثون وخاصة الجغرافيين، والمخططين، وذلك من أجل معرفة خصائص هذا التوزيع، وكفاءته، وأنماطه. كما أن عملية التوزيع تحدد أين يجب أن توجد هذه المؤسسات، فضلاً عن أنها تعكس مجموعة من العوامل الاقتصادية، والاجتماعية، والبيئية الكامنة وراء صورة

التوزيع، وتوفر المعلومات الضرورية للمخططين، وأصحاب القرار لتقدير الاحتياجات المستقبلية من تلك المؤسسات.

2.5. التوزيع الجغرافي للمركز الصحية على أحياء مدينة العقبة

تضم مدينة العقبة 8 مراكز للرعاية الصحية الأولية، وتشكل هذه المراكز نسبة 29 % من إجمالي عدد المراكز الصحية بمحافظة العقبة للعام 2023م البالغ عددها 24 مركزاً صحياً (وزارة الصحة، 2022). الشكل (2) توزيع مراكز الرعاية الصحية بمدينة العقبة نلاحظ أن هذه المراكز تتوزع على 5 أحياء فقط تشكل نحو 11.9 % من إجمالي أحياء المدينة البالغ عددها 42 حيّاً، وهو ما يعني أن 37 حيّاً سكنياً تعتبر خالية من مراكز الرعاية الصحية، ويلاحظ من الشكل أن حي الكرامة وحي البلد القديمة يضم كل منهما مركزين صحيين، في حين تتوزع باقي المراكز الصحية بواقع مركز صحي بكل حي من الأحياء التي تتوزع بداخلها.

الشكل رقم (2) التوزيع الجغرافي للمراكز الصحية على أحياء مدينة العقبة



المصدر: إعداد الباحث.

3.5. التحليل المكاني لنمط توزيع المراكز الصحية في مدينة العقبة

تأتي مؤشرات قياس كفاءة الموقع الجغرافي للخدمات الصحية في المدينة على جانب كبير من الأهمية نظراً لما تشكله من وظيفة أساسية تقدم لسكان المدينة كواحدة من الخدمات المجتمعية، وركزت الدراسات الحديثة في الجغرافيا على التوزيع المكاني للخدمات، ومشكلة التباين في توزيعها، وسهولة الوصول إليها، إذ باتت محور اهتمام الجغرافيين، بهدف تحقيق التوزيع العادل والمتكافئ لموقع الخدمة. ويمثل التوزيع المكاني للظواهر الجغرافية على سطح الأرض البداية الأولى في الدراسات الجغرافية لأنها معنية بتوزيع الظواهر والترابط فيما بينها (قطيشات، 2021). ونظراً لما تتمتع به تقنية نظم المعلومات الجغرافية (GIS)²² في تحليل البيانات لمختلف المجالات، فقد اقتصر البحث على تحليل كفاءة التوزيعات المكانية، لتي لها علاقة وطيدة بكفاءة المواقع المكانية ومن خلال المعدلات والمقاييس الآتية :

1.3.5 تحليل صلة الجوار

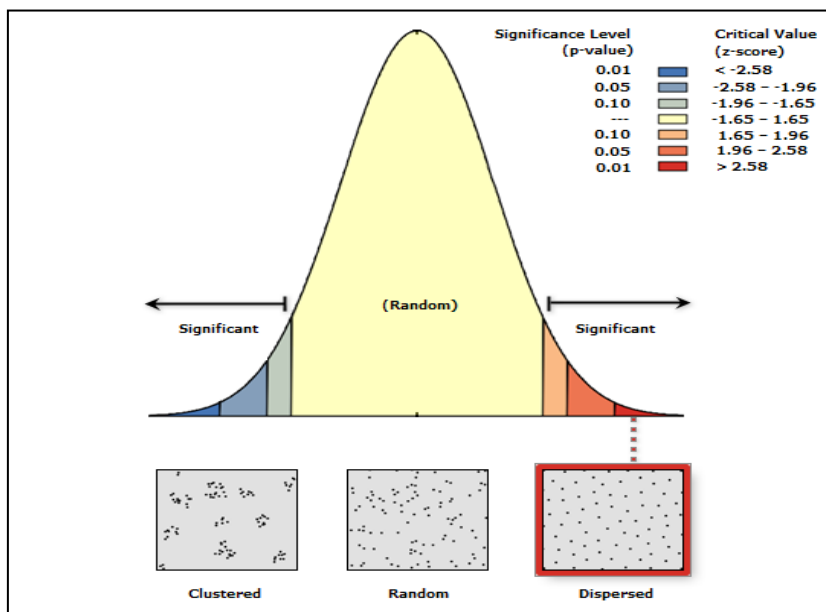
تستعمل قرينة صلة الجوار (Average Nearest Neighbor Distance) في الدراسات الجغرافية لقياس مدى تشتت مواقع النقاط حول بعضها، وتحديد نمط انتشارها في التوزيعات المكانية، إذ يمكن أن تكون عشوائية أو منظمة أو مركزة، تُعد الأساليب الإحصائية الشائعة لدى الجغرافيين، لما توفره من قياس دقيق لعلاقة ظاهرة مع الظواهر الأخرى وكونها وسيلة لقياس مدى تركيز أو تشتت المعالم الجغرافية. كما تستخدم قرينة صلة الجوار لقياس التوزيع المكاني، فيما إذا كان متجمعاً بشكل عشوائي أو منتظم، وأقرب جار هي صيغة تكون نتيجتها بين (صفر-2.15) حيث أنماط توزيعها الشكل (3).

وأظهرت نتائج التحليل، أن نمط التوزيع المكاني لمواقع المراكز الصحية في مدينة العقبة (متشتت) ويقع ضمن نطاق مستوى الثقة (0.01 – -0.01)، وقيمة (Z) بين (-1.65 - 1.65). وقد بلغت نتيجة حساب نمط توزيع المراكز الذي أجراه البرنامج، بقسمة متوسط المسافة المحسوبة على متوسط المسافة المتوقعة، وأظهرت قيمة (Z) و(2.04) هي قيمة أعلى من قيمة متوقعة (Critical Values) للمعيار (Z) الذي يشير إلى شكل النمط الجغرافي هو غير منتظم، بمستوى ثقة عالٍ جداً (0.99)، وباحتمالية (1%) إلى ميل النمط نحو العشوائية.

²² تم استعمال برنامج ArcGIS المتحصل عليه من ESRI Jordany، رخصة رقم :

GISDAY_2022_FGT3

الشكل (3) تحليل قرينة الجار الأقرب للتوزيع المكاني للمراكز الصحية.

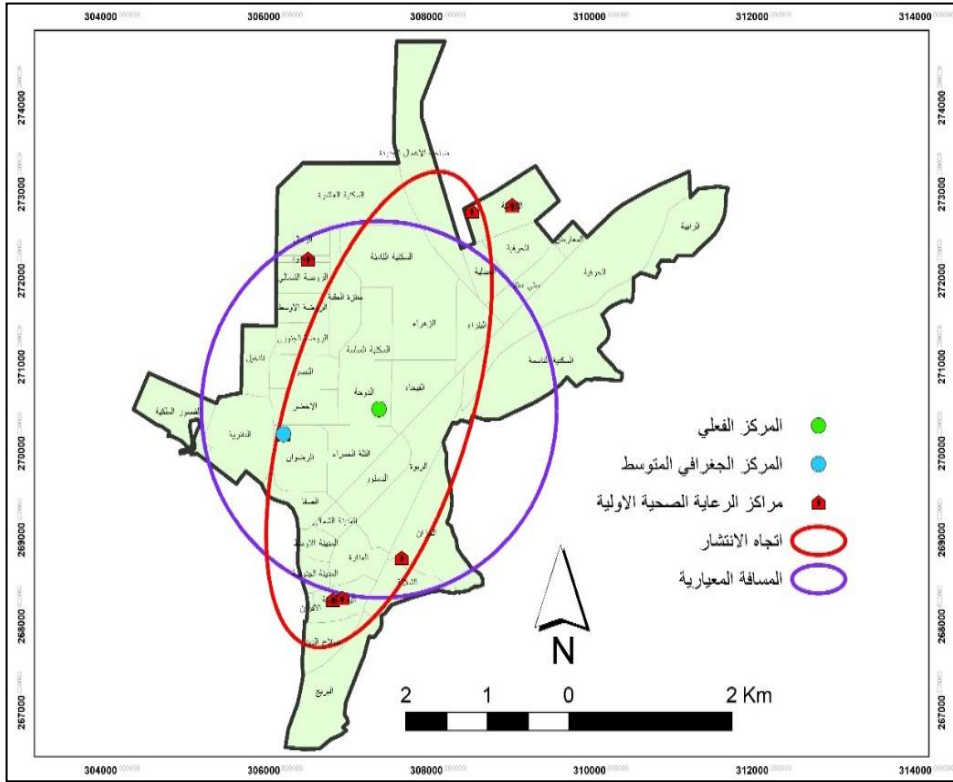


المصدر: إعداد الباحث.

2.3.5. تحليل مركز المعدل الفعلي والافتراضي والانتشار للمراكز الصحية

للكشف عن الصورة الدقيقة لطبيعة التوزيع المكاني لمواقع المراكز الصحية في مدينة العقبة، تم إيجاد الوسط المكاني Mean Center الذي يمثل مركز الثقل للتوزيع المكاني للمراكز الصحية، حيث أظهر التحليل أن مركز الثقل للمراكز الصحية هو في حي الدوحة في قلب المدينة، ثم طُلب من البرنامج إيجاد المركز الجغرافي المتوسط (Central feature) بالنسبة لهذا النوع من التوزيع. وتبين أن المركز الجغرافي المتوسط هو (مركز صحي العقبة الشامل) الموقع الذي يتوسط جميع المراكز الصحية في مدينة العقبة. حيث يظهر الشكل (4) تقارب نقطتي التمركز الفعلي والافتراضي من بعضهما، مع انحراف يسير للمركز الافتراضي نحو الجنوب الغربي في إشارة إلى انحراف يسير بهذا الاتجاه.

الشكل رقم (4) نمط واتجاه ومركز ثقل المراكز الصحية في مدينة العقبة.



المصدر: إعداد الباحث.

لإظهار مدى تشتت المراكز الصحية حول مركزها المتوسط، تم حساب المسافة المعيارية (Standard Decision) واتجاه توزيعها، حيث يظهر في الشكل (4) الوسط المكاني والدائرة التي يمثل نصف قطرها المسافة المعيارية، فقد بلغ طول نصف الدائرة التي تمثل المسافة المعيارية بالنسبة للمراكز الصحية نحو 2164م وقد احتوت على ثلاثة مراكز صحية من مجموع المراكز الصحية في المدينة قيد الدراسة. كما يظهر الشكل أيضاً أن تحليل التوزيع ألاتجاهي القطع الناقص المعياري (Directional Distribution) لنمط انتشار المراكز الصحية في مدينة العقبة، يتخذ شكلاً بيضاوياً يمتد بالاتجاه الشمالي من المدينة، وهذا يعود إلى الكثافة السكانية المخدومة للمراكز، ويوضح المنطقة الأكثر تجاذباً في علاقاتها المكانية، نظراً لتقارب مواقع المراكز بمسافات متوسطة مثالية في توزيعها.

2.5. تصميم نموذج باستخدام التحليل المكاني لتحديد الموقع الأمثل لمركز صحي جديد

يقدم النموذج عرضاً واقعيًا لمستوى الترابط بين الظاهرة والعوامل الجغرافية المؤثرة فيها، كما يقدم تصورًا موزونًا لما يمكن أن تكون عليه الظاهرة.

3.5. المعايير المستخدمة لحساب درجة الملائمة المكانية لإقامة مركز صحي جديد

تخضع عملية تحديد المعايير الملائمة لإقامة خدمة جديدة على أرض الواقع لعدة اعتبارات عند إجراء الملائمة المكانية لأي خدمة، لذا من أهم الاعتبارات الواجب مراعاتها قبل إجراء الملائمة المكانية، تحديد نوع الخدمة المراد استحداثها وهي إقامة مركز صحي جديد، لذا قام الباحث بتحديد مجموعة من المعايير بناءً على ما يناسب منطقة الدراسة على النحو الآتي:

جدول رقم (2) المعايير التخطيطية بناءً على ما يناسب مدينة العقبة

العوامل	المعيار	الوصف
استخدامات الأراضي	أراضي فضاء	أن يكون الموقع داخل الأراضي غير المستخدمة (الفضاء)
	المراكز القائمة	أن يكون الموقع بعيداً عن (المراكز الصحية) القائمة حالياً
	محطات الوقود والغاز	أن يكون الموقع أبعد ما يكون عن أي نوع من الأخطار (محطات الوقود والغاز)
	الخدمات	أن يكون الموقع قريباً من الخدمات العامة (مدرسة، حديقة، ومركز دفاع مدني)
طبوغرافية السطح	انحدار السطح	أن يكون انحدار الموقع أقل ما يمكن 3%
	مجري الأودية	أن يكون الموقع أبعد ما يكون عن الأودية الموسمية
السكان	الثقل السكاني	أن يكون الموقع قريباً من مركز الثقل السكاني للمدينة
الطرق	شبكة الطرق	أن يكون الموقع قريب من الطرق الرئيسية
البيئة	مصادر التلوث	أن يكون الموقع أبعد ما يكون عن مصادر التلوث

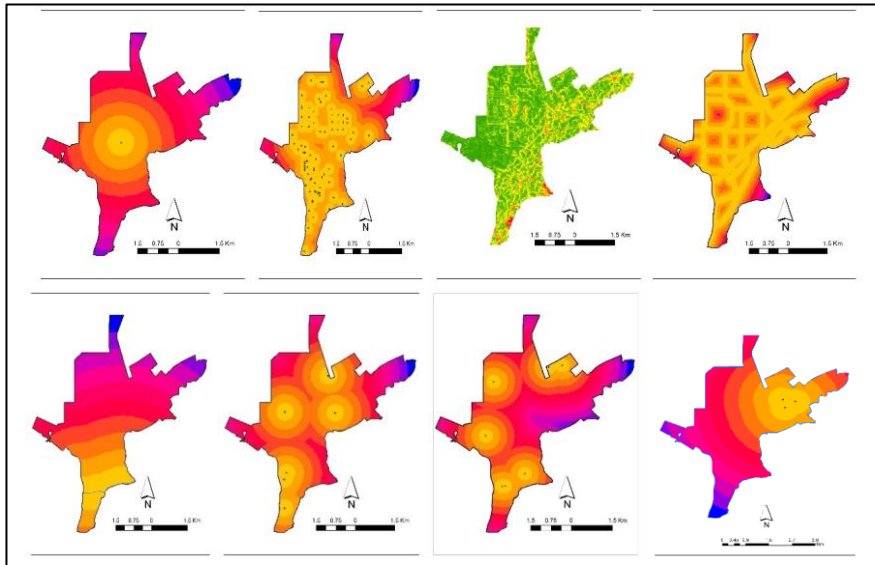
المصدر: إعداد الباحث.

4.5. مراحل تنفيذ الملائمة المكانية لتحديد المواقع المثلى لإقامة مركز صحي جديد في مدينة العقبة

بعد تحديد أهم المعايير الواجب مراعاتها لتحديد أنسب الأماكن للمراكز الصحية في المدينة، فإن تصميم النموذج لتحديد المواقع المثلى لمركز صحي جديد اعتماداً على الضوابط أو الشروط السابقة يمر بالمراحل التالية:

- **المرحلة الأولى:** إنشاء طبقات معلوماتية للمتغيرات الجغرافية المرتبطة بشروط الاختيار المذكورة، وتمثلها أشكال، تحديد امتداد الطبقات الجديدة بحيث تلاءم امتداد منطقة الدراسة، وأن يكون لها الإحداثيات نفسها.
- **مرحلة اشتقاق البيانات:** تشمل هذه المرحلة اشتقاق البيانات من بعض الطبقات الرقمية لمدينة العقبة، ويتم تحويل الطبقات ذات البيانات الخطية Vector Data إلى بيانات شبكية Raster data لتصبح كافة الطبقات شبكية باستخدام أداة Euclidean Distance وهي أداة تعمل على حساب المسافات من وسط الخلية المصدر (المواقع) إلى مركز كل الخلايا المحيطة بها، وتعين قيمة لكل خلية، تمثل القيم الفاصلة عن الخلية المصدر الشكل (5). وقد تم حساب المسافات لكل من طبقة الشوارع الرئيسية، ومحطات الوقود، والمراكز الصحية القائمة، ومركز النقل السكاني، والأودية الموسمية، وتم استخدام الأداة Slope وذلك لاشتقاق الانحدار من طبقة DEM.

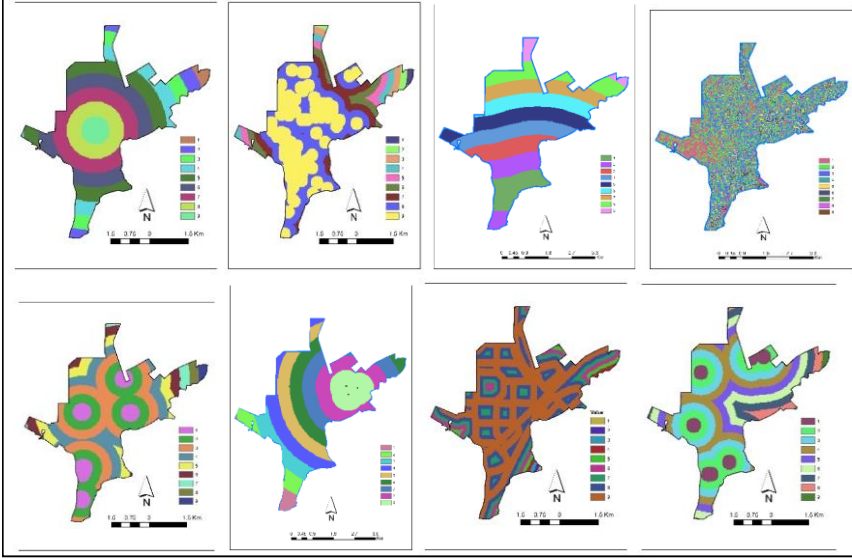
الشكل رقم (5) نتائج تحويل الطبقات واشتقاق البيانات



المصدر: اعتماداً على برنامج ArcGIS

- **مرحلة تصنيف البيانات:** وتشمل هذه المرحلة تحويل خرائط المعايير إلى خرائط من نوع خلوي Raster Map، من خلال إعادة الأداة Reclassify تم تصنيف جميع الطبقات المعلوماتية بعد تعريف المعايير اللازمة، وتحديد الملاءمة المكانية؛ لتحقيق الهدف الذي من أجله تم بناء النموذج، حيث قسمت المسافات إلى (10) فترات، وتم إعطاء كل فترة قيمة محددة من رقم (1-10) بحيث إذا كانت القيمة (9-10) تكون المسافات ذات قيمة كبيرة وقريبة من الموقع المقترح إنشاؤه، وتكون ذات ملاءمة عالية، وإذا كانت القيمة (1-2) تكون المسافة بعيدة، وتكون غير ملائمة بشكل دائم، وتم عمل ذلك على الطبقات السابقة جميعها الشكل (6).

الشكل رقم (6) نتائج إعادة تصنيف الطبقات



المصدر: اعتماداً على برنامج ArcGIS

- **مرحلة تحديد أوزان البيانات:** يتم في هذه المرحلة إعطاء الأوزان حسب أهمية المتغير وإذا كانت المتغيرات لها نفس الأهمية في التأثير في بناء النموذج يمكن توحيدها بحيث يأخذ كل متغير نفس النسبة، ويكون مجموع أوزان كل المتغيرات من 100 %، تم استخدام التوافق الموزون Weighted Overlay على جميع الطبقات المعلوماتية التي أعيد تصنيفها لإنتاج طبقة معلوماتية واحدة، تكون محصلة التداخل والتقاطع بين جميع الطبقات المعلوماتية حسب قيم الوزن التي تعبر عن الأهمية النسبية لكل طبقة معلوماتية التي تحدد في أداة التوافق الموزون، ويعتمد عليها البرنامج في اشتقاق طبقة معلوماتية جديدة مصنفة إلى فئات جديدة.

5.5. حساب أوزان المعايير باستخدام أسلوب التحليل الهرمي

تم تحديد أوزان المعايير والأهمية النسبية لكل منها، بناء على تجارب الدراسات والأبحاث السابقة، إضافة إلى رؤية الباحث بعد دراسة أوضاع منطقة الدراسة والدروس المستفادة من مواقع المراكز الصحية القائمة، وقد استخدمت الدراسة عملية التحليل الهرمي (AHP) وهي واحدة من مجموعة أدوات، تساعد في صناعة القرار المتعدد المعايير، وهي نظرية رياضية للقياس، طوّرها العالم توماس ساتي (Guttman & Hlee, 1955) نحصل من خلال المقارنات الثنائية على أوزان للمعايير التي تستخدم في ترتيب الأولويات، بعد ذلك يتم التحقق من نسبة الثبات المطلوبة التي تضمن عدم تناقض الآراء، والجدول رقم (3) يظهر نتائج التحليل الهرمي للمعايير التي توصلنا إليها.

الجدول رقم (3) نتائج الأوزان بالاستناد إلى مصفوفة القرار وأولوية الترتيب للمعايير باستخدام (AHP)

المعيار	ثقل سكاني	الطرق الرئيسية	الانحدار	المراكز الصحية القائمة	محطات الوقود والغاز	الأراضي الفضاء	الخدمات العامة	الأودية الموسمية	المنطقة الصناعية	الرتبة	وزن المعيار
الثقل السكاني	1	2	5	6	7	7	5	9	8	1	35.2%
الطرق الرئيسية	0.50	1	4	5	1	3	5	9	8	2	21.5%
الانحدار	0.20	0.25	1	2	2	1	6	7	7	3	12.4%
المراكز الصحية القائمة	0.17	0.20	0.50	1	1	1	2	3	5	5	6.6%
محطات الوقود والغاز	0.14	1.00	0.50	1.00	1	2	1	5	5	4	8.9%
الأراضي الفضاء	0.14	0.33	1.00	1.00	0.50	1	2	1	3	6	6.0%
الخدمات العامة	0.20	0.20	0.17	0.50	1.00	0.50	1	3	4	7	4.9%
الأودية الموسمية	0.11	0.11	0.14	0.33	0.20	1.00	0.33	1	2	8	2.6%
المنطقة الصناعية	0.13	0.13	0.14	0.20	0.20	0.33	0.25	0.50	1	9	1.9%

المصدر: الباحث بناء على نتائج تحليل (AHP)

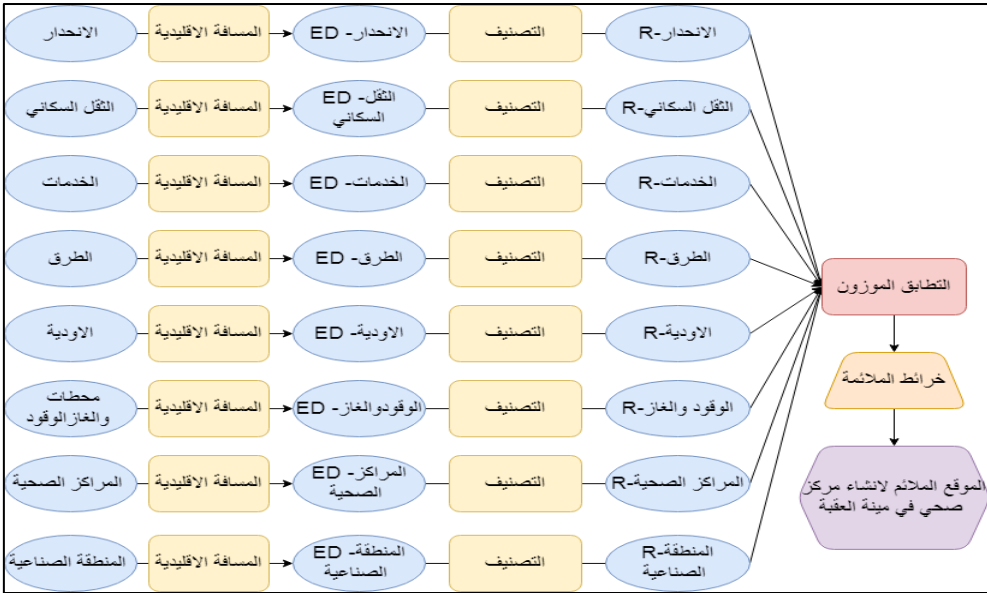
بناء على عملية تحليل (AHP) خرجت الدراسة بأوزان متغيرات الدراسة، وفق الأهمية النسبية لكل منها، والسبب في اعتماد هذا المنهج لتحديد الأوزان، لما تميز به من قدرة عالية في عقد المقارنات وتحكيم الصفات الملموسة والمجردة على حد سواء، وقابليتها للتفاعل الجيد مع المشكلات البسيطة والمعقدة (kordi, 2008) وقد أظهرت مخرجات عملية التحليل الهرمي كما هو مبين في الجدول (3) مصفوفة القرار (إلى اليمين) والأوزان النسبية لكل معيار مرتبة تنازلياً (إلى اليسار). ومن خلال هذه الأداة تم إعطاء كل طبقة من الطبقات التي تم إعادة تصنيفها وزناً، تبعاً لأهمية هذه الطبقة في تحديد الموقع المراد إقامة مركز صحي جديد فيه، مع الأخذ في الاعتبار الظروف الطبيعية والبشرية الخاصة بكل منطقة. وإن نسبة الاتساق للمعايير الموزونة لمنع التحيز والتناقض بين المعايير Consistency Ratio (CR) وصلت 7.6 % وهو ما يعني أن المعايير تتصف بالثبات والاتساق الجيد فيما بينها. وهذا فيه إشارة إلى أن توزيع الوزن بين العوامل المؤثرة مقبول.

6.5. مرحلة بناء النموذج

تأتي هذه المرحلة بعد إعادة التصنيف للخرائط على مقياس موحد، حيث تم تكامل الخرائط الخلوية المصنفة لكل معيار مضروب في الأوزان المرجح له، وتتم في هذه المرحلة استخدام أداة Weighted Overlay المتاحة ضمن أدوات التحليل المكاني، وتعتبر أداة

لوزن المعايير شريطة أن يكون مجموع الأوزان يساوي 100%، وتمثل بعد ذلك المحصلة النهائية لإنتاج خريطة الملائمة النهائية لإقامة مركز صحي جديد في مدينة العقبة. ويبين الشكل رقم (7) بناء النموذج الهيكلي Model Builder لعملية تحديد المواقع المثلى لإقامة مركز صحي جديد.

الشكل (7) نموذج الموقع الأمثل لمراكز الرعاية الصحية المطبق على مدينة العقبة



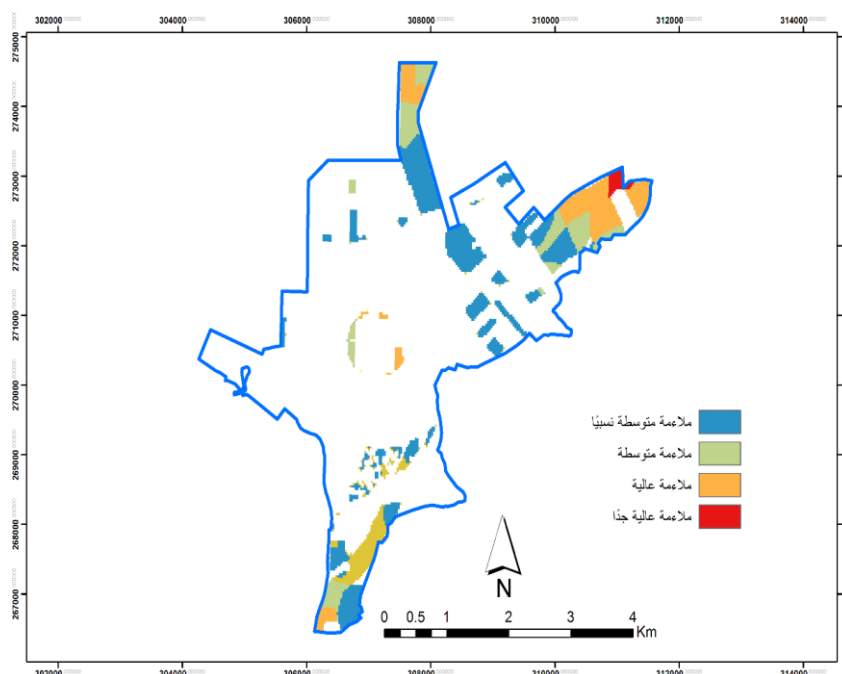
المصدر: إعداد الباحث باستخدام برمجية ArcGIS.

وتم بعد ذلك الاعتماد على أداة الاشتراط Con من خلال Condition لفصل المناطق التي حققت المعيار رقم (7) لأجل تحديد المواقع التي حققت أفضل موقع مناسب لإقامة المركز الصحي وذلك لأنها تحمل أكبر قيمة للمناطق ذات الملائمة المثالية، ثم استخدام الأداة Majority Filter من أجل تصنيف الخلايا أو حذف الخلايا الأقل أهمية، وتم القيام بتحويل الطبقة باستخدام أداة Raster to Polygon لحساب المساحات للمواقع الأنسب بحيث تساعد على تحديد الموقع الأفضل والذي حقق معيار المساحة المطلوبة للمركز الصحي، وبعد ذلك استخدام أداة Features Topoint لتحويل المواقع من شكل مساحة إلى شكل نقطي لتمثيل الخريطة على هيئة نقاط للمواقع المثالية .

6. المناقشة

تكشف خريطة ملائمة الموقع النهائية أن منطقة الدراسة، قُسمت إلى أربع فئات مختلفة من المواقع الملائمة لإقامة مركز صحي جديد في مدينة العقبة، وهي نطاق الأراضي الملائمة بدرجة ضعيفة، والمتوسطة، والعالية، والعالية جداً. كما يظهر في الشكل رقم

شكل (8) نتائج تحليل مطابقة الخرائط الموزونة؛ لتحديد درجة ملائمة الموقع لإقامة مركز صحي جديد.



المصدر: إعداد الباحث.

يظهر من الشكل رقم (8) عدة طبقات تمثل مدى ملائمة هذه المناطق لإقامة مركز صحي جديد في مدينة العقبة وتتفاوت هذه المناطق في ملائمتها وقد ظهر لدينا أربع مناطق تتدرج بملائمتها من الأقل إلى المناطق الأفضل ملائمة وهذه المواقع من الأكثر ملائمة استخدمت كطبقة جديدة لإظهار المناطق عالية الملائمة.

جدول رقم (4) أعلى درجات الملائمة المكانية لإقامة مركز صحي جديد في مدينة العقبة

درجة الملائمة	التصنيف	المساحة م ²	النسبة المئوية
7	ملائمة متوسطة نسبياً	1953201	52.3%
8	ملائمة متوسطة	783196	21%
9	ملائمة عالية	915911	24.5%

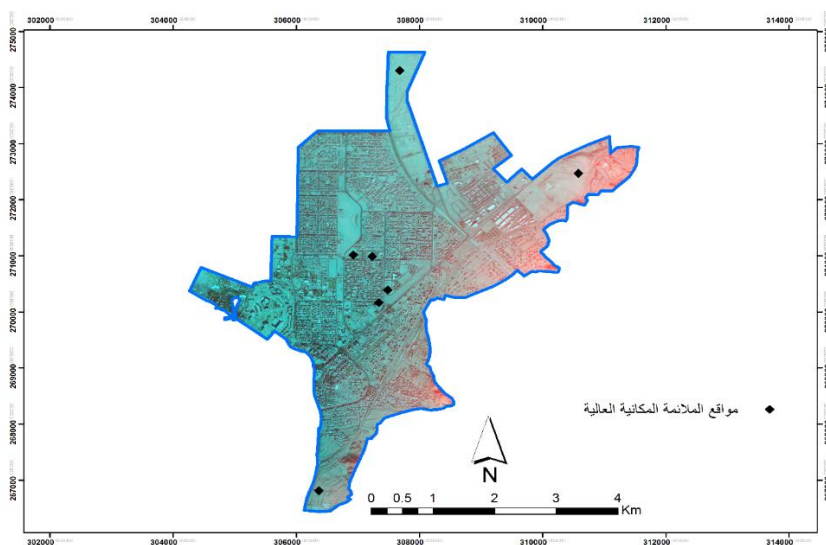
2.1%	79744	ملائمة عالية جداً	10
100%	3732052	المجموع	

المصدر: أعداد الباحث.

يظهر من الجدول رقم (4) أن المواقع المقترحة والمناسبة التي حققت معايير الموقع المثالية إقامة مركز صحي جديد في مدينة العقبة، كانت النتيجة النهائية التي تم الحصول عليها للمواقع الملائمة والتي مساحتها لا تقل عن 3732052 م²، حيث إن المواقع ذات الدرجة العالية جداً في الملائمة مثلت ما نسبته 2.1% من إجمالي المواقع الملائمة، وقد بلغ نسبة الموقع ذات الدرجة العالية الملائمة ما نسبته 24.5% من إجمالي المواقع الملائمة لإقامة المركز الصحي الجديد.

في النهاية، خرجت مواقع عدة حيث تم فصل الخلايا الأكثر ملائمة بناءً على الشروط التي وضعها الباحث، وفي هذا النموذج تم تحديد الخلايا التي تحمل رقم (9) ملائمة عالية، وذلك لمساحته المناسبة، وقربه من مركز الثقل السكاني في المدينة، وتم استبعاد الخلايا رقم (10) ذات الملائمة العالية جداً، التي تحمل أكبر قيمة؛ لأن مساحتها صغيرة. كما يظهر في الشكل رقم (9) الذي يبين المواقع الملائمة بعد عملية التحليل لتحديد درجة ملائمة الموقع لإقامة مركز صحي جديد.

الشكل رقم (9) المواقع الملائمة بعد عملية التحليل.



المصدر: إعداد الباحث.

الخاتمة

قدّمت الدراسة نهجاً خاصاً بالتحليل المكاني للخدمات الصحية (المراكز الصحية الأولية) من خلال أدوات نظم المعلومات الجغرافية، وأساليب تخطيط الخدمات الصحية ومعاييرها في تحديد مواقع المراكز الصحية، حيث أكدت هذه الأدوات والأساليب دورها الفاعل في مساعدة المخططين وأصحاب القرار في منطقة الدراسة على تحديد أفضل المواقع لهذه الخدمات، مع إمكانية تعميم النموذج المقترح على مدن أخرى بما يتناسب مع طبيعتها وظروفها.

تمّ من خلال هذه الدراسة، التحليل المكاني وتحديد المواقع الملائمة؛ لإقامة مركز صحي جديد في مدينة العقبة، وقد طُبّق البحث التحليل المكاني باستعمال أدوات المحلل المكاني المتاحة، ضمن تقنية نظم المعلومات الجغرافية بالاستناد إلى تقييم القرار متعدد المعايير، وقد أظهرت نتائج التحليل المكاني، استنباط خريطة المواقع الملائمة لإقامة مركز صحي جديد في منطقة الدراسة، حيث قُسمت منطقة الدراسة إلى أربع فئات مختلفة من الملاءمة، وهي: نطاق المواقع الملائمة بدرجة متوسطة نسبياً، والمتوسطة، والعالية، والعالية جداً. كما أظهرت نتائج الدراسة تحديد (7) مواقع عالية الملائمة لإقامة مركز صحي جديد وفق المعايير المحلية التي تخدم نمو المدينة واتجاه العمران.

وبناء على ما تقدم من هذا البحث يمكن القول إن تقنية (GIS)، تمتلك قدرة عالية على إعداد قاعدة بيانات جغرافية عن منطقة الدراسة، تشتمل على المعايير المؤثرة في تحديد المواقع الملائمة لإقامة المراكز الرعاية الصحية.

المراجع والمصادر

المراجع العربية

أبو عمرة، صالح، 2010، تطبيقات نظم المعلومات الجغرافية في دراسة استخدامات الأراضي لمدينة دير البلح، رسالة ماجستير غير منشورة، الجامعة الإسلامية - غزة.

الحلي رائد، 2017، استخدام نظم المعلومات الجغرافية في تحديد أنسب المواقع لإقامة منشآت سياحية في مدينة أريحا. مجلة جامعة الاستقلال للأبحاث، مجلد 2 عدد (2). جامعة الاستقلال، أريحا، فلسطين، ص.ص 129-154.

دائرة الإحصاءات العامة، تعداد المساكن 1925 .

دائرة الإحصاءات العامة، تقديرات السكان 2022 2023 .

دائرة الإحصاءات العامة، تعداد السكان والمساكن 2015،

الدويكات، قاسم، طلافحه، نيهال.، 2018، تحليل وتقييم نمط التوزيع الجغرافي للمراكز الصحية الحكومية في محافظة إربد الأردن، مؤتم للبحوث والدراسات سلسلة العلوم الإنسانية والاجتماعية مجلد (33)، العدد(6)، ص ص 121-164.

الزير، ناصر ، 2017، التحليل المكاني لمواقع مراكز الرعاية الصحية الأولية بغربي الرياض وبناء نموذج لاختيار المواقع الأنسب لها دراسة باستخدام نظم المعلومات الجغرافية، المجلة العلمية (العلوم الإنسانية والإدارية)، مجلد 18 العدد (1)، جامعة الملك فيصل، المملكة العربية السعودية، ص. ص 67-94.

الشمري، حمود، 2021، تحليل توزيع مراكز الرعاية الصحية بمدينة حائل بتطبيق نظام الاستشعار عن بعد ونظام المعلومات الجغرافية، المجلة الدولية لنشر البحوث والدراسات، مجلد3، العدد (21)، عمان الأردن، ص ص 78-89.

عدو، محمد. السبعوي، علي، 2020. الملاءمة المكانية لتوزيع السكان والخدمات الصحية في مدينة الموصل RC&GIS ، وميض الفكر للبحوث، العدد (8)، جامعة كركوك، العراق، ص ص 205-218.

عباصرة، ثائر مطلق محمد. 2017، تحليل ملائمة الأرض استناداً إلى أسلوب تقييم المعايير المتعددة: دراسة تطبيقية باستخدام نظم المعلومات الجغرافية على منطقة عمان الكبرى بالمملكة الأردنية الهاشمية. مجلة العمارة والتخطيط، جامعة الملك سعود، المملكة العربية السعودية، مجلد 29، العدد (2)، ص ص. 185-209.

قطيشات، ضياء، حدوش، عبد العزيز، الزعبي، لؤي، الشبول، شذى، 2021، توزيع المراكز الصحية في محافظة جرش وتحليلها باستخدام نظم المعلومات الجغرافية. مجلة جامعة الحسين بن طلال للبحوث، مجلد 4 العدد(7)، معان-الأردن، 300-325.

وزارة الصحة، التقرير الإحصائي السنوي للملكة الهاشمية الأردنية، 2022

المراجع الأجنبية:

KORDI, M., 2008, Comparison of Fuzzy and Crisp Analytic Hierarchy Process (AHP) Methods for Spatial Multicriteria Decision Analysis in GIS, Master's Thesis in Geomatics, Department of Technology and Built Environment, University of Gavle, Sweden. p. 1-54.

SAATY, L.T., 1980, The Analytic Hierarchy Process. McGraw-Hill International Book Company, New York. p. 1-343

YEH, A-G-O., CHOW, M.H., 1996., An integrated GIS and location-allocation approach to public facilities planning an example of open space planning. Computers, Environment and Urban Systems, Volume 20/ 4, p. 339-350.