Journal of Scientific and Human Dimensions
مجلة الأبعاد العلمية والإنسانية
ISSN: 3106-1702
Volume 2, Issue 3, 2026 Pages: 650-662
Journal homepage: https://jshd.com.ly/index.php/jshd/en

Spatial Distribution of Fuel Stations in Al-Marj City Using Geographic Information Systems (GIS)

Hamza Mahmoud Saleh Balhamd*
Department of Resources and Environment, Faculty of Arts and Sciences Al-Abyar, University of Benghazi, Benghazi, Libya

التوزيع الجغرافي لمحطات الوقود بمدينة المرج باستخدام نظم المعلومات الجغرافية *(GIS)*

أ. حمزة محمود صالح بالحمد*
قسم الموارد والبيئة، كلية الآداب والعلوم الأبيار، جامعة بنغازي، بنغازي، ليبيا

*Corresponding author: hamzah.mahmoud@uob.edu.ly

Received: June 20, 2026	Accepted: July 25, 2026	Published: August 25, 2026

Copyright: © 2026 by the authors. This article is an open-access article distributed under the terms and conditions of the Creative Commons Attribution (CC BY) license (https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/).

Abstract:
The study concluded that the spatial distribution of fuel stations in Al-Marj is heterogeneous, with a relative concentration within the urban area and along major roads. The spatial analyses indicate that station locations are strongly associated with urban development and road networks. Buffer analysis revealed overlapping service areas in some central locations, while some peripheral areas showed relatively lower coverage. Kernel Density analysis identified a major high-density cluster in the central part of the city. The Nearest Neighbor Analysis produced a ratio of 1.43, indicating a statistically significant dispersed spatial pattern. The findings highlight the importance of Geographic Information Systems (GIS) in evaluating the spatial efficiency of fuel-station distribution and supporting future planning decisions.

Keywords: Fuel Stations; Geographical Distribution; Buffer Zone; Standard Distance; Al-Marj City.

الملخص
تناول البحث محطات الوقود وتوزيعها الجغرافي بمدينة المرج، حيث أوضحت الدراسة إلى أن التوزيع المكاني لمحطات الوقود بمدينة المرج يتسم بعدم التجانس، مع تركز نسبي داخل الكتلة العمرانية وعلى امتداد الطرق الرئيسة. وأظهرت تحليلات المركز المتوسط والمركز الوسيط والمسافة المعيارية والتوزيع الاتجاهي ارتباط مواقع المحطات بالنمو العمراني وشبكة الطرق. كما أظهر تحليل نطاق التأثير وجود تداخل في بعض المناطق المركزية مقابل انخفاض التغطية نسبياً في بعض الأطراف. وأكد تحليل كيرنل وجود بؤرة رئيسية مرتفعة الكثافة في وسط المدينة. في حين أظهر تحليل الجار الأقرب أن معامل الجار بلغ 1.43، بما يشير إلى نمط متباعد ودال إحصائياً. وتؤكد النتائج أهمية توظيف نظم المعلومات الجغرافية في تقييم كفاءة التوزيع المكاني ودعم التخطيط المستقبلي لمحطات الوقود.

الكلمات المفتاحية: محطات الوقود، التوزيع الجغرافي، نطاق التأثير، المسافة المعيارية، مدينة المرج.

المقدمة:

تُعد محطات الوقود من الخدمات الحضرية الأساسية التي ترتبط بصورة مباشرة بحركة السكان والمركبات، وبكفاءة منظومة النقل داخل المدن، إذ تمثل المصدر الرئيسي لتزويد المركبات بالوقود اللازم لاستمرار حركة النقل والتنقل والأنشطة الاقتصادية المختلفة، ولا تقتصر أهمية محطات الوقود على كونها منشآت تقدم خدمة تجارية، وإنما تتجاوز ذلك إلى كونها مكوناً من مكونات البنية الخدمية للمدينة، يرتبط توزيعها المكاني بمواقع السكان، وشبكة الطرق، وأنماط استعمالات الأرض،

ومستويات الحركة المرورية، ومدى سهولة الوصول إليها. ومن ثم فإن اختيار مواقعها وتوزيعها بصورة متوازنة يمثل أحد الموضوعات المهمة في جغرافية الخدمات والتخطيط الحضري (الغريب، 2024؛ غومة وآخرون، 2021).

وقد أدى النمو الحضري والزيادة المستمرة في أعداد السكان والمركبات بمدينة المرج إلى ارتفاع الطلب على خدمات الوقود، الأمر الذي يجعل من الضروري دراسة مدى ملاءمة التوزيع المكاني لمحطات الوقود مع الاحتياجات الفعلية للسكان وحركة النقل، فالتوزيع غير المتوازن لهذه المحطات قد يؤدي إلى تركزها في مناطق معينة وظهور نقص في مناطق أخرى، كما قد ينتج عنه تداخل في نطاقات الخدمة، وارتفاع مسافات الوصول بالنسبة لبعض السكان، وزيادة الضغط المروري حول بعض المواقع، في حين قد تعاني مناطق أخرى من ضعف مستوى الخدمة، وقد أكدت الدراسات التطبيقية أن دراسة مواقع محطات الوقود ينبغي ألا تقتصر على حصر أعدادها، بل يجب أن تتناول نمط توزيعها، ودرجة تركزها أو تشتتها، وعلاقتها بشبكة الطرق والكثافة السكانية واستعمالات الأرض والمعايير التخطيطية.

حيث أصبح التحليل المكاني باستخدام نظم المعلومات الجغرافية (GIS) من الأدوات المهمة في دراسة توزيع الخدمات الحضرية؛ لما توفره هذه النظم من إمكانات في بناء قواعد البيانات المكانية، وربط البيانات الوصفية بالمواقع الجغرافية، وإجراء التحليلات الإحصائية والمكانية، وإنتاج الخرائط الرقمية التي تساعد في تفسير الأنماط والعلاقات المكانية، كما تتيح نظم المعلومات الجغرافية استخدام مجموعة من الأساليب التحليلية، بما يسمح بتقييم الوضع المكاني للخدمة بصورة أكثر دقة وموضوعية (داود، 2012؛ داود، 2018؛ القصاب، 2019؛ Longley et al., 2015).

وفي هذه الدراسة سوف نتطرق إلى التوزيع الجغرافي لمحطات الوقود ومدي ملاءمتها من خلال استخدام برامج نظم المعلومات الجغرافية (GIS).

مشكلة الدراسة:

تواجه مدينة المرج مجموعة من الصعوبات في توزيع محطات الوقود، سواء من حيث التوزيع الجغرافي أو عدم وضوح طبيعة النمط المكاني لتوزيع محطات الوقود بمدينة المرج، ومدى اتساق مواقعها مع التوزيع العمراني وشبكة الطرق، ومدى كفاية تغطيتها المكانية لأجزاء المدينة المختلفة، وتتمثل مشكلة الدراسة في التساؤل الرئيس الآتي: ما طبيعة التوزيع المكاني لمحطات الوقود بمدينة المرج، وما مدى كفاءة توزيعها مكانيا في ضوء شبكة الطرق ونطاقات التأثير؟

أهداف الدراسة:

1- حصر وتحديد محطات الوقود بمدينة المرج وإعداد قاعدة بيانات جغرافية باستخدام نظم المعلومات الجغرافية.
2- تحديد النمط المكاني لتوزيع المحطات في مدينة المرج وتقييم كفاءة توزيعها ونطاق تغطيتها.
3- تقديم مجموعة من التوصيات واقتراح توجهات لتطوير توزيع المحطات مستقبلًا.

أهمية الدراسة:

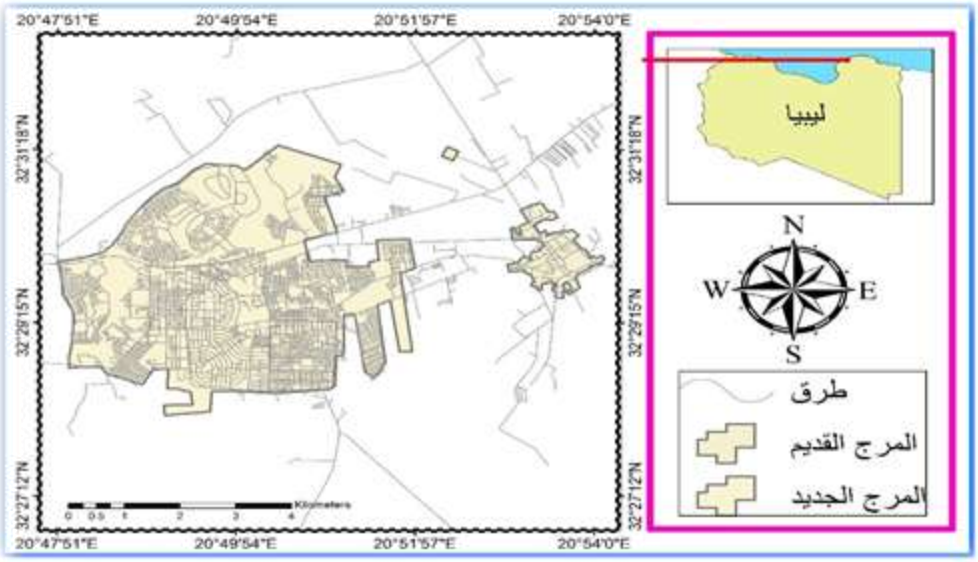
تكتسب هذه الدراسة أهميتها من الدور الذي تؤديه محطات الوقود بوصفها إحدى الخدمات الأساسية المرتبطة بحركة السكان ووسائل النقل داخل مدينة المرج، فضلا عن أهمية توزيعها المكاني بصورة ملائمة بما يحقق سهولة الوصول إلى الخدمة وكفاءتها، كما تسهم الدراسة في توظيف تقنيات نظم المعلومات الجغرافية (GIS) لتحليل نمط توزيع محطات الوقود، وتحديد درجة تركزها وتشتتها، ومدي ملاءمة مواقعها بالنسبة إلى شبكة الطرق والتجمعات العمرانية.

فرضيات الدراسة:

1- التوزيع المكاني لمحطات الوقود في مدينة المرج يتسم بعدم الانتظام، ويميل إلى التركز في مناطق دون أخرى.
2- وجود علاقة مكانية بين مواقع محطات الوقود وشبكة الطرق والتجمعات العمرانية في مدينة المرج.
3- تقنيات نظم المعلومات الجغرافية تسهم في تحديد مدى ملاءمة التوزيع المكاني الحالي لمحطات الوقود.

منطقة الدراسة:

تقع مدينة المرج في الجزء الشمالي الغربي لإقليم الجبل الأخضر شمال شرقي ليبيا، ويمر في الجزء الشمالي منها الطريق الدولي الذي يربط دول شمال أفريقيا بعضها البعض، ويحدها شرقا مدينة البيضاء والتي تبعد عنها بمسافة (106كم) ، وغربا مدينة بنغازي علي بعد(94كم)، كما تبعد مدينة المرج عن ساحل البحر الأبيض المتوسط بنحو (17كم).أما فلكيا فتقع مدينة المرج عند التقاء دائرة عرض (32/25 º) شمالا بخط طول (20/35 º)شرقا، وهي ترتفع عن مستوي سطح البحر بحوالي(333 مترا) ، وتمتد الحدود الجغرافية ما بين الحافة الأولى شمالاً إلي بدايات الحافة الثانية جنوبا لإقليم الجبل الأخضر، كما يتضح من الخريطة (1) ، وتبلغ مساحة مدينة المرج (17.23 كم²) (الهيئة العامة للإسكان والمرافق, 2012م, المرج) كما يبلغ عدد سكان مدينة المرج حوالى (184.531 نسمة) حسب التعداد العام للسكان في (2006)، وهي مدينة ذات طابع ريفي إذ يحيط بالمدينة من الجهة الشرقية والغربية والجنوبية أراضي زراعية واسعة النطاق تمثل جزء مهم من النطاق الزراعي بإقليم الجبل الأخضر.



خريطة (1): الموقع الفلكي والجغرافي لمدينة المرج – ليبيا. **المصدر: إعداد الباحث بالاعتماد على (أمانة التخطيط، 1978 م) باستخدام برنامج Map Arc 8.10.**

منهجية الدراسة:

اعتمدت الدراسة على المنهج الوصفي التحليلي لدراسة نمط توزيع ونطاقات الخدمة لمحطات الوقود بمدينة المرج، إضافة إلى استعمال تقنيات التحليل المكاني، والتي تتمثل بالآتي: جمع البيانات الميدانية باستخدام أجهزة تحديد المواقع (GPS). وإعداد قاعدة بيانات جغرافية لمحطات الوقود واستخدام برنامج ArcGIS في إنتاج الخرائط وتحليل البيانات المكانية. فضلا عن تطبيق أساليب وأدوات التحليل المكاني مثل: التوزيع الاتجاهي (Standard Deviational Ellipse). والمركز المتوسط (Mean Center). والمسافة المعيارية (Standard Distance). وتحليل الجار الأقرب (Nearest Neighbor Analysis). وتحليل نطاق التأثير (Buffer).

الدراسات السابقة:

1- دراسة العجيلي وأبورقيقة (2025) الموسومة التحليل المكاني لتوزيع خدمة محطات تعبئة وقود السيارات بمنطقة قصر بن غشير باستخدام نظم المعلومات الجغرافية، وهدفت إلى تحليل التوزيع المكاني لخدمة محطات الوقود، وتقييم مدى كفايتها وكفاءتها في منطقة الدراسة، في ضوء الزيادة في أعداد المركبات وتوسع شبكة الطرق والحاجة المتزايدة إلى خدمات الوقود. واعتمدت الدراسة على نظم المعلومات الجغرافية في تحليل مواقع المحطات وتقييم توزيع الخدمة.

2- دراسة سعيد (2024) موضوع التوزيع الجغرافي لمحطات الوقود في بلدية صبراتة باستخدام أدوات التحليل المكاني (GIS)، المنشورة في المجلة الدولية للدراسات التاريخية والاجتماعية. هدفت الدراسة إلى التعرف على التوزيع الجغرافي لمحطات الوقود في بلدية صبراتة وتحليل خصائص هذا التوزيع باستخدام نظم المعلومات الجغرافية، كما تناولت عددًا من المؤشرات المكانية، من بينها صلة الجوار والمسافة المعيارية، إلى جانب دراسة التباين والكثافة المكانية للمحطات.

3- دراسة الغريب (2024) المعنونة التحليل المكاني لمحطات الوقود بمدينة بني وليد باستخدام نظم المعلومات الجغرافية، وهدفت إلى دراسة الصورة التوزيعية لمحطات الوقود بمدينة بني وليد، والكشف عن العلاقات المكانية التي تحكم توزيعها، ومدى تأثر هذا التوزيع بالعوامل الجغرافية.

واعتمدت الدراسة على المنهج الوصفي والتحليلي، واستعانت ببرنامج ArcMap 10.8 في تطبيق عدد من أساليب التحليل الإحصائي المكاني، من أهمها مقاييس النزعة المركزية وتحليل الجار الأقرب. وأظهرت نتائجها أن قيمة معامل صلة الجوار بلغت (1.12)، وهو ما يشير إلى نمط مبعثر في توزيع المحطات، كما أظهرت عدم توافق توزيع محطات الوقود مع توزيع الكثافة السكانية.

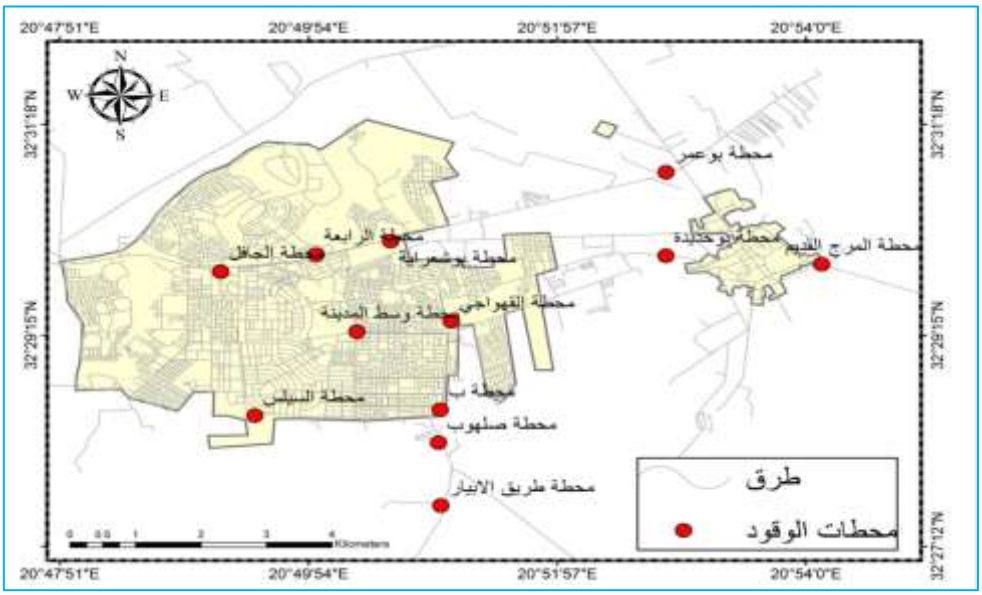
4- دراسة اللويص (2024) التباين المكاني لتوزيع محطات الوقود في بلدية العجيلات: تحليل جغرافي باستخدام نظم المعلومات الجغرافية. هدفت الدراسة إلى تحليل الواقع المكاني لمحطات الوقود في بلدية العجيلات، ومدى قدرتها على تلبية احتياجات السكان، مع إنشاء قاعدة بيانات جغرافية قابلة للتحديث والتطوير. واعتمدت على المنهج التحليلي إلى جانب الدراسة الميدانية وتقنية نظم المعلومات الجغرافية. وأظهرت نتائجها سيادة نمط المحطات

متوسطة الحجم، ووجود كثافة مرتفعة للمحطات في الجزء الشمالي والشمالي الشرقي، إلى جانب وجود تداخل في نطاقات نفوذ الخدمة، وهو ما يشير إلى عدم تطبيق بعض المعايير التخطيطية.

5- دراسة محمود (2016) التحليل المكاني لمحطات الوقود في مدينة طبرق (1973–2013): دراسة تحليلية في جغرافية الخدمات. وهي رسالة ماجستير في الجغرافيا، قسم الجغرافيا، كلية الآداب، جامعة بنغازي. اعتمدت الدراسة على مجموعة من المصادر والبيانات، إلى جانب استمارة استبيان لجمع البيانات الميدانية، وركزت على دراسة التوزيع المكاني لمحطات الوقود وتطورها وعلاقتها بالسكان وشبكة الطرق وحركة المركبات. وأظهرت نتائجها عدم توافق التوزيع الجغرافي لمحطات الوقود مع الكثافات السكانية في بعض أحياء مدينة طبرق.

نمط التوزيع المكاني لمحطات الوقود بمدينة المرج:

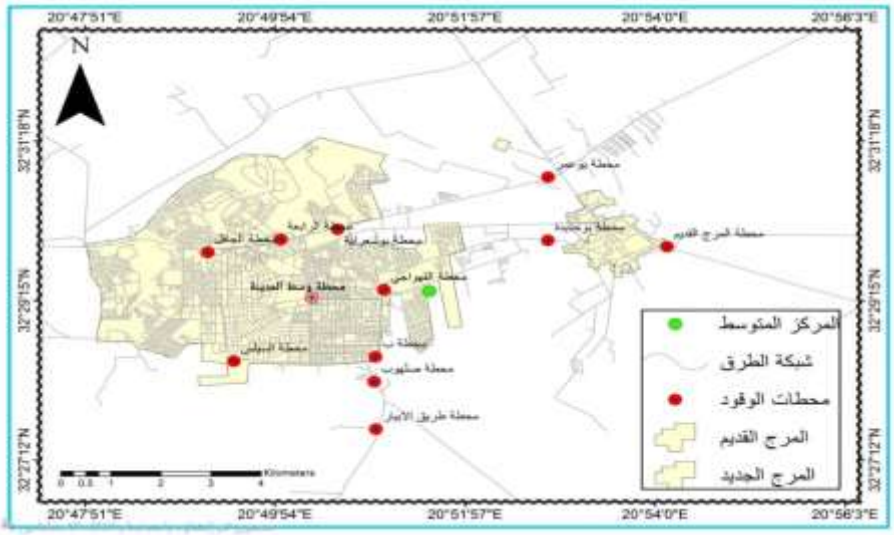
يعد التوزيع جوهر العمل الجغرافي بل أنه ينظر إلى الجغرافيا في بعض الأحيان على أنها علم التوزيع المكاني للظواهر، فهي تدرس الظواهر المختلفة على سطح الأرض وذلك بوصفها وتحليلها وتفسيرها، وقبل إدخال تقنيات التحليل الحديثة كان الجغرافيون يصفون التوزيع الجغرافي في غياب معايير موضوعية وحسب تقديراتهم الشخصية (الشيخ، 2008، ص5). ويبلغ عدد محطات الوقود بمدينة المرج (12) محطة وقود، كما يتضح من الخريطة (2) موزعة على مدينة المرج بالكامل.



خريطة (2): توضح التوزيع الجغرافي لمحطات الوقود في مدينة المرج عام 2025م. **المصدر: إعداد الباحث باستخدام برنامج Map Arc 8.10.**

1- المركز المتوسط (Mean center):

يُعد المركز المتوسط من الأساليب المستخدمة في التحليل المكاني لتحديد الموقع الذي يمثل المركز العام لتوزيع مجموعة من الظاهرات الجغرافية، ويعتمد على حساب المتوسط الحسابي لإحداثيات المواقع، بحيث يتم تحديد نقطة تمثل متوسط مواقع الظاهرة مكانياً، ويساعد المركز المتوسط في معرفة موقع تمركز الظاهرة واتجاه توزيعها العام، كما يمكن استخدامه للمقارنة بين موقع مركز الظاهرة والمراكز العمرانية أو السكانية (Mitchell, 2005, pp. 117–119).



خريطة (3): توضح المركز المتوسط لمحطات الوقود في مدينة المرج. **المصدر: إعداد الباحث باستخدام برنامج Map Arc 8.10.**

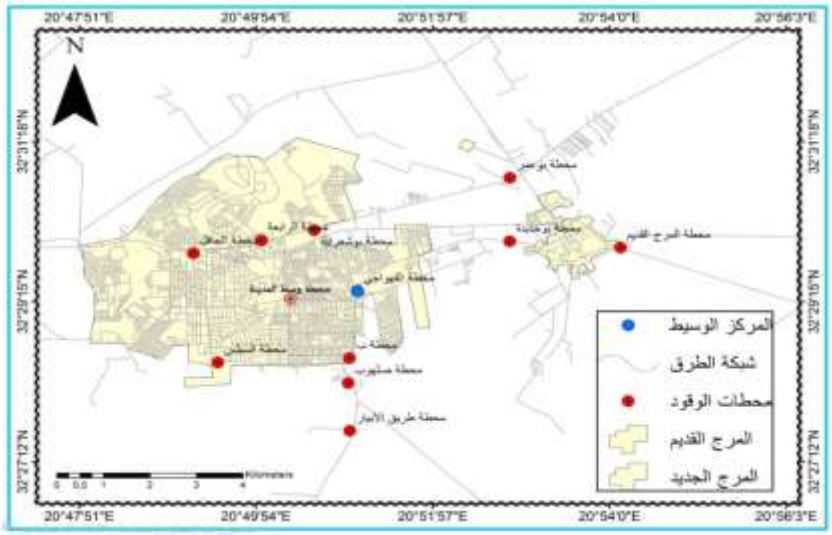
يتبين من خلال الخريطة (3) أن توزيع محطات الوقود بمدينة المرج يتخذ نمطاً مكانياً غير متجانس، حيث تتركز معظم المحطات داخل النطاق العمراني للمدينة وعلى امتداد شبكة الطرق الرئيسية، في حين تقل المحطات نسبياً في الأطراف والمناطق الواقعة خارج الكتلة العمرانية، ويعكس ذلك ارتباط مواقع محطات الوقود بشبكة الطرق ومناطق النشاط العمراني وحركة السكان والمركبات.

كما يتضح أن المركز المتوسط لمحطات الوقود، يقع في الجزء الشرقي من الكتلة العمرانية للمدينة، بالقرب من المنطقة الواقعة بين وسط المدينة ومحاور الطرق المتجهة نحو الأجزاء الشرقية، ويشير موقع المركز المتوسط إلى أن التوزيع المكاني العام للمحطات يميل نسبياً نحو الشرق، نتيجة تباين مواقع المحطات وتوزيعها داخل المدينة وعلى الطرق الرئيسية.

وبمقارنة موقع المركز المتوسط بمواقع محطات الوقود، يلاحظ أن المركز يقع ضمن النطاق العمراني وقريباً من عدد من المحطات، إلا أنه لا يتطابق بالضرورة مع المركز الهندسي للمدينة؛ إذ إن المركز المتوسط يعبر عن متوسط مواقع محطات الوقود نفسها وليس عن مركز المدينة العمراني، وعليه يمكن القول إن توزيع محطات الوقود بمدينة المرج يميل إلى التركز في المناطق العمرانية والطرق الرئيسية، مع وجود امتداد لبعض المحطات باتجاه الأطراف، وهو ما أدى إلى ظهور المركز المتوسط في موقع يميل إلى الجزء الشرقي من الكتلة العمرانية.

2- المركز الوسيط (Median center):

يُعرَّف المركز الوسيط (Median Center) بأنه أحد مقاييس النزعة المركزية في التحليل المكاني، ويشير إلى النقطة التي تحقق أقل مجموع للمسافات الإقليدية بينها وبين جميع المواقع الجغرافية للظاهرة المدروسة، ويُستخدم لتحديد الموقع المركزي للتوزيع المكاني، كما يتميز بأنه أقل تأثرًا بالمواقع المتطرفة أو البعيدة عن بقية عناصر التوزيع مقارنةً بالمركز المتوسط (Esri, 2026 ؛Brown, 1983).



خريطة (4): توضح المركز الوسيط لمحطات الوقود في مدينة المرج. **المصدر: إعداد الباحث باستخدام برنامج Map Arc 8.10**.

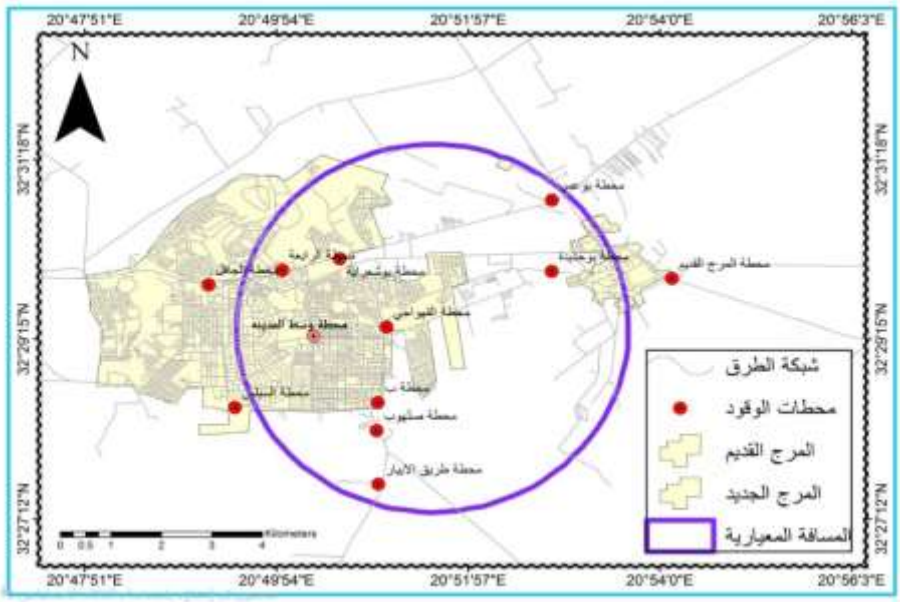
وبالنظر إلى الخريطة (4) يتضح وجود تباين واضح في توزيع المحطات وعدم انتظامها على كامل مساحة المدينة، ويظهر من النمط المكاني أن معظم محطات الوقود تتركز داخل النطاق العمراني للمدينة أو بمحاذاة الطرق الرئيسة التي تربط أجزاءها الداخلية بالمناطق والمجالات المحيطة بها، وهو ما يعكس بصورة واضحة تأثير شبكة الطرق وحجم الحركة المرورية في اختيار مواقع محطات الوقود.

كما يظهر أن الجزء الأكبر من المحطات يتجمع في المنطقة الحضرية المركزية، ولا سيما حول المركز الوسيط للمدينة، مع وجود مجموعة أخرى من المحطات على الأطراف وبالقرب من مداخل المدينة والطرق الرئيسة، مثل المحطات الواقعة باتجاه المرج القديم وطريق الأبيار، ويشير ذلك إلى أن توزيع المحطات لا يرتبط بالكثافة العمرانية وحدها، وإنما يتأثر كذلك بوظيفة الطرق وسهولة الوصول إليها، إذ تميل محطات الوقود إلى المواقع التي تسمح بخدمة أكبر عدد ممكن من السكان ومستخدمي المركبات.

كما تكشف الخريطة عن وجود نمط متجمع يميل إلى التوزيع الخطي؛ فالمحطات الواقعة داخل الكتلة العمرانية تبدو أكثر تقارباً من المحطات الموجودة في الأطراف، بينما تنتظم بعض المحطات بصورة شبه خطية على امتداد محاور الطرق الرئيسة. ويعكس ذلك اعتماد مواقع محطات الوقود بدرجة كبيرة على شبكة النقل، باعتبارها منشآت خدمية ترتبط مباشرة بحركة المركبات واحتياجات السكان.

3- المسافة المعيارية (Standard Distance):

تُعد المسافة المعيارية (Standard Distance) إحدى مقاييس الإحصاء المكاني المستخدمة في نظم المعلومات الجغرافية لتحليل درجة التشتت أو التركز المكاني للظواهر الجغرافية حول مركزها المتوسط، وهي تماثل في مفهومها الانحراف المعياري في الإحصاء التقليدي؛ فكلما زادت قيمة المسافة المعيارية دلّ ذلك على زيادة تشتت الظاهرة مكانياً، بينما تشير القيمة الأقل إلى زيادة درجة تركز الظاهرة حول مركزها المتوسط (Esri, 2026).



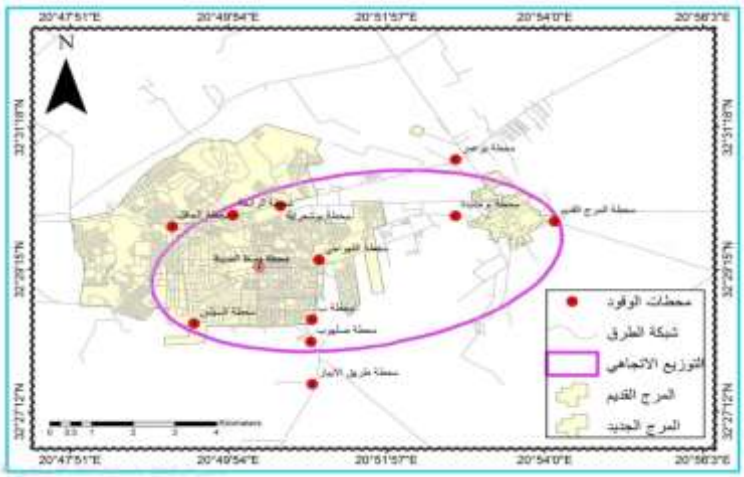
خريطة (5): توضح المسافة المعيارية لمحطات الوقود في مدينة المرج. **المصدر: إعداد الباحث باستخدام برنامج Map Arc 8.1**

يظهر من الخريطة (5) أن الجزء الأكبر من محطات الوقود (9) محطات من مجموع (12) محطة توجد داخل نطاق المسافة المعيارية وفي المقابل، تظهر بعض المحطات في المواقع الطرفية، مثل محطة المرج القديم ومحطة الجافل ومحطة السيلس، وهو ما يعكس ارتباط مواقع محطات الوقود بصورة واضحة بشبكة الطرق ومداخل المدينة.

كما يتبين من الخريطة أن توزيع محطات الوقود بمدينة المرج يميل إلى التركز حول الكتلة العمرانية الرئيسة، مع امتداد عدد من المحطات نحو الأطراف ومداخل المدينة، ويرتبط هذا التوزيع بصورة واضحة بشبكة الطرق ومحاور الحركة، ويشير نطاق المسافة المعيارية إلى أن غالبية المحطات تقع ضمن المجال العام للانتشار المكاني، مع وجود بعض المواقع الطرفية التي تسهم في توسيع نطاق خدمة المحطات، ويعكس ذلك نمطاً مكانياً غير منتظم يتأثر بالعوامل العمرانية والمرورية وموقع الطرق الرئيسة.

4- التوزيع الاتجاهي (Directional Distribution):

يُعد التوزيع الاتجاهي من أساليب التحليل المكاني المستخدمة في نظم المعلومات الجغرافية لتحديد الاتجاه العام ونمط انتشار الظاهرة المكانية، من خلال رسم شكل بيضاوي يُعرف بـالقطع الناقص المعياري، ويُوضح هذا الشكل اتجاه تركز الظاهرة ودرجة تشتتها حول مركزها، كما يساعد في التعرف على ما إذا كان توزيع محطات الوقود يميل إلى اتجاه جغرافي معين، مثل الشمال الشرقي والجنوب الغربي أو غيره. ويُعد طول المحورين واتجاه المحور الأكبر مؤشرات مهمة لفهم النمط والاتجاه العام للتوزيع المكاني (Mitchell, 2005; ESRI, 2024).



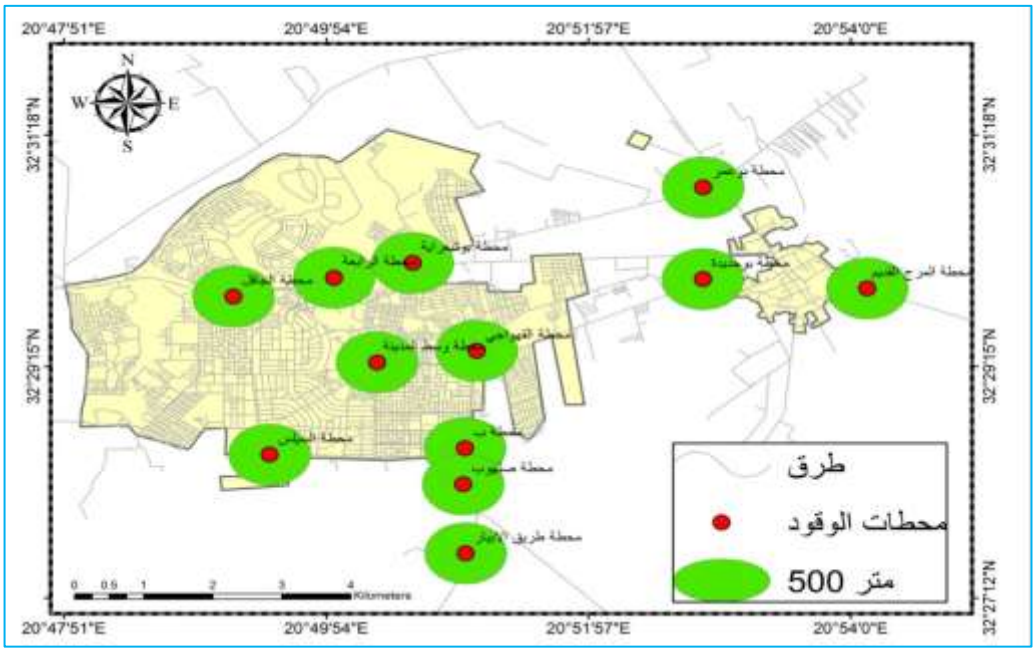
خريطة (6): توضح التوزيع الاتجاهي لمحطات الوقود في مدينة المرج. **المصدر: إعداد الباحث باستخدام برنامج Map Arc 8.10.**

يتبين من الخريطة (6) أن نمط التوزيع المكاني يتخذ شكلاً بيضاوياً ممتداً بصورة واضحة في الاتجاه الشرقي–الغربي تقريباً، وهو ما يشير إلى وجود اتجاه عام لانتشار محطات الوقود داخل منطقة الدراسة، ويتركز الجزء الأكبر من المحطات داخل نطاق التوزيع الاتجاهي، ولا سيما في المناطق العمرانية الوسطى والمناطق المتصلة بشبكة الطرق الرئيسة، مما يعكس ارتباط مواقع المحطات بدرجة كبيرة بمسارات الحركة والنمو العمراني.

كما يتضح وجود بعض المحطات خارج حدود القطع الناقص، خاصة في الأجزاء الشمالية والجنوبية من المدينة، وهو ما يعكس وجود مواقع طرفية أو متباعدة نسبياً عن مركز التركز العام، وبصفة عامة توضح الخريطة أن التوزيع الاتجاهي لمحطات الوقود بمدينة المرج يميل إلى النمط الممتد شرقاً وغرباً، مع تركز نسبي في النطاق العمراني الأوسط وتشتت محدود باتجاه الأطراف، وهو ما يمكن ربطه بالتوسع العمراني وتوزيع شبكة الطرق وحركة المركبات داخل المدينة.

5- نطاق التأثير Buffer:

يُعرَّف نطاق التأثير بأنه المنطقة المحيطة بالمعلم الجغرافي، والتي تقع ضمن مسافة محددة منه، ويتم تحديدها في نظم المعلومات الجغرافية باستخدام أسلوب الحرم المكاني (Buffer) لقياس القرب والتغطية المكانية وتحليل مدى تأثير أو إمكانية الوصول إلى المعلم (Li, 2017).



خريطة (7): توضح نطاق التأثير لمحطات الوقود(500م) في مدينة المرج. **المصدر: إعداد الباحث باستخدام برنامج Map Arc 8.10.**

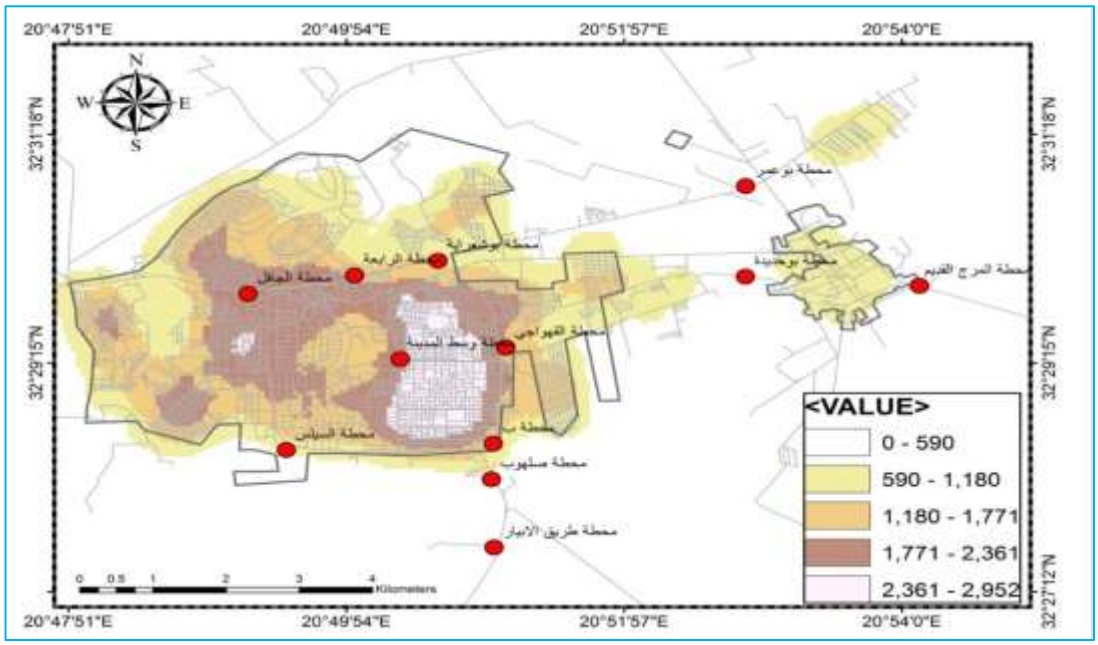
يتبين من الخريطة (7) أن المنطقة المركزية تتمتع بأعلى درجة من التغطية المكانية، نتيجة تقارب مواقع عدد من محطات الوقود، مما أدى إلى حدوث تداخل واضح بين محطة صلهوب ومحطة منطقة ب في نطاقات التأثير البالغ نصف قطرها 500 متر، ويشير هذا التداخل إلى أن بعض أجزاء المدينة تقع ضمن نطاق خدمة أكثر من محطة في الوقت نفسه، وهو ما يعكس ارتفاع درجة تركز الخدمة في هذه المناطق مقارنة بالأطراف.

كما يظهر وجود نطاقات تأثير متقاربة في الجزء الغربي والأوسط من المدينة، بينما تنتشر بعض المحطات بصورة أكثر تباعدًا في الجزء الشرقي والشمالي الشرقي والجنوبي، ويشير ذلك إلى وجود تفاوت مكاني في مستوى إمكانية الوصول إلى محطات الوقود داخل المدينة.

وبشكل عام، توضح الخريطة أن نطاق 500 متر يوفر تغطية مكانية جيدة لأجزاء واسعة من الكتلة العمرانية، ولا سيما المناطق ذات الكثافة العمرانية المرتفعة، في حين تظهر بعض المناطق الطرفية خارج نطاقات التأثير المباشر أو عند حدودها، ومن ثم فإن نمط التوزيع المكاني لا يتسم بالتجانس الكامل، بل يميل إلى التركز في قلب المدينة مع تباعد نسبي باتجاه الأطراف.

6- تحليل كثافة الطرق (Line Density):

يُعد تحليل كثافة الطرق أحد أساليب التحليل المكاني في نظم المعلومات الجغرافية، ويُستخدم لقياس درجة تركز شبكة الطرق داخل وحدات مكانية محددة، من خلال حساب طول أجزاء الطرق الواقعة داخل نطاق البحث بالنسبة إلى مساحة ذلك النطاق، وتُعبّر القيم المرتفعة عن مناطق ذات كثافة أكبر لشبكة الطرق، بينما تشير القيم المنخفضة إلى تباعد الطرق وانخفاض كثافتها، ويُستخدم هذا التحليل في دراسة نمط توزيع شبكة النقل وتحديد المناطق الأكثر اتصالًا بالطرق، كما يمكن الاستفادة منه في تفسير مواقع المنشآت الخدمية المرتبطة بحركة المركبات، مثل محطات الوقود (Esri, 2025)



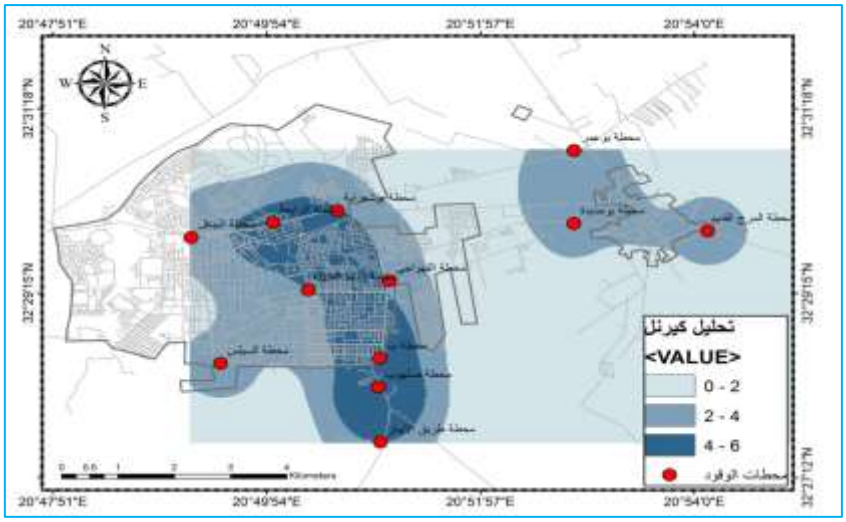
خريطة (8): توضح كثافة شبكة الطرق بمدينة المرج. **المصدر: إعداد الباحث باستخدام برنامج Map Arc 10.8.**

يتضح من الخريطة (8) أن أعلى مستويات كثافة الطرق تتركز بصورة أساسية في الجزء الأوسط والغربي من الكتلة العمرانية لمدينة المرج، حيث تظهر القيم المرتفعة ضمن الفئات 1,771–2,361، وتصل في بعض المواضع إلى الفئة العليا 2,361–2,952. ويعكس ذلك ارتفاع درجة تقارب شبكة الطرق وتعدد الشوارع داخل المناطق العمرانية.

وتتناقص كثافة الطرق تدريجيًا بالابتعاد عن المناطق المركزية باتجاه الأطراف الشمالية والجنوبية والشرقية، حيث تسود الفئات المنخفضة والمتوسطة، ولا سيما 590–1,180 و1,180–1,771. ويشير هذا التدرج إلى أن شبكة الطرق تتميز بتركيز أكبر داخل النسيج العمراني بينما تصبح أقل كثافة في المناطق الطرفية والمناطق الواقعة خارج التجمع العمراني.

7- تحليل الكثافة كيرنل (Kernel Density):

يُعد تحليل كيرنل أحد أساليب التحليل المكاني المستخدمة في نظم المعلومات الجغرافية لتحديد مناطق التركز والكثافة المكانية للظواهر الجغرافية، ويعتمد على حساب كثافة المعالم داخل نطاق بحث محدد، ثم إنشاء سطح مكاني متدرج يوضح مستويات الكثافة، فتشير القيم المرتفعة إلى مناطق تركز أكبر للظاهرة، بينما تشير القيم المنخفضة إلى انخفاض مستوى التركز (Silverman, 1986).



خريطة (9): توضح تحليل كيرنل لتحديد كثافة محطات الوقود في مدينة المرج **المصدر: إعداد الباحث باستخدام برنامج Map Arc 8.10.**

يتبين من الخريطة (9) وجود تباين مكاني واضح في كثافة محطات الوقود، إذ تتركز أعلى قيم التحليل، ضمن الفئة 4–6، بصورة أساسية في الجزء الأوسط من المدينة، ولا سيما حول المناطق التي تتقارب فيها عدة محطات، وهو ما يشير إلى وجود بؤرة مكانية مرتفعة التركّز.

كما تظهر مناطق ذات كثافة مرتفعة نسبيًا في الجزء الجنوبي والأجزاء الوسطى والغربية، نتيجة تقارب مواقع عدد من المحطات، بينما تنتشر القيم المتوسطة 2–4 حول مناطق الكثافة المرتفعة وتمتد باتجاه أجزاء أخرى من النطاق العمراني. ويعكس ذلك تدرجًا مكانيًا في كثافة المحطات، حيث تنخفض الكثافة كلما زادت المسافة عن مناطق التركز الرئيسية.

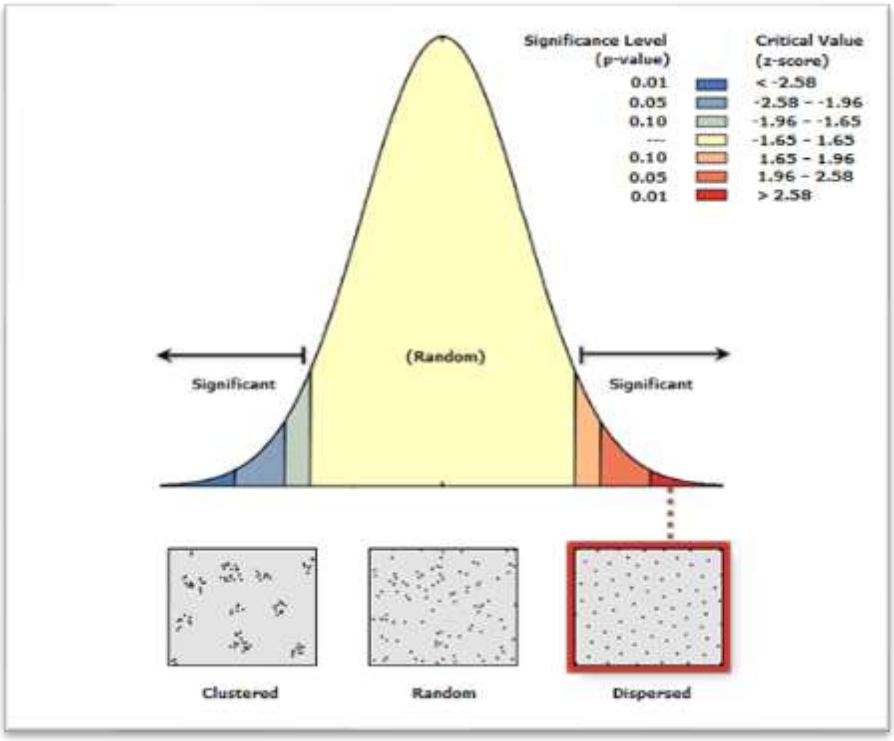
وفي المقابل، تسود الفئة المنخفضة 0–2 في مساحات واسعة من أطراف منطقة الدراسة، خاصة المناطق التي تتباعد فيها المحطات عن بعضها، وهو ما يشير إلى انخفاض مستوى التركز المكاني في تلك المناطق. كما تظهر بعض المحطات في المناطق الشرقية والشمالية الشرقية ضمن نطاقات كثافة منخفضة إلى متوسطة، نتيجة بعدها النسبي عن بؤر التركز الرئيسة.

وبشكل عام، التوزيع المكاني لمحطات الوقود بمدينة المرج يميل إلى التركز وعدم التجانس، مع وجود بؤرة رئيسية مرتفعة الكثافة في الجزء الأوسط من المدينة وبؤر أخرى أقل امتدادًا، في حين تنخفض الكثافة تدريجيًا باتجاه المناطق الطرفية.

ويشير هذا النمط إلى أن مواقع المحطات ليست موزعة بصورة منتظمة على كامل منطقة الدراسة، وإنما تميل إلى التجمع في أجزاء محددة من المدينة.

8- معامل الجار الأقرب (Average Nearest Neighbor):

يُعد تحليل الجار الأقرب من الأساليب الإحصائية المكانية المهمة المستخدمة في دراسة وتحليل نمط التوزيع المكاني للظاهرات النقطية، إذ يهدف إلى تحديد طبيعة هذا التوزيع، وما إذا كان يتخذ نمطًا متجمعًا أو عشوائيًا أو متباعدًا، ويعتمد التحليل على قياس المسافة بين كل ظاهرة وأقرب ظاهرة أخرى إليها، ثم مقارنة متوسط المسافات الفعلية بالمسافة المتوقعة في حالة التوزيع العشوائي (Clark & Evans, 1954).



Average Nearest Neighbor Summary	
Observed Mean Distance:	1445.1738 Meters
Expected Mean Distance:	1008.5944 Meters
Nearest Neighbor Ratio:	1.432859
z-score:	2.868588
p-value:	0.004123
Dataset Information	
Input Feature Class:	محطات الوقود
Distance Method:	EUCLIDEAN
Study Area:	48828604.240522
Selection Set:	False

الشكل (1): نتائج تحليل معامل الجار الأقرب لمحطات الوقود في مدينة المرج. **المصدر: إعداد الباحث باستخدام برنامج Map Arc 8.10**

يتضح من نتائج التقرير الإحصائي لمؤشر الجار الأقرب أن المسافة المتوسطة بين مواقع محطات الوقود بلغت (1445.17 مترًا)، في حين بلغت المسافة المتوسطة المتوقعة في حالة التوزيع العشوائي (1008.59 مترًا)، ويشير ارتفاع المسافة المشاهدة عن المسافة المتوقعة إلى أن محطات الوقود تقع في المتوسط على مسافات أكبر من بعضها مقارنة بما هو متوقع في حالة التوزيع العشوائي.

وقد بلغت قيمة معامل أقرب جار (Nearest Neighbor Ratio) نحو (1.43)، وهي قيمة أكبر من الواحد الصحيح، مما يدل مبدئيًا على اتجاه التوزيع نحو النمط المتباعد (Dispersed)، وليس النمط المتجمع أو العشوائي، ويعني ذلك أن مواقع محطات الوقود تميل إلى الابتعاد عن بعضها مكانيًا، مع وجود مسافات فاصلة بينها أكبر مما يمكن توقعه في حالة التوزيع العشوائي.

وتؤكد قيمة Z البالغة (2.8685)، هذه النتيجة إذ تقع القيمة في المجال الأكبر من (+2.58)، وهو المجال الذي يمثل مستوى دلالة إحصائية قدره (0.01)، وفقًا لمقياس الاختبار الظاهر في الشكل، كما بلغت قيمة الاحتمالية (P-value) نحو (0.0041)، وهي أقل من مستوى الدلالة (0.01)، مما يعني أن النمط المكاني المتباعد دال إحصائيًا، ويمكن رفض فرضية التوزيع العشوائي عند مستوى دلالة (1%).

وبناءً على ذلك، يتضح أن التوزيع المكاني لمحطات الوقود في منطقة الدراسة يتخذ نمطًا متباعدًا، مما يشير إلى ميل المحطات للانتشار بصورة تقلل من احتمالية تجمعها المكاني في نطاقات محددة.

الخاتمة:

النتائج:

1- أوضح تحليل المركز المتوسط والمركز الوسيط أن توزيع محطات الوقود بمدينة المرج يتخذ نمطاً مكانياً غير متجانس، حيث تتركز معظم المحطات داخل النطاق العمراني للمدينة وعلى امتداد شبكة الطرق الرئيسية، في حين تقل المحطات نسبياً في الأطراف والمناطق الواقعة خارج الكتلة العمرانية، ويعكس ذلك ارتباط مواقع محطات الوقود بشبكة الطرق ومناطق النشاط العمراني وحركة السكان والمركبات.
2- يبين تحليل المسافة المعيارية أن الجزء الأكبر من محطات الوقود (9) محطات من مجموع (12) محطة توجد داخل نطاق المسافة المعيارية وفي المقابل، تظهر بعض المحطات في المواقع الطرفية، مثل محطة المرج القديم ومحطة الجافل ومحطة السيلس، وهو ما يعكس ارتباط مواقع محطات الوقود بصورة واضحة بشبكة الطرق ومداخل المدينة.
3- أظهر تحليل التوزيع الاتجاهي أن نمط التوزيع المكاني يمتد بصورة واضحة في الاتجاه الشرقي–الغربي تقريباً، ويتركز الجزء الأكبر من المحطات داخل نطاق التوزيع الاتجاهي، ولا سيما في المناطق العمرانية الوسطى والمناطق المتصلة بشبكة الطرق الرئيسة، مما يعكس ارتباط مواقع المحطات بدرجة كبيرة بمسارات الحركة والنمو العمراني.
4- أشارت نتائج تحليل نطاق التأثير إلى أن المنطقة المركزية تتمتع بأعلى درجة من التغطية المكانية، نتيجة تقارب مواقع عدد من محطات الوقود، مما أدى إلى حدوث تداخل واضح بين محطة صلهوب ومحطة منطقة ب في نطاقات التأثير البالغ نصف قطرها 500 متر، ويشير هذا التداخل إلى أن بعض أجزاء المدينة تقع ضمن نطاق خدمة أكثر من محطة في الوقت نفسه، وهو ما يعكس ارتفاع درجة تركز الخدمة في هذه المناطق مقارنة بالأطراف.
5- يبين تحليل كثافة الطرق أن أعلى مستويات كثافة الطرق تتركز بصورة أساسية في الجزء الأوسط والغربي من الكتلة العمرانية لمدينة المرج، وتتناقص كثافة الطرق تدريجيًا بالابتعاد عن المناطق المركزية باتجاه الأطراف الشمالية والجنوبية والشرقية.
6- أوضح تحليل كيرنل أن التوزيع المكاني لمحطات الوقود بمدينة المرج يميل إلى التركز وعدم التجانس، مع وجود بؤرة رئيسية مرتفعة الكثافة في الجزء الأوسط من المدينة وبؤر أخرى أقل امتدادًا، في حين تنخفض الكثافة تدريجيًا باتجاه المناطق الطرفية، ويشير هذا النمط إلى أن مواقع المحطات ليست موزعة بصورة منتظمة على كامل منطقة الدراسة، وإنما تميل إلى التجمع في أجزاء محددة من المدينة.
7- أظهرت نتائج تحليل الجار الأقرب أن متوسط قيمة معامل الجار الأقرب بلغ (1.43)، وهي قيمة أكبر من الواحد الصحيح، مما يدل على أن اتجاه توزيع محطات الوقود في مدينة المرج يتخذ نمطا متباعدا.

التوصيات:

1. إعادة تقييم التوزيع المكاني لمحطات الوقود بمدينة المرج بما يحقق توازن أفضل بين المناطق المركزية والأطراف.
2. توجيه أي محطات مستقبلية إلى المناطق التي تعاني من انخفاض مستوى التغطية، مع تجنب زيادة التركز داخل المناطق التي تتداخل فيها نطاقات الخدمة.
3. اعتماد نظم المعلومات الجغرافية (GIS) كأداة أساسية عند اختيار المواقع المستقبلية لمحطات الوقود، من خلال دراسة شبكة الطرق والكثافة العمرانية ونطاقات التأثير.
4. مراعاة كثافة شبكة الطرق وحركة المركبات عند تحديد المواقع الجديدة، باعتبارها من العوامل المؤثرة بوضوح في التوزيع الحالي.
5. تحديث قاعدة البيانات المكانية لمحطات الوقود بصورة دورية لمتابعة التغيرات العمرانية والسكانية والمرورية.

قائمة المصادر والمراجع

المراجع العربية:

[1] الشيخ، أمال يحيى عمر (2008م). تحليل نمط توزيع الحدائق العامة النموذجية في مدينة جدة باستخدام نظم المعلومات الجغرافية، ورقة عمل مقدمة الي الملتقي الوطني الثالث لنظم المعلومات الجغرافية بالمملكة العربية السعودية.

[2] العجيلي، عبد السلام مفتاح محمد، وأبورقيقة، سليمان إبراهيم مصطفى. (2025). التحليل المكاني لتوزيع خدمة محطات تعبئة وقود السيارات بمنطقة قصر بن غشير باستخدام نظم المعلومات الجغرافية. مجلة علوم التربية، مجلد 10.

[3] الغريب، الحسين محمد المختار. (2024). التحليل المكاني لمحطات الوقود بمدينة بني وليد باستخدام نظم المعلومات الجغرافية. مجلة ليبيا للدراسات الجغرافية، المجلد الرابع، العدد الأول، ص ص. 335–356.

[4] القصاب، عمر عبد الله. (2019). نظم المعلومات الجغرافية: تطبيقات علمية في التحليل الجغرافي. دار نون للطباعة والنشر، العراق.

[5] اللويص، محجوبة عطية علي. (2024). التباين المكاني لتوزيع محطات الوقود في بلدية العجيلات: تحليل جغرافي باستخدام نظم المعلومات الجغرافية. مجلة ليبيا للدراسات الجغرافية، المجلد الرابع، العدد الأول، ص ص. 309–334.

[6] داود، جمعة محمد. (2012). أسس التحليل المكاني في إطار نظم المعلومات الجغرافية. مكة المكرمة، المملكة العربية السعودية.

[7] داود، جمعة محمد. (2018). تطبيقات إحصائية ومكانية متقدمة. القاهرة، مصر.

[8] سعيد، زهرة خليفة عمارة. (2024). التوزيع الجغرافي لمحطات الوقود في بلدية صبراتة باستخدام أدوات التحليل المكاني GIS. المجلة الدولية للدراسات التاريخية والاجتماعية، العدد 39، ص ص. 149–173.

[9] غومة، خالد؛ الزناتي، ناجي؛ العيسوق، آمنة. (2021). التباين المكاني لمحطات الوقود في مدينة طرابلس باستخدام تقنية نظم المعلومات الجغرافية (GIS). دراسة منشورة ضمن أرشيف البحوث الجغرافية ونظم المعلومات الجغرافية.

[10] محمود، إبراهيم علي نوح. (2016). التحليل المكاني لمحطات الوقود في مدينة طبرق (1973–2013): دراسة تحليلية في جغرافية الخدمات. رسالة ماجستير، قسم الجغرافيا، كلية الآداب، جامعة بنغازي، ليبيا.

المراجع الأجنبية:

[11] Brown, B. M. (1983). Statistical Uses of the Spatial Median. Journal of the Royal Statistical Society: Series B (Methodological), 45(1), 25–30.

[12] Clark, P. J., & Evans, F. C. (1954). Distance to nearest neighbor as a measure of spatial relationships in populations. Ecology, 35(4), 445–453.

[13] Esri. (2024). ArcGIS Pro Documentation: Directional Distribution (Standard Deviational Ellipse).

[14] Esri. (2024). Average Nearest Neighbor (Spatial Statistics). ArcGIS Pro Documentation.

[15] Esri. (2025). How Line Density works. ArcGIS Pro Documentation. Environmental Systems Research Institute.

[16] Li, X. (2017). Buffers. Geographic Information Science & Technology Body of Knowledge, 4th Quarter 2017 Edition, edited by John P. Wilson. Association of American Geographers.

[17] Longley, P. A., Goodchild, M. F., Maguire, D. J., & Rhind, D. W. (2019). Geographic Information Science and Systems (4th ed.).

[18] Mitchell, A. (2005). The ESRI Guide to GIS Analysis, Volume 2: Spatial Measurements & Statistics.

[19] Silverman, B. W. (1986). Density Estimation for Statistics and Data Analysis. London: Chapman and Hall.

Disclaimer/Publisher's Note: The statements, opinions, and data contained in all publications are solely those of the individual author(s) and contributor(s) and not of **JSHD** and/or the editor(s). **JSHD** and/or the editor(s) disclaim responsibility for any injury to people or property resulting from any ideas, methods, instructions, or products referred to in the content.