التوزيع المكاني للمكبات العشوائية في مدينة المرج الليبية باستخدام نظم المعلومات الجغرافية (Gis)

Spatial Distribution of illegal Dumping sites in almarj City: A Study Using Geographic Information Systems (Gis)

أ. **حمزة محمود صالح بالحمد:** محاضر في الجغرافيا البشرية، قسم الموارد والبيئة، كلية الآداب والعلوم الأبيار، جامعة بنغازي، بنغازي، ليبيا.

Mr. Hamza Mahmoud saleh Balhamd: Lecturer inhuman Geography, Department of Resources and Environment, Faculty of Arts and Sciences, Al-Abyar, University of Benghazi, Al-Abyar, Libya.

Email: hhm276632@gmail.com

DOI https://doi.org/10.56989/benkj.v6i8.2022

تاريخ الاستلام: 2026-06-13 تاريخ القبول: 2026-07-11 تاريخ النشر 2026-08-01

الملخص:

تناول البحث التوزيع المكاني للمكبات العشوائية للنفايات الصلبة في مدينة المرج بليبيا، التي تشكّل تحديًا بيئيًا وصحيًا متزايدًا نتيجة النمو السكاني والتوسع العمراني. وهدفت الدراسة إلى حصر مواقع هذه المكبات، وبناء قاعدة بيانات جغرافية لها، وتحليل أنماط انتشارها والعوامل المؤثرة فيها باستخدام تقنيات نظم المعلومات الجغرافية (GIS) وأساليب الإحصاء المكاني. واعتمدت منهجية الدراسة على جمع البيانات الميدانية بواسطة أجهزة تحديد المواقع العالمية (GPS)، وتطبيق حزمة من أدوات التحليل المكاني في برنامج ArcGIS، شملت: المركز المتوسط، والمركز الوسيط، والمسافة المعيارية، والتوزيع الاتجاهي، وتحليل الكثافة النقطية، وكثافة كيرنل، بالإضافة إلى معامل الجار الأقرب. وأظهرت نتائج المسح الميداني وجود 52 مكبًا عشوائيًا موزعة في أنحاء المدينة. وكشفت أدوات التحليل الجغرافي، مثل الكثافة النقطية والتوزيع الاتجاهي، عن تركز واضح للمكبات في القطاعات الأوسط والشرقي والشمالي الشرقي؛ إذ ارتبط توزيعها طرديًا بارتفاع الكثافة السكانية والامتداد العمراني وسهولة الوصول إليها عبر شبكة الطرق. وفي المقابل، أثبتت النتائج الإحصائية لمعامل الجار الأقرب، الذي بلغت قيمته 1.11، وبلغت قيمة Z–Score نحو 1.54، وقيمة P–Value نحو 0.124، أن النمط العام لتوزيع المكبات يُصنَّف إحصائيًا بوصفه نمطًا عشوائيًا (Random Pattern)؛ لأن قيمة الاحتمالية لم تتجاوز عتبة الدلالة الإحصائية (0.05). وخلص البحث إلى تقديم مجموعة من التوصيات، أبرزها: الإزالة الفورية للمكبات القريبة من التجمعات السكنية والأراضي الزراعية، وتفعيل الرقابة وتطبيق القوانين البيئية، وتوظيف تقنيات نظم المعلومات الجغرافية والاستشعار عن بُعد في رصد هذه المواقع وإدارتها بصورة مستدامة.

الكلمات المفتاحية: المكبات العشوائية، التوزيع المكاني، التوزيع الاتجاهي، المسافة المعيارية، الإحصاء المكاني، النفايات الصلبة، مدينة المرج.

Abstract:

The study examined the spatial distribution of informal solid-waste dumpsites in Al-Marj, Libya, which pose a growing environmental and public health challenge due to population growth and urban expansion. It aimed to identify the locations of these dumpsites, develop a geographic database, and analyze their distribution patterns and influencing factors using Geographic Information Systems (GIS) and spatial statistical methods. The methodology involved collecting field data using Global Positioning System (GPS) devices and applying a range of spatial analysis tools in ArcGIS, including the mean center, median center, standard distance, directional distribution, point density, Kernel Density, and Average Nearest Neighbor analyses. The field survey identified 52 informal dumpsites distributed across the city. Geographic analyses, particularly point density and directional distribution, revealed a clear concentration of dumpsites in the central, eastern, and northeastern sectors. Their distribution was positively associated with high population density, urban expansion, and accessibility through the road network. However, the Average Nearest Neighbor analysis, which yielded a ratio of 1.11, a Z-score of 1.54, and a P-value of 0.124, indicated that the overall spatial distribution of the dumpsites was statistically classified as random because the P-value exceeded the significance threshold of 0.05. The study concluded with several recommendations, most notably the immediate removal of dumpsites located near residential communities and agricultural land, the strengthening of environmental monitoring and law enforcement, and the use of GIS and remote-sensing technologies to monitor and manage these sites sustainably.

Keywords: Illegal dumping sites, Spatial distribution, Directional distribution, Standard distance, Spatial statistics, solid waste, Al-marj city.

المقدمة:

تُعد مشكلة النفايات الصلبة من أبرز المشكلات البيئية التي تواجه المدن المعاصرة، نتيجة التزايد المستمر في أعداد السكان والتوسع العمراني وارتفاع معدلات الاستهلاك، وقد أدى ضعف نظم جمع النفايات والتخلص منها في العديد من المدن إلى ظهور المكبات العشوائية التي أصبحت تشكل مصدراً رئيسياً للتلوث البيئي وتدهور المشهد الحضري، فضلاً عن آثارها السلبية على صحة الإنسان والموارد الطبيعية (Mihai, 2015).

وتعرف المكبات العشوائية بأنها مواقع يتم فيها التخلص من النفايات الصلبة بصورة غير قانونية ودون مراعاة الاشتراطات البيئية والفنية المعتمدة، مما يؤدي إلى تلوث التربة والمياه الجوفية والهواء، فضلاً عن تشويه المظهر الحضري وانتشار الحشرات والقوارض والأمراض المرتبطة بها (Carranza et al., 2009). وقد أكدت العديد من الدراسات أن قرب المكبات العشوائية من المناطق السكنية وشبكات الطرق يعد من أهم العوامل المؤثرة في انتشارها واستمرارها (التواتي والزردومي، 2023؛ Mihai, 2015).

وتشهد مدينة المرج، كغيرها من المدن الليبية، نمواً عمرانياً وسكانياً متسارعاً رافقه ازدياد في كميات النفايات الصلبة المنتجة يومياً، الأمر الذي ساهم في ظهور عدد من المكبات العشوائية داخل المدينة وفي أطرافها، الأمر الذي انعكس سلباً على البيئة الحضرية والصحة العامة ومستوى جودة الحياة للسكان. وعلى الرغم من أهمية هذه القضية، فإن الدراسات العلمية المتخصصة التي تناولت التوزيع المكاني للمكبات العشوائية في مدينة المرج لا تزال محدودة مقارنة بما أنجز في مدن ليبية أخرى مثل البيضاء والقبة (التواتي والزردومي، 2023؛ المبروك وآخرون، 2025). ومن هذا المنطلق تأتي هذه الدراسة لتحليل التوزيع المكاني للمكبات العشوائية بمدينة المرج، والتعرف على أنماط انتشارها والعوامل المؤثرة في وجودها، بهدف توفير قاعدة معلومات جغرافية تسهم في دعم متخذي القرار وتحسين إدارة النفايات الصلبة والحد من آثارها البيئية والصحية، وصولاً إلى بيئة حضرية أكثر استدامة وجودة.

مشكلة الدراسة:

تعاني مدينة المرج من انتشار عدد من المكبات العشوائية داخل الأحياء السكنية وعلى أطراف المدينة نتيجة تزايد كميات النفايات الصلبة، وضعف الالتزام بالمواقع المخصصة للتخلص منها, وقد أدى ذلك إلى ظهور مشكلات بيئية وصحية وعمرانية متعددة، إلا أن المعلومات المتعلقة بالتوزيع المكاني لهذه المكبات وخصائصها الجغرافية ما تزال محدودة, ومن هنا تبرز الحاجة إلى دراسة التوزيع المكاني للمكبات العشوائية بمدينة المرج وتحليل أنماط انتشارها والعوامل المؤثرة فيها باستخدام نظم المعلومات الجغرافية والأساليب الإحصائية المكانية, وتتمثل مشكلة الدراسة في التساؤل الرئيس

الآتي: ما خصائص التوزيع المكاني للمكبات العشوائية بمدينة المرج، وما العوامل المؤثرة في انتشارها وآثارها البيئية والعمرانية، وما مدى ارتباط مواقع المكبات العشوائية بشبكة الطرق والتجمعات السكنية؟

أهداف الدراسة:

1. حصر وتحديد مواقع المكبات العشوائية بمدينة المرج وإعداد قاعدة بيانات مكانية باستخدام نظم المعلومات الجغرافية.
2. تحليل نمط التوزيع المكاني للمكبات العشوائية وتحديد درجة تركزها أو تشتتها.
3. التعرف على العلاقة بين مواقع المكبات العشوائية واستخدامات الأراضي السائدة.
4. دراسة أثر القرب من الطرق الرئيسية والتجمعات السكنية على انتشار المكبات العشوائية.
5. تحديد المناطق الأكثر تأثرًا بالمكبات العشوائية داخل المدينة.
6. تقديم مجموعة من المقترحات والتوصيات التي تسهم في الحد من انتشار المكبات العشوائية وتحسين إدارة النفايات الصلبة.

أهمية الدراسة:

تنبع أهمية الدراسة من خلال:

1. إثراء الدراسات الجغرافية والبيئية المتعلقة بإدارة النفايات الصلبة.
2. توظيف تقنيات نظم المعلومات الجغرافية في تحليل المشكلات البيئية الحضرية.
3. توفير قاعدة بيانات مكانية يمكن الاستفادة منها في الدراسات المستقبلية.
4. مساعدة الجهات المختصة في تحديد مواقع المكبات العشوائية ومتابعتها.
5. دعم متخذي القرار في وضع خطط فعالة لإدارة النفايات الصلبة.
6. الإسهام في تحسين البيئة الحضرية والحد من التلوث الناتج عن المكبات العشوائية.
7. المساهمة في حماية الصحة العامة وتقليل المخاطر البيئية.

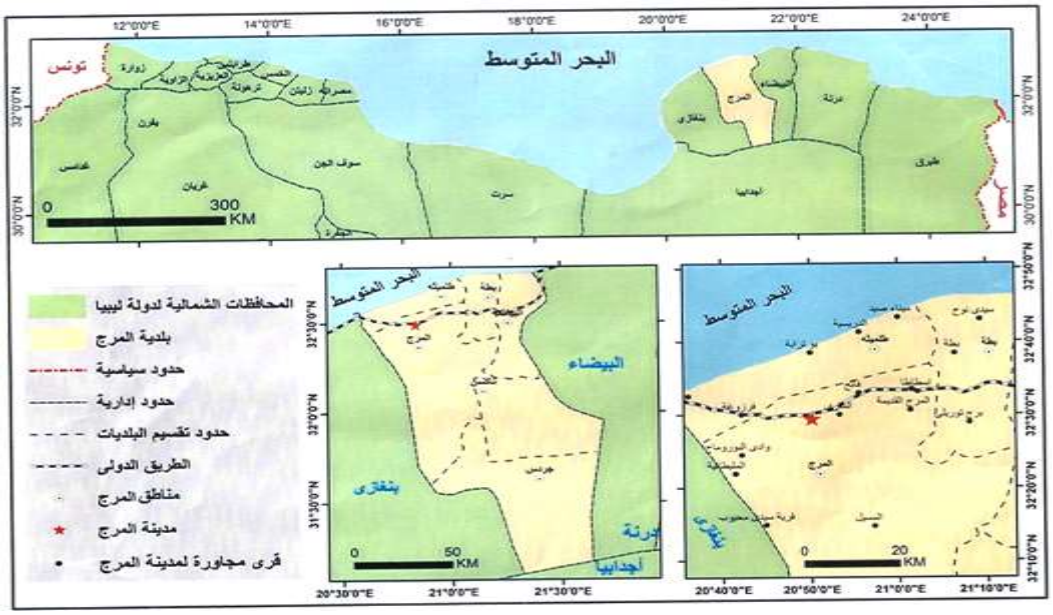
فرضيات الدراسة:

1. تتبع المكبات العشوائية بمدينة المرج نمطًا متجمعًا أكثر من كونها موزعة بصورة منتظمة.
1. يزداد انتشار المكبات العشوائية بالقرب من المناطق السكنية والأراضي المفتوحة التي تمثل بالفضاء.
2. توجد علاقة بين شبكة الطرق وسهولة الوصول إلى مواقع المكبات العشوائية.
3. تؤثر المكبات العشوائية سلبًا في البيئة الحضرية والصحة العامة.

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 ببعض، ويحدها شرقاً مدينة البيضاء التي تبعد عنها بمسافة (106 كم)، وغرباً مدينة بنغازي على بعد (94 كم)، كما تبعد مدينة المرج عن ساحل البحر الأبيض المتوسط بنحو (17 كم). أما فلكياً فتقع مدينة المرج عند التقاء دائرة عرض (25/32°) شمالاً بخط طول (35/20°) شرقاً، وهي ترتفع عن مستوى سطح البحر بحوالي (333 متراً)، وتمتد الحدود الجغرافية ما بين الحافة الأولى شمالاً إلى بدايات الحافة الثانية جنوباً لإقليم الجبل الأخضر. أما عن حدودها الإدارية فتمثل منطقة فرزوغة حدها الغربي، بينما تمثل منطقة العويلية حدها الشرقي، ويحدها شمالاً منطقة طلميثة وجنوباً منطقة المليطانية، كما يتضح من الخريطة (1). وتبلغ مساحة مدينة المرج (17.23 كم²) (الهيئة العامة للإسكان والمرافق، 2012م، المرج)، كما يبلغ عدد سكان مدينة المرج حوالي (184.531 نسمة) حسب التعداد العام للسكان في 2006م، وهي مدينة ذات طابع ريفي إذ يحيط بالمدينة من الجهة الشرقية والغربية والجنوبية أراضٍ زراعية واسعة النطاق تمثل جزءاً مهماً من النطاق الزراعي بإقليم الجبل الأخضر.

خريطة (1): الموقع الفلكي والجغرافي لمدينة المرج – ليبيا



المصدر: إعداد الباحث بالاعتماد على (أمانة التخطيط، 1978م) باستخدام برنامج Map Arc 8.10.

منهجية الدراسة:

اعتمدت الدراسة على المنهج الوصفي التحليلي لدراسة واقع المكبات العشوائية بمدينة المرج، إضافة إلى استعمال تقنيات التحليل المكاني، والتي تتمثل ببرامج لتحليل مواقع المكبات وأنماط توزيعها، وتتمثل فيما يأتي: جمع البيانات الميدانية باستخدام أجهزة تحديد المواقع (GPS)، وإعداد

قاعدة بيانات جغرافية للمكبات العشوائية، واستخدام برنامج ArcGIS في إنتاج الخرائط وتحليل البيانات المكانية، فضلاً 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 الكثافة النقطية (Kernel Density).

الدراسات السابقة:

أولاً: الدراسات العربية

1- دراسة المبروك وآخرين (2025) الموسومة التقييم المكاني والتحسين الأمثل لشبكة نقاط تجميع النفايات الصلبة باستخدام نظم المعلومات الجغرافية وتحليل متعدد المعايير (MCDA): دراسة حالة مدينة القبة. فقد هدفت الدراسة إلى تقييم كفاءة مواقع تجميع النفايات الصلبة في مدينة القبة واقتراح مواقع أكثر ملاءمة باستخدام نظم المعلومات الجغرافية والتحليل متعدد المعايير. وأظهرت النتائج أهمية استخدام التحليل المكاني في تحسين إدارة النفايات وتقليل الآثار البيئية المرتبطة بسوء توزيع مواقع التجميع.

2- دراسة خنفور وآخرين (2025) موضوع الأثر البيئي لسوء إدارة النفايات في مكب مدينة البيضاء على المناطق السكنية المجاورة. التي ركزت الدراسة على تقييم التأثيرات البيئية والصحية الناجمة عن تراكم النفايات وحرقها بالقرب من المناطق السكنية. وأظهرت النتائج وجود آثار سلبية على جودة الهواء والتربة والمياه، إضافة إلى زيادة المخاطر الصحية على السكان المجاورين للمكب.

3- دراسة محمد وأحويريش (2024) المعنونة تقييم عملية إدارة مكب النفايات الصلبة بمدينة البيضاء ودراسة طرق إعادة تأهيله وتخفيف الآثار السلبية الناتجة عنه. إذ تناولت الدراسة تقييم مكب النفايات بمدينة البيضاء باستخدام منهجية تقييم المخاطر البيئية (IRBA)، وخلصت إلى أن المكب يشكل مستوى مرتفعًا من الخطورة البيئية والصحية، وأوصت بإغلاقه وإعادة تأهيل المنطقة وفق المعايير البيئية الحديثة.

4- دراسة التواتي والزردومي (2023) الجذب المكاني لمكبات النفايات الصلبة العشوائية وعلاقتها باستخدامات الأراضي في مدينة البيضاء. إذ هدفت الدراسة إلى التعرف على خصائص التوزيع المكاني للمكبات العشوائية داخل مدينة البيضاء وتحليل علاقتها باستخدامات الأراضي المختلفة. اعتمدت الدراسة على المنهج الوصفي التحليلي وتقنيات نظم المعلومات الجغرافية (GIS) في حصر مواقع المكبات وتحليل انتشارها. وأظهرت النتائج أن الاستخدام السكني يُعد الأكثر جذبًا للمكبات العشوائية، كما تبين وجود تركز واضح للمكبات في المناطق ذات الكثافة السكانية

المرتفعة. وتوصّلت الدراسة إلى ضرورة تعزيز الرقابة البيئية وتحسين خدمات جمع النفايات للحد من انتشار المكبات العشوائية.

ثانياً: الدراسات الأجنبية

1- دراسة Knoblauch وآخرين (2026): هدفت إلى الكشف عن مواقع النفايات الملقاة عشوائيًا باستخدام صور الطائرات المسيرة وتقنيات الذكاء الاصطناعي في عدد من دول أفريقيا جنوب الصحراء. وأظهرت النتائج وجود ارتباط واضح بين انتشار المكبات العشوائية والكثافة السكانية وضعف خدمات البنية التحتية، مؤكدة أهمية التقنيات الحديثة في مراقبة النفايات وإدارتها.

2- دراسة Rizzo وآخرين (2025): التي ركزت على تطوير إطار عمل مكاني باستعمال نظم المعلومات الجغرافية لرصد المكبات العشوائية وتحليل تكاليف إدارتها. وأكدت النتائج أهمية قواعد البيانات المكانية والمسح الميداني في دعم التخطيط البيئي واتخاذ القرار بشأن إزالة المكبات العشوائية.

3- دراسة Mihai وآخرين (2015): تهدف الى تحديد المناطق الريفية المعرضة لظاهرة التخلص العشوائي من النفايات باستخدام نظم المعلومات الجغرافية في رومانيا. واعتمدت الدراسة على تحليل القرب من التجمعات السكانية والطرق واستخدامات الأراضي، وأثبتت فعالية تقنيات GIS في التنبؤ بالمناطق الأكثر عرضة لانتشار المكبات العشوائية.

4- دراسة Carranza وآخرين (2009): تهدف إلى تحديد المواقع المحتملة للمكبات غير القانونية باستخدام نظم المعلومات الجغرافية والتحليل المكاني متعدد المعايير. واعتمد الباحثون على متغيرات مثل الكثافة السكانية وشبكات الطرق واستخدامات الأراضي. وأظهرت النتائج أن قرب المواقع من الطرق وانخفاض الكثافة السكانية يعدان من أهم العوامل المؤثرة في ظهور المكبات العشوائية.

التعقيب على الدراسات السابقة:

يتضح من عرض الدراسات السابقة أن معظمها ركز على استعمال نظم المعلومات الجغرافية والتحليل المكاني في دراسة توزيع النفايات والمكبات العشوائية وتقييم آثارها البيئية. كما أكدت هذه الدراسات أهمية العلاقة بين مواقع المكبات واستخدامات الأراضي وشبكات الطرق والكثافة السكانية. وتتشابه الدراسة الحالية مع تلك الدراسات في توظيف تقنيات التحليل المكاني، إلا أنها تتميز بتركيزها على مدينة المرج التي ما زالت بحاجة إلى دراسات متخصصة توضح خصائص التوزيع المكاني للمكبات العشوائية والعوامل المؤثرة في انتشارها، بما يسهم في وضع حلول تخطيطية وبيئية مناسبة.

التوزيع المكاني للمكبات العشوائية بمدينة المرج:

إنَّ لمكبات النفايات الصلبة أكثر من نوع، بحسب مراحل خروجها من مصدرها، وهي: مواقع التجمعات السكنية، ومواقع الأسواق التجارية، ومواقع المناطق الصناعية. إذ يقوم سكان المدينة باختيار مكبٍّ عشوائي، وهو موقع يتم فيه التخلص من النفايات الصلبة بصورة غير منظمة، وغير خاضعة للمعايير البيئية أو الصحية المعتمدة، ودون وجود أنظمة للتحكم في العصارة أو الغازات أو تغطية النفايات، مما يؤدي إلى آثار سلبية على البيئة وصحة الإنسان (برنامج الأمم المتحدة للبيئة، 2015). كما يتضح من الشكلين رقم (1) و(2).



الشكل (1): نموذج لأحد المكبات العشوائية على طريق المرج القديم (2025/9/20)



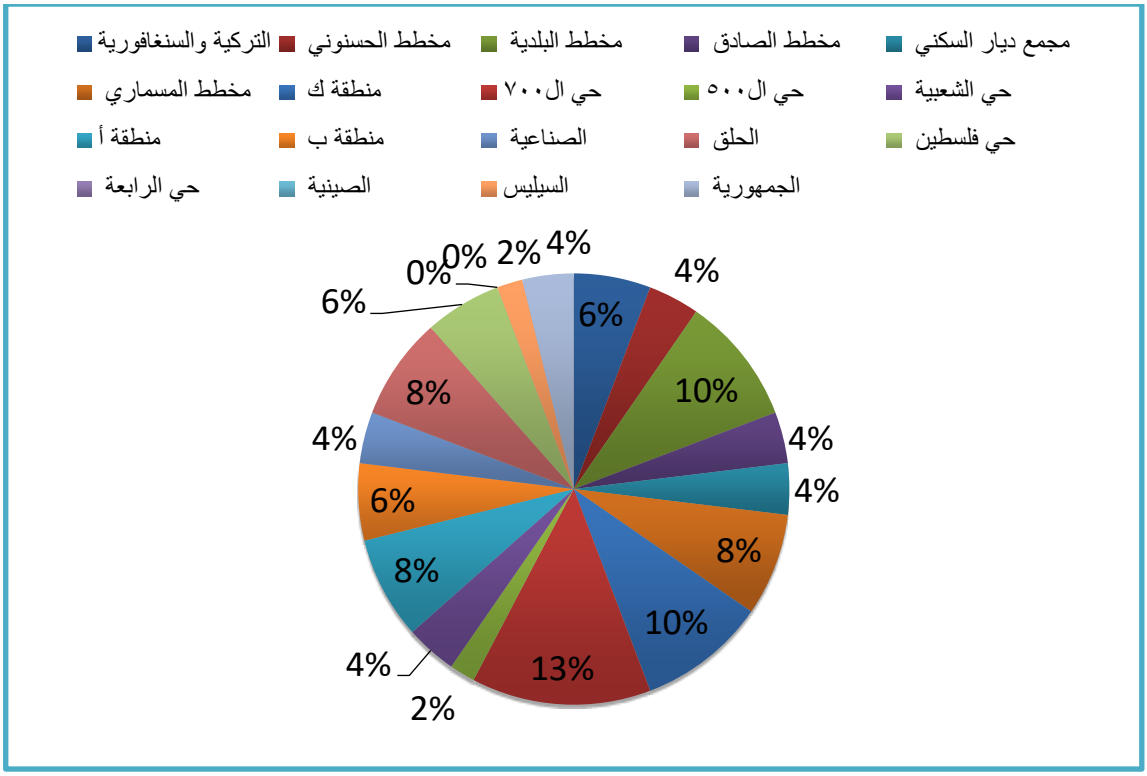
الشكل (2): نموذج لأحد المكبات العشوائية بالقرب من محلات نادي المروج (2025/9/18)

يبلغ عدد المكبات العشوائية في مدينة المرج (52) مكبًا عشوائيًا، موزعةً على مدينة المرج بأكملها، كما يتضح من الجدول رقم (1).

جدول (1): التوزيع الجغرافي للمكبات العشوائية في مدينة المرج

الموقع	الأحياء	مكبات عشوائية	%
1	التركية والسنغافورية	3	5.76
2	مخطط الحسنوني	2	3.84
3	مخطط البلدية	5	9.61
4	مخطط الصادق	2	3.84
5	مجمع ديار السكني	2	3.84
6	مخطط المسماري	4	7.69
7	منطقة ك	5	9.61
8	حي ال700	7	13.46
9	حي ال500	1	1.92
10	حي الشعبية	2	3.84
11	منطقة أ	4	7.69
12	منطقة ب	3	5.76
13	الصناعية	2	3.84
14	الحلق	4	7.69
15	حي فلسطين	3	5.76
16	حي الرابعة	0	0
17	الصينية	0	0
18	السيلس	1	1.92
19	الجمهورية	2	3.84
المـجمـــوع	52	100	

المصدر: إعداد الباحث اعتمادا على الدراسة الميدانية عام 2025م



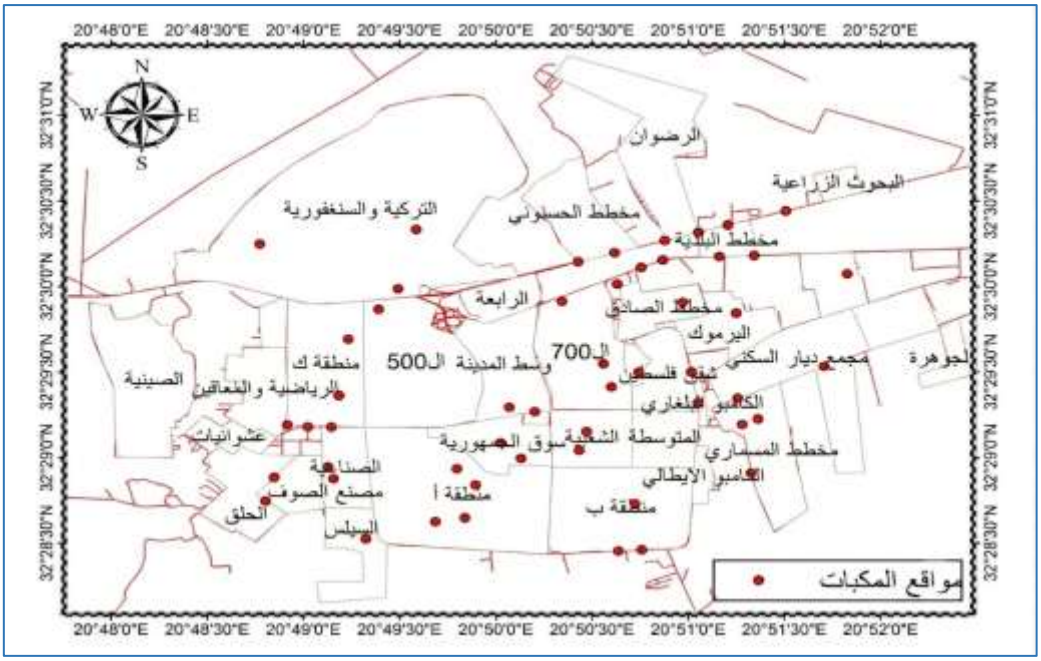
شكل (3): يوضح نسبة المكبات العشوائية داخل الاحياء السكنية في مدينة المرج

المصدر: إعداد الباحث اعتمادا على بيانات الجدول رقم (1)

ويتضح من الجدول (1) والشكل (3) والخريطة (2) أنَّ أعلى الأحياء من حيث عدد المكبات العشوائية هو حي (700)، وذلك بنسبة (13.46%) من إجمالي المكبات العشوائية بمدينة المرج. ويُعزى ذلك إلى عوامل عديدة، أهمها قلة عدد حاويات التجميع الأولية، وكذلك قرب الحي من المدخل الشرقي للمدينة، مما يُسهِّل إلقاء النفايات من قِبل الأفراد والمركبات الخاصة بسكان المخططات العشوائية المجاورة.

وعلى العكس، نجد أن حيَّي السيلس و(500) هما أقل الأحياء من حيث عدد المكبات العشوائية، إذ يوجد بكلٍّ منهما مكب عشوائي واحد، وذلك بنسبة (1.92%) من إجمالي عدد المكبات العشوائية بمدينة المرج. كما نجد أن حيَّي الرابعة والصينية يخلوان من أي مكب عشوائي، وقد يُعزى ذلك إلى عدم وجود أراضٍ فضاء مناسبة لتكوين المكبات في حي الرابعة، في حين أن حي الصينية لا يزال قيد الإنشاء، وتتواجد به قوة عسكرية.

خريطة (2): يوضح التوزيع الجغرافي للمكبات العشوائية في مدينة المرج عام 2025م

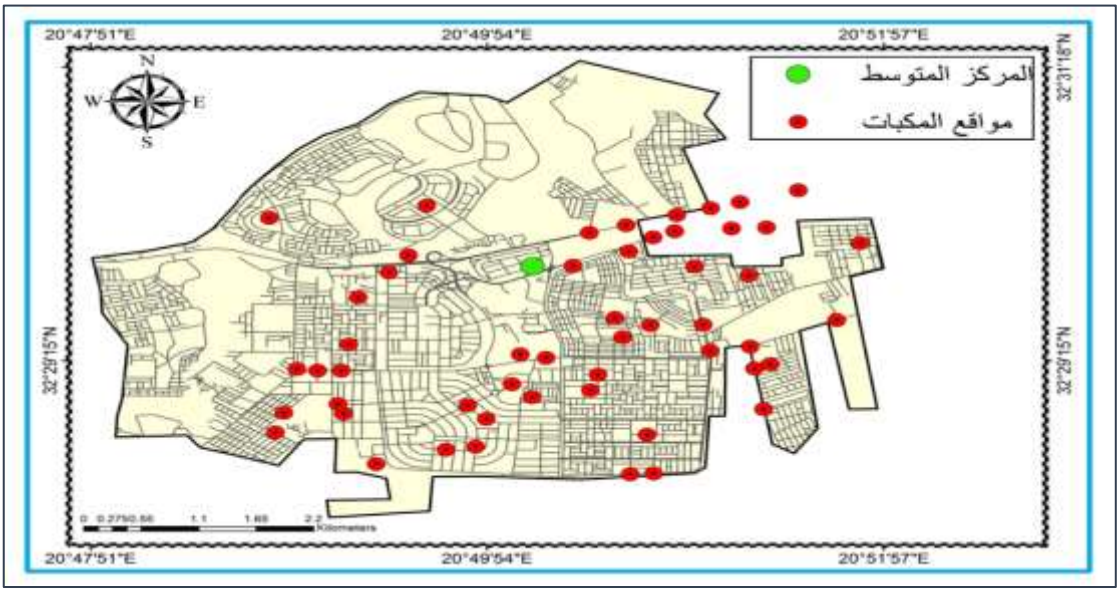


المصدر: إعداد الباحث باستخدام برنامج Map Arc 8.10.

1) **المركز المتوسط** (Mean center):

هدف تحليل المركز المتوسط إلى تحديد الموقع المركزي للمكبات العشوائية بمدينة المرج، من خلال حساب المتوسط الحسابي لإحداثيات مواقعها، مما يساعد على التعرف إلى مركز الثقل المكاني للظاهرة وتقييم نمط توزيعها داخل منطقة الدراسة (Mitchell, 2005).

خريطة (3): توضح المركز المتوسط للمكبات العشوائية في مدينة المرج



المصدر: إعداد الباحث باستخدام برنامج Map Arc 8.10.

يتبين من خلال الخريطة رقم (3) انتشار المكبات العشوائية في مختلف أنحاء مدينة المرج، إلا أن توزيعها ليس متساويًا. ويُلاحظ وجود تركز أكبر للمكبات في المناطق الوسطى والشرقية من المدينة، بينما يقل عددها نسبيًا في الأطراف. كما يظهر المركز المتوسط (باللون الأخضر) بالقرب من وسط المدينة، مما يدل على أن معظم المكبات تتجمع حول المنطقة المركزية، ويعكس ذلك وجود ارتباط بين انتشار المكبات وزيادة الكثافة السكانية والنشاط العمراني في تلك المناطق.

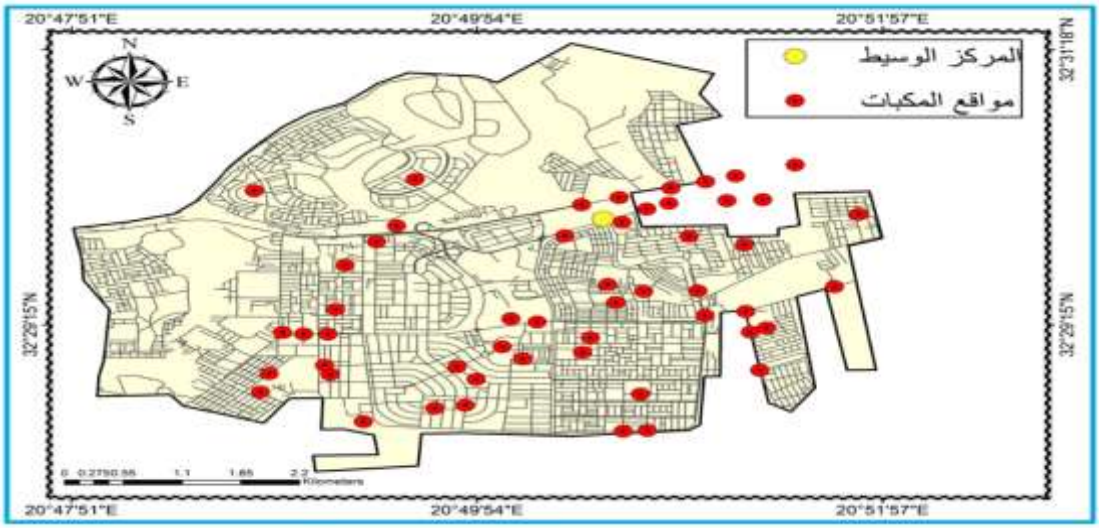
وتبين الخريطة أيضًا أن العديد من المكبات تقع بالقرب من المناطق السكنية والطرق الرئيسية، وهو ما قد يؤدي إلى آثار بيئية وصحية سلبية على السكان.

وبشكل عام، يشير توزيع المكبات العشوائية في مدينة المرج إلى نمط متجمع أكثر من كونه عشوائيًا، حيث تتركز أغلب المكبات في وسط المدينة وأجزائها الشرقية، مع انتشار أقل في المناطق الطرفية.

2) **المركز الوسيط** (Median center):

المركز الوسيط هو الموقع المكاني الذي يقسم توزيع الظاهرة إلى نصفين تقريبًا، بحيث يكون عدد النقاط الواقعة على جانبيه متساويًا قدر الإمكان. ويُستخدم لتحديد المركز الحقيقي للتوزيع المكاني للظواهر الجغرافية، ويتميز هذا المقياس بقدرته على تقليل تأثير المواقع الشاذة أو البعيدة، مما يجعله أكثر ملاءمةً لدراسة الأنماط المكانية غير المنتظمة (Mitchell, 2005).

خريطة (4): توضح المركز الوسيط للمكبات العشوائية في مدينة المرج



المصدر: إعداد الباحث باستخدام برنامج Map Arc 8.10.

وبالنظر إلى الخريطة رقم (4)، يتضح أن الموقع المركزي للمكبات العشوائية بمدينة المرج يقع في الجزء الأوسط الشرقي من المدينة، وهو ما يعكس تمركز أغلب المكبات ضمن هذا النطاق

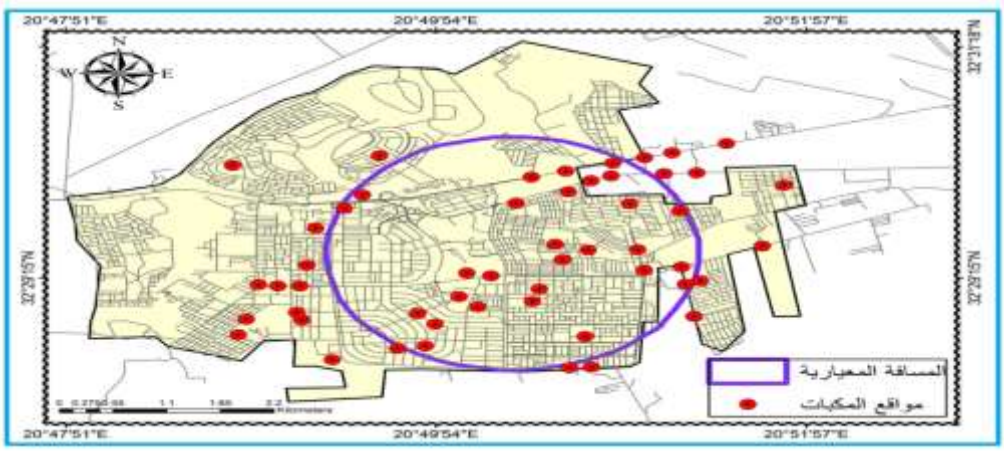
المكاني. ويُلاحظ أن المركز الوسيط جاء قريبًا من مناطق الكثافة المرتفعة للمكبات، الأمر الذي يدل على أن التوزيع المكاني للمكبات يتسم بدرجة من التركز في الأجزاء الوسطى والشرقية من المدينة مقارنةً بالمناطق الطرفية.

كما يُظهر توزيع المكبات انتشارًا في معظم أحياء المدينة، إلا أن كثافتها تزداد في القطاعين الأوسط والشرقي، في حين تقل أعدادها نسبيًا في الأطراف الغربية والشمالية الغربية. ويشير وقوع المركز الوسيط بالقرب من التجمعات الرئيسة للمكبات إلى أن المواقع المتطرفة أو البعيدة لم تؤثر بصورة كبيرة في تحديد المركز المكاني للظاهرة، وهو ما يؤكد ملاءمة استخدام المركز الوسيط في دراسة هذا النوع من البيانات المكانية.

3) **المسافة المعيارية** (Standard Distance):

تُعدُّ المسافة المعيارية أحد أساليب الإحصاء المكاني المستخدمة في قياس درجة تشتت الظواهر الجغرافية حول مركزها المكاني، وهي تمثل نظير الانحراف المعياري في الإحصاء الوصفي؛ إذ تقيس مدى انتشار النقاط المكانية حول المركز المتوسط للتوزيع. وتُعرض نتائجها عادةً على شكل دائرة يكون مركزها هو المركز المتوسط للظاهرة، في حين يُعبِّر نصف قطرها عن متوسط تشتت المواقع حول ذلك المركز. وتساعد المسافة المعيارية في تحديد ما إذا كانت الظاهرة تتركز ضمن نطاق مكاني محدود، أو تتسم بالانتشار والتشتت على مساحة أوسع (ياسين، 2018، ص145).

خريطة (5): توضح المسافة المعيارية للمكبات العشوائية في مدينة المرج



المصدر: إعداد الباحث باستخدام برنامج Map Arc 8.10.

يظهر من الخريطة (5) أن غالبية مواقع المكبات العشوائية تقع داخل حدود دائرة المسافة المعيارية، مما يشير إلى وجود تركز نسبي للمكبات في المنطقة الوسطى من المدينة وحول مركز التوزيع. ويعكس ذلك أن انتشار المكبات يتم ضمن نطاق مكاني محدد، دون وجود تشتت كبير نحو الأطراف البعيدة. كما يُلاحظ وجود عدد محدود من المكبات خارج حدود الدائرة، ولا سيما في الأجزاء

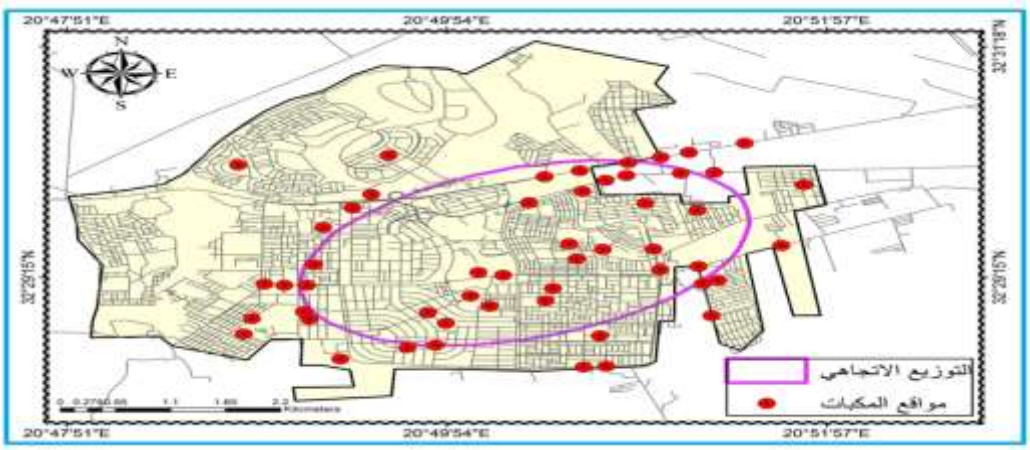
الشمالية الشرقية والجنوبية الغربية من المدينة، وهو ما يدل على وجود بعض المواقع المتباعدة عن النطاق الرئيس للتوزيع، إلا أنها لا تؤثر تأثيرًا كبيرًا في النمط العام للانتشار.

وتشير نتائج التحليل إلى أن توزيع المكبات العشوائية يتسم بدرجة متوسطة من التركز، حيث تتركز أغلب المواقع داخل حدود المسافة المعيارية، مع وجود تشتت محدود باتجاه بعض المناطق الطرفية. ويرتبط هذا النمط بامتداد المناطق السكنية والتوسع العمراني داخل المدينة، مما يعكس تأثير النمو العمراني في توجيه توزيع المكبات العشوائية وانتشارها.

4) **التوزيع الاتجاهي** (Directional Distribution):

يُعدُّ التوزيع الاتجاهي أحد أساليب التحليل المكاني المستخدمة في نظم المعلومات الجغرافية، ويهدف إلى تحديد الاتجاه العام لانتشار الظواهر الجغرافية، وتوضيح درجة تشتتها حول المركز المتوسط. ويُعبَّر عنه عادةً من خلال شكل إهليلجي (Ellipse) يُظهر الاتجاه السائد لتوزيع الظاهرة؛ إذ يمثل المحور الطويل الاتجاه الذي تتركز فيه الظاهرة بدرجة أكبر، في حين يعكس المحور القصير درجة انتشارها في الاتجاهات الأخرى. ويساعد هذا الأسلوب في فهم الأنماط المكانية، والكشف عن اتجاهات النمو أو الامتداد المكاني للظواهر المدروسة (الشريف، 2018، ص 215).

خريطة (6): توضح التوزيع الاتجاهي للمكبات العشوائية في مدينة المرج



المصدر: إعداد الباحث باستخدام برنامج Map Arc 8.10.

يتبين من الخريطة (6) أن التوزيع الاتجاهي لمواقع المكبات العشوائية يتخذ نمطًا مكانيًا بيضاوي الشكل يمتد من الجنوب الغربي نحو الشمال الشرقي، وهو ما يعكس وجود اتجاه عام لانتشار المكبات داخل النطاق الحضري للمدينة.

ويُعد هذا الامتداد مؤشرًا على أن توزيع المكبات لا يتسم بالعشوائية الكاملة، بل يرتبط بمحاور عمرانية وشبكات طرق رئيسية أسهمت في توجيه انتشارها. كما يُلاحظ أن معظم مواقع المكبات تقع

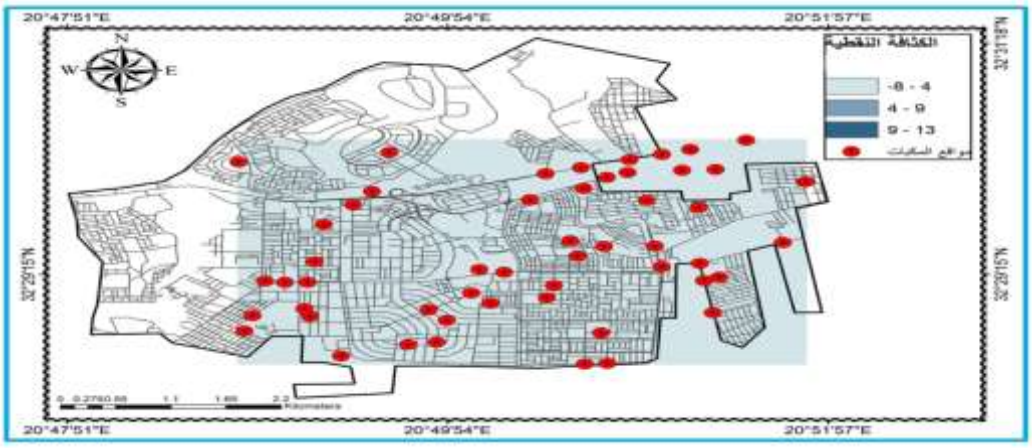
داخل حدود القطع الناقص المعياري، مما يدل على تركز نسبة كبيرة منها حول المركز المتوسط للتوزيع، مع وجود عدد محدود من المواقع المتباعدة عند الأطراف الشرقية والشمالية الشرقية للمدينة. ويشير طول المحور الأكبر للقطع الناقص إلى أن التشتت المكاني للمكبات يكون أكبر في الاتجاه الشمالي الشرقي–الجنوبي الغربي مقارنة بالاتجاه العمودي عليه.

وتكشف الخريطة عن تركز واضح للمكبات في الأجزاء الوسطى والشرقية من المدينة، حيث ترتبط هذه المناطق بارتفاع الكثافة السكانية، وكثافة شبكات الطرق، وسهولة الوصول إليها، وهو ما يسهم في زيادة فرص التخلص غير المنظم من النفايات. وفي المقابل، تنخفض كثافة المكبات نسبيًا في الأجزاء الغربية والجنوبية الغربية من المدينة، مما يشير إلى تراجع انتشارها في تلك المناطق مقارنة بالمحور الرئيس للامتداد الاتجاهي.

5) **الكثافة النقطية للمكبات العشوائية** (Point Density):

يُعدُّ تحليل الكثافة النقطية (Point Density) أحد الأساليب المستخدمة في نظم المعلومات الجغرافية لقياس درجة تركز الظواهر المكانية الممثلة بالنقاط أو انتشارها داخل منطقة الدراسة. ويعتمد هذا التحليل على حساب عدد النقاط الواقعة ضمن وحدة مساحة محددة، وإظهارها في صورة مستويات متفاوتة من الكثافة، مما يسهم في تحديد مناطق التركز المرتفع والمنخفض للظاهرة المدروسة. كما يساعد في فهم أنماط توزيعها المكاني، وتفسير العلاقات المكانية بينها وبين العوامل الجغرافية المختلفة (Longley et al., 2015).

خريطة (7): توضح الكثافة النقطية للمكبات العشوائية في مدينة المرج



المصدر: إعداد الباحث باستخدام برنامج Map Arc 8.10.

يتبين من الخريطة (7) أن تحليل الكثافة النقطية يُظهر تباينًا مكانيًا واضحًا في كثافة انتشار المكبات العشوائية داخل المدينة، حيث تتركز أعلى كثافات المكبات في الأجزاء الوسطى والشرقية

منها، وتتراوح قيم الكثافة بين (9–13) موقعًا، وهو ما يعكس وجود تجمعات واضحة للمكبات في تلك المناطق.

كما تظهر المناطق ذات الكثافة المتوسطة (4–9) انتشارًا واسعًا في معظم الأحياء السكنية الواقعة في وسط المدينة وجنوبها الشرقي، مما يدل على زيادة الضغوط الناتجة عن النمو العمراني، وارتفاع الكثافة السكانية، وزيادة إنتاج النفايات في هذه المناطق. أما المناطق ذات الكثافة المنخفضة (أقل من 4 مواقع)، فتتركز في الأطراف الشمالية الغربية والغربية وبعض المناطق الجنوبية، ويُعزى ذلك إلى انخفاض الكثافة العمرانية، وقلة الأنشطة البشرية مقارنة بالمناطق المركزية.

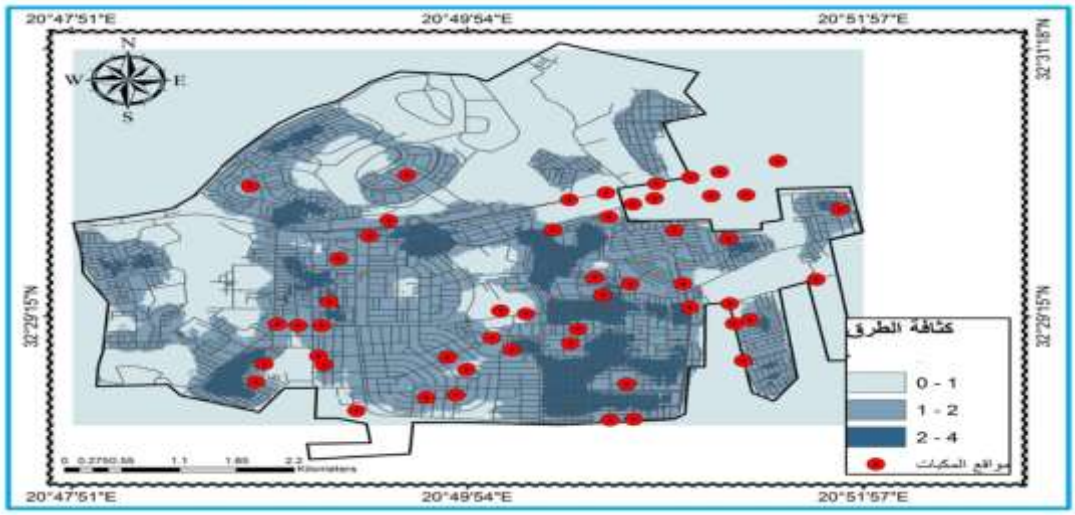
وتكشف الخريطة عن وجود نمط شبه متجمع للمكبات العشوائية، إذ لا تتوزع المواقع بصورة منتظمة على كامل مساحة المدينة، وإنما تتركز في نطاقات محددة ترتبط غالبًا بالمناطق السكنية، وشبكات الطرق الرئيسة، ومناطق التوسع العمراني. كما يُلاحظ امتداد مناطق الكثافة المرتفعة من وسط المدينة نحو الشرق والشمال الشرقي، الأمر الذي يشير إلى اتجاه واضح لتزايد ظاهرة المكبات العشوائية في هذه الأجزاء.

6) **تحليل الكثافة كيرنل للطرق** (Kernel Density OF ROADS):

تُعدُّ شبكة الطرق من العناصر الأساسية التي تؤثر في الأنشطة البشرية والاقتصادية والبيئية، إذ تسهم في تعزيز سهولة الوصول والربط بين مختلف أجزاء المنطقة الجغرافية. ويُستخدم تحليل كثافة الطرق في نظم المعلومات الجغرافية للكشف عن درجة انتشار شبكة الطرق وتباينها المكاني، من خلال قياس أطوال الطرق بالنسبة إلى مساحة المنطقة المدروسة، مما يساعد في تحديد المناطق ذات الكثافة المرتفعة والمنخفضة، وتقييم مستوى خدمات النقل والبنية التحتية. كما يُسهم هذا التحليل في تفسير الأنماط المكانية للظواهر الجغرافية المختلفة، ومنها مواقع المكبات العشوائية التي غالبًا ما ترتبط بدرجة سهولة الوصول التي توفرها شبكة الطرق (خزعل وياسين، 2017، ص 1).

وتوضح الخريطة (8) التوزيع المكاني لكثافة الطرق في منطقة الدراسة، مبيّنةً مناطق التركز والانتشار التي يمكن أن تؤثر في مواقع المكبات العشوائية واتجاهات توزيعها، بما يسهم في تفسير العلاقة المكانية بين كثافة شبكة الطرق وأنماط انتشار هذه المكبات.

خريطة (8): توضح تحليل كيرنل لتحديد كثافة الطرق في مدينة المرج



المصدر: إعداد الباحث باستخدام برنامج Map Arc 8.10.

يتضح من الخريطة (8) الخاصة بكثافة الطرق في مدينة المرج وجود تباين مكاني واضح في توزيع شبكة الطرق، حيث تركزت أعلى كثافات الطرق ضمن الفئة (2–4) في الأجزاء الوسطى والجنوبية والجنوبية الشرقية من المدينة، وهي مناطق تتميز بارتفاع الكثافة العمرانية وتشابك شبكة الشوارع الداخلية. وفي المقابل، انخفضت كثافة الطرق في الأطراف الشمالية والشمالية الشرقية وبعض الأجزاء الغربية، حيث سادت الفئتان (0–1) و(1–2)، الأمر الذي يعكس محدودية الامتداد العمراني وانخفاض مستوى الاتصال المكاني في تلك المناطق.

كما يتضح من توزيع مواقع المكبات العشوائية وجود علاقة مكانية بين مواقع المكبات وشبكة الطرق، إذ يتركز عدد كبير من المكبات ضمن مناطق الكثافة المتوسطة والعالية للطرق، ولا سيما في الأجزاء الوسطى والشرقية والجنوبية من المدينة. ويُعزى ذلك إلى سهولة الوصول إلى هذه المواقع عبر شبكة الطرق، مما يجعلها أكثر عرضة لعمليات التخلص العشوائي من النفايات. كما تُظهر الخريطة انتشار عدد من المكبات في المناطق الطرفية ذات الكثافة المنخفضة للطرق، ولا سيما في الشمال الشرقي والشرق، وهو ما يشير إلى استغلال الأراضي المفتوحة والأقل رقابة للتخلص من النفايات.

ويعكس هذا النمط وجود تأثير مزدوج لشبكة الطرق؛ فمن جهة، تسهم الطرق ذات الكثافة المرتفعة في تسهيل الوصول إلى مواقع التخلص من النفايات، ومن جهة أخرى، توفر المناطق الطرفية منخفضة الكثافة بيئات مناسبة لنشوء مكبات عشوائية بعيدة نسبيًا عن التجمعات السكنية، الأمر الذي يعزز استمرار هذه الظاهرة واتساع نطاقها المكاني.

7) **تحليل الكثافة كيرنل**(Kernel Density OF DUMPS):

يُعدُّ تحليل كيرنل (Kernel Density) أحد أساليب التحليل المكاني المستخدمة في نظم المعلومات الجغرافية، ويهدف إلى تحويل البيانات النقطية إلى سطح كثافة مستمر يُظهر مناطق التركز والانتشار المكاني للظاهرة المدروسة. ويعتمد هذا الأسلوب على حساب كثافة النقاط ضمن نطاق بحث محدد حول كل خلية مكانية، بحيث ترتفع قيم الكثافة في المناطق التي تتجمع فيها النقاط، وتنخفض في المناطق الأقل تركزًا، مما يساعد على تحديد البؤر الساخنة ومناطق التركز المكاني للظواهر الجغرافية (الطائي، 2018، ص 214).

خريطة (9): توضح تحليل كيرنل لتحديد كثافة المكبات العشوائية في مدينة المرج



المصدر: إعداد الباحث باستخدام برنامج Map Arc 8.10.

يتبين من الخريطة (9) وجود تباين مكاني واضح في درجة تركز المكبات العشوائية داخل مدينة المرج، حيث ظهرت مناطق ذات كثافات مرتفعة جدًا ضمن الفئة (65–87)، تركزت بصورة رئيسة في الجزء الشمالي الشرقي من المدينة، إضافة إلى بؤر أخرى في الأجزاء الجنوبية الغربية والوسطى الجنوبية. وتشير هذه المناطق إلى وجود تجمعات مكانية للمكبات العشوائية تفوق المتوسط العام لتوزيعها داخل منطقة الدراسة.

كما أظهرت الخريطة مناطق ذات كثافة متوسطة تراوحت بين (43–65)، امتدت على هيئة نطاقات متصلة في الأجزاء الوسطى والجنوبية الشرقية، مما يدل على انتشار المكبات بصورة متقاربة مكانيًا، وتكوينها مناطق تأثير واسعة نسبيًا. أما المناطق ذات الكثافة المنخفضة (0–21)، فقد تركزت في الأطراف الشمالية والغربية وبعض الأجزاء المفتوحة داخل المدينة، وهو ما يعكس انخفاض أعداد المكبات أو تباعدها المكاني في تلك المواقع.

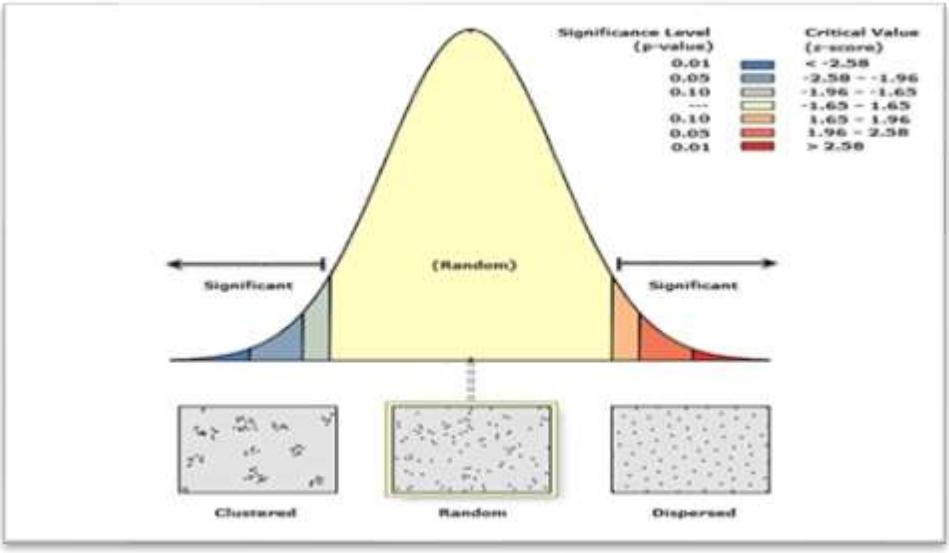
وتشير نتائج تحليل كيرنل إلى أن المكبات العشوائية لا تتوزع توزيعًا عشوائيًا على كامل مساحة المدينة، وإنما تتجمع في بؤر مكانية واضحة، ترتبط غالبًا بالمناطق ذات النشاط العمراني المرتفع وسهولة الوصول، في حين تقل كثافة هذه المكبات في المناطق الطرفية والأقل عمرانًا، مما يعكس وجود تباين مكاني في توزيعها يرتبط بخصائص البيئة الحضرية واستعمالات الأرض داخل المدينة.

8) **معامل الجار الأقرب** (Average Nearest Neighbor):

يُعدُّ مؤشر الجار الأقرب أحد الأساليب الإحصائية المكانية المستخدمة في نظم المعلومات الجغرافية للكشف عن طبيعة توزيع الظواهر الجغرافية النقطية، وتحديد ما إذا كانت تتخذ نمطًا متجمعًا أو عشوائيًا أو متباعدًا. ويعتمد هذا الأسلوب على مقارنة متوسط المسافة الفعلية بين كل نقطة وأقرب نقطة مجاورة لها بمتوسط المسافة المتوقعة في حالة التوزيع العشوائي، ثم حساب معامل الجار الأقرب، وقيمتي الدلالة الإحصائية (Z–Score) و(P–Value)، لتحديد مدى معنوية النمط المكاني السائد. كما يُسهم هذا التحليل في فهم العلاقات المكانية بين الظواهر الجغرافية، وتفسير أنماط انتشارها وتوزيعها داخل منطقة الدراسة (الزبيدي، 2018، ص 152).

ولغرض تحديد نمط توزيع المكبات العشوائية في مدينة المرج، طُبِّق تحليل الجار الأقرب على مواقع المكبات المسجلة داخل منطقة الدراسة، وذلك للكشف عما إذا كانت هذه المواقع تميل إلى التجمع أو التشتت أو التوزيع العشوائي، كما يوضحه الشكل (4).

شكل (4): يوضح نتائج تحليل معامل الجار الأقرب للمكبات العشوائية في مدينة المرج





Average Nearest Neighbor Summary	
Observed Mean Distance:	320.9169 Meters
Expected Mean Distance:	288.7196 Meters
Nearest Neighbor Ratio:	1.111518
z-score:	1.538424
p-value:	0.123945
Dataset Information	
Input Feature Class:	مواقع المكبات
Distance Method:	EUCLIDEAN
Study Area:	17338674.577765
Selection Set:	False

المصدر: إعداد الباحث باستخدام برنامج Map Arc 8.10

يتضح من نتائج التقرير الإحصائي لمؤشر الجار الأقرب، المستخدم للكشف عن نمط التوزيع المكاني للمكبات العشوائية في مدينة المرج، وتحديد ما إذا كان توزيعها يتخذ نمطًا متجمعًا أو عشوائيًا أو متباعدًا، أن متوسط المسافة المرصودة بين المكبات بلغ (320.92 مترًا)، في حين بلغ متوسط المسافة المتوقعة في حالة التوزيع العشوائي (288.72 مترًا). كما بلغت قيمة معامل الجار الأقرب (Nearest Neighbor Ratio) نحو (1.11)، وهي قيمة تزيد على الواحد الصحيح، مما يشير مبدئيًا إلى ميل مواقع المكبات نحو التباعد والانتشار أكثر من التوزيع العشوائي.

إلا أن قيمة (Z–Score) البالغة (1.54)، وقيمة الدلالة الإحصائية (P–Value) البالغة (0.124)، لا تصلان إلى مستوى الدلالة الإحصائية المعتمد (0.05)، الأمر الذي يعني أن الفروق بين التوزيع الفعلي والتوزيع العشوائي ليست ذات دلالة إحصائية، ولا تكفي لإثبات وجود نمط مكاني واضح. وبناءً على ذلك، تُقبل فرضية العدم التي تفترض أن توزيع المكبات العشوائية لا يختلف معنويًا عن التوزيع العشوائي داخل منطقة الدراسة. وعليه، يُصنَّف نمط توزيع المكبات العشوائية في مدينة المرج، من الناحية الإحصائية، على أنه نمط عشوائي (Random Pattern)، رغم وجود ميل طفيف نحو التباعد المكاني بين بعض المواقع.

الخاتمة:

النتـائج:

1. أوضح تحليل المركز المتوسط والمركز الوسيط أن توزيع المكبات العشوائية في مدينة المرج يميل إلى النمط المتجمع أكثر من النمط العشوائي، حيث تتركز أغلب المواقع في وسط المدينة وأجزائها الشرقية، مع انخفاض انتشارها في المناطق الطرفية.

2. بيَّن تحليل التوزيع الاتجاهي أن المكبات العشوائية في مدينة المرج تتركز بصورة رئيسة في وسط المدينة، وتمتد باتجاه الشمال الشرقي، مما يدل على وجود اتجاه مكاني واضح يرتبط بالتوسع العمراني والكثافة السكانية، ولا يتسم بالتساوي في جميع الاتجاهات.
3. أظهر تحليل المسافة المعيارية أن معظم المكبات العشوائية في مدينة المرج تتركز ضمن نطاق مكاني واحد حول مركز التوزيع، مما يدل على أن انتشارها يتسم بالتجمع النسبي أكثر من التشتت، وأن المناطق الوسطى والشرقية من المدينة تمثل النطاق الرئيس لتمركز هذه المكبات.
4. أوضح تحليل الكثافة النقطية وجود نمط شبه متجمع للمكبات العشوائية، إذ لا تتوزع المواقع بصورة منتظمة على كامل مساحة المدينة، وإنما تتركز في نطاقات محددة، ولا سيما في وسط المدينة والشمال الشرقي، ويرتبط هذا التركز غالبًا بالمناطق السكنية وشبكات الطرق الرئيسة ومناطق التوسع العمراني.
5. أشارت نتائج تحليل كثافة الطرق إلى أن مواقع المكبات العشوائية لا تتوزع بصورة عشوائية تمامًا، بل ترتبط بدرجات متفاوتة بكثافة شبكة الطرق، مما يؤكد أهمية شبكة النقل في تفسير النمط المكاني لتوزيع المكبات العشوائية بمدينة المرج.
6. بيَّن تحليل كيرنل أن المكبات العشوائية في مدينة المرج تتخذ نمطًا تجميعيًا يتمثل في تركزها داخل عدة بؤر مكانية رئيسة، ولا سيما في الشمال الشرقي والجنوب الغربي والقطاع الأوسط من المدينة، وهو ما يعكس تأثير العوامل المكانية والبشرية في توجيه توزيعها.
7. أظهرت نتائج تحليل الجار الأقرب أن متوسط قيمة معامل الجار الأقرب بلغ (1.11)، وهي قيمة تشير إلى ميل طفيف نحو التباعد مقارنة بالتوزيع العشوائي. إلا أن قيمة (Z–Score) البالغة (1.54)، وقيمة الدلالة الإحصائية (P–Value) البالغة (0.124)، لم تبلغا مستوى الدلالة الإحصائية المعتمد (0.05)، مما يدل على أن الفروق بين التوزيع الفعلي والتوزيع العشوائي ليست ذات دلالة إحصائية. وبناءً على ذلك، تُقبل فرضية العدم، ويُصنف نمط توزيع المكبات العشوائية في مدينة المرج إحصائيًا على أنه نمط عشوائي، مع وجود ميل غير معنوي إحصائيًا نحو التباعد المكاني بين بعض المواقع.

التوصيات:

1. ضرورة إزالة المكبات العشوائية الواقعة بالقرب من المناطق السكنية والأراضي الزراعية ومجاري الأودية، لما تمثله من مخاطر بيئية وصحية تهدد الإنسان والموارد الطبيعية.
2. ضرورة توظيف تقنيات نظم المعلومات الجغرافية والاستشعار عن بُعد في رصد المكبات العشوائية ومتابعة تطورها، بما يسهم في سرعة اكتشاف المواقع الجديدة، ودعم عملية اتخاذ القرار، والحد من انتشارها.

3. ضرورة تكثيف برامج التوعية البيئية للمواطنين بشأن مخاطر التخلص العشوائي من النفايات، وتشجيع المشاركة المجتمعية في المحافظة على نظافة البيئة والالتزام بأساليب التخلص السليم من النفايات.
4. ضرورة تشديد الرقابة البيئية، وتفعيل القوانين واللوائح المنظمة لإدارة النفايات، بما يحد من إنشاء المكبات العشوائية، مع تطبيق العقوبات الرادعة بحق المخالفين.
5. ضرورة تطوير منظومة جمع ونقل النفايات، بما يضمن شمول جميع الأحياء السكنية بالخدمة، ورفع كفاءة عمليات الجمع والنقل، بما يسهم في الحد من ظهور مكبات عشوائية جديدة.

قائمة المصادر والمراجع

المراجع العربية:

- التواتي، محمود الصديق؛ الزردومي، ريم علي محمود. (2023). الجذب المكاني لمكبات النفايات الصلبة العشوائية وعلاقته باستخدامات الأراضي في مدينة البيضاء. المجلة الليبية العالمية، (68)، 1–24.
- خزعل، خضير عباس؛ ياسين، وسام متعب محمد. (2017). كثافة شبكة الطرق المعبدة في محافظة ديالى. مجلة ديالى للبحوث الإنسانية، (73)، جامعة ديالى، العراق.
- خنفور، محمد مختار؛ كرشمان، إبراهيم عبد العزيز؛ الطويني، سلطان علي. (2025). الأثر البيئي لسوء إدارة النفايات في مكب مدينة البيضاء على المناطق السكنية المجاورة. مجلة علوم البحار والتقنيات البيئية، 10(2)، الجامعة الأسمرية الإسلامية، ليبيا.
- الزبيدي، سعد علي. (2018). التحليل المكاني للظواهر الجغرافية باستخدام نظم المعلومات الجغرافية (GIS). عمّان: دار صفاء للنشر والتوزيع.
- الشريف، محمد عبد السلام. (2018). نظم المعلومات الجغرافية والتحليل المكاني. القاهرة: دار المعرفة الجامعية.
- الطائي، محمد عبد الله. (2018). التحليل المكاني وتطبيقاته في نظم المعلومات الجغرافية. عمّان: دار اليازوري العلمية للنشر والتوزيع.
- القرني، علي بن عبد الله. (2018). التحليل المكاني الإحصائي باستخدام نظم المعلومات الجغرافية (ArcGIS). الدمام: دار المتنبي للنشر والتوزيع.
- المبروك، محمد عطية محمد؛ سعيد، باسط مبارك؛ خليل، ناهد ربيع فرج. (2025). التقييم المكاني والتحسين الأمثل لشبكة نقاط تجميع النفايات الصلبة باستخدام نظم المعلومات الجغرافية (GIS) والتحليل متعدد المعايير (MCDA): دراسة حالة مدينة القبة – ليبيا. جامعة عمر المختار.

- محمد، قاسم عبدالقادر ؛ أحويريش، باسط امبارك سعيد. (2025). تقييم عملية إدارة مكب النفايات الصلبة بمدينة البيضاء، ودراسة طرق إعادة تأهيله وتخفيف الآثار السلبية الناتجة عنه. مجلة أكاديمية الجبل للعلوم الأساسية والتطبيقية، 3(1)، 69–82.
- ياسين، عبد الرحمن محمد. (2018). التحليل المكاني باستخدام نظم المعلومات الجغرافية. القاهرة: دار الفكر العربي.

المراجع الأجنبية:

1. Carranza, E. J. M., Hale, M., & Faassen, C. (2009). Application of GIS and spatial multicriteria analysis in identifying potential illegal dumping sites. Journal of Environmental Management.
2. ESRI. (2024). How Standard Distance Works. ArcGIS Pro Documentation.
3. Mihai, F. C. (2015). Assessment of illegal dumping vulnerability in rural areas using GIS techniques. Environmental Engineering and Management Journal, 14(3), 571–580.
4. Mitchell, A. (2005). The ESRI Guide to GIS Analysis, Volume 2: Spatial Measurements and Statistics. ESRI Press. Redlands, California
5. Rossit, D. G., & Nesmachnow, S. (2022). Waste bins location problem: A review of recent advances in the storage stage of the Municipal Solid Waste reverse logistic chain. Waste Management Research Review .
6. Shafik, A., Elkhedr, M., Said, D., & Hassan, A. (2022). Environmental Impacts of MSW Collection Route Optimization Using GIS: A Case Study of 10th of Ramadan City, Egypt. Environmental Systems Research .
7. Toutouh, J., Rossit, D., & Nesmachnow, S. (2019). Soft computing methods for multiobjective location of garbage accumulation points in smart cities. Applied Soft Computing .