DOI: https://doi.org/10.33193/JALHSS.125.2025.1535
ISSN Online: 2414-3383
ISSN Print: 2616-3810
مجلة الفنون والأدب وعلوم الإنسانيات والاجتماع
Journal of Arts, Literature, Humanities and Social Sciences
www.jalhss.com
editor@jalhss.com
Volume (125) October 2025
العدد (125) أكتوبر 2025

مشكلة الوحدة المساحية المعدلة في نظم المعلومات الجغرافية (دراسة تطبيقية على الكثافة السكانية)

د. ناديه بنت عوض السفري
برنامج نظم المعلومات الجغرافية، قسم العلوم الفيزيائية، كلية العلوم جامعة جدة، المملكة العربية السعودية
البريد الالكتروني: naalsafri@uj.edu.sa

الملخص

تهدف الدراسة إلى تحليل أثر مشكلة المقياس المكاني كأحد الأبعاد الرئيسية لمشكلة الوحدة المساحية المعدلة باستخدام البيانات السكانية لمدينة جازان، وتقييم تأثير تغيير حجم الشبكات على نتائج التحليل المكاني، وإبراز أبعاد المشكلة والتأكيد على مراعاة تأثير المقياس في البيانات المجمعة. متبعة المنهج التحليلي المكاني مرورا بثلاث مراحل بدأت ببناء ثلاث شبكات مكانية (200م، 400م، 800م) اعتمادا على شبكة (100م)، لبيانات التعداد السكاني لعام 2022م، ثم حساب الكثافة السكانية في الوحدات المساحية الأربعة وصولا لإجراء تحليلات تأثير المقياس على الوحدة المساحية المعدلة كالإحصاء الوصفي وتحليل موران العام والمحلي لإنتاج الرسوم البيانية والخرائط. وقد توصلت الدراسة إلى أن متوسط الكثافة السكانية ينخفض تدريجيا بزيادة حجم الشبكة، وتناقص الانحراف عن التوزيع الطبيعي بشبكة (800م)، ليبدو التوزيع متماثلًا نسبيًا. وأظهرت الخرائط تغير نمط الكثافة مع زيادة حجم الوحدة المكانية، فقدمت الشبكات الصغيرة تمثيلا أكثر دقة وتفصيلًا للتباين المكاني، بينما قدمت الشبكات الأكبر نمطًا أكثر تعميمًا وتجانسًا. وظهرت قيمة مؤشر موران العام غير ثابتة مع تغير المقياس، فقدمت الشبكة الأصغر (100م) مستوى عاليًا من التجمع المكاني المحلي، وكذلك الشبكة الأكبر (800 م) ولكن ربما نتيجة لتجمعات أوسع وأقل تفصيلًا. كما أظهرت المخططات الانتشارية لموران المحلي في الكثافة السكانية تأثر درجة الارتباط المكاني بين الكثافة السكانية وقيم الجوار بتغير حجم الوحدة المكانية. وأظهرت أشكال تحليل موران المحلي للكثافة السكانية بمدينة جازان نمطًا تدريجيًا واضحًا يعكس أثر المقياس المكاني ضمن مشكلة الوحدة المساحية المعدلة (MAUP). فعند استخدام الشبكة الدقيقة (100م)، تميّزت الخريطة بانتشار واسع للتجمعات العالية والمنخفضة في أجزاء مختلفة من المدينة، لترصد تفاصيل مكانية دقيقة، كالتجمعات المتطرفة والانتقالات الموضعية بين الكثافات. بينما قدمت شبكة (800م)، الحد الأدنى للتجمعات، مع غياب شبه كامل للتفاصيل الموضعية؛ مما يدل على زيادة التعميم للنمط المكاني وفقدان معظم العلاقات المحلية الدقيقة. وأخيرا تبرز نتائج الدراسة تأثير المقياس المكاني ضمن مشكلة الوحدة المساحية المعدلة على نتائج التحليل المكاني؛ لذا توصى الدراسة بضرورة استخدام تحليل متعدد المقاييس، ومراعاة أثر MAUP عند إجراء التحليلات المكانية.

الكلمات المفتاحية: مشكلة الوحدة المساحية المعدلة، تأثير المقياس، التجميع.

DOI: https://doi.org/10.33193/JALHSS.125.2025.1535
ISSN Online: 2414-3383
ISSN Print: 2616-3810
مجلة الفنون والأدب وعلوم الإنسانيات والاجتماع
Journal of Arts, Literature, Humanities and Social Sciences
www.jalhss.com
editor@jalhss.com
Volume (125) October 2025
العدد (125) أكتوبر 2025

The Modifiable Areal Unit Problem (MAUP) in Geographic Information Systems (An Applied Study on Population Density)

Dr. Nadiah Awad ALSafr
Geographic Information Systems Program, Department of Physical Sciences, College of Science, University of Jeddah, KSA
Email: naalsafri@uj.edu.sa

ABSTRACT

The study analyzes the impact of the spatial scale effect as a main dimension of the Modifiable Areal Unit Problem (MAUP) using 2022 population data of Jazan City, assessing how changing grid size affects spatial analysis and emphasizing the need to consider scale in aggregated data. Following a spatial analytical methodology, the work began with building three spatial grids (200 m, 400 m, 800 m) based on the 100 m grid, then population density was calculated in the four areal units, then scale-effect analyses were carried out through descriptive statistics and Global and Local Moran's I to produce charts and maps. Results show that mean population density decreases gradually as grid size increases and that deviation from normal distribution declines in the 800 m grid, making the distribution appear relatively symmetrical. Maps reveal that larger spatial units change the density pattern: smaller grids give a more precise and detailed view of spatial variation, while larger grids yield a more generalized and homogeneous pattern and lose fine-scale detail. Global Moran's I values vary with scale: the 100 m grid shows strong local spatial clustering, and the 800 m grid also shows clustering but likely from broader, less detailed groupings. Local Moran's I scatterplots indicate that spatial autocorrelation between population density and neighboring values is affected by unit size. Local Moran's I maps display a gradual pattern of the scale effect within MAUP. With the fine 100 m grid, the maps capture numerous high- and low-density clusters and detailed local transitions, whereas at 800 m clusters are minimal and local details almost absent, reflecting increased generalization and loss of fine-scale relationships. The findings confirm the significant influence of spatial scale on MAUP analysis and recommend multi-scale analysis and explicit consideration of MAUP effects in spatial studies.

Keywords: Modifiable Areal Unit Problem (MAUP), Scale Effect, Aggregation.

DOI: https://doi.org/10.33193/JALHSS.125.2025.1535
ISSN Online: 2414-3383
ISSN Print: 2616-3810
مجلة الفنون والأدب وعلوم الإنسانيات والاجتماع
Journal of Arts, Literature, Humanities and Social Sciences
www.jalhss.com
editor@jalhss.com
Volume (125) October 2025
العدد (125) أكتوبر 2025

مقدمة

شهدت تقنيات نظم المعلومات الجغرافية (GIS) خلال العقود الأخيرة تطورًا ملموسًا في أدواتها وإمكاناتها التحليلية؛ مما أتاح للباحثين إجراء دراسات مكانية دقيقة وواسعة النطاق. ومع ذلك، لا تزال نتائج العديد من التحليلات المكانية عرضة للتأثر بعوامل منهجية تتعلق بكيفية تجميع البيانات وتحديد الوحدات الجغرافية المستخدمة. وتُعد مشكلة الوحدة المساحية المعدلة (Modifiable Areal Unit Problem – MAUP) واحدة من أبرز هذه الإشكالات، حيث تُصنف من بين أكثر التحديات تعقيدًا في التحليل المكاني؛ نظرًا لما تسببه من تباين في النتائج الإحصائية بمجرد تغيير حجم أو شكل الوحدات المكانية.

وقد تم تناول هذه المشكلة بشكل موسّع في دراسة أوبنشو (Openshaw, 1983)، التي تُعد من الأعمال المؤسسة لمفهوم MAUP، حيث أوضح أن هذه المشكلة تنشأ نتيجة استخدام وحدات مكانية مجمعة، مما يؤدي إلى تغيرات واضحة وأحيانًا متعارضة في نتائج التحليل المكاني (Openshaw, 1984: 3-4).

تتألف MAUP من شقين رئيسيين مترابطين: الأول هو تأثير المقياس (Scale Effect)، والذي يرتبط بالتغير الذي يطرأ على نتائج التحليل عند تعديل عدد أو حجم الوحدات الجغرافية المستخدمة، وغالبًا ما يكون ناتجًا عن عدم وضوح العدد المناسب من المناطق لتحليل معين.

أما الثاني، فهو تأثير التجميع أو التقسيم (Zoning or Aggregation Effect)، ويظهر عند اعتماد تشكيلات مكانية بديلة – مختلفة في الشكل لكنها متماثلة في العدد – ما يؤدي إلى تباين في النتائج رغم ثبات حجم البيانات (Openshaw, 1984: 8).

ويؤكد أوبنشو أن هذه المشكلة لا تملك حلًا حاسمًا، باعتبارها سمة ملازمة لتحليل البيانات المكانية المجمعة. ويكمن جوهر التعامل معها في الاعتراف بوجودها والتفكير المنهجي في آثارها، إذ أن تجاهلها – كما يفعل كثير من الباحثين – يُعد إشكالًا منهجيًا بحد ذاته (Openshaw, 1984: 31).

وانطلاقًا من ذلك، تسعى هذه الدراسة إلى تسليط الضوء على مشكلة MAUP، مع التركيز على بُعد المقياس المكاني، وذلك من خلال تطبيق عملي على بيانات سكانية لمدينة جازان.

مشكلة الدراسة

تعتمد تحليلات نظم المعلومات الجغرافية (GIS) في كثير من الأحيان على وحدات مكانية مُحددة سلفًا، سواء كانت شبكات مربعة منتظمة أو تقسيمات إدارية رسمية، إلا أن هذه الوحدات بطبيعتها قابلة للتعديل، ما يفتح المجال لتباين نتائج التحليل المكاني وفقًا لتغير حجم أو شكل أو موقع هذه الوحدات. ومن بين الإشكالات الرئيسية التي تعكس هذا التحدي، تبرز مشكلة الوحدة المساحية المعدلة (MAUP) كأحد العوامل المفاهيمية والمنهجية المؤثرة في نتائج التحليل الإحصائي المكاني.

وتتمثل إحدى الأبعاد الجوهرية لهذه المشكلة في تأثير المقياس المكاني (Scale Effect)، والذي يظهر بوضوح عند تغيير حجم الخلايا أو الوحدات المكانية المستخدمة في التحليل، كما هو الحال في الشبكات المنتظمة. فعلى الرغم من أن استخدام الشبكات يُعد إحدى الوسائل الشائعة لتحسين دقة تحليل الكثافة، إلا أن التعديل في حجمها قد يؤدي إلى نتائج تحليلية متفاوتة، حتى عند استخدام نفس مصدر البيانات.

وعليه، تركز هذه الدراسة على فحص أثر تغير المقياس المكاني في نتائج تحليل الكثافة السكانية، باستخدام شبكات تغطي النطاق العمراني لمدينة جيزان، وذلك بهدف الوقوف على مدى استقرار ومصداقية التحليل المكاني في ظل هذه الإشكالية المنهجية.

أهداف الدراسة

1- تحليل أثر مشكلة المقياس المكاني (Scale Effect) كأحد الأبعاد الرئيسية لمشكلة الوحدة المساحية المعدلة (MAUP) باستخدام بيانات سكانية لتعداد مدينة جازان كنموذج تطبيقي.

2- تقييم تأثير تغيير حجم الشبكات على نتائج التحليل المكاني، وإبراز الأبعاد المنهجية لمشكلة MAUP مع التأكيد على ضرورة مراعاة تأثير المقياس عند استخدام البيانات المجمعة.

DOI: https://doi.org/10.33193/JALHSS.125.2025.1535
ISSN Online: 2414-3383
ISSN Print: 2616-3810
مجلة الفنون والأدب وعلوم الإنسانيات والاجتماع
Journal of Arts, Literature, Humanities and Social Sciences
www.jalhss.com
editor@jalhss.com
Volume (125) October 2025
العدد (125) أكتوبر 2025

الدراسات السابقة

شهدت الدراسات العلمية تزايدًا في الاهتمام بدراسة مشكلة الوحدة المساحية المعدلة (MAUP)، نظراً لتأثيرها العميق على نتائج التحليل المكاني، خاصة عند استخدام بيانات مجمعة مكانياً في مجالات متعددة. وتُعد دراسة فوثرينغهام وونغ (Fotheringham & Wong, 1991) من الدراسات الأساسية التي تناولت مشكلة الوحدة المساحية المعدلة (MAUP) في التحليل الإحصائي متعدد المتغيرات. حيث ناقشت أثر MAUP على نماذج التحليل الإحصائي المتقدم، كالانحدار الخطي المتعدد والانحدار اللوجستي المتعدد، لقياس مدى حساسية تقدير المعلمات لتغيرات المقياس ونُظم التقسيم المكاني. وتوصلت الدراسة إلى أن MAUP تُعد أكثر حدةً وتأثيراً في التحليلات متعددة المتغيرات مقارنة بالتحليلات الأحادية أو الثنائية، بل إنها تُحدث تغيرات غير متوقعة في النتائج الإحصائية، مما يجعل الاعتماد على نتائج هذه النماذج الإحصائية محل تساؤل عندما تستند على بيانات مجمعة مكانياً. وسعت دراسة سويفت وآخرون (Swift et al, 2008) إلى تحليل تأثير مشكلة الوحدة المساحية المعدلة (MAUP) على العلاقة الإحصائية بين جودة مياه الشرب وحالات الإصابة بالأمراض المعوية. ومن خلال محاكاة أنماط نقاط المرض بناءً على نماذج هيدروليكية لتوزيع المياه ونموذج خطي للاستجابة للجرعة، تم قياس مدى تأثر معامل الارتباط بيرسون (r) عند تغيير وحدات التجميع المكاني. وقارنت الدراسة بين توزيع عشوائي لحالات المرض وتوزيع مقيد بالشبكة المكانية لنقاط المياه، وطبقت عمليات التجميع باستخدام وحدات مكانية شائعة مثل الوحدات الإحصائية الرسمية، والشبكات المنتظمة، وخلايا فوروني. أظهرت النتائج وجود تحيّز كبير ناجم عن MAUP، حيث انخفض متوسط معامل الارتباط بمقدار (0.65) نتيجة تغيير وحدات التجميع. كما أظهرت الدراسة أن أخذ البنية الشبكية للمكان في الاعتبار عند التجميع خفّض هذا التحيّز بنسبة (41%)، مما يعكس أهمية اختيار وحدات تجميع مناسبة تقلل من أثر MAUP. كما تناولت دراسة جونز (Johns, 2010) مشكلة الوحدة المساحية المعدلة (MAUP) من خلال تحليل التكتلات المكانية لحالات حجز العقارات (Foreclosures) في مقاطعة لوس أنجلوس بين عامي (2006 و2008)، باستخدام سبع مجموعات مكانية مختلفة تتضمن شبكات منتظمة (Fishnets) ووحدات عقارية فردية وتجميعات مكانية مختلفة. تم اختبار تأثير المقياس (Scale Effect) وإعادة التقسيم (Zoning Effect) على نتائج التحليل من خلال دمج البيانات مع هذه الوحدات وتطبيق خمسة أدوات تحليل عنقودي باستخدام عتبات مسافات مختلفة. نفذت الدراسة (137) تكراراً ناجحاً للتحقق من آثار MAUP، وأظهرت النتائج أن تأثير المشكلة كان واضحًا عبر جميع السيناريوهات المكانية؛ مما يعكس مدى حساسيتها لطبيعة الوحدات الجغرافية المستخدمة. وقد خلصت الدراسة إلى أن MAUP تظل تحدياً بارزاً أمام الدراسات المكانية، خاصة في ظل التقدم في أدوات التحليل المكاني وتقنيات نظم المعلومات الجغرافية، وأوصت باتخاذ خطوات منهجية لتقليل أثر هذه المشكلة، لا سيما عند اختيار وحدات التحليل وطرق التكتل. وتناولت دراسة نيلسون وبروير (Nelson & Brewer, 2015) استقرار البيانات الناتجة عن هياكل التجميع المختلفة عبر مقاييس مكانية متعددة. ركزت الدراسة على تحليل البيانات الاجتماعية والصحية باستخدام وحدات تعداد مختلفة، بهدف تقييم مدى تأثر نتائج التحليل بتغير المقياس المكاني. وقد استخدم الباحثان أسلوب التحليل الاستكشافي للبيانات المكانية ومؤشرات الارتباط المكاني المحلي لفحص العلاقة بين مستويات التجميع وتغير النتائج الإحصائية. طبقت الدراسة على بيانات الدخل الوسيط في ولاية بنسلفانيا ومعدلات تشخيص السرطان في ولاية نيويورك، وبيّنت النتائج أن تغيير وحدات التحليل من مستوى إلى آخر (مثل المقاطعات، المناطق الإحصائية الفرعية، والمجموعات السكنية) يؤدي إلى تغيرات واضحة في النتائج المستخلصة. كما ناقشت دراسة لي وآخرون (Lee et al, 2016) تأثير مشكلة الوحدة المساحية المعدلة (MAUP) ضمن نماذج تحليل القيمة العقارية التفصيلية، حيث اعتمد الباحثون على نماذج انحدار قياسية ومكانية لقياس مدى تأثر نتائج النمذجة بتغير مقياس التجميع المكاني وتكوين الوحدات الجغرافية. وقد أظهرت النتائج وجود تأثيرات واضحة لكل من المقياس والتقسيم الجغرافي (Scale and Zoning Effects) على جودة النموذج وتقديرات المعاملات، حيث لوحظ أن الخصائص المجاورة كانت أكثر تأثيرًا في النماذج القياسية مقارنة بالنماذج المكانية، وأن تغير المقياس أدى إلى تغير ملحوظ في مدى ملاءمة النماذج. بينما قدمت دراسة لي وآخرون (Lee et al, 2018) محاكاة موسّعة للتحقيق في أوجه الغموض المرتبطة بالعلاقة بين الارتباط المكاني (SA) ومشكلة الوحدة المساحية المعدلة (MAUP). وركزت على فحص مدى تأثير مستوى الارتباط المكاني الأصلي (على أدق مستوى مكاني) في تشكيل آثار MAUP على الإحصاءات الوصفية مثل المتوسطات والتباينات ومعاملات موران. وقد أشارت النتائج إلى أن تأثير MAUP على المتوسطات كان ضئيلًا، في حين

DOI: https://doi.org/10.33193/JALHSS.125.2025.1535
ISSN Online: 2414-3383
ISSN Print: 2616-3810
مجلة الفنون والأدب وعلوم الإنسانيات والاجتماع
Journal of Arts, Literature, Humanities and Social Sciences
www.jalhss.com
editor@jalhss.com
Volume (125) October 2025
العدد (125) أكتوبر 2025

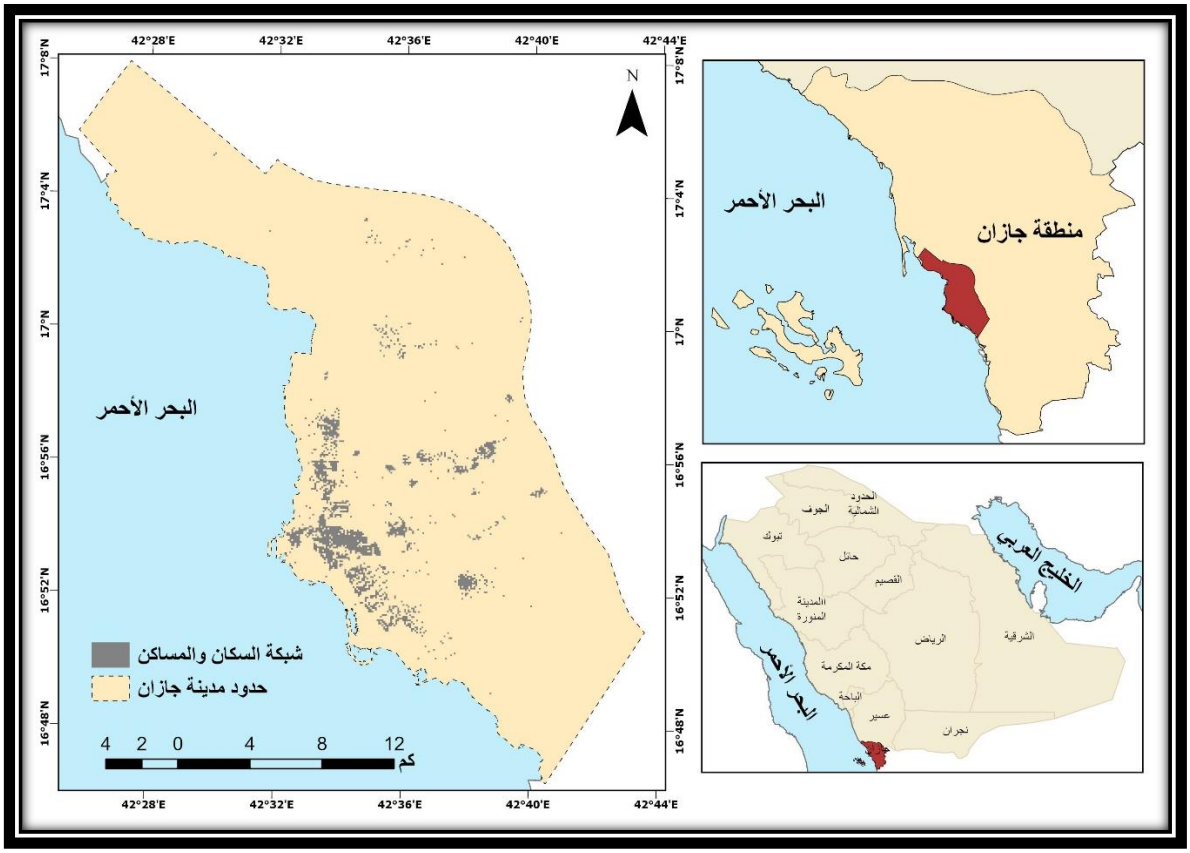
أن تأثير المقياس كان واضحًا بشدة على التباينات، وتفاقم هذا التأثير مع وجود ارتباط مكاني قوي. كما أظهرت الدراسة أن مستوى الارتباط المكاني الأولي يُعدّ عاملًا حاسمًا في تحديد طبيعة وتأثيرات MAUP على معاملات موران، حيث تبيّن أن هذا العامل يؤثر بوضوح على تباين النتائج الناتجة عن إعادة التجميع المكاني.
وتناولت دراسة بريز-ريدون وآخرون (Briz-Redón et al, 2019) أثر مشكلة الوحدة المساحية المعدلة (MAUP) في تحليل السلامة المرورية على المستوى الكلي باستخدام بيانات حوادث السير في مدينة فالنسيا بإسبانيا. اعتمدت الدراسة على نماذج إحصائية مكانية شائعة، مثل نموذج الانحدار المرجح جغرافيًا والنموذج الذاتي الشرطي؛ لتحليل التباين في نتائج النماذج عند استخدام أربعة أنواع مختلفة من الوحدات المكانية: المقاطعات الإحصائية، الوحدات السداسية، ووحدات مبنية على الطرق الرئيسية والتقاطعات. تم اختبار كل نوع على مستويات مختلفة من التجميع المكاني، بهدف تقييم مدى تأثير التغييرات في نوع الوحدة وحجمها على خصائص البيانات والنماذج المستخدمة. وقد توصلت إلى أن MAUP تؤثر بشدة على النتائج، خصوصًا عند تغيير نوع الوحدة المكانية، بينما كانت تأثيرات مقياس التحليل أقل حدة نسبيًا. وقد وُجد أن استخدام الوحدات السداسية بالتوازي مع نموذج CAR أعطى أفضل أداء. وقدمت دراسة توسون وآخرون (Tuson et al, 2019) إطارًا نظريًا وإحصائيًا جديدًا لمعالجة مشكلة الوحدة المساحية المعدلة (MAUP) ضمن تحليلات البيانات المكانية المجمعة، من خلال دمج الخصائص الجغرافية للوحدات المساحية (مثل الشكل، الحجم، والتوزيع) في عملية التقدير الإحصائي للعلاقات بين المتغيرات. ناقشت الدراسة بأن تجاهل تأثير خصائص الوحدات الجغرافية يؤدي إلى تحيّز منهجي في التقديرات المستخرجة من وحدات غير دنيا (أي أكبر من المستوى المكاني الأصغر الممكن للبيانات)، وأظهرت أن كل نظام تقسيم مكاني ينتج تحيزًا فريدًا لا يمكن تعميمه. يُعد هذا الإطار مساهمة مهمة في معالجة إشكالية MAUP، إذ يشكل معيارًا أدنى جديدًا لقياس العلاقات في البيانات المكانية، ويوجه الباحثين نحو أهمية الاعتماد على أصغر وحدة جغرافية ممكنة لتفادي الانحرافات الناتجة عن التخصيص المكاني العشوائي. كما قدمت دراسة سيما وآخرون (Cima et al, 2021) تحليل تأثير مشكلة الوحدة المساحية المعدلة على المؤشرات الزراعية في ولاية بارانا – البرازيل من خلال مقارنة نتائج التحليل عبر ثلاث وحدات مكانية مختلفة: البلديات، والمراكز الإقليمية، والمناطق الكبرى. وقد بينت الدراسة بشكل واضح أن النتائج الإحصائية اختلفت تبعًا لمستوى التجميع المكاني المستخدم، مما يعكس الأثر الكبير MAUP على التفسير والتحليل المكاني.
أما ضمن الجهود العربية لدراسة مشكلة الوحدة المساحية المعدلة (MAUP)، تناولت دراسة المطيري (2021) هذه الإشكالية من خلال استخدام المنهج متعدد المستويات (Multiscalar Approach) لإعادة توزيع بيانات التعداد السكاني بشكل أكثر دقة وواقعية. ركزت الدراسة على تحليل تأثير MAUP عند استخدام وحدات مكانية مختلفة، وسعت إلى معالجة التباين المكاني الناتج عن تجميع البيانات باستخدام خرائط الكوروبلث، وذلك عبر توظيف تقنية الكثافة السكانية الدازيمترية (Dasymetric Mapping). اعتمدت الدراسة على مجموعة من المتغيرات الجغرافية مثل استخدام الأرض، والانحدار، وشبكات الطرق لإعادة تخصيص البيانات على مناطق فعلية مأهولة بالسكان. وأظهرت النتائج أن استخدام أسلوب الكثافة الدازيمترية ساعد على استبعاد أكثر من (69%) من المساحة الكلية لمنطقة الدراسة باعتبارها مناطق غير مأهولة؛ مما يشير إلى فعالية هذا النهج في تحسين التوزيع المكاني للبيانات السكانية.
نستنتج مما سبق أن الدراسات السابقة قدمت تنوعًا في تناول مشكلة الوحدة المساحية المعدلة (MAUP) من خلال تحليل تأثيراتها على نتائج النماذج الإحصائية المكانية، وتحديدًا فيما يتعلق بتغير المقياس المكاني وإعادة التقسيم الجغرافي. وقد انصب اهتمام العديد منها على مجالات متعددة كالصحة العامة، والقيمة العقارية، وجودة المياه، والسلامة المرورية، مستخدمة وحدات مكانية متنوعة مثل الشبكات المنتظمة، والوحدات الإدارية، وخلايا فوروني، وغيرها. وقد اتفقت هذه الدراسات في إثبات تأثير MAUP على النتائج المستخلصة، خاصةً في ظل تغير وحدات التحليل.
تتفق الدراسة الحالية مع الدراسات السابقة في اهتمامها بتأثير MAUP على النتائج المكانية، كما تشترك معها في استخدام بيانات مجمعة مكانياً كأساس للتحليل. ومع ذلك، تختلف هذه الدراسة في تركيزها الحصري على أثر المقياس (Scale Effect) دون الخوض في تأثيرات تقسيم الوحدات، وهو ما يمنحها بعدًا منهجيًا مختلفًا. كما أنها تعتمد على شبكات متعددة المقاييس لتحليل الكثافة السكانية في مدينة جازان، وهو نهج تطبيقي لم يُتناول بشكل كافٍ في الدراسات العربية. ويكمن تميّز هذه الدراسة في بساطتها المنهجية ووضوح تصميمها التجريبي؛

DOI: https://doi.org/10.33193/JALHSS.125.2025.1535
ISSN Online: 2414-3383
ISSN Print: 2616-3810
مجلة الفنون والأدب وعلوم الإنسانيات والاجتماع
Journal of Arts, Literature, Humanities and Social Sciences
www.jalhss.com
editor@jalhss.com
Volume (125) October 2025
العدد (125) أكتوبر 2025

مما يتيح فهماً أدق لتأثير المقياس على نتائج التحليل المكاني. وتسعى الدراسة من خلال ذلك إلى سد فجوة معرفية قائمة في الأدبيات، تتمثل في ندرة دراسات تطبيقية عربية تناولت MAUP من زاوية تأثير المقياس باستخدام أدوات تحليلية مباشرة في نظم المعلومات الجغرافية.

البيانات

اعتمدت هذه الدراسة في تطبيقها على بيانات التعداد السكاني لعام 2022م الصادرة عن الهيئة العامة للإحصاء، والخاصة بمدينة جازان الواقعة في الجهة الغربية من منطقة جازان، جنوب غرب المملكة العربية السعودية. وقد تم استخدام الطبقة الشبكية عند المستوى (16)، وهي طبقة صُمّمت خصيصًا لعرض نتائج التعداد المكاني بما يضمن تغطية شاملة للسكان والمساكن ضمن النطاق الحضري للمدينة. تمثّل هذه الطبقة شبكة مكانية تتكوّن من خلايا مربعة تبلغ مساحة كل منها 100 متر مربع، وتُعرض على هيئة طبقة خطية (VECTOR) تحتوي كل خلية منها على عدد السكان المقيمين داخل نطاقها. ويبلغ إجمالي عدد السكان الموزعين وفق هذه الشبكة (188926) نسمة (الهيئة العامة للإحصاء، 2023). وتجدر الإشارة إلى أن هذه الشبكة، على الرغم من انتظام حجم خلاياها، لا تتبع نمطًا هندسيًا منتظمًا من حيث التجاور والتوزيع المكاني، إذ تم إنشاؤها استنادًا إلى مواقع المساكن الفعلية، ما يجعلها تختلف عن الشبكات المنتظمة التي تعتمد ترتيبًا صارمًا للصفوف والأعمدة. وتُعد هذه الخصائص ذات أهمية عند تحليل التأثيرات المكانية، خاصة عند دراسة مشكلة الوحدة المساحية المعدلة (MAUP)، شكل (1).



شكل (1): منطقة الدراسة موضح عليها الطبقة الشبكية لبيانات تعداد السكان والمساكن لعام 2022م.
المصدر: إعداد الباحثة اعتمادا على (الهيئة العامة للإحصاء،2023م).

DOI: https://doi.org/10.33193/JALHSS.125.2025.1535
ISSN Online: 2414-3383
ISSN Print: 2616-3810
مجلة الفنون والأدب وعلوم الإنسانيات والاجتماع
Journal of Arts, Literature, Humanities and Social Sciences
www.jalhss.com
editor@jalhss.com
Volume (125) October 2025
العدد (125) أكتوبر 2025

منهجية الدراسة

اتبعت هذه الدراسة المنهج التحليلي المكاني معتمدة على أدوات التحليل الكمي والإحصائي في نظم المعلومات الجغرافية (GIS)؛ لتقييم تأثير مشكلة الوحدة المساحية المعدلة (MAUP) على نتائج تحليل الكثافة السكانية، من خلال محاكاة تأثير التغير في حجم الوحدات المكانية باستخدام شبكات مكانية متعددة الأحجام (100م، 200م، 400م، 800م)، وتمت مراحل الدراسة على النحو التالي:

المرحلة الأولى: إعداد البيانات.

تم بناء ثلاث شبكات مكانية (200م، 400م، 800م) باستخدام برنامج ArcGIS Pro اعتمادا على الشبكة المكانية 100م (الاصلية)، وذلك بما يضمن التوافق المكاني الكامل بين الشبكات المختلفة. فتم التحقق من تكامل ودقة البيانات المكانية والجدولية في الطبقة الأصلية، وتبين أن مساحات خلايا الشبكة الأصلية (100م) تراوحت بين (9064,77 و9118,65) متر مربع، بنسبة تباين لا تتجاوز (0.6%). ونظرًا لأن هذا التباين محدود، فقد تم اعتماده كأساس للتجميع المكاني دون تعديل إضافي، مع التأكيد على استخدام المساحة الفعلية لكل خلية في حساب الكثافة السكانية، مما يقلل إلى حد كبير من أي أثر لهذا التفاوت على نتائج تحليل مشكلة الوحدة المساحية المعدلة. ثم تم إنشاء حقول جديدة لاستخراج الإحداثيات المركزية (Centroid) لكل خلية باستخدام أداة (Calculate Field)، تلاها إعداد المعرفات المكانية الفريدة (Group IDs) التي يتم من خلالها تجميع الخلايا على مستويات متعددة، حيث تم إنشاء معرفات تمثل مجموعات خلايا متجاورة وفقًا لكل مقياس (200م، 400م، 800م) باستخدام معادلات رياضية عبر (Field Calculator). ثم تم استخدام أداة (Dissolve) لتنفيذ عملية التجميع المكاني استنادًا إلى المعرفات المكانية لكل مستوى، مع تطبيق دالة الجمع (SUM) على عدد السكان ضمن كل مجموعة خلايا للحصول على مجموع السكان في كل خلية مجمعة من الشبكات الأكبر. وأخيرًا، تم التحقق من نتائج التجميع لضمان دقة العملية من خلال مراجعة التغطية المكانية، وعدم تكرار البيانات، وتطابق مجموع السكان المجمع مع البيانات الأصلية. تعكس هذه الخطوات دقة عالية في الإعداد المسبق للبيانات، بما يعزز موثوقية نتائج التحليل اللاحق لتأثير MAUP.

المرحلة الثانية: حساب الكثافة السكانية.

تم حساب الكثافة السكانية لكل طبقة مكانية تم إنشاؤها (100م، 200م، 400م، 800م)، بهدف تهيئة البيانات لإجراء التحليل الكمي لتأثير المقياس ضمن سياق مشكلة الوحدة المساحية المعدلة (MAUP). وقد شمل ذلك إضافة حقلين جديدين إلى جداول البيانات لكل طبقة: الحقل الأول لحساب مساحة كل خلية بالمتر المربع (Area) باستخدام أداة (Calculate Geometry)، والحقل الثاني لحساب الكثافة السكانية (Density) بقسمة عدد السكان على مساحة الخلية، وذلك باستخدام أداة (Calculate Field). ونتج عن ذلك مجموعة متكاملة من البيانات التي تُعبّر بدقة عن التوزيع المكاني للكثافة السكانية على مستويات تحليل متعددة. وبذلك أصبحت هذه البيانات مؤهلة لإجراء المقارنات الكمية والنمطية بين الشبكات المختلفة، مما يتيح تقييم مدى تأثر النتائج بتغير حجم الوحدة المكانية، وهو ما يُعد خطوة أساسية في فحص الأبعاد الإحصائية والمكانية لمشكلة MAUP.

المرحلة الثالثة: تحليلات تأثير المقياس بمشكلة الوحدة المساحية المعدلة.

أولًا: الإحصاءات الوصفية (Descriptive Statistics) والرسوم البيانية: تم استخدامها لفهم كيف تتغير القيم الإحصائية للكثافة السكانية (المتوسط، والانحراف المعياري، والقيمة الصغرى، والقيمة العظمى) عند استخدام وحدات مكانية بأحجام مختلفة (100م، 200م، 400م، 800م). وتم انتاج الرسوم البيانية والخرائط للمقارنة بين قيم الكثافة أو الإحصاءات الوصفية بين الشبكات المختلفة.

ثانيًا: التحليلات المتقدمة في قياس تأثير المقياس بمشكلة الوحدة المساحية المعدلة وإنتاج الخرائط.

تحليل الارتباط الذاتي المكاني-موران العام (Global Moran's I): تُعد أداة الارتباط المكاني (مؤشر موارن العام) وسيلة لقياس الارتباط المكاني العالمي استنادًا إلى مواقع المعالم وقيمها الجدولية في آنٍ واحد. فعند توفر مجموعة من المعالم مصحوبة ببيانات وصفية، تقوم الأداة بتقييم ما إذا كان النمط المكاني الناتج يعكس تكتلًا، أو تشتتًا، أو توزيعًا عشوائيًا. تقوم الأداة بحساب قيمة مؤشر موران العام (Global Moran's I Index)، بالإضافة إلى القيمة المعيارية (Z-score) والقيمة الاحتمالية (P-value)، لتقييم الدلالة الإحصائية لهذا المؤشر. تكون قيمة مؤشر موران العام (Global Moran's I).

- موجبة إذا كانت القيم في مجموعة البيانات تميل إلى التكتل مكانيًا بحيث تميل القيم العالية إلى القرب من القيم العالية، والقيم المنخفضة بالقرب من القيم المنخفضة.

DOI: https://doi.org/10.33193/JALHSS.125.2025.1535
ISSN Online: 2414-3383
ISSN Print: 2616-3810
مجلة الفنون والأدب وعلوم الإنسانيات والاجتماع
Journal of Arts, Literature, Humanities and Social Sciences
www.jalhss.com
editor@jalhss.com
Volume (125) October 2025
العدد (125) أكتوبر 2025

- سالبة إذا كانت القيم العالية تميل إلى القرب من القيم المنخفضة (أي هناك تشتت سلبي).
- قريبة من الصفر عندما يتساوى التأثير الإيجابي للقيم التبادلية مع التأثير السلبي.

بعد حساب قيمة المؤشر، يقوم البرنامج بحساب القيمة المتوقعة للمؤشر (Expected Index)، ثم يُجري مقارنة بين القيمة المتوقعة والقيمة المحسوبة (Observed Index). واستنادًا إلى عدد المعالم في مجموعة البيانات والتباين العام للقيم، يتم حساب القيمة المعيارية (Z-score) والقيمة الاحتمالية (P-value) لتحديد ما إذا كان الفرق بين المؤشرين ذا دلالة إحصائية.

- إذا كانت القيمة الاحتمالية (P-value) غير دالة إحصائيًا يكون النمط المكاني الملحوظ واحدًا من بين أنماط عديدة محتملة تمثل العشوائية المكانية الكاملة.
- إذا كانت القيمة الاحتمالية (P-value) دالة إحصائيًا، والقيمة المعيارية (Z-score) موجبة، يكون التوزيع المكاني للقيم العالية و/أو القيم المنخفضة في مجموعة البيانات متكتلا، بمعنى أن هناك تكتلًا مكانيا ذا دلالة إحصائية.
- إذا كانت القيمة الاحتمالية (P-value) دالة إحصائيًا، وكانت القيمة المعيارية (Z-score) سالبة، يكون التوزيع المكاني للقيم العالية والمنخفضة في مجموعة البيانات هو أكثر تشتتًا من المتوقع في حال العمليات العشوائية، حيث تميل المعالم ذات القيم المرتفعة إلى الابتعاد عن بعضها البعض، وكذلك المعالم ذات القيم المنخفضة. في أداة (Global Moran's I)، تشير (Z-score) الموجبة إلى تكتل عام (إيجابي)، والسالبة إلى تشتت أو تكتل سلبي (Esri, n.d.-a).

تم تنفيذ تحليل موران العام للكثافة السكانية باستخدام خيار الجوار المكاني القائم على أقرب الجيران (K Nearest Neighbors) ، حيث تم تحديد عدد الجيران بـ (K = 8). وقد استُخدم هذا الخيار لضمان شمولية العلاقات المكانية بين الوحدات المكانية، خصوصًا في ظل التوزيع غير المنتظم للشبكة المكانية، ولتجنب مشكلة الخلايا المعزولة التي قد تنتج عن استخدام مسافة ثابتة.

تحليل التجمع والتطرف-موران المحلي (Anselin Local Moran's I) تحسب أداة تحليل التجمع والتطرف (مؤشر موران المحلي) التجمعات المكانية للمعالم ذات القيم العالية أو المنخفضة. كما تُحدد الأداة القيم المتطرفة مكانيا. وذلك من خلال حساب الأداة لقيمة Local Moran's I، ودرجة Z-scores، وقيمة pseudo P-values، وتعطي رمزًا يُمثل نوع التجمع لكل معلم ذا دلالة إحصائية:

- HH (High-High): معلم ذو قيمة عالية محاط بمعالم ذات قيم عالية.
- LL (Low-Low): معلم ذو قيمة منخفضة محاط بمعالم ذات قيم منخفضة.
- HL (High-Low): معلم ذو قيمة عالية محاط بمعالم ذات قيم منخفضة (متطرف مكانيًا).
- LH (Low-High): معلم ذو قيمة منخفضة محاط بمعالم ذات قيم عالية (متطرف مكانيًا).
- غير دال إحصائيًا بمعنى أن الخلايا التي لم تُظهر علاقة مكانية دالة عند مستوى الثقة المحدد.

تُمثل (Z-scores) و (pseudo P-values) الدلالة الإحصائية لقيم المؤشرات المحسوبة (Esri, n.d.-b).

تم استخدمها للكشف عن أماكن التكتل العالي والمنخفض للكثافة، وكذلك النقاط المتطرفة عند كل مقياس. تم تنفيذ تحليل باستخدام خيار (K Nearest Neighbors - K=8) وعدد تكرارات (Permutations) مقداره (499)، بهدف تقدير دقيق للقيم الاحتمالية المرتبطة بأنماط التكتل والتطرف الموضعي في الكثافة السكانية، مع الحفاظ على كفاءة الأداء الحاسوبي.

النتائج والمناقشة

تم تطبيق تحليل تأثير المقياس لقياس مدى تأثر الكثافة السكانية بتغير حجم الوحدة المكانية، حيث تم مقارنة نتائج التحليل الإحصائي والجغرافي لشبكات بأحجام (100م، 200م، 400م، 800م)، وذلك بهدف استكشاف أثر تغيير المقياس على استقرار النتائج واستكشاف مظاهر مشكلة الوحدة المساحية المعدلة.

أولًا: الخرائط والإحصاءات الوصفية للكثافة السكانية.

تم حساب الكثافة السكانية على الشبكات الأربعة (100م) و(200م) و(400م) و(800م)، وأُنتج الجدول (1) والاشكال (2-6).

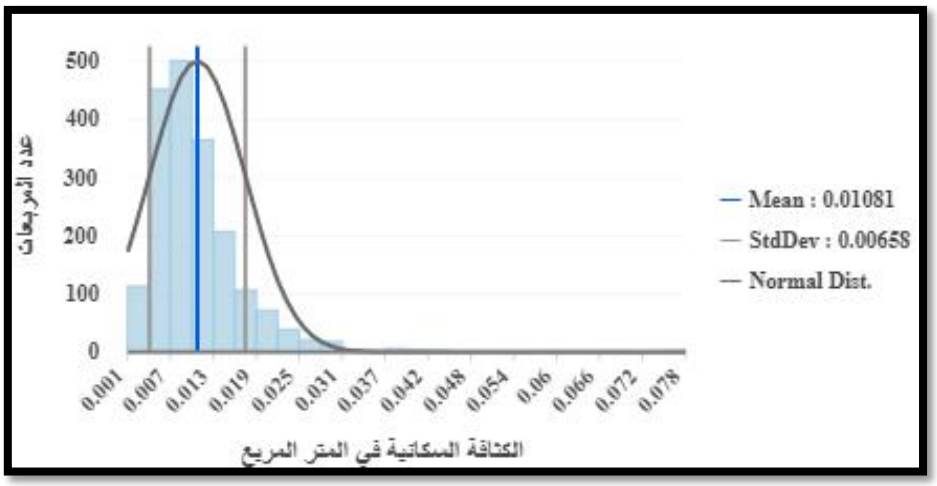
DOI: https://doi.org/10.33193/JALHSS.125.2025.1535
ISSN Online: 2414-3383
ISSN Print: 2616-3810
مجلة الفنون والأدب وعلوم الإنسانيات والاجتماع
Journal of Arts, Literature, Humanities and Social Sciences
www.jalhss.com
editor@jalhss.com
Volume (125) October 2025
العدد (125) أكتوبر 2025

جدول (1): التحليل الإحصائي للكثافة السكانية في الشبكات الأربعة.

الشبكة	100م	200م	400م	800م
عدد الخلايا Number of Cells	1919	927	420	184
أدنى قيمة Minimum Value	0.0012	0.0012	0.0012	0.0012
أعلى قيمة Maximum Value	0.0778	0.0778	0.0778	0.0299
المتوسط الحسابي Mean	0.0108	0.0101	0.0099	0.0095
الانحراف المعياري Standard Deviation	0.0066	0.0054	0.0056	0.0034

يوضح جدول (1) التحليل الإحصائي للكثافة السكانية في الشبكات الأربعة (100م) و(200م) و(400م) و(800م) حيث يظهر أن هناك تغيرًا واضحًا في قيم الكثافة السكانية عند تغيير حجم الشبكة المكانية؛ مما يدل على تأثير المقياس باختلاف احجام الخلايا التي تمثل الكثافة السكانية وبنفس التغطية المكانية ضمن مشكلة الوحدة المساحية المعدلة (MAUP). فنجد أن أدنى قيمة للكثافة السكانية بقيت ثابته تقريبا في جميع الشبكات (0.0012)؛ مما يشير إلى أن الخلايا التي تحتوي على أقل عدد سكان لم تتأثر كثيرًا بتغيير المقياس. أما أعلى قيمة للكثافة فبقيت مرتفعة في الشبكات الصغيرة (100م، 200م، 400م)، ثم انخفضت بشكل واضح في شبكة (800م) (من 0.0778 إلى 0.0299). هذا الانخفاض يعكس أن الشبكات الكبيرة تدمج الكثافة العالية مع الكثافة المنخفضة، مما يؤدي إلى تقليل التباين بين الخلايا. كما يتضح أن المتوسط الحسابي للكثافة انخفض تدريجيًا مع زيادة حجم الشبكة، من (0.0108) في شبكة (100م) إلى (0.0095) في شبكة (800م). كما وجد انخفاض ملحوظ في الانحراف المعياري من (0.0066 إلى 0.0034) من الشبكة (100م) إلى الشبكة (800م)؛ مما يدل على انخفاض الاختلاف بين الأماكن ذات الكثافة العالية والمنخفضة.

بشكل عام، توضح هذه النتائج أن تغيير حجم الشبكة يؤثر على القيم الإحصائية للكثافة السكانية؛ مما يؤكد على وجود تأثير لمشكلة الوحدة المساحية المعدلة، ويشير إلى ضرورة الانتباه عند اختيار المقياس في التحليل المكاني.



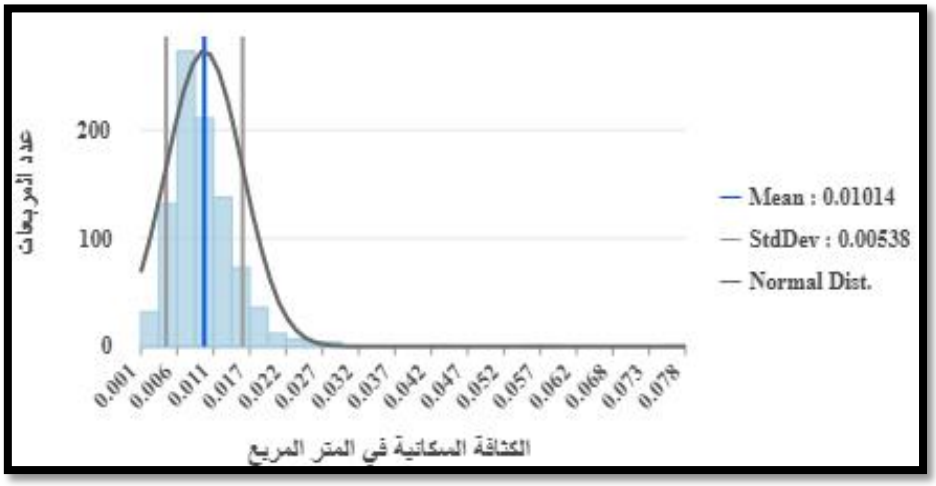
شكل (2): التوزيع الإحصائي للكثافة السكانية في شبكة 100م

DOI: https://doi.org/10.33193/JALHSS.125.2025.1535
ISSN Online: 2414-3383
ISSN Print: 2616-3810
مجلة الفنون والأدب وعلوم الإنسانيات والاجتماع
Journal of Arts, Literature, Humanities and Social Sciences
www.jalhss.com
editor@jalhss.com
Volume (125) October 2025
العدد (125) أكتوبر 2025

يوضح الشكل (2) التوزيع الإحصائي للكثافة السكانية في خلايا الشبكة (100 م). ويتبين من الرسم المتوسط الحسابي (Mean) للكثافة السكانية هو (0.01081)، وهو موضح بالخط الأزرق العمودي في الرسم. والانحراف المعياري (Standard Deviation) يساوي (0.00658)، وهو ما يمثل مدى تشتت القيم حول المتوسط، ويظهر في الرسم من خلال الخطين الرماديين على جانبي المتوسط. والمنحنى الأسود يمثل منحنى التوزيع الطبيعي (Normal Distribution).

يظهر أن التوزيع غير متماثل ويميل إلى الجهة اليمنى -توزيع ملتوي إيجابي-، حيث توجد نسبة كبيرة من الخلايا ذات كثافة منخفضة، وعدد أقل من الخلايا التي تحتوي على كثافات عالية. نتيجة أن المناطق السكنية عالية الكثافة محصورة في مناطق محددة، بينما الغالبية من الخلايا تحتوي على قيم منخفضة. كما يظهر أن معظم الخلايا تقع ضمن مدى ضيق من القيم حول المتوسط، حيث أن قمة التوزيع تقع قرب (0.01)، ما يعكس وجود تكتل سكاني في نطاقات كثافة منخفضة إلى متوسطة. وعلى الرغم من أن الكثافة السكانية لمعظم الخلايا منخفضة، إلا أن بعض الخلايا القليلة تحتوي على قيم عالية نسبيًا (حتى 0.0778)، مما يشير إلى وجود مناطق ذات كثافة سكانية مرتفعة تشكل قيمًا متطرفة (Outliers) تؤثر على شكل التوزيع.

يوضح الشكل أن الشبكة ذات الحجم (100 م) قادرة على التقاط التباين المكاني الدقيق في توزيع السكان؛ مما يسمح بتمييز المناطق ذات الكثافة العالية من تلك ذات الكثافة المنخفضة. لكن في المقابل، فإن هذا الحجم الصغير قد يزيد من التباين الإحصائي ويُظهر قيمًا متطرفة أكثر مقارنة بالشبكات الأكبر، وهو ما يعكس بوضوح تأثير المقياس ضمن مشكلة MAUP.



شكل (3): التوزيع الاحصائي للكثافة السكانية في شبكة 200م.

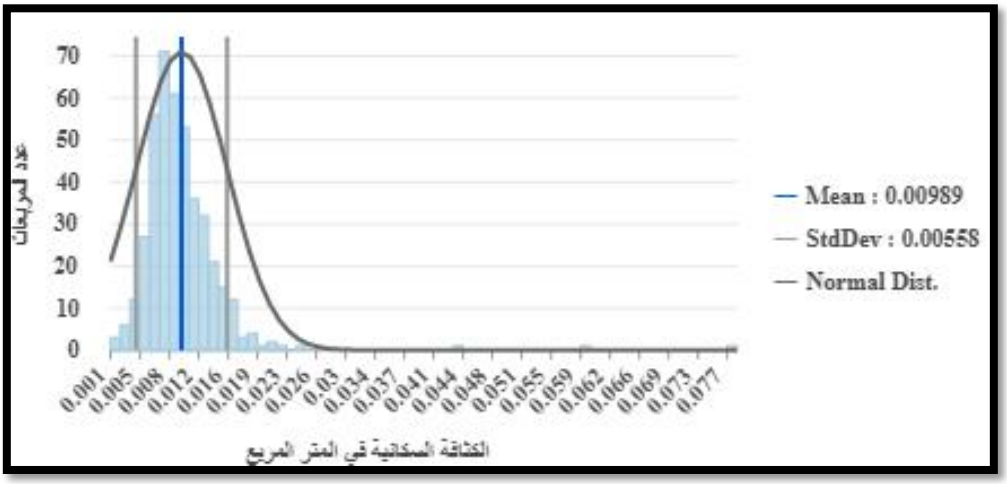
يوضح الشكل (3) توزيع الكثافة السكانية في خلايا الشبكة (200م) حيث يتبين من الرسم المتوسط الحسابي للكثافة السكانية هو (0.01014). والانحراف المعياري يساوي (0.00538).

ويظهر أن التوزيع في الشبكة (200م) غير متماثل -ملتوي إيجابي- كما في شبكة (100م)، حيث يميل التوزيع إلى الجهة اليمنى، حيث تتركز أغلب القيم في الجانب الأيسر -قيم منخفضة-. وهذا يشير إلى أن معظم مناطق الدراسة ذات كثافة سكانية منخفضة، مع وجود عدد محدود من الخلايا ذات كثافات مرتفعة. ومقارنة بشبكة (100م)، نلاحظ أن الانحراف المعياري انخفض من (0.00658) إلى (0.00538)؛ مما يدل على أن القيم أصبحت أقل تشتتًا. هذا الانخفاض يعكس أن الدمج المكاني الناتج عن زيادة حجم الوحدة يقلل من التباين بين الخلايا، أي أن البيانات أصبحت أكثر تجانسًا. وعلى الرغم من زيادة حجم الشبكة، فإن المتوسط الحسابي لم يتغير بشكل كبير (من 0.01081 إلى 0.01014)، مما يشير إلى أن الكثافة العامة للسكان ما زالت محفوظة إلى حد كبير، ولكن تم توزيعها بشكل أكثر توازنًا بين الخلايا. كما يمكن ملاحظة انخفاض نسبي في عدد الخلايا التي

DOI: https://doi.org/10.33193/JALHSS.125.2025.1535
ISSN Online: 2414-3383
ISSN Print: 2616-3810
مجلة الفنون والأدب وعلوم الإنسانيات والاجتماع
Journal of Arts, Literature, Humanities and Social Sciences
www.jalhss.com
editor@jalhss.com
Volume (125) October 2025
العدد (125) أكتوبر 2025

تحتوي على كثافات سكانية عالية جدًا، نتيجة دمجها مع خلايا أقل كثافة في الشبكة الأكبر؛ مما يؤدي إلى تخفيف حدة القيم المتطرفة.

يُظهر الشكل أن زيادة حجم الوحدة المكانية من (100م) إلى (200م)؛ أدى إلى تقليل التشتت وتحقيق نوع من التنعيم في التوزيع، وهو أحد الآثار المباشرة لتغير المقياس ضمن مشكلة MAUP. وعلى الرغم من أن المتوسط لم يتغير كثيرًا، فإن البنية الداخلية للتوزيع قد أصبحت أكثر اتساقًا، مع خسارة جزئية لبعض التفاصيل المكانية الدقيقة التي كانت ظاهرة في الشبكة الأصغر.



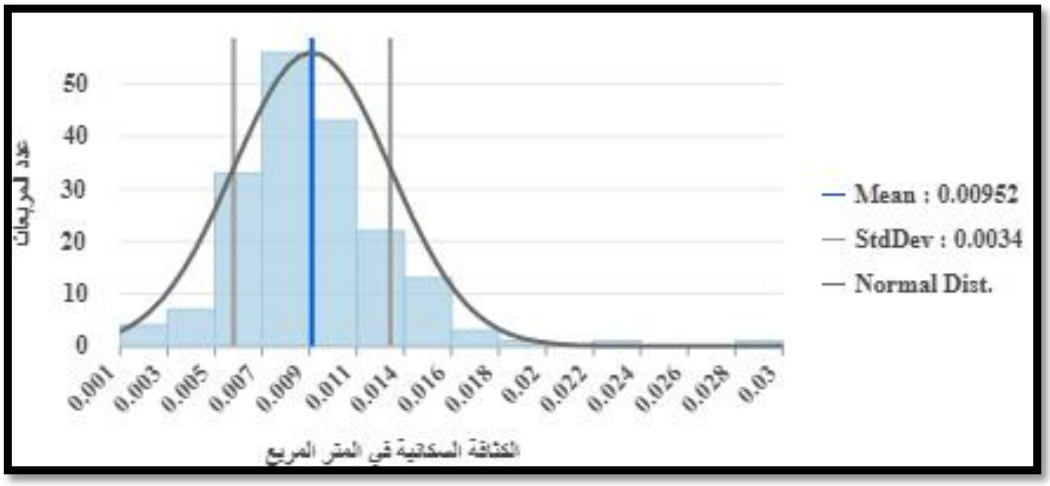
شكل (4): الإحصاءات الوصفية للكثافة السكانية في شبكة 400م.

يوضح الشكل (4) توزيع الكثافة السكانية ضمن خلايا الشبكة المكانية بحجم (400م). ويتبين من الرسم المتوسط الحسابي للكثافة السكانية هو (0.00989). والانحراف المعياري (Standard Deviation) يساوي (0.00558).

وقد أظهر الشكل أن التوزيع لا زال يميل إلى اليمين؛ ما يعني أن معظم الخلايا تحتوي على كثافات سكانية منخفضة، مع وجود عدد أقل من الخلايا ذات القيم الأعلى. هذا النمط مستمر منذ الشبكتين السابقتين (100م) و(200م)، ويُعد صفة متكررة في توزيع الكثافة السكانية، مع الانخفاض الطفيف بالمتوسط الحسابي في شبكة (200م) من (0.01014) إلى (0.00989) في شبكة (400م). وهذا يعكس أثر التعميم المكاني الناتج عن دمج وحدات صغيرة ضمن وحدات أكبر، مما يؤدي إلى إعادة توزيع القيم المرتفعة على نطاق أوسع. وأما الانحراف المعياري فقد سجل ارتفاع يصل إلى (0.00558) مقارنة بالشبكة السابقة (200م) (0.00538). قد يشير هذا إلى وجود بعض التباينات التي ما زالت محتفظة بتأثيرها، رغم التكبير في حجم الوحدة، أو أن بعض القيم المتطرفة ما زالت تؤثر على التوزيع. يلاحظ أن عدد الخلايا أصبح أقل في هذه الشبكة مقارنةً بالشبكات الأصغر، نتيجة لتكبير حجم الوحدة المكانية.

يوضح هذا الشكل أن الشبكة بحجم (400م) بدأت تفقد جزءًا من التفاصيل الدقيقة للكثافة السكانية، لكنها ما زالت تُظهر بعض التباين. ويُعتبر هذا الحجم نقطة وسط بين الوحدات الصغيرة التي تبرز التباين العالي، والوحدات الأكبر (مثل 800م) التي تميل إلى التعميم الشديد. لذلك، فإن هذا الحجم قد يكون مناسبًا لبعض التحليلات التي تتطلب توازنًا بين التفصيل والدقة من جهة، والتعميم وتقليل التشويش المكاني من جهة أخرى؛ مما يوضح كيف يمكن أن تؤثر اختيارات المقياس على تفسير النتائج ضمن إطار MAUP.

DOI: https://doi.org/10.33193/JALHSS.125.2025.1535
ISSN Online: 2414-3383
ISSN Print: 2616-3810
مجلة الفنون والأدب وعلوم الإنسانيات والاجتماع
Journal of Arts, Literature, Humanities and Social Sciences
www.jalhss.com
editor@jalhss.com
Volume (125) October 2025
العدد (125) أكتوبر 2025



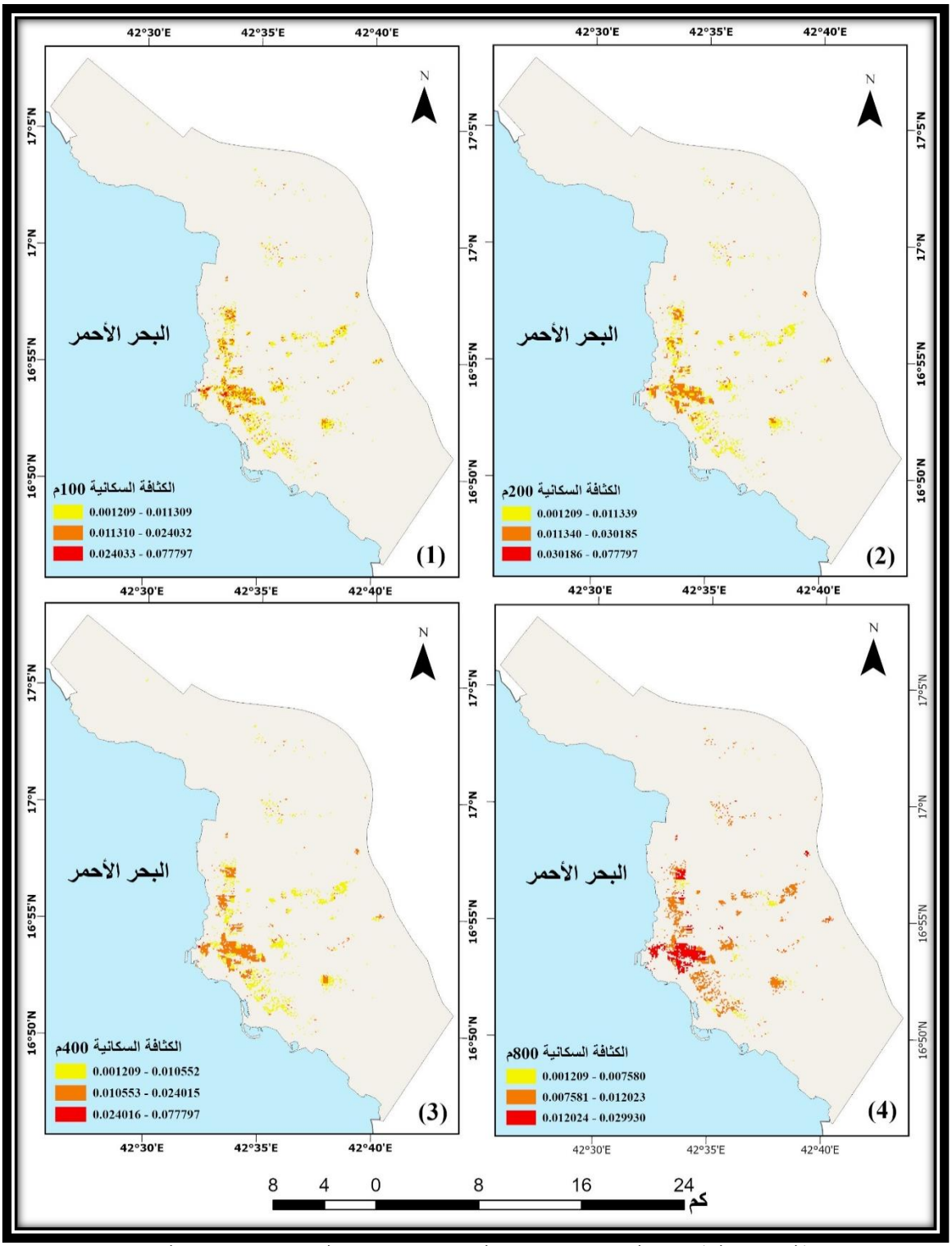
شكل (5): الإحصاءات الوصفية للكثافة السكانية في شبكة 800م.

يوضح الشكل (5) توزيع الكثافة السكانية داخل خلايا الشبكة المكانية ذات الحجم (800 م) ويتبين من الرسم المتوسط الحسابي للكثافة السكانية هو (0.00952). والانحراف المعياري يساوي (0.0034).

ظهر التوزيع في هذه الشبكة (800 م) أقرب إلى التوزيع الطبيعي المثالي، بخلاف الشبكات السابقة التي اتسمت بانحراف إلى اليمين -توزيع ملتوي-، وهو ما يمكن ملاحظته من التماثل النسبي حول المتوسط. هذه نتيجة مباشرة لتكبير حجم الوحدة؛ مما يقلل التباين المحلي ويعدل التوزيع. كما سجلت قيمة الانحراف المعياري في هذه الشبكة أقل قيمة مقارنة بالشبكات السابقة حيث بلغت (0.0034)، مما يدل على أن الاختلاف بين الخلايا انخفض بشكل كبير، وأصبحت القيم متقاربة أكثر. وعلى الرغم من التغير في حجم الخلية، لم ينخفض المتوسط الحسابي كثيرًا مقارنة بالشبكات الأصغر (من 0.0108 في 100م إلى 0.0095 في 800م)، مما يدل على أن المجموع الكلي للكثافة السكانية بقي ثابتًا تقريبًا، ولكن طريقة توزيعها قد تغيّرت. وهذا الرسم لا يظهر أي قيم متطرفة بعيدة عن المركز، بخلاف ما كان واضحًا في الشبكات الأصغر. ويعود ذلك إلى أن الدمج المكاني في الشبكة الكبيرة يعمل على دمج القيم العالية والمنخفضة داخل وحدات متجانسة نسبيًا. ويوضح هذا الشكل أن زيادة حجم الوحدة المكانية إلى (800 م)؛ يؤدي إلى فقدان جزء من التباين المكاني الدقيق ويزيد من التعميم؛ مما يجعل التوزيع أكثر انتظامًا وأسهل في التفسير، لكنه أيضًا قد يخفي تفاصيل مهمة متعلقة بالتباينات الدقيقة في الكثافة السكانية، وهو جوهر الإشكال في مشكلة الوحدة المساحية المعدلة (MAUP).

يتضح من الرسوم البيانية الأربعة أن زيادة حجم الخلايا أدى إلى انخفاض التباين تدريجيا في الكثافة السكانية من الشبكة الأصغر إلى الشبكة الأكبر. وتناقص الانحراف عن التوزيع الطبيعي خاصة في شبكة (800م)، حيث يبدو التوزيع متماثلًا نسبيًا. والاستقرار النسبي للمتوسط الحسابي حيث لم يتغير بشكل كبير؛ مما يشير إلى أن الحجم الكلي للسكان موزّع بشكل متوازن، ولكن طريقة تمثيله مكانيًا تتغير باختلاف حجم الوحدة. وفقدان التفاصيل المكانية الدقيقة مع الشبكات الأكبر. مما يؤكد على أن اختيار حجم الوحدة المكانية يؤثر بشكل مباشر على خصائص التوزيع الإحصائي للبيانات، وأن القرارات المتعلقة بالمقياس ليست قرارات فنية فقط، بل تؤثر على تفسير الأنماط المكانية والاستنتاجات النهائية.

DOI: https://doi.org/10.33193/JALHSS.125.2025.1535
ISSN Online: 2414-3383
ISSN Print: 2616-3810
مجلة الفنون والأدب وعلوم الإنسانيات والاجتماع
Journal of Arts, Literature, Humanities and Social Sciences
www.jalhss.com
editor@jalhss.com
Volume (125) October 2025
العدد (125) أكتوبر 2025



شكل (6): الكثافة السكانية في مدينة جازان، (1) شبكة 100 م، (2) شبكة 200 م، (3) شبكة 400 م، (4) شبكة 800 م.

المصدر: إعداد الباحثة اعتمادا على بيانات الشبكة 100م لتعداد السكان والمساكن 2022م من الهيئة العامة للإحصاء.

DOI: https://doi.org/10.33193/JALHSS.125.2025.1535
ISSN Online: 2414-3383
ISSN Print: 2616-3810
مجلة الفنون والأدب وعلوم الإنسانيات والاجتماع
Journal of Arts, Literature, Humanities and Social Sciences
www.jalhss.com
editor@jalhss.com
Volume (125) October 2025
العدد (125) أكتوبر 2025

يوضح الشكل (6) التوزيع المكاني للكثافة السكانية في مدينة جازان، (1) شبكة 100م، (2) شبكة 200 م، (3) شبكة 400 م، (4) شبكة 800 م.

يتضح من الخريطة (1) في الشكل (6) في الجانب الايسر إلى الأعلى توزيع الكثافة السكانية في شبكة (100م) ، حيث تنتشر البؤر ذات الكثافة المرتفعة (اللون الأحمر) بشكل متناثر على أطراف المنطقة الحضرية، مما يدل على تشتت التركز السكاني ووجود تكتلات صغيرة متعددة؛ مما يدل على إبراز تفاصيل دقيقة جدًا للاختلافات السكانية، مع تباين واضح بين الخلايا.

أما الخريطة (2) في الشكل (6) في الجانب الأيمن إلى الأعلى توزيع الكثافة السكانية في شبكة (200م)، توضح بأن بعض الخلايا الحمراء بدأت في التجمع في كتل متجاورة، ما يشير إلى بداية ظهور تكتلات سكانية أو بؤر حضرية واضحة. حيث تعكس هذه الخريطة توازنًا نسبيًا بين التفاصيل والوضوح، وقد تُعد أكثر استقرارًا في التحليل الإحصائي من شبكة (100م).

أما الخريطة (3) في الشكل (6) في الجانب الأيسر إلى الأسفل فتوضح أن توزيع الكثافة السكانية في شبكة (400م)، يظهر أن الخلايا الحمراء التي تمثل أعلى كثافة سكانية تبدو أكثر تماسكًا ومساحة، نتيجة دمج المناطق ذات الكثافات المختلفة داخل نفس الوحدة. وتظهر التكتلات السكانية العالية أكثر وضوحًا لكنها تخفي التباينات الدقيقة بين المناطق المجاورة.

أما الخريطة (4) في الشكل (6) في الجانب الأيمن إلى الأسفل توزيع الكثافة السكانية في شبكة (800م)، تظهر مناطق الكثافة العالية بشكل متصل وممتد، ما يُعطي انطباعًا بأن هناك تجمعات سكانية ضخمة، حتى في المناطق التي قد لا تكون كذلك فعليًا. ويقل عدد الفئات اللونية المرئية، مما يُشير إلى انخفاض التباين المكاني الواضح.

يتضح مما سبق أن زيادة حجم الوحدة المكانية ترتبط بتغيرات ملحوظة في نمط الكثافة، حيث تؤدي الشبكات الصغيرة (100م و200م) إلى تمثيل أكثر دقة وتفصيلًا للتباين المكاني، بينما الشبكات الأكبر (400م و800م) تعطي نمطًا أكثر تعميمًا وتجانسًا. ومع تزايد حجم الخلايا، تقل قدرة الشبكة على كشف الاختلافات الدقيقة داخل المناطق الحضرية، إذ تُدمج المناطق ذات الكثافات المختلفة داخل وحدات تحليلية أكبر، مما يُنتج قيماً متوسطة تُخفي التباينات الدقيقة. وهو ما يعكس أحد أبرز مظاهر تأثير المقياس الناتج عن مشكلة الوحدة المساحية المعدلة (MAUP).

ثانيا: تحليل الارتباط الذاتي المكاني للكثافة السكانية (موران العام)(Global Moran's I)

جدول (2): نتائج تحليل الارتباط الذاتي المكاني (موران العام) (Global Moran's I).

الشبكة	100م	200م	400م	800م
مؤشر موران Moran's I	0.236787	0.153068	0.149803	0.278552
المؤشر المتوقع Expected Index	-0.000521	-0.001080	-0.002387	-0.005464
التباين Variance	0.000116	0.000229	0.000434	0.001105
القيمة المعيارية Z-score	22.037438	10.188784	7.309462	8.545114
الدلالة الإحصائية p-value	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000

يوضح الجدول (2) مؤشر الارتباط الذاتي المكاني (Global Moran's I) عبر الشبكات الأربعة المختلفة، وهو مؤشر يقيس درجة التجمع المكاني للقيم في المنطقة المدروسة، ويُستخدم على نطاق واسع في تحليل مشكلة الوحدة المساحية المعدلة (MAUP).

DOI: https://doi.org/10.33193/JALHSS.125.2025.1535
ISSN Online: 2414-3383
ISSN Print: 2616-3810
مجلة الفنون والأدب وعلوم الإنسانيات والاجتماع
Journal of Arts, Literature, Humanities and Social Sciences
www.jalhss.com
editor@jalhss.com
Volume (125) October 2025
العدد (125) أكتوبر 2025

ظهرت القيم الاحتمالية (P-value) دالة إحصائيا تساوي صفرًا؛ مما يدل على معنوية كلا من قيم الارتباط الذاتي المكاني (Global Moran's I) والقيمة المعيارية (Z-score).

فظهرت قيم الارتباط الذاتي المكاني (Global Moran's I) موجبة في جميع الشبكات؛ مما يدل على التكتل المكاني بحيث تميل القيم العالية إلى القرب من القيم العالية والقيم المنخفضة بالقرب من القيم المنخفضة. كما ظهرت أعلى قيمة للارتباط الذاتي المكاني (Global Moran's I) في شبكة (800م) حيث بلغت (0.2786)، تليها شبكة (100م) مسجلة (0.2368)، ثم انخفاض واضح في شبكتي (200م و400م)؛ مما يدل على تأثر درجة التجمع المكاني بحجم الخلية، إلا أن هذا التأثير لا يتبع نمطًا خطيًا بسيطًا، وهو ما يعكس تعقيد تأثير MAUP.

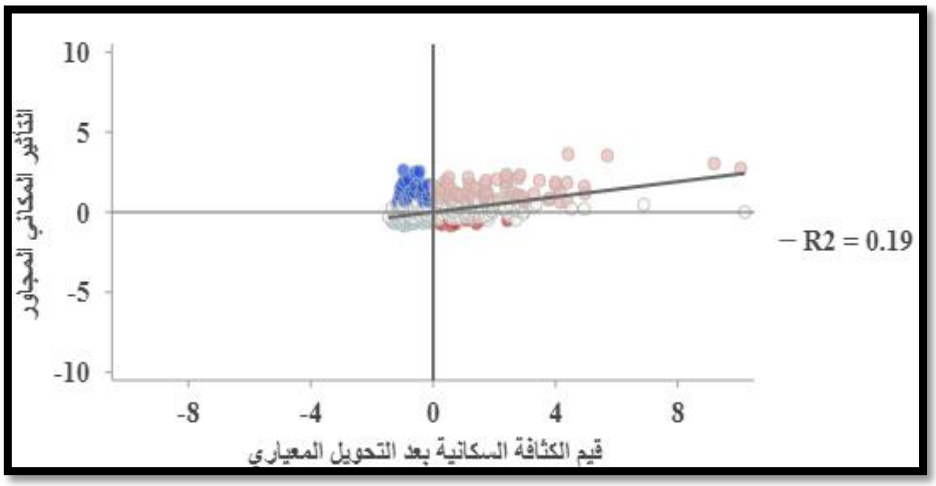
كما ظهرت القيم المعيارية الخاصة بـ Z-score موجبة؛ مما يؤكد على أن هناك بالفعل تجمعًا مكانيًا غير عشوائي للكثافة السكانية في جميع الشبكات.

كما ظهرت جميع قيم المؤشر المتوقع (Expected I) سالبة، كما هو معتاد في مؤشر موران العام عند التوزيع العشوائي، وهذا يثبت أن القيم الفعلية لمؤشر الارتباط الذاتي المكاني (Global Moran's I) الموجبة تمثل تجمعًا حقيقيًا وليس مجرد صدفة إحصائية.

كما نلاحظ أن التباين في القيم (Variance) يزداد تدريجيًا مع زيادة حجم الشبكة، مما يدل على زيادة عدم الاستقرار في تقدير مؤشر التجمع عند المقاييس الأكبر، ربما بسبب انخفاض عدد الخلايا.

نستنتج مما سبق أن قيمة مؤشر الارتباط الذاتي المكاني (Global Moran's I) لا تبقى ثابتة مع تغير المقياس، وأن تفسير نتائج التحليل المكاني يتأثر بشدة بحجم الوحدة المكانية المستخدمة. ففي حين أظهرت الشبكة الأصغر (100م) مستوى عاليًا من التجمع المكاني المحلي، فإن الشبكة الأكبر (800م) أظهرت أيضًا مستوى عالٍ ولكن ربما ناتج عن تجمعات أوسع وأقل تفصيلًا. أما الشبكتان المتوسطتان (200م و400م) فقد أظهرتا قيمًا أقل، ما قد يشير إلى أن بعض الأنماط المكانية تتلاشى عند هذا المقياس.

ثالثا: تحليل التجمع والتطرف (موران المحلي) للكثافة السكانية (Anselin Local Moran's I).



شكل (7): المخطط الانتشاري للتجمع والتطرف (موران المحلي) في الكثافة السكانية بشبكة 100م.

يوضح الشكل (7) المخطط الانتشاري للتجمع والتطرف (موران المحلي) (Moran Scatterplot) بشبكة (100م)، العلاقة بين قيم الكثافة السكانية (بعد التحويل المعياري) ومحور القيم المكانية المجاورة (Spatial Lag)، لتحديد نوع العلاقة المكانية بين الخلايا وقيم جيرانها.

يمثل المحور الأفقي (X) قيم الكثافة السكانية بعد التحويل المعياري (Z-standardized)، ويمثل المحور العمودي (Y) متوسط القيم المكانية المجاورة لكل وحدة (Spatial Lag)، وتمثل النقاط الملوّنة الخلايا فالأحمر يمثل قيم عالية محاطة بقيم عالية (High-High)، بينما يمثل الأزرق قيم منخفضة محاطة بقيم منخفضة (Low-

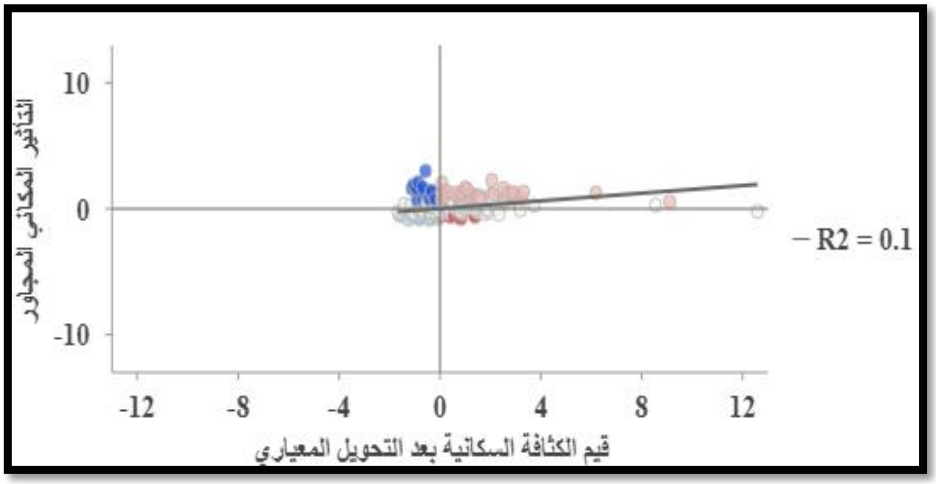
DOI: https://doi.org/10.33193/JALHSS.125.2025.1535
ISSN Online: 2414-3383
ISSN Print: 2616-3810
مجلة الفنون والأدب وعلوم الإنسانيات والاجتماع
Journal of Arts, Literature, Humanities and Social Sciences
www.jalhss.com
editor@jalhss.com
Volume (125) October 2025
العدد (125) أكتوبر 2025

(Low)، ويمثل اللون الرمادي الخلايا الغير دالة أو المتطرفة، ويمثل الخط الأسود معامل الارتباط المكاني (Global Moran's I)، وهو ميل الخط. ويمثل (R^2) قوة العلاقة الخطية بين القيمة والمجاور المكاني والتي بلغت (0.19).

يشير ميل الخط إلى وجود ارتباط مكاني إيجابي؛ أي أن الخلايا التي لها قيم عالية تميل لأن تكون مجاورة لخلايا أخرى ذات قيم عالية، وكذلك الحال مع القيم المنخفضة. وهذا يتوافق مع قيمة الارتباط الذاتي المكاني (Global Moran's I) (0.2368) التي تم تحليلها سابقًا. وعلى الرغم من أن العلاقة موجبة، إلا أن قوة الارتباط ليست عالية جدًا؛ مما يدل على أن بعض الخلايا لديها قيم قد لا تتبع نمطًا واضحًا. يشير ذلك إلى وجود تجمعات محلية واضحة، ولكن أيضًا وجود بعض التباين المكاني. حيث ظهر توزيع الخلايا ذات الكثافة المرتفعة محاطة بقيم مرتفعة (High-High) في الربع الأول (يمين-أعلى)، وخلايا ذات كثافة منخفضة محاطة بقيم منخفضة (Low-Low)؛ في الربع الثالث (يسار-أسفل)، بينما ظهرت خلايا متطرفة، قد تشير إلى مواقع انتقالية أو قيم متباينة (High-Low) أو (Low-High) الربع الثاني والرابع.

هذا الشكل يعكس بوضوح أن شبكة (100م) تُظهر تفاصيل دقيقة عن العلاقات المكانية المحلية؛ مما يُبرز نمط التجمعات الصغيرة سواء العالية أو المنخفضة، وهذا يُثبت أن استخدام وحدات تحليل صغيرة الحجم يُمكّن من رصد الأنماط المكانية الدقيقة، ولكنه أيضًا قد يكون حساسًا جدًا للتغيرات الصغيرة في البيانات.

نستنتج مما سبق أن المخطط الانتشاري للتجمع والتطرف (موران المحلي) في شبكة (100م)، يشير إلى وجود تجمع مكاني موجب ذي دلالة، مع بروز تجمعات مرتفعة ومنخفضة في مناطق محددة. لذا يجب مقارنة هذا المخطط مع مخططات لشبكات أكبر لفهم أثر تغير المقياس (Scale Effect) ضمن MAUP.



شكل (8): المخطط الانتشاري للتجمع والتطرف (موران المحلي) في الكثافة السكانية بشبكة 200م.

يوضح الشكل (8) المخطط الانتشاري للتجمع والتطرف (موران المحلي) (Moran Scatterplot) بشبكة (200م)، العلاقة بين قيم الكثافة السكانية المعيارية (بعد التحويل القياسي) والقيم المجاورة مكانياً.

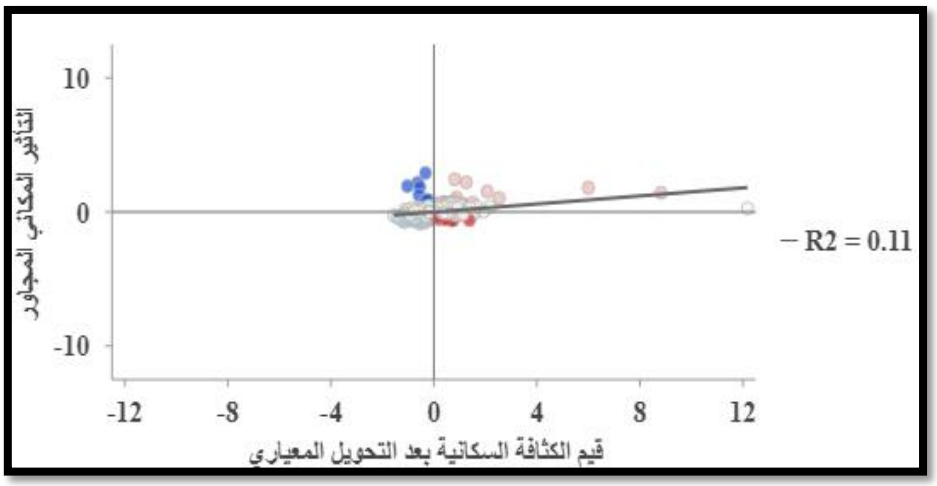
يعكس الخط المائل وجود علاقة ارتباطية إيجابية، متوافقا مع قيمة الارتباط الذاتي المكاني (Global Moran's I) (0.153) عد شبكة (200م)؛ والذي يشير إلى أن هناك تجمعًا مكانيًا ضعيفًا إلى متوسط، أي أن الخلايا ذات القيم المتشابهة لا تزال تميل لأن تتجاور، ولكن بدرجة أقل من شبكة (100م). ولكن القيمة المنخفضة لقوة العلاقة التي بلغت ($R^2 = 0.10$)؛ تشير إلى أن العلاقة بين الخلية وجوارها أصبحت أضعف مقارنة بشبكة (100م) التي كانت ($R^2 = 0.19$). مما يعكس الأثر المباشر لتكبير حجم الخلية الذي أدى إلى تفاصيل أقل وتفاوت مكاني أقل.

كما ظهر توزيع معظم النقاط متمركزا حول المركز، مما يشير إلى قلة التطرف المكاني، ومع ذلك لا تزال هناك بعض النقاط الزرقاء والحمراء التي تمثل تجمعات منخفضة وعالية ذات نمط متماسك، لكنها أقل عددًا وأقل بروزًا من شبكة (100م).

DOI: https://doi.org/10.33193/JALHSS.125.2025.1535
ISSN Online: 2414-3383
ISSN Print: 2616-3810
مجلة الفنون والأدب وعلوم الإنسانيات والاجتماع
Journal of Arts, Literature, Humanities and Social Sciences
www.jalhss.com
editor@jalhss.com
Volume (125) October 2025
العدد (125) أكتوبر 2025

أدى الانتقال من شبكة (100م) لشبكة (200م) إلى تراجع ملحوظ في قوة العلاقة (كما تدل قيمة R^2). وتقليل عدد الحالات ذات التجمعات المتطرفة، وعدد أقل من التجمعات العالية والمنخفضة، ودمج القيم المجاورة في وحدات أكبر؛ مما يجعل الخريطة المكانية أكثر تجانسًا ولكن أقل تعبيرًا عن التفاصيل الدقيقة. هذا الانخفاض في قوة العلاقة يُعد من أهم مظاهر تأثير المقياس في MAUP، حيث يؤدي تكبير الوحدة المكانية إلى تنعيم الأنماط وتقليل وضوح العلاقات المكانية الدقيقة.

يشير هذا المخطط إلى وجود تجمع مكاني ضعيف إلى متوسط في شبكة (200م)، مقارنةً بشبكة (100م). وعلى الرغم من احتفاظ التحليل ببعض التجمعات المكانية (مثل Low-Low وHigh-High)، إلا أن زيادة حجم الخلية أدى إلى تقليل شدة التباين المجاور وضعف الارتباط المكاني، مما يعكس بوضوح تأثير MAUP.



شكل (9): المخطط الانتشاري للتجمع والتطرف (موران المحلي) في الكثافة السكانية بشبكة 400م.

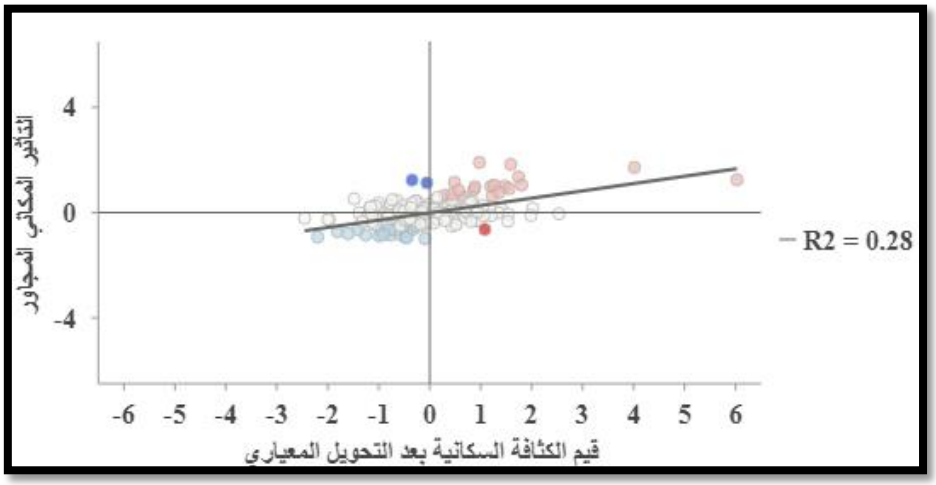
يوضح الشكل (9) المخطط الانتشاري للتجمع والتطرف (موران المحلي) (Moran Scatterplot) بشبكة 400م، العلاقة بين قيم الكثافة السكانية المعيارية (بعد التحويل القياسي) والقيم المجاورة مكانياً.

يشير ميل الخط الذي لا يزال موجبًا، إلى وجود ارتباط مكاني إيجابي ضعيف إلى متوسط، يتفق مع قيمة الارتباط الذاتي المكاني (Global Moran's I) (0.1498) المُسجّلة سابقًا عند شبكة (400م)، والتي تشير إلى وجود نمط من التجمع المكاني، وإن كان أقل من الشبكات الأصغر، وتظهر قيمة العلاقة ($R^2 = 0.11$) قريبة من قيمة العلاقة عند شبكة (200م) والتي بلغت (0.10)، والتي تدل على أن نحو (11%) فقط من التباين في القيم المجاورة يمكن تفسيره من خلال القيم الأصلية؛ مما يؤكد على أن التوسع في حجم الشبكة إلى (400م) يؤدي إلى استمرار انخفاض قوة الترابط المكاني. ظهر عدد النقاط أقل وأكثر تجمعا حول نقطة الأصل؛ مما يعكس تراجع عدد الخلايا المكانية بسبب كِبر حجم الشبكة، وزيادة تجانس القيم نتيجة دمج خلايا صغيرة في خلايا أكبر، ومع ذلك لا تزال هناك بعض التجمعات العالية (High-High) والمنخفضة (Low-Low)، لكن بوضوح وتأثير أقل من السابق.

تشير النتائج إلى تأثير واضح لمشكلة الوحدة المساحية المعدلة (MAUP)، من خلال، تناقص تدريجي في قوة العلاقة المكانية مع كل زيادة في حجم الخلية، وفقدان مزيد من التفاصيل الدقيقة والأنماط الموضعية التي كانت ظاهرة في المقاييس الأصغر، وزيادة التجانس المكاني، ما يُنتج توزيعًا أقرب إلى المتوسط العام بدلاً من إبراز التفاوت المحلي.

نستنتج مما سبق أن مخطط شبكة (400م) يُظهر استمرار وجود علاقة موجبة، لكنه ضعيف نسبيًا ($R^2 = 0.11$)، كما أن عدد التجمعات المكانية المميزة انخفض بشكل واضح. وهذا يبيّن أن التحليل على هذا المقياس مناسب للتحليلات الإقليمية العامة وليس لرصد أنماط محلية دقيقة، مما يُبرز ضرورة اختيار مقياس التحليل بعناية وفقًا لهدف الدراسة.

DOI: https://doi.org/10.33193/JALHSS.125.2025.1535
ISSN Online: 2414-3383
ISSN Print: 2616-3810
مجلة الفنون والأدب وعلوم الإنسانيات والاجتماع
Journal of Arts, Literature, Humanities and Social Sciences
www.jalhss.com
editor@jalhss.com
Volume (125) October 2025
العدد (125) أكتوبر 2025



شكل (10): المخطط الانتشاري للتجمع والتطرف (موران المحلي) في الكثافة السكانية بشبكة 800م.

يوضح الشكل (10) المخطط الانتشاري للتجمع والتطرف (موران المحلي) (Moran Scatterplot) بشبكة (800م)، العلاقة بين قيم الكثافة السكانية المعيارية (بعد التحويل القياسي) والقيم المجاورة مكانياً.

يظهر ميل الخط الواضح والإيجابي، الذي يتفق مع قيمة الارتباط الذاتي المكاني (Global Moran's I) المرتفعة نسبيًا في هذه الشبكة (0.2786)، ويشير إلى أن العلاقة في هذا المقياس أقوى من المقاييس السابقة (خصوصًا من 200م و400م) والتي بلغت قيمتها ($R^2 = 0.28$)؛ والتي تعني أن (28%) من التباين بالقيم المجاورة يمكن تفسيره من خلال القيم الأصلية، وهي أعلى نسبة في الشبكات الأربع، هذا يُشير إلى وجود نمط تجمع مكاني قوي عند هذا المقياس الإقليمي، لكن بطريقة مختلفة عن التجمع المحلي المفصل الذي كانت تُظهره الشبكات الأصغر.

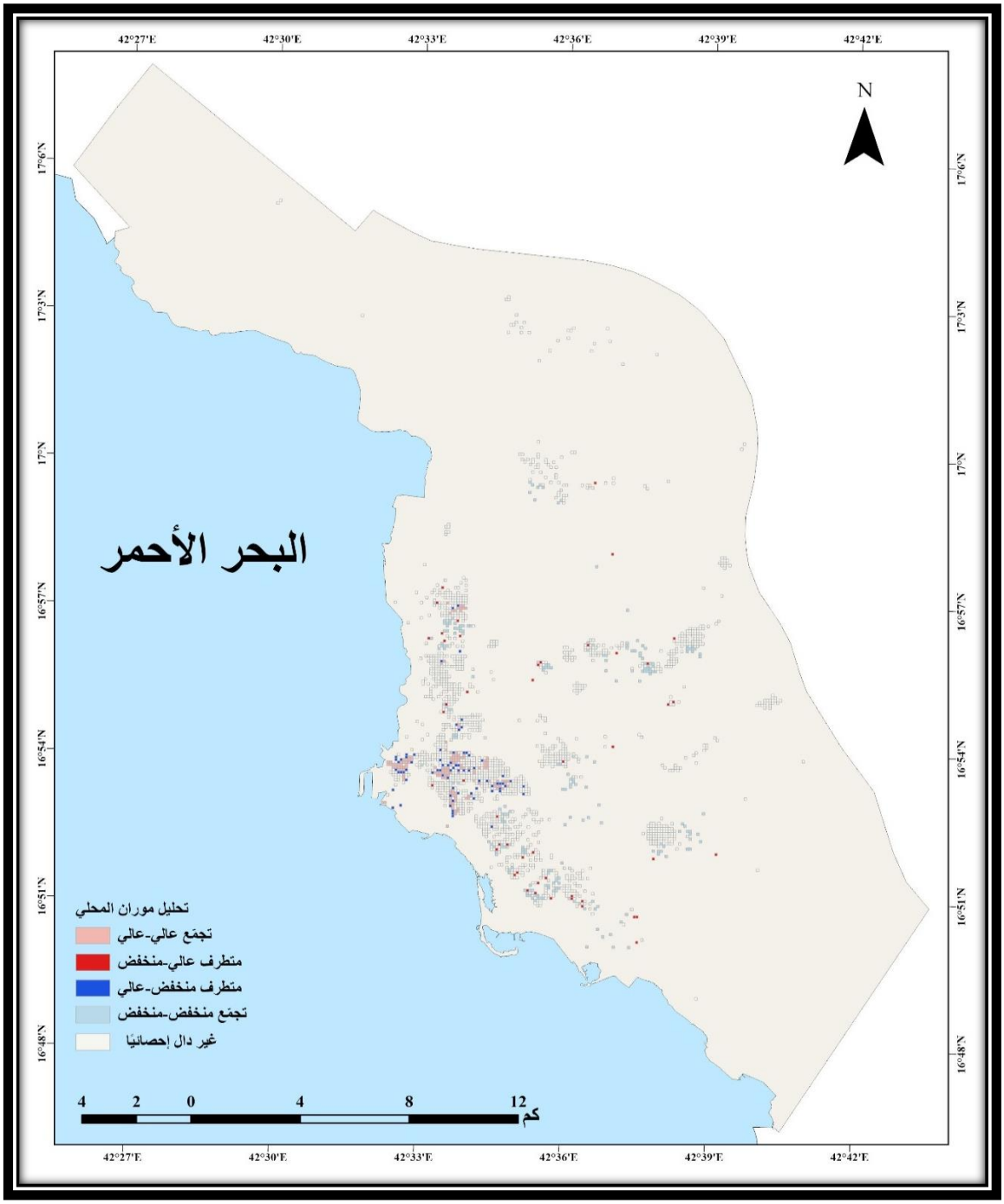
تركزت معظم النقاط حول الوسط، لكن توجد نقاط قليلة جدًا ملوّنة بالأحمر والأزرق (High-High) أو (Low-Low)، يوضح هذا أن التحليل في هذا المقياس لا يُبرز البقع المحلية، بل يعكس نمطًا عامًا واسع النطاق، وعلى الرغم من أن (R^2) في هذا الشكل أعلى من بقية الشبكات، إلا أن هذا لا يعني أن التحليل أصبح أكثر دقة؛ بل يُشير إلى أن الوحدات الأكبر (800م) تُظهر نمط تجمع عام واسع النطاق، بينما تفقد القدرة على تمييز التجمعات المحلية الدقيقة، ويمكن القول إن النمط هنا أكثر استقرارًا لكنه أقل تفصيلًا. وهذا هو أحد التأثيرات الجوهرية لـ MAUP، حيث تؤدي زيادة حجم الوحدة إلى تضخيم الأنماط الواسعة وتقليل التغيرات الموضعية.

مخطط شبكة (800م) يُظهر أقوى ارتباط مكاني عام بين جميع المقاييس، لكن مع أقل وضوح للتجمعات المحلية الدقيقة. ويشير هذا إلى أن استخدام هذا المقياس قد يكون ملائمًا للتحليل الإقليمي الواسع، لكنه غير مناسب لرصد التباينات الموضعية أو اتخاذ قرارات مكانية دقيقة.

أظهرت المخططات الانتشارية الأربعة للتجمع والتطرف (موران المحلي) في الكثافة السكانية أن درجة الارتباط المكاني بين الكثافة السكانية وقيم الجوار تتأثر بشكل واضح بتغير حجم الوحدة المكانية. ففي شبكة (100)، كان النمط المرسوم يُظهر تجمعًا موضعيًا واضحًا مع وجود عدد ملحوظ من القيم المتطرفة (High-High) و(Low-Low)، وقوة علاقة نسبية ($R^2 = 0.19$) تُشير إلى أن الشبكة الصغيرة تحتفظ بالتفاصيل الدقيقة للتوزيع السكاني. ومع الانتقال إلى شبكتي (200م و400م)، انخفضت قوة العلاقة تدريجيًا (0.10 و0.11 على التوالي)، وظهر تراجع في عدد التجمعات المكانية المحلية، نتيجة لدمج القيم المجاورة في وحدات أكبر. أما في شبكة (800م)، فقد سجلت قيمة (R^2) أعلى قيمة حيث بلغت (0.28)؛ مما يدل على وجود تجمع مكاني قوي لكنه واسع النطاق وغير موضعي، وهو ما يعكس تحول النمط من التباين المحلي إلى التجانس العام. ورغم ذلك، فإن انخفاض النقاط المتطرفة الملونة في هذا المخطط تُظهر أن الشبكة الأكبر تفقد القدرة على إبراز الفروق الدقيقة بين الوحدات، مما يؤكد أن التعميم المكاني الناتج عن تكبير الخلية قد يخفي خصائص مهمة في التوزيع. وبناءً على ما سبق، توضح هذه المخططات أن اختيار حجم الوحدة المكانية ليس قرارًا تقنيًا بسيطًا، بل يؤثر جوهريًا

DOI: https://doi.org/10.33193/JALHSS.125.2025.1535
ISSN Online: 2414-3383
ISSN Print: 2616-3810
مجلة الفنون والأدب وعلوم الإنسانيات والاجتماع
Journal of Arts, Literature, Humanities and Social Sciences
www.jalhss.com
editor@jalhss.com
Volume (125) October 2025
العدد (125) أكتوبر 2025

على قوة الاعتمادية المكانية المكتشفة ونوعية النمط المكاني المرصود. وعليه، فإن تغير المقياس يُعد أحد المحركات الأساسية لتحولات نتائج التحليل المكاني، وهو ما يشكل جوهر MAUP، ويستوجب من الباحث تقييم نتائجه ضمن تحليل متعدد المقاييس لضمان موضوعية التفسير ودقته.



شكل (11): تحليل التجمع والتطرف (موران المحلي) للكثافة السكانية بمدينة جازان في الشبكة 100م.

DOI: https://doi.org/10.33193/JALHSS.125.2025.1535
ISSN Online: 2414-3383
ISSN Print: 2616-3810
مجلة الفنون والأدب وعلوم الإنسانيات والاجتماع
Journal of Arts, Literature, Humanities and Social Sciences
www.jalhss.com
editor@jalhss.com
Volume (125) October 2025
العدد (125) أكتوبر 2025

يوضح الشكل (11) تحليل التجمع والتطرف (موران المحلي) للكثافة السكانية بمدينة جازان الذي يكشف عن التجمعات المكانية الإحصائية على المستوى المحلي لكل خلية على حدة، باستخدام شبكة تحليل بدقة (100م). كما يظهر مفتاح الخريطة نوع العلاقة المكانية بين الخلية وجوارها، تجمع عالي-عالي (High-High) بمعني خلايا ذات كثافة مرتفعة محاطة بخلايا ذات كثافة مرتفعة، وتجمع منخفض-منخفض (Low-Low) بمعني خلايا ذات كثافة منخفضة محاطة بخلايا مشابهة، ومتطرف عالي-منخفض (High-Low) بمعني خلية ذات كثافة عالية محاطة بكثافة منخفضة، ومتطرف منخفض-عالي (Low-High) بمعني خلية منخفضة محاطة بكثافة عالية، وغير دال إحصائيًا بمعنى أن الخلايا لم تُظهر علاقة مكانية دالة عند مستوى الثقة المحدد.

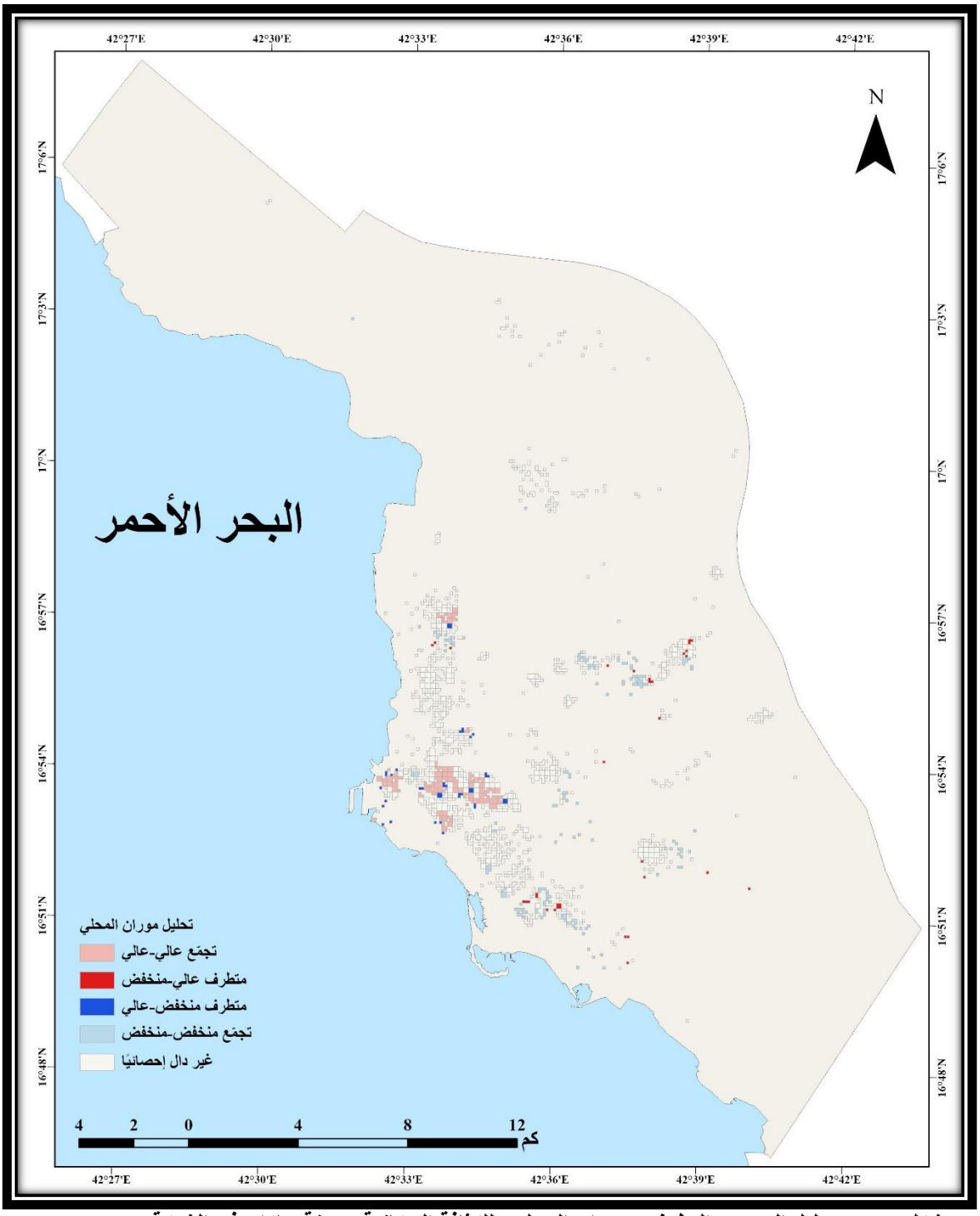
نلاحظ من الشكل تمركز التجمع العالي في المناطق الساحلية الجنوبية الغربية حيث تظهر تجمعات حمراء (High-High) واضحة على طول الشريط الساحلي الجنوبي، خصوصًا في المناطق الحضرية الأكثر كثافة؛ مما يُشير إلى وجود مراكز حضرية مزدحمة تشكل مركز للتجمع السكاني المرتفع. بينما يتوزع التجمع المنخفض في مناطق الشمال والوسط حيث تنتشر المناطق ذات اللون الأزرق (Low-Low) في شمال ووسط المدينة، ما يدل على تكتلات منخفضة الكثافة السكانية. في حين تظهر القيم المتطرفة (High-Low) و-(Low High) في الخلايا التي تمثل حالات انتقالية أو فجوات في النمط، وقد تكون مؤشرًا على تغير سلوكي مفاجئ في الكثافة، مثل وجود منشآت أو أراضي غير مأهولة وسط مناطق مأهولة.

كشفت الشبكة الدقيقة (100م) عن تفاصيل صغيرة في نمط التجمعات، حيث تظهر التجمعات في مناطق متعددة متفرقة وليس فقط في نطاقات واسعة، مما يُظهر قيمة هذا المقياس في رصد الفروقات الموضعية الدقيقة.

ويوضح هذا الشكل أحد الآثار المهمة لاستخدام شبكة دقيقة (100م)، إذ أسهمت في الكشف عن تفاصيل مكانية دقيقة للتجمعات العالية والمنخفضة، والتي قد تُفقد عند استخدام شبكات أكبر (مثل 400م أو 800م). مما يدل على أن تحليل التجمع والتطرف (موران المحلي) يكشف أنماطًا تختلف عن تلك التي يُظهرها التحليل العام (Global Moran's I)، مما يدعم أهمية الجمع بين المؤشرين لفهم السياق المكاني الكامل.

كشف تحليل التجمع والتطرف (موران المحلي) على مستوى شبكة (100م) في مدينة جازان عن توزيع دقيق للتجمعات العالية والمنخفضة والمتطرفة، مما يعكس التباين المكاني الدقيق في توزيع السكان. وتؤكد هذه النتائج على أهمية استخدام التحليل المحلي إلى جانب التحليل العام، وضرورة مراعاة حجم الوحدة المكانية في تفسير الأنماط ضمن إطار MAUP.

DOI: https://doi.org/10.33193/JALHSS.125.2025.1535
ISSN Online: 2414-3383
ISSN Print: 2616-3810
مجلة الفنون والأدب وعلوم الإنسانيات والاجتماع
Journal of Arts, Literature, Humanities and Social Sciences
www.jalhss.com
editor@jalhss.com
Volume (125) October 2025
العدد (125) أكتوبر 2025



شكل (12): تحليل التجمع والتطرف (موران المحلي) للكثافة السكانية بمدينة جازان في الشبكة 200م.

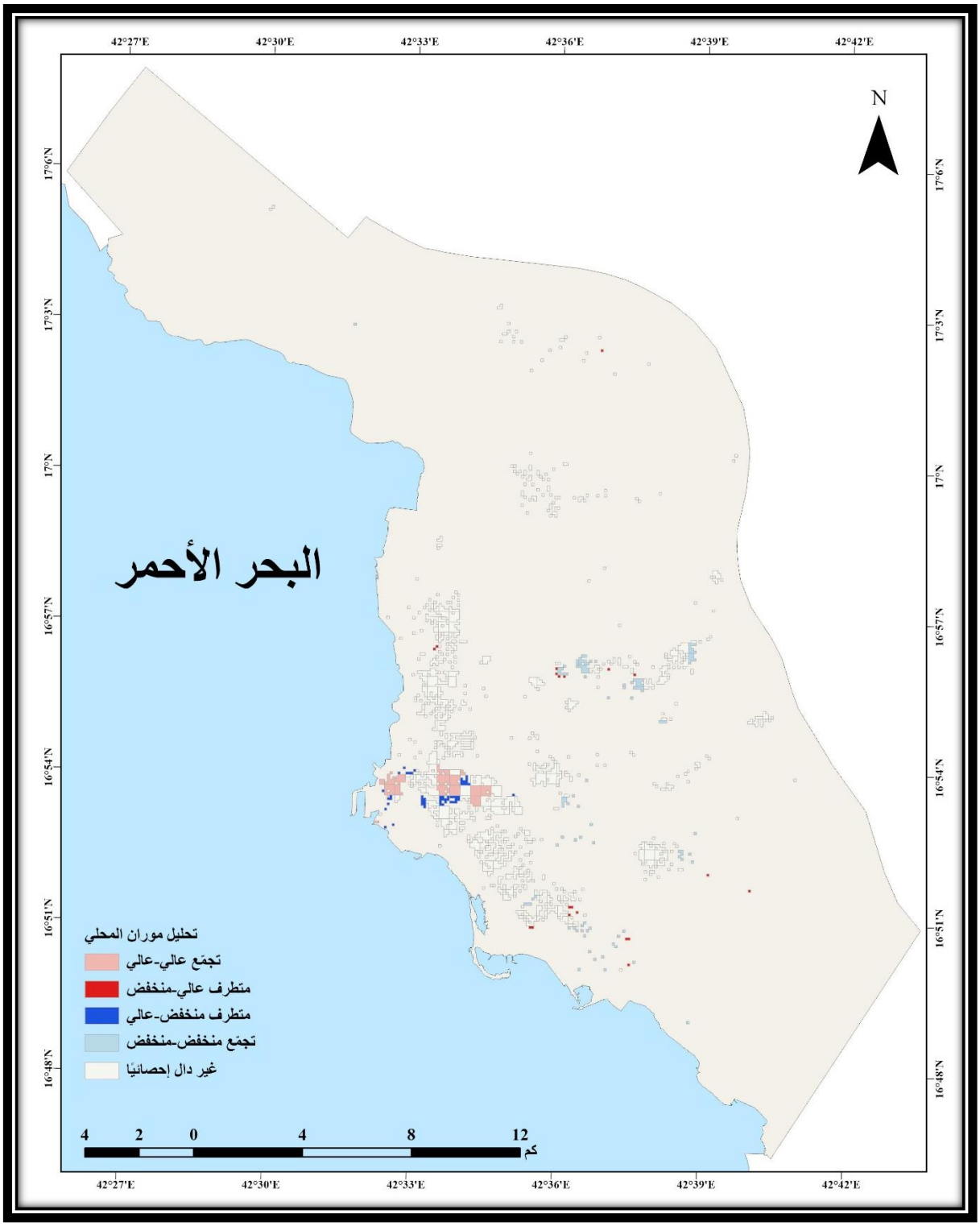
DOI: https://doi.org/10.33193/JALHSS.125.2025.1535
ISSN Online: 2414-3383
ISSN Print: 2616-3810
مجلة الفنون والأدب وعلوم الإنسانيات والاجتماع
Journal of Arts, Literature, Humanities and Social Sciences
www.jalhss.com
editor@jalhss.com
Volume (125) October 2025
العدد (125) أكتوبر 2025

يوضح الشكل (12) تحليل التجمع والتطرف (موران المحلي) للكثافة السكانية بمدينة جازان على شبكة بحجم (200م)، وهي شبكة أكبر من السابقة (100م)، وتُظهر العلاقات المكانية للتجمعات السكانية على مستوى محلي. يظهر الشكل انخفاض كثافة التجمعات العالية والمنخفضة المرصودة في شبكة (200م) مقارنة بشبكة (100م)؛ ويعود ذلك إلى دمج الخلايا الأصغر ضمن وحدات تحليل أكبر (200م)؛ مما يؤدي إلى تنعيم النمط المكاني. كما نلحظ استمرار تمركز التجمعات العالية في الجنوب الغربي حيث تظل المناطق القريبة من الواجهة الساحلية تضم أكبر عدد من التجمعات عالية الكثافة، مما يعزز استقرار النمط العام للتوزيع السكاني، بينما تتوزع التجمعات المنخفضة الكثافة في الشمال والشرق حيث تبدوا أقل اتساعًا من السابق، لكنها لا تزال ظاهرة، ويظهر انخفاض في عدد القيم المتطرفة (الخلايا المصنفة) كـ (High-Low) أو (Low-High)؛ مما يشير إلى فقدان بعض التباين الموضعي نتيجة لتكبير حجم الخلية.

يعكس الشكل أثرًا واضحًا لتأثير المقياس (Scale Effect) ضمن مشكلة الوحدة المساحية المعدلة (MAUP)، حيث إن تكبير حجم الوحدة المكانية (من 100م إلى 200م)؛ أدى إلى تقليل وضوح الأنماط المحلية الدقيقة. تظهر أنماط أوسع وأقل تباينًا، وهذا مفيد لتحليل النطاقات الإقليمية، لكنه أقل حساسية للكشف عن التجمعات الدقيقة التي قد تكون مهمة في اتخاذ قرارات مكانية محلية مثل توزيع الخدمات أو التدخلات التنموية.

تُظهر خريطة شبكة (200م) أنماطًا مكانية أقل تفصيلًا من شبكة (100م)، مع بقاء التجمعات العالية والمنخفضة في مواقعها العامة. وتوضح النتائج أهمية اختيار المقياس بعناية وفق هدف التحليل، خاصة عند تقييم أنماط التباين المكاني للسكان. كما تُشير إلى أنه كلما زاد حجم الوحدة المكانية، كلما تم تعميم الأنماط وفقدان التفاصيل الدقيقة، وهو جوهر تأثير MAUP.

DOI: https://doi.org/10.33193/JALHSS.125.2025.1535
ISSN Online: 2414-3383
ISSN Print: 2616-3810
مجلة الفنون والأدب وعلوم الإنسانيات والاجتماع
Journal of Arts, Literature, Humanities and Social Sciences
www.jalhss.com
editor@jalhss.com
Volume (125) October 2025
العدد (125) أكتوبر 2025



شكل (13): تحليل التجمع والتطرف (موران المحلي) للكثافة السكانية بمدينة جازان في الشبكة 400م.

DOI: https://doi.org/10.33193/JALHSS.125.2025.1535
ISSN Online: 2414-3383
ISSN Print: 2616-3810
مجلة الفنون والأدب وعلوم الإنسانيات والاجتماع
Journal of Arts, Literature, Humanities and Social Sciences
www.jalhss.com
editor@jalhss.com
Volume (125) October 2025
العدد (125) أكتوبر 2025

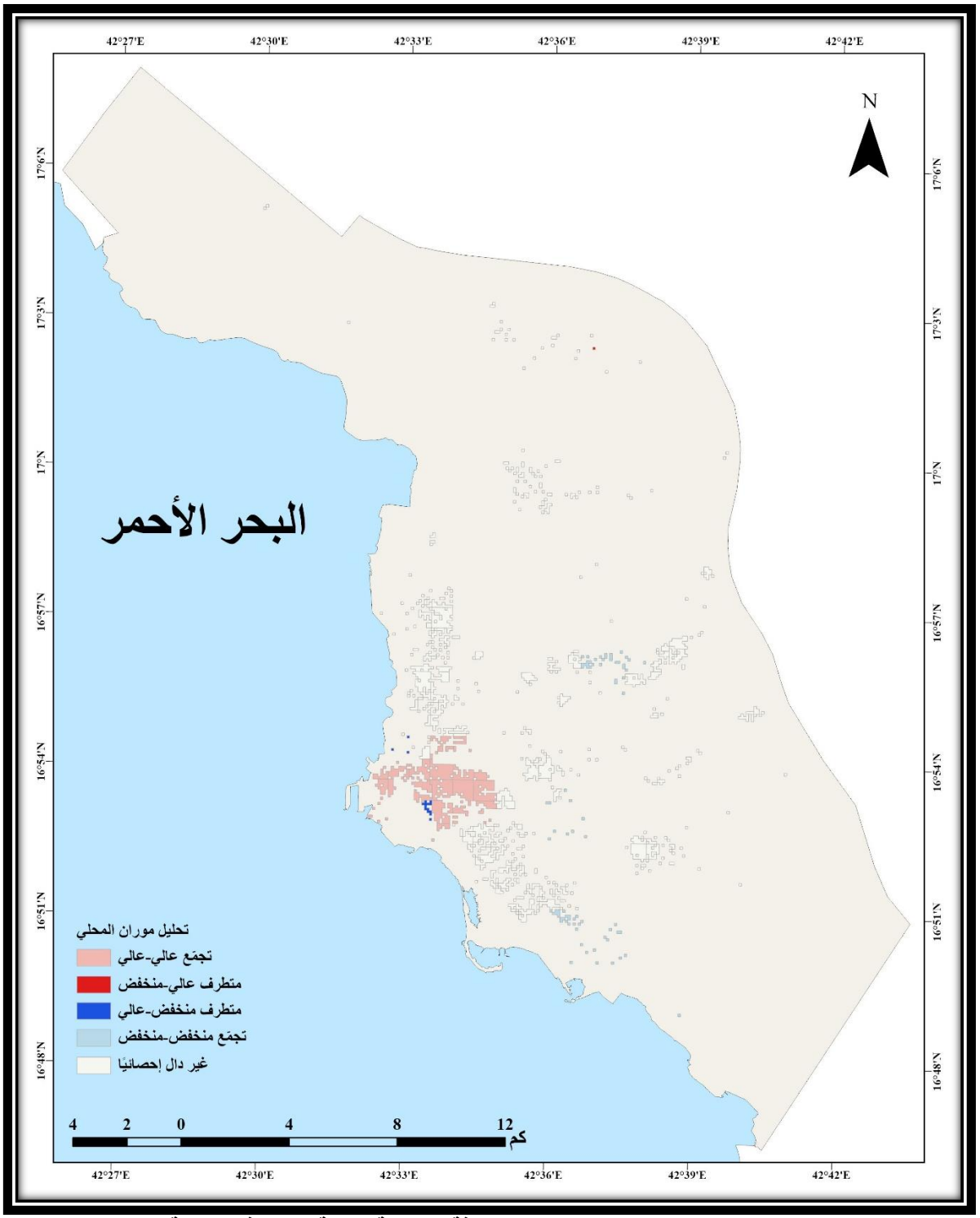
يوضح الشكل (13) تحليل التجمع والتطرف (موران المحلي) للكثافة السكانية بمدينة جازان باستخدام شبكة تحليل بمقياس (400م)، وهي توضح الأنماط المكانية للتجمعات العالية والمنخفضة والمتطرفة ضمن هذا المقياس.

يُلاحظ من الشكل تراجع عدد التجمعات المحلية في الشبكة (400م) مقارنة بالشبكتين (100م، و200م)، حيث يظهر انخفاض كبير في عدد الخلايا التي تُظهر دلالة مكانية واضحة؛ مما يعكس فقدان العديد من التفاصيل الدقيقة نتيجة التوسع في حجم الوحدة المكانية. حيث اظهر الشكل معظم التجمعات العالية في مناطق حضرية محددة كمركز المدينة أو المناطق ذات البنية العمرانية الكثيفة؛ مما يشير إلى أن النمط الإقليمي لا يزال يحتفظ بالتجمعات العامة، لكنه فقد التجمعات الدقيقة الموزعة في أطراف المدينة، كما ظهر التماثل في التوزيع المكاني للقيم المتطرفة حيث تتركز (High-Low) و(Low-High) في نطاقات حضرية نشطة، لكنها أقل عددًا مقارنة بالشبكات الأصغر، يدل ذلك على أن المقياس (400م) بدأ بتقليل حساسية التحليل تجاه الفروق الموضعية الدقيقة. وبرز اتساع رقعة الخلايا غير الدالة إحصائيًا فمعظم الشكل مغطى بخلايا رمادية، مما يعكس أن التحليل في هذا المقياس لم يكشف عن أنماط موضعية قوية سوى في نطاقات محددة.

يُظهر هذا الشكل تأثير المقياس المكاني بوضوح، إذ إن الشبكة الأكبر (400م)؛ أدت إلى تقليل قدرة التحليل المحلي على الكشف عن التجمعات الدقيقة، وتوحيد وتنعيم التباين المكاني عبر مساحات أوسع، وإبراز الأنماط العامة أو لإقليمية فقط، بينما اختفى معظم التنوع المكاني المحلي الذي كان ظاهرًا في الشبكتين الأصغر. هذا هو أحد المظاهر الجوهرية لمشكلة الوحدة المساحية المعدلة (MAUP)، والذي يعرف بـ تأثير المقياس (Scale Effect)، ويؤثر بشكل مباشر على تفسير الأنماط.

يعكس شكل تحليل التجمع والتطرف (موران المحلي) للكثافة السكانية بمدينة جازان باستخدام شبكة (400م) نمطًا أكثر تجانسًا وأقل تفصيلًا، مع استمرار تمركز التجمعات العالية والمنخفضة في المناطق المركزية فقط. يؤكد هذا التحليل أن اختيار المقياس له أثر حاسم على نتائج التحليل المكاني، ويعزز من أهمية التحليل متعدد المقاييس لفهم الظاهرة بصورة أكثر شمولًا.

DOI: https://doi.org/10.33193/JALHSS.125.2025.1535
ISSN Online: 2414-3383
ISSN Print: 2616-3810
مجلة الفنون والأدب وعلوم الإنسانيات والاجتماع
Journal of Arts, Literature, Humanities and Social Sciences
www.jalhss.com
editor@jalhss.com
Volume (125) October 2025
العدد (125) أكتوبر 2025



شكل (14): تحليل التجمع والتطرف (موران المحلي) للكثافة السكانية بمدينة جازان في الشبكة 800م.

DOI: https://doi.org/10.33193/JALHSS.125.2025.1535
ISSN Online: 2414-3383
ISSN Print: 2616-3810
مجلة الفنون والأدب وعلوم الإنسانيات والاجتماع
Journal of Arts, Literature, Humanities and Social Sciences
www.jalhss.com
editor@jalhss.com
Volume (125) October 2025
العدد (125) أكتوبر 2025

يوضح الشكل (14) تحليل التجمع والتطرف (موران المحلي) للكثافة السكانية بمدينة جازان باستخدام شبكة تحليل واسعة بمقياس (800م)، وهي أكبر وحدة مكانية ضمن نطاق الدراسة، وتوضح أنماط التجمعات السكانية والعلاقات المحلية ضمن هذا المقياس.

يُظهر الشكل تركزا كبيرًا للتجمعات العالية في منطقة واحدة فقط المركز الحضري الغربي؛ مما يشير إلى أن التحليل عند هذا المقياس يكشف فقط التجمعات العامة الواسعة دون تفاصيل موضعية، كما نلاحظ تراجع واضح في عدد الخلايا المصنفة كتجمعات منخفضة أو متطرفة، حيث يظهر اختفاء شبه تام للنقاط الزرقاء في معظم المدينة، عدا نطاق ضيق؛ مما يدل على أن التحليل فقد القدرة على تمييز التباين المكاني الدقيق بسبب كبر حجم الخلية. حيث أدى الدمج المكاني في شبكة (800م) إلى إنتاج نمط مبسّط ومركّز، يُظهر التجمعات الأكبر فقط. كما أصبحت الخلايا غير الدالة تشغل معظم المساحة الجغرافية؛ مما يؤكد على ضعف الاستجابة التحليلية للتباينات الصغيرة في هذا المقياس.

يُعد هذا الشكل المثال الأوضح على تأثير المقياس في MAUP، فعند استخدام شبكة واسعة مثل (800م)، تختفي الأنماط الدقيقة والتجمعات المحلية، ويُظهر التحليل نتائج أكثر تعميمًا، وتُفقد الكثير من العلاقات المكانية الموضعية المهمة لاتخاذ قرارات مكانية دقيقة.

يكشف شكل تحليل التجمع والتطرف (موران المحلي) للكثافة السكانية بمدينة جازان لشبكة (800م) أن التحليل في هذا المقياس يُظهر فقط التجمعات الكلية الواسعة، بينما يُخفي الفروقات المحلية التي كانت واضحة في الشبكات الأدق. وهذا يدعم الاستنتاج بأن تحليل الأنماط المكانية يجب ألا يقتصر على مقياس واحد، بل يجب أن يتم عبر تحليل متعدد المقاييس لتفادي آثار MAUP وضمان تفسير متوازن للأنماط.

أظهرت الاشكال تحليل التجمع والتطرف (موران المحلي) للكثافة السكانية بمدينة جازان عبر المقاييس الأربعة (100م، 200م، 400م، 800م)، نمطًا تدريجيًا واضحًا يعكس أثر المقياس المكاني ضمن مشكلة الوحدة المساحية المعدلة (MAUP). فعند استخدام الشبكة الدقيقة (100م)، تميّزت الخريطة بانتشار واسع للتجمعات العالية (High-High) والتجمعات المنخفضة (Low-Low) في أجزاء مختلفة من المدينة، مما أسهم في رصد تفاصيل مكانية دقيقة، بما في ذلك التجمعات المتطرفة والانتقالات الموضعية بين الكثافات. ومع الانتقال إلى الشبكة المتوسطة (200م)، بقيت الأنماط العامة مرئية، لكن عدد الخلايا ذات الدلالة الإحصائية بدأ يتراجع تدريجيًا، وانخفضت مساحات التجمعات الموضعية لصالح نمط أكثر تجانسًا. أما في شبكة (400م)، فقد أصبح التحليل أكثر بساطة وعمومية، حيث انخفضت القدرة على التقاط الفروقات الدقيقة، واقتصرت التجمعات الدالة إحصائيًا على مناطق حضرية مركزية محدودة. وأخيرًا، أظهر شكل شبكة (800م)، الحد الأدنى من التجمعات، متمركزة في نطاق ضيق غرب المدينة، مع غياب شبه كامل للتفاصيل الموضعية؛ مما يدل على زيادة التعميم للنمط المكاني وفقدان معظم العلاقات المحلية الدقيقة. تشير هذه التحولات إلى أن تكبير حجم الوحدة المكانية يؤدي إلى تقليل حساسية التحليل تجاه التجمعات الدقيقة وزيادة التجانس المكاني؛ مما يؤثر مباشرة على تفسير الأنماط السكانية.

وأخيرًا يمكن القول أن جميع نتائج الدراسة باختلاف التحليلات المستخدمة سواء التحليلات الإحصائية الوصفية وخرائط الكثافة وتحليل الارتباط الذاتي المكاني (موران العام) وتحليل التجمع والتطرف (موران المحلي) أجمعت على تأثير المقياس المكاني ضمن مشكلة الوحدة المساحية المعدلة على نتائج التحليل المكاني، وبالتالي يجب التأكيد على ضرورة وأهمية تبني منهجية متعددة المقاييس (Multi-Scale Analysis) عند تحليل الأنماط المكانية لضمان تمثيل دقيق وشامل للتوزيعات السكانية، وتفادي النتائج المضللة الناتجة عن تأثير الوحدة المساحية المعدلة. ومراعاة أثرها عند بناء الشبكات أو إجراء التحليلات المكانية.

الخاتمة

تركز هذه الدراسة على فحص أثر تغير المقياس المكاني كأحد الأبعاد الرئيسية لمشكلة الوحدة المساحية المعدلة في نتائج تحليل الكثافة السكانية، باستخدام شبكات تغطي النطاق العمراني لمدينة جيزان، وذلك بهدف الوقوف على مدى استقرار ومصداقية التحليل المكاني في ظل هذه الإشكالية المنهجية.

وقد تم تطبيق هذه الدراسة على بيانات التعداد السكاني لعام 2022م، بمدينة جازان جنوب غرب المملكة العربية السعودية. باستخدام الطبقة الشبكية المكانية عند المستوى (16)، المتكونة من خلايا مربعة تبلغ مساحة كل منها 100 متر مربع، ومن ثم بناء ثلاث شبكات مكانية (200م، 400م، 800م) باستخدام برنامج ArcGIS Pro

DOI: https://doi.org/10.33193/JALHSS.125.2025.1535
ISSN Online: 2414-3383
ISSN Print: 2616-3810
مجلة الفنون والأدب وعلوم الإنسانيات والاجتماع
Journal of Arts, Literature, Humanities and Social Sciences
www.jalhss.com
editor@jalhss.com
Volume (125) October 2025
العدد (125) أكتوبر 2025

اعتمادا على (الشبكة المكانية 100م (الاصلية)؛ لتقييم تأثير مشكلة الوحدة المساحية المعدلة (MAUP) على نتائج تحليل الكثافة السكانية، من خلال محاكاة تأثير التغير في حجم الوحدات المكانية باستخدام شبكات مكانية متعددة الأحجام.

النتائج

توصلت الدراسة إلى:

- أظهرت التحليلات الإحصائية الجدولية للكثافة السكانية في الشبكات الأربعة انخفاض المتوسط الحسابي للكثافة تدريجيًا مع زيادة حجم الشبكة من (0.0108) في شبكة (100م) إلى (0.0095) في شبكة (800م). بالإضافة لانخفاض ملحوظ في الانحراف المعياري من (0.0066 إلى 0.0034) من الشبكة (100م) إلى الشبكة (800م).
- أبرز التوزيع الإحصائي من خلال الرسوم البيانية للشبكات الأربعة أن زيادة حجم الخلايا أدى إلى تناقص الانحراف عن التوزيع الطبيعي خاصة في شبكة (800م)، حيث يبدو التوزيع متماثلًا نسبيًا. والاستقرار النسبي للمتوسط الحسابي حيث لم يتغير بشكل كبير، ولكن طريقة تمثيله مكانيًا تتغير باختلاف حجم الوحدة.
- أظهرت خرائط الكثافة السكانية للشبكات الأربعة أن زيادة حجم الوحدة المكانية ترتبط بتغيرات ملحوظة في نمط الكثافة، حيث تؤدي الشبكات الصغيرة (100م و200م) إلى تمثيل أكثر دقة وتفصيلًا للتباين المكاني، بينما الشبكات الأكبر (400م و800م) تعطي نمطًا أكثر تعميمًا وتجانسًا. ومع تزايد حجم الخلايا، تقل قدرة الشبكة على كشف الاختلافات الدقيقة داخل المناطق الحضرية.
- ظهرت قيمة مؤشر الارتباط الذاتي المكاني (Global Moran's I) غير ثابتة مع تغير المقياس في الشبكات الاربعة، وأن تفسير نتائج التحليل المكاني يتأثر بشدة بحجم الوحدة المكانية المستخدمة. ففي حين أظهرت الشبكة الأصغر (100م) مستوى عاليًا من التجمع المكاني المحلي، فإن الشبكة الأكبر (800م) أظهرت أيضًا مستوى عالٍ ولكن ربما ناتج عن تجمعات أوسع وأقل تفصيلًا. أما الشبكتان المتوسطتان (200م و400م) فقد أظهرتا قيمًا أقل، ما قد يشير إلى أن بعض الأنماط المكانية تتلاشى عند هذه المقاييس.
- أظهرت المخططات الانتشارية الأربعة للتجمع والتطرف (موران المحلي) في الكثافة السكانية أن درجة الارتباط المكاني بين الكثافة السكانية وقيم الجوار تتأثر بشكل واضح بتغير حجم الوحدة المكانية. ففي شبكة (100)، كان النمط المرسوم يُظهر تجمعًا موضعيًا واضحًا مع وجود عدد ملحوظ من القيم المتطرفة (High-High و(Low-Low)، وقوة علاقة نسبية ($R^2 = 0.19$) تُشير إلى أن الشبكة الصغيرة تحتفظ بالتفاصيل الدقيقة للتوزيع السكاني. ومع الانتقال إلى شبكتي (200م و400م)، انخفضت قوة العلاقة تدريجيًا (0.10 و0.11 على التوالي)، وظهر تراجع في عدد التجمعات المكانية المحلية. أما في شبكة (800م)، فقد سجلت قيمة (R^2) أعلى قيمة حيث بلغت (0.28)، وهو ما يعكس تحول النمط من التباين المحلي إلى التجانس العام.
- أظهرت أشكال تحليل التجمع والتطرف (موران المحلي) للكثافة السكانية بمدينة جازان نمطًا تدريجيًا واضحًا يعكس أثر المقياس المكاني ضمن مشكلة الوحدة المساحية المعدلة (MAUP). فعند استخدام الشبكة الدقيقة (100م)، تميّزت الخريطة بانتشار واسع للتجمعات العالية (High-High) والتجمعات المنخفضة (Low-Low)) في أجزاء مختلفة من المدينة، مما أسهم في رصد تفاصيل مكانية دقيقة، بما في ذلك التجمعات المتطرفة والانتقالات الموضعية بين الكثافات. ومع الانتقال إلى الشبكة المتوسطة (200م)، بقيت الأنماط العامة مرئية، لكن عدد الخلايا ذات الدلالة الإحصائية بدأ يتراجع تدريجيًا، وانخفضت مساحات التجمعات الموضعية لصالح نمط أكثر تجانسًا. أما في شبكة (400م)، فقد أصبح التحليل أكثر بساطة وعمومية، حيث انخفضت القدرة على التقاط الفروقات الدقيقة، واقتصرت التجمعات الدالة إحصائيًا على مناطق حضرية مركزية محدودة. وأخيرًا، أظهرت شكل شبكة (800م)، الحد الأدنى من التجمعات، متمركزة في نطاق ضيق غرب المدينة، مع غياب شبه كامل للتفاصيل الموضعية؛ مما يدل على زيادة التعميم للنمط المكاني وفقدان معظم العلاقات المحلية الدقيقة.

DOI: https://doi.org/10.33193/JALHSS.125.2025.1535
ISSN Online: 2414-3383
ISSN Print: 2616-3810
مجلة الفنون والأدب وعلوم الإنسانيات والاجتماع
Journal of Arts, Literature, Humanities and Social Sciences
www.jalhss.com
editor@jalhss.com
Volume (125) October 2025
العدد (125) أكتوبر 2025

التوصيات

تُبرز النتائج تأثير المقياس المكاني ضمن مشكلة الوحدة المساحية المعدلة على نتائج التحليل المكاني، وبالتالي أهمية تبني منهجية متعددة المقاييس عند تحليل الأنماط المكانية لضمان تمثيل دقيق وشامل للتوزيعات السكانية، وتفادي النتائج المضللة الناتجة عن تأثير MAUP. لذا توصى الدراسة باستخدام تحليل متعدد المقاييس (Multi-Scale Analysis)، ومراعاة أثر MAUP عند بناء الشبكات أو إجراء التحليلات المكانية.

المصادر

1. المطيري، م. ب. خ. (2021). تقييم مشكلة الوحدة المساحية المعدلة باستخدام المنهج متعدد المستويات. مجلة جامعة الملك خالد للعلوم الإنسانية، 8(2)، 1–26.
2. الهيئة العامة للإحصاء، (2023)، تقرير البيانات الوصفية لإحصاءات (الطبقات الشبكية لتعداد السعودية 2022).
3. Briz-Redón, Á., Martínez-Ruiz, F., & Montes, F. (2019). Investigation of the consequences of the modifiable areal unit problem in macroscopic traffic safety analysis: A case study accounting for scale and zoning. Accident Analysis & Prevention, 132, 105276. https://doi.org/10.1016/j.aap.2019.105276
4. Cima, E. G., Rocha-Junior, W. F. da, Uribe-Opazo, M. A., & Dalposso, G. H. (2021). Modifiable Areal Unit Problem (MAUP): Analysis of agriculture of the state of Paraná-Brazil. Agris on-line Papers in Economics and Informatics, 13(2), 19–28.
5. Esri. (n.d.-a). How Spatial Autocorrelation (Global Moran's I) works. ArcGIS Pro Tool Reference. Retrieved September 13, 2025, from https://pro.arcgis.com/en/pro-app/latest/tool-reference/spatial-statistics/h-how-spatial-autocorrelation-moran-s-i-spatial-st.htm.
6. Esri. (n.d.-b). How Cluster and Outlier Analysis (Anselin Local Moran's I) works. ArcGIS Pro Tool Reference. Retrieved September 13, 2025, from https://pro.arcgis.com/en/pro-app/latest/tool-reference/spatial-statistics/h-how-cluster-and-outlier-analysis-anselin-local-m.htm.
7. Fotheringham, A. S., & Wong, D. W. S. (1991). The modifiable areal unit problem in multivariate statistical analysis. Environment and Planning A, 23(7), 1025–1044. https://doi.org/10.1068/a231025.
8. Johns, M. (2010). The modifiable areal unit problem (MAUP) via cluster analysis [master's thesis, University of Southern California].
9. Lee, G., Cho, D., & Kim, K. (2016). The modifiable areal unit problem in hedonic house-price models. Urban Geography, 37(2), 223–245. https://doi.org/10.1080/02723638.2015.1069026
10. Lee, S.-I., Lee, M., Chun, Y., & Griffith, D. A. (2018). Uncertainty in the effects of the modifiable areal unit problem under different levels of spatial autocorrelation: A simulation study. International Journal of Geographical Information Science, 33(6), 1135–1154. https://doi.org/10.1080/13658816.2018.1542597.
11. Nelson, J. K., & Brewer, C. A. (2015). Evaluating data stability in aggregation structures across spatial scales: Revisiting the modifiable areal unit problem. Cartography and Geographic Information Science, 44(1), 35–50. https://doi.org/10.1080/15230406.2015.1093431.
12. Openshaw, S. (1984). The modifiable areal unit problem. Geo Books.

DOI: https://doi.org/10.33193/JALHSS.125.2025.1535
ISSN Online: 2414-3383
ISSN Print: 2616-3810
مجلة الفنون والأدب وعلوم الإنسانيات والاجتماع
Journal of Arts, Literature, Humanities and Social Sciences
www.jalhss.com
editor@jalhss.com
Volume (125) October 2025
العدد (125) أكتوبر 2025

13. Swift, A., Liu, L., & Uber, J. (2008). Reducing MAUP bias of correlation statistics between water quality and GI illness. Computers, Environment and Urban Systems, 32(2), 134–148. https://doi.org/10.1016/j.compenvurbsys.2007.11.002.
14. Tuson, M., Yap, M., Kok, M. R., Murray, K., Turlach, B., & Whyatt, D. (2019). Incorporating geography into a new generalized theoretical and statistical framework addressing the modifiable areal unit problem. International Journal of Health Geographics, 18(1), 6. https://doi.org/10.1186/s12942-019-0170-3.