



Original article

The Impact of the Geographic Unit of Analysis on Representing Population Growth Maps: An Applied Study of the MAUP Problem in Diyala Governorate for the Period (1977–1997)

Zainab Mohammed Amin
Al-Iraqia University – College of Arts

ABSTRACT

This study evaluates how the Modifiable Areal Unit Problem (MAUP) influences the mapping of population growth in Diyala Governorate between 1977 and 1997 by comparing administrative units with higher-resolution grid cells. Census data and GIS-based spatial analytical tools were employed to examine how scale and zoning affect the visibility of demographic patterns. The findings show that district-level analysis produces an overly uniform spatial picture that masks internal variation, whereas sub-district units reveal clear clusters of high growth in urbanized centers and low-growth clusters in peripheral areas historically affected by out-migration. Grid-cell analysis sharpened these contrasts: coarse grids smoothed differences, while 1 km cells exposed fine-scale structures and localized demographic shifts not visible at broader scales. The study concludes that high-resolution grids provide a more accurate and unbiased representation of spatial growth and stresses the need for multi-scale approaches when interpreting population dynamics to avoid distortions caused by MAUP.

**Correspondence author:*
zainab.m.ameen@aliraqia.edu.iq

Received: 06 December 2025
Accepted: 26 December 2025
Published: 01 February 2026

DOI:

<https://doi.org/10.31185/wjfh.Vol22.Iss1.1485>



1812-0512 /© 2026 The Author(s). Published by Wasit Journal for Humanities Sciences, Wasit University. This is an open access article under the CC BY-NC-ND license (<http://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/>).

Cite:

Amin, Z. M. . (2026). The Impact of the Geographic Unit of Analysis on Representing Population Growth Maps: An Applied Study of the MAUP Problem in Diyala Governorate for the Period (1977–1997). *Wasit Journal for Human Sciences*, 22(1).
<https://doi.org/10.31185/wjfh.Vol22.Iss1.1485>

Keywords: Modifiable Areal Unit Problem (MAUP), Population Growth, Multi-scale Spatial Analysis, Geographic Information Systems (GIS)

أثر وحدة التحليل الجغرافي في تمثيل خرائط النمو السكاني/ دراسة تطبيقية لمشكلة MAUP لمحافظة ديالى للمدة (1977-1997)

أ.م. د. زينب محمد أمين
الجامعة العراقية/ كلية الآداب

المُستخلص

يتناول هذه البحث أثر Modifiable Areal Unit Problem (MAUP) في تمثيل النمو السكاني بمحافظة ديالى خلال المدة 1977-1997، عبر مقارنة نتائج الوحدات الإدارية التقليدية مع وحدات التحليل الشبكية Grid ذات الدقة المختلفة. استُخدمت بيانات التعداد وتقنيات التحليل المكاني في GIS، بما في ذلك Zonal Statistics و Spatial Join، فضلا عن مؤشرات قياس البنية المكانية مثل Moran's I و Entropy Index. أظهرت النتائج أن مستوى القضاء ينتج نمطاً متجانساً يطمس التباين الداخلي، بينما يكشف مستوى الناحية عن تكتلات High-High في المراكز الحضرية، مقابل Low-Low في المناطق الطرفية، أما الشبكات الخلية، ولا سيما Grid 1 km، فقد أبرزت التفاصيل الدقيقة للنمو وكشفت الفروق التي لا تظهر عند المقاييس الأكبر، حيث يوضح البحث أن وحدات التحليل الدقيقة تمنح تمثيلاً أكثر حيادية للظاهرة، وتؤكد أهمية اعتماد التحليل متعدد المقاييس للحد من تأثير MAUP في الدراسات الديموغرافية.

الكلمات المفتاحية: مشكلة وحدة المساحة القابلة للتعديل (MAUP) - النمو السكاني - التحليل المكاني المتعدد المقاييس - نظم المعلومات الجغرافية.

المقدمة:

يمثل النمو السكاني ظاهرة ديموغرافية معقدة تتداخل فيها العوامل المكانية والاجتماعية والاقتصادية، ويزداد هذا التعقيد في البيئات ذات التباين الجغرافي الواضح مثل محافظة ديالى، التي تجمع بين الحواضر الكبرى، والريف الزراعي، والمناطق الحدودية، كما تُظهر بيانات ديالى خلال العقود الماضية تباينات مكانية ملحوظة في معدلات النمو بين وحداتها الإدارية، مما يجعل تحليل هذه الظاهرة ضرورة للتخطيط الإقليمي وتوزيع الخدمات والموارد، ومع ذلك فإن دقة التحليل ترتبط بصورة مباشرة بوحدة التحليل الجغرافي المستخدمة، وهو ما يُعرف بمشكلة وحدة المساحة القابلة للتعديل (MAUP)، التي تُعد من أهم التحديات المنهجية في الجغرافيا الكمية.

الدراسات الكلاسيكية مثل Openshaw (1984) و Fotheringham & Wong (1991) تناولت جذور المشكلة، مشيرة إلى أن تغيير حجم أو شكل الوحدة المكانية يعيد تشكيل العلاقات الإحصائية والأنماط المكانية حتى مع ثبات البيانات، وقد طوّرت أبحاث أحدث مثل Chen et al. (2022) هذا المفهوم عبر التحليل متعدد المقاييس، مؤكدة أن الوحدات الكبيرة تخفي التباين الداخلي، في حين تكشف الوحدات الصغيرة مثل Grid 1km التنوع الحقيقي للظاهرة، كما أظهرت دراسات Tovar Plata (2022) حول النقل الحضري و Stillwell et al. (2018) حول الهجرة أن MAUP لا يغيّر فقط القيم الإحصائية، بل قد يغيّر اتجاه العلاقة بين المتغيرات ويؤثر على الاستنتاجات التخطيطية، أما الدراسات العربية خصوصاً السكانية، فقد اعتمدت غالباً على وحدات إدارية جاهزة دون فحص أثر المقياس، ما أدى إلى خرائط لا تعكس التفاوتات الداخلية بدقة.

يظهر من مراجعة هذه الدراسات أن اتجاهها يقسم على مسارين: دراسات ركزت على كشف مشكلة MAUP نظرياً من دون تطبيقها على ظواهر ديموغرافية عربية، ودراسات تطبيقية استخدمت وحدات تحليل ثابتة من دون اختبار حساسية النتائج للتغير المكاني، وتقع أهمية هذا البحث في الكشف عن المشكلة من خلال تقييم أثر MAUP على تمثيل النمو السكاني في محافظة ديالى، عبر مقارنة نتائج ثلاث وحدات تحليل (القضاء، الناحية، والشبكة الخلوية)، ويتيح هذا المنهج اختبار مدى حساسية قيم النمو لخيارات التحليل، والوصول إلى وحدة أكثر حيادية ودقة في تمثيل الفروقات المكانية، بما يخدم التخطيط الديموغرافي القائم على بيانات سليمة وخرائط دقيقة.

المشكلة:

تتمثل المشكلة في أن قيم وأنماط النمو السكاني في ديالى تتغير بشكل واضح عند استخدام وحدات تحليل مختلفة (قضاء، ناحية، Grid)، مما يعكس تأثير مشكلة MAUP.

فرضية البحث:

يفترض البحث أن اختلاف وحدة التحليل الجغرافي يؤدي إلى تغير جوهري في قيم وأنماط النمو السكاني بمحافظة ديالى، بحيث تظهر تباينات مكانية أكبر عند استخدام الوحدات الصغيرة (Grid) مقارنة بالوحدات الإدارية التقليدية، مما يعكس تأثير MAUP على دقة التمثيل الخرائطي.

هدف البحث

يهدف البحث إلى تحليل أثر اختلاف وحدات التحليل الجغرافي (قضاء، ناحية، Grid) في تمثيل النمو السكاني بمحافظة ديالى خلال المدة 1987-1997، أن اعتماد هذه الأرقام تمثل تعدادات سكانية معتمدة لغرض استخراج معدلات النمو السكاني فضلاً عن أن هذا البحث يمكن أن يمثل تطبيقاً لمحافظة عراقية يمكن اعتماده واعتماد التقنيات المستخدمة فيه لبحوث أخرى أو دراسات أوسع. من أجل تحديد مدى تأثير مشكلة MAUP على دقة الخرائط السكانية، بهدف الوصول إلى الوحدة الأكثر حيادية وكفاءة في إظهار التباينات المكانية الحقيقية.

أهمية البحث:

تتجلى أهمية البحث في كشفها تأثير MAUP على نتائج التحليل السكاني، وإيضاح كيف يؤدي استخدام وحدات تحليل غير مناسبة إلى تمثيل خرائطي مظلّل، كما تكتسب أهميتها من تقديمها إطاراً منهجياً يعتمد التحليل متعدد المقاييس لتحسين دقة خرائط النمو بالاعتماد على بيانات مكانية أكثر واقعية وموثوقة.

حدود منطقة البحث

يغطي البحث حدود محافظة ديالى التي تقع شرق العراق بوصفها وحدة التحليل الرئيسية، وتمتد ضمن الإحداثيات الجغرافية (34°05' - 35°15' شمالاً، 44°30' - 45°45' شرقاً)، وتحدها من الشمال محافظة السليمانية، ومن الغرب بغداد وصلاح الدين، ومن الجنوب واسط، بينما تشكل إيران حدودها الشرقية، وتشمل الحدود المكانية جميع الأفضية التابعة للمحافظة (بعقوبة، الخالص، المقدادية،

خانقين، بلدروز، كفري (الجزء التابع إداريًا لديالى)، فضلا عن نواحيها الرئيسية مثل : بهرز، بني سعد، الوجيهية، كنعان، السعدية، جولاء، قزانية، مندلي، الجديدة، ههب خريطة (1).

خريطة (1) موقع منطقة الدراسة من العراق



المصدر/ وزارة الموارد المائية، الهيئة العامة للمساحة، خريطة محافظة ديالى مقياس 1/ 500000 ل عام 2024.

يقتصر الإطار الزمني للبحث على تعدادات 1977 و 1987 و 1997 كونهم يوفران بيانات معتمدة وقابلة للمقارنة حول النمو السكاني، أما الحدود الموضوعية، فتركز حصراً على تحليل أثر اختلاف وحدة التحليل الجغرافي في تمثيل النمو السكاني ضمن إطار مشكلة وحدة المساحة القابلة للتعديل MAUP بنوعها، من دون التوسع في تفسير العوامل الاقتصادية المحركة للنمو، ويعتمد البحث في تحديد هذه الحدود على ما أشار إليه (Openshaw (1984) حول ضرورة تحديد الإطار المكاني بدقة لتقليل تحيزات المقياس والتقسيم، وهذا ما أكده (Wong (2009 بشأن أهمية ثبات البيانات عند المقارنة بين وحدات مكانية مختلفة؛ مما يجعل حدود الدراسة عنصراً حاسماً في ضمان دقة التحليل المكاني وموثوقية نتائجه.

منهجية وتقنيات البحث:

يعتمد البحث تحليلاً مكانياً مقارناً باستخدام بيانات تعدادات 1977 و 1987 و 1997 عبر ثلاث وحدات تحليل (القضاء، الناحية، والشبكة الخلوية (1 كم))، لاختبار تأثير المقياس والتقسيم ضمن مشكلة MAUP، واستُخدمت أدوات GIS مثل Zonal Statistics و Raster Calculator لحساب النمو، مع مؤشرات مكانية ك Moran's I و Entropy Index لقياس الترابط والتجانس، بهدف تحديد الوحدة الأكثر دقة في تمثيل التباين المكاني للنمو السكاني.

جدول (1) اعداد سكان محافظة ديالى بحسب سنوات التعداد (1977 - 1987 - 1997)

1997	1987	1977	الوحدات الادارية
243831	173239	79142	مركز قضاء بعقوبة
35505	24296	16529	ناحية كنعان
135402	79480	20553	ناحية بني سعد
42881	36125	18478	ناحية بهرز
109106	78671	53494	مركز قضاء المقدادية
38925	31332	22958	ناحية ابي صيدا
32495	23706	16067	ناحية الوحيهية
113992	84003	105708	مركز قضاء الخالص
37989	27752	19155	ناحية المنصورية
64626	44497	29211	ناحية هههب
14370	9081	7054	ناحية العظيم
51946	39486	52128	مركز قضاء خانقين
47119	38002	28958	ناحية جلواء
31812	24810	16834	ناحية السعدية
18334	8092	25651	مركز قضاء مندلي
68571	48625	24923	ناحية بلدروز
11638	6763	9187	ناحية قرانية
10659	28600	37532	مركز قضاء كفري
26022	18064	17372	ناحية قره تبة

المصدر/ جمهورية العراق، وزارة التخطيط والتعاون الإنمائي، الجهاز المركزي للإحصاء وتكنولوجيا المعلومات، نتائج تعداد 1987 و1997، بيانات غير منشورة.

جدول (2) نمو سكان محافظة ديالى بحسب سنوات التعداد (1977 - 1987 - 1997)

1997 - 1977	1997- 1987	1987 - 1977	الوحدات الإدارية
5.63	3.42	7.83	مركز قضاء بعقوبة
3.82	3.79	3.85	ناحية كنعان
9.43	5.33	13.52	ناحية بني سعد
4.21	1.71	6.70	ناحية بهرز

6.11	3.79	8.44	مجموع القضاء
قضاء المقدادية			
3.56	3.27	3.86	مركز قضاء المقدادية
2.64	2.17	3.11	ناحية ابي صيدا
3.52	3.15	3.89	ناحية الوجيهية
3.34	3.00	3.68	مجموع القضاء
قضاء الخالص			
0.38	3.05	-2.30	مركز قضاء الخالص
3.42	3.14	3.71	ناحية المنصورية
3.97	3.73	4.21	ناحية ههب
3.56	4.59	2.53	ناحية العظيم
1.80	3.34	0.26	مجموع القضاء
قضاء خانقين			
-0.02	2.74	-2.78	مركز قضاء خانقين
2.43	2.15	2.72	ناحية جلولا
3.18	2.49	3.88	ناحية السعدية
1.45	2.46	0.44	مجموع القضاء
قضاء مندلي			
-1.68	8.18	-11.54	مركز قضاء مندلي
5.06	3.44	6.68	ناحية بلدروز
1.18	5.43	-3.06	ناحية قزانية
2.50	4.40	0.60	مجموع القضاء
قضاء كفري			
-6.29	-9.87	-2.72	مركز قضاء كفري
2.02	3.65	0.39	ناحية قرّة تبة
-2.02	-2.41	-1.63	مجموع القضاء
3.18	3.20	3.16	مجموع المحافظة

المصدر/ بالاعتماد على جدول (1) باستخدام معادلة النمو السكاني :- $r = \sqrt[t]{\frac{pt}{po}} - 1 \times 100$

حيث أن:

r = معدل النمو السنوي للسكان

P_t = عدد السكان في التعداد الأخير .

p_0 = عدد السكان في التعداد الأول .

t = عدد السنوات الفاصلة بين التعدادين .

للتفاصيل ينظر :

U. N. Demographic year book,1980, New York. P19.

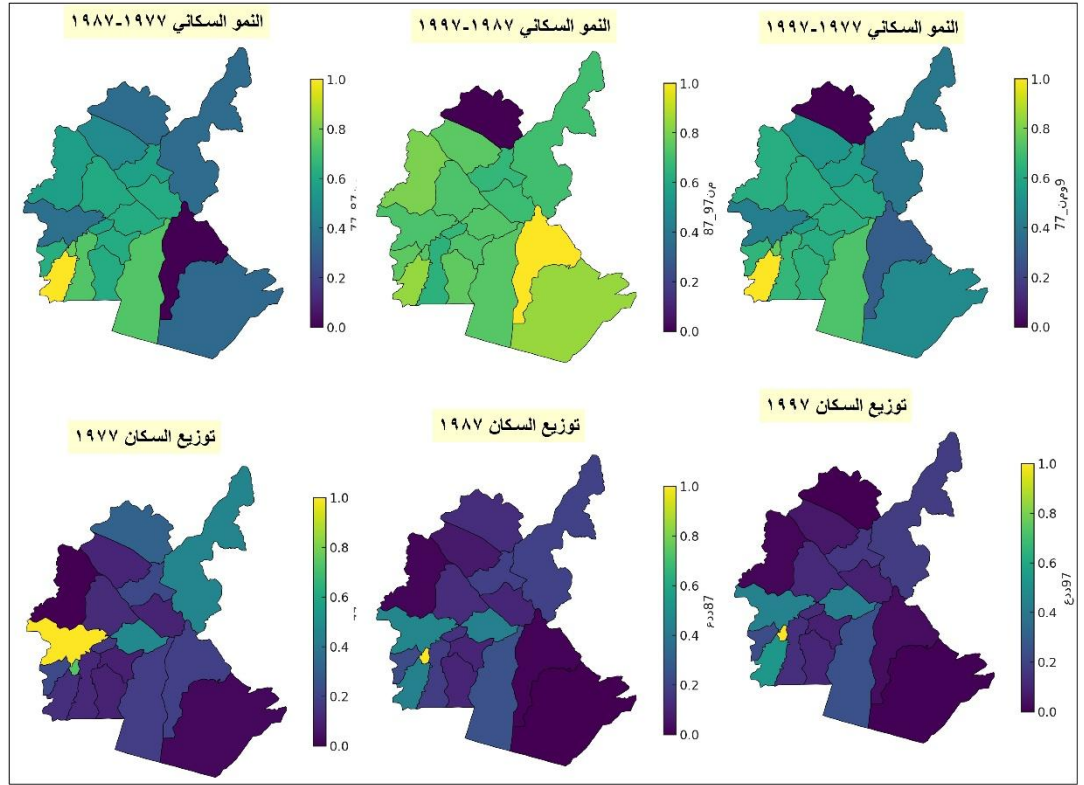
2.1 مفهوم النمو السكاني كظاهرة مكانية

يُعدّ النمو السكاني ظاهرة ديموغرافية ذات أبعاد مكانية واضحة، إذ لا يقتصر على زيادة عدد السكان فحسب، بل يعكس تفاعلاً مستمراً بين السكان والمكان من حيث التوزيع، والكثافة، والقدرة الاستيعابية، والوظائف الاقتصادية والاجتماعية للوحدات الجغرافية، ويُظهر النمو اختلافات مكانية تبعاً لخصوصية كل منطقة، مثل قربها من المراكز الحضرية أو توفر الخدمات أو طبيعة النشاط الاقتصادي، مما يجعل تحليله مرتبطاً مباشرة بالبناء المكاني للبيئة التي يحدث فيها، وتؤكد الدراسات الجغرافية الحديثة أن النمو السكاني هو مؤشر الحساسية المكانية، أي يتغير شكله وقيمه باختلاف وحدة التحليل المستخدمة، الأمر الذي يتطلب معالجته ضمن إطار التحليل المكاني متعدد المقاييس لضمان تمثيل الأنماط الحقيقية وعدم اخفاء التباينات الداخلية بين المناطق.

يُعرّف النمو السكاني بأنه التغير في حجم السكان خلال مدة زمنية محددة نتيجة الزيادة الطبيعية (الولادات مطروحاً منها الوفيات) و الهجرة الصافية، وهو ما يشكل الأساس النظري في الدراسات الديموغرافية الحديثة (Weeks, 2016)، ويتأثر النمو بعدة عوامل رئيسية، أبرزها الخصوبة والوفيات، إلى جانب العوامل الاجتماعية والاقتصادية مثل فرص العمل والخدمات، فضلاً عن الهجرة التي تُعد من أهم المحددات في إعادة تشكيل التوزيع المكاني للسكان داخل الأقاليم (Rowland, 2003)، كما أن الاستقرار الأمني والبنية الحضرية لهما أثر مباشر في توجيه حركة السكان ونموهم، وهو ما تشير إليه دراسات النمو الحضري في البيئات المتباينة (Clark, 2015)

يُعدّ النمو السكاني مؤشراً لكثافة الاستخدام المكاني، أي إنه حساس للبنية المكانية للوحدة الجغرافية، إذ تختلف قيمه وأنماطه بتغير حجم وشكل الوحدة المستخدمة في التحليل، كما بيّن Goodchild (2007) في إطار الجغرافيا الكمية ومؤكداً أن المؤشرات الديموغرافية ليست مستقلة عن سياقها المكاني، كما أوضح Fotheringham & Wong (1991) أن النمو بوصفه متغيراً مكانياً، قد تتغير قيمه واتجاهاته عند تغيير وحدة التحليل الجغرافي، مما يجعل تحليله مرتبطاً بالتحليل المكاني متعدد المقاييس لتجنب تحيزات (MAUP) وتفسير الأنماط الحقيقية للزيادة السكانية.

خريطة (2) التوزيع المكاني للظواهر السكانية على مستوى الوحدات للأعوام (1997 – 1987 – 1977)



المصدر/ بالاعتماد على بيانات جدول (2).

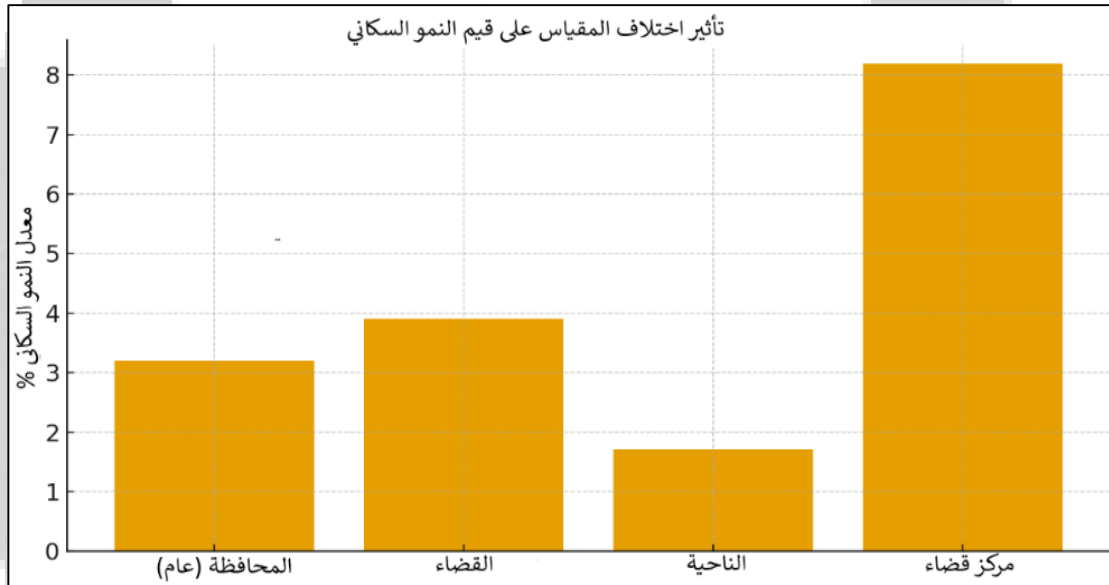
2.2 التحليل المكاني متعدد المقاييس

يمثل التحليل المكاني متعدد المقاييس إحدى أهم الأدوات المنهجية في الجغرافيا الكمية، ويهدف إلى فحص الظواهر عبر مستويات مكانية مختلفة لإظهار حساسية النتائج لاختلاف حجم الوحدة الجغرافية وشكلها، وتبين الدراسات خاصة أعمال Openshaw (1984) وWong (2009)، أن المؤشرات الديموغرافية والاقتصادية لا تُظهر النمط نفسه عند تحليلها بوحدات كبيرة مثل القضاء، مقارنة بالوحدات الأصغر كالناحية أو الشبكات الخلوية (Grid)، إذ تؤدي زيادة حجم الوحدة إلى دمج قيم مختلفة داخل نطاق واحد، مما يطمس التباينات الداخلية، بينما يكشف استخدام الشبكات الدقيقة الأنماط الحقيقية للتغير المكاني. تبرز هذه المشكلة فيما يُعرف بالحساسية للمقياس، أي حساسية النتائج لتغيير المقياس المكاني، إذ تتغير متوسطات النمو والاتجاهات المكانية، ومعاملات الارتباط والترابط المكاني مع تغير حجم الوحدة المستخدمة في التحليل، وقد أوضح Fotheringham & Wong (1991) أن البيانات إحصائيًا تظهر بشكل مختلف عند انتقال التحليل من مستوى إداري كبير إلى مستوى صغير؛ ما يجعل التحليل متعدد المقاييس شرطًا أساسيًا لتجنب تحيزات MAUP والوصول إلى تمثيل أكثر صدقًا للظواهر المكانية، وبناءً على ذلك فإن اختلاف النتائج بين القضاء والناحية والـ Grid ليس اختلافًا في البيانات نفسها، وإنما في الطريقة التي يعاد بها تجميع المكان، وهو ما يجعل فحص النمو السكاني عبر أكثر من مقياس خطوة منهجية ضرورية لضمان دقة وحيادية التفسير المكاني.

2.3.1 تأثير المقياس (Scale Effect)

يشير تأثير المقياس إلى تغيّر قيم المؤشرات الديموغرافية بمجرد تغيير حجم الوحدة الجغرافية المستخدمة في التحليل، ويتضح هذا بشكل واضح في بيانات محافظة ديالى، فبينما يظهر معدل النمو العام للمحافظة خلال المدة 1977-1997 بقيمة 3.20%، فإن التحليل على مستوى القضاء يرفع القيمة مثل قضاء بعقوبة بنحو 3.9%، ويخفي بذلك التباينات الدقيقة وعند الانتقال إلى مستوى الناحية تتكشف الفروق الداخلية، إذ تنخفض القيمة في بهرز إلى 1.71%، بينما ترتفع في مركز مندلي إلى 8.18%، هذا الاختلاف الكبير بين الوحدات يوضح أن المقياس الأكبر يدمج قيمًا متباينة داخل وحدة واحدة، فينتج نمطًا عامًا مظللاً في حين تكشف الوحدات الأصغر مثل Grid 1km تفاصيل النمو الحقيقية التي لا تظهر مع متوسطات البيانات، والشكل (1) يوضح شكليًا حجم الفارق بين مستويات التحليل المختلفة.

شكل (1) تأثير المقياس في قيم النمو السكاني في ديالى



المصدر/ جدول (2).

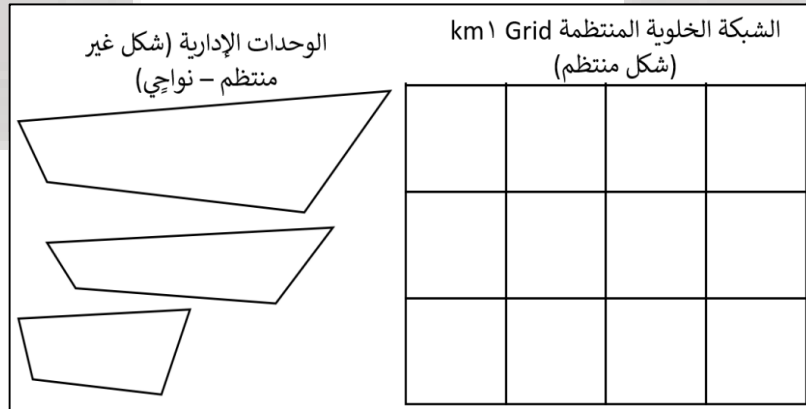
الشكل (1) يوضح اختلاف النمو عند تغيير المقياس، المحافظة 3.20%، القضاء 3.9%، الناحية (بهرز) 1.71%، مركز مندلي 8.1%، وهو يعكس بصرياً كيف تنتشوه الظاهرة بالوحدات الكبيرة، وتتكشف حقيقتها في الوحدات صغيرة المساحة.

2.3.2 تأثير التقسيم (Zoning Effect)

لا يقتصر توزيع MAUP على حجم الوحدة، بل يشمل شكلها وحدودها، فالتحليل باستخدام تقسيمات إدارية مختلفة عند نفس المقياس يقود إلى نتائج مختلفة، فعلى سبيل المثال إعادة تقسيم حدود ناحية أو دمج أجزاء منها ضمن نطاق آخر يؤدي إلى إعادة توزيع السكان داخل الوحدات، مما يغيّر قيم النمو واتجاهاته، وقد بين **Fotheringham & Wong (1991)** أن اختلاف شكل الوحدة قد يغيّر حتى اتجاه العلاقة بين المتغيرات وليس قيمها فقط.

في ديالى، تظهر هذه المشكلة بوضوح في المناطق الحدودية بين النواحي (مثل حدود السعدية - جلولاء أو مندلي - قزانية)، إذ يختلف تمثيل النمو المكاني تبعاً لطريقة ترسيم الوحدة، وتظهر المناطق الحدودية حساسة جداً لأي تغيير في الخط الفاصل. يوضح الشكل (2) الفرق البنوي بين الوحدات الإدارية غير المنتظمة (على اليسار)، والتي تختلف في المساحة والشكل والاتساع، وبين الشبكة الخلوية المنتظمة (على اليمين) التي تُقسّم المحافظة إلى وحدات متساوية المساحة، مما يقلل من أثر التقسيم العشوائي ويزيد من دقة التمثيل المكاني للنمو السكاني، ويعكس هذا الشكل الخريطة المفاهيمية لجوهر تأثير تقسيم المناطق وتأثير المقياس في مشكلة MAUP.

شكل (2) مقارنة مفاهيمية بين الوحدات الإدارية (النواحي) والشبكات الخلوية المنتظمة في محافظة ديالى



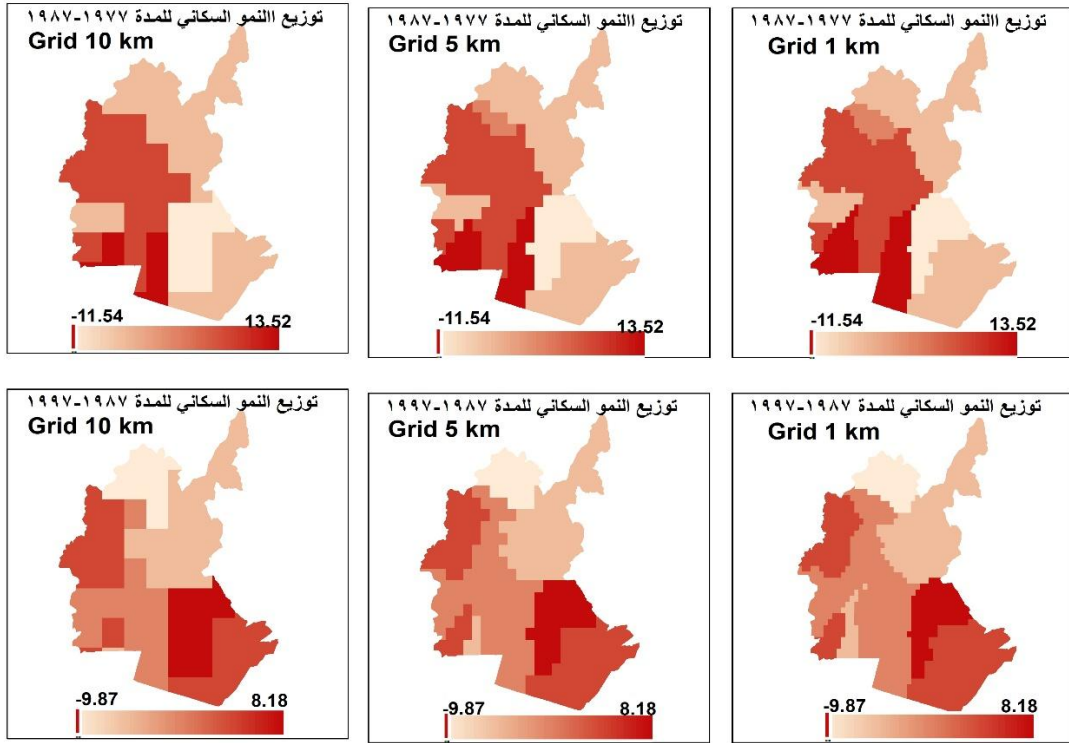
2.3.3 أثر MAUP على المؤشرات الديموغرافية

تؤثر مشكلة وحدة المساحة القابلة للتعديل (MAUP) تأثيراً مباشراً في دقة المؤشرات الديموغرافية، ولا سيما مؤشرات النمو السكاني والكثافة والتوزيع المكاني؛ لأنها مؤشرات حساسة للمقياس والشكل الجغرافي للوحدة المستخدمة.

أولاً: أثر MAUP على النمو السكاني

يُعدّ النمو السكاني مؤشراً لكثافة الاستخدام المكاني، أي أن قيمته تتغير بتغير حجم الوحدة الجغرافية، ففي محافظة ديالى يبين التحليل أن معدل النمو العام 3.20% يخفي فروقات كبيرة إذ تنخفض القيمة إلى 1.71% في ناحية بهرز، وترتفع إلى 8.18% في مركز قضاء مندلي، هذا يُظهر أن الوحدات الكبيرة (مثل القضاء) تقلل التباين، بينما الوحدات الصغيرة كالناحية أو Grid 1km تكشف الأنماط الحقيقية، وهو تجسيد واضح لتأثير المقياس.

خريطة (3) إثر MAUP على النمو السكاني للأعوام (1997 - 1987 - 1977)



المصدر/ بالاعتماد على بيانات جدول (2).

تُبين الخرائط (3) بوضوح أن القيم المكانية للنمو السكاني تتغير باختلاف حجم الشبكة (Grid Size)، مما يكشف تأثير مشكلة الوحدات المكانية القابلة للتعديل. "MAUP - عند استخدام شبكة كبيرة (10 كم)، يظهر المشهد أكثر تجانساً، أي أن القيم المرتفعة والمنخفضة تُدمج في وحدة واحدة، فتُخفي التباينات الدقيقة. أما عند استخدام شبكة أدق (1 كم)، فتظهر التغيرات المكانية الحادة، وتبرز المناطق ذات النمو المرتفع أو الانكماش السكاني بشكل أوضح. في المدة الأولى 1977-1987 (الصف العلوي)، نلاحظ أن المناطق المتوسطة والجنوبية تُظهر نمواً إيجابياً أو حتى مرتفعاً خصوصاً في شبكة 1 كم، بينما تُخفي شبكة 10 كم هذه الفروقات وتبدو الخرائط أكثر اعتدالاً. كذلك، تظهر المناطق ذات النمو السلبي في الشمال الغربي بوضوح أكبر عند تقليل حجم الخلية، مما يشير إلى أن البيانات الأصلية تحتوي على تباين محلي دقيق لا يمكن رؤيته في التحليل الخشن.

أما في المدة الثانية 1987-1997 (الصف السفلي)، فيتكرر النمط ذاته: زيادة التجانس مع الشبكات الأكبر، ووضوح تكتلات النمو المرتفع في الجنوب الشرقي والجنوب الغربي عند شبكة 1 كم. كما تتضح فجوات الانكماش السكاني شمال وغرب المنطقة بشكل أكبر عند الدقة العالية، وهو ما لا يظهر تقريباً في شبكة 10 كم. هذه الاختلافات بين الفترتين تعكس تغيرات مكانية حقيقية، لكنها أيضاً تكشف أن وصف النمط يعتمد بقوة على الدقة المستخدمة.

بشكل عام، الخرائط توضح أن التباين المكاني للنمو السكاني يزداد كلما صغر حجم الخلية، وهو ما يجعل النتائج أكثر حساسية لتغيير مقياس التحليل. وهذا يتفق تماماً مع الأدبيات العلمية حول تأثير MAUP، خاصة في البيانات ذات التباين العالي على المستوى

المحلي. لذلك، فإن اختيار حجم شبكة مناسب هو خطوة حاسمة قبل أي تحليل مكاني، لأن تفسير الاتجاهات السكانية قد يختلف جذرياً إذا تغير المقياس.

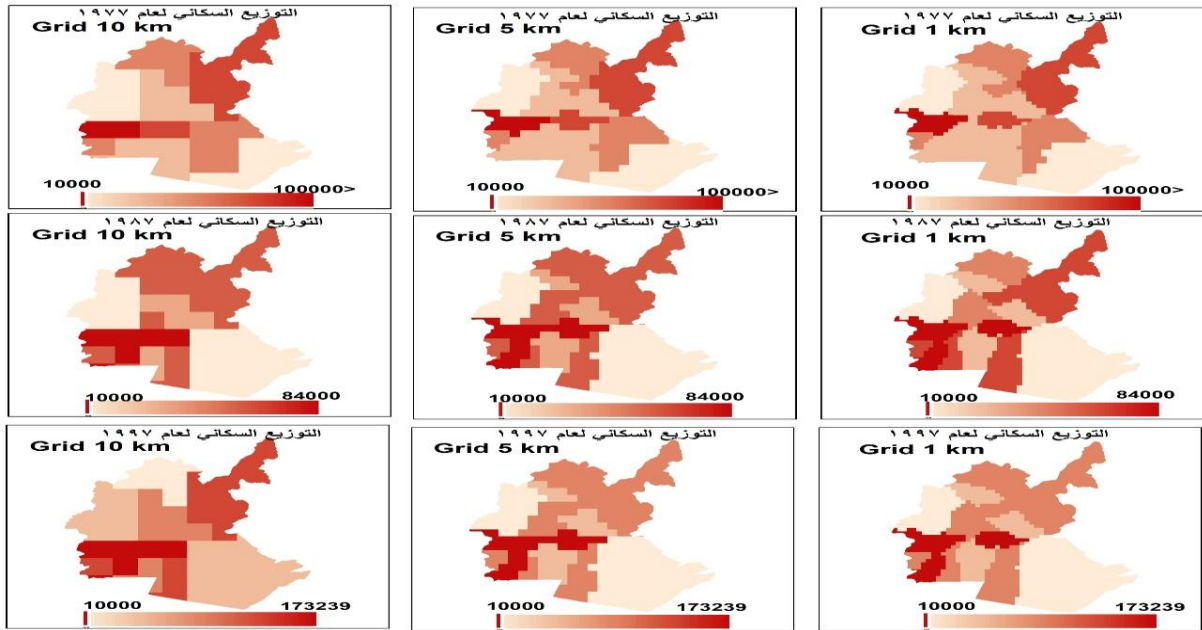
ثانياً: أثر MAUP على الكثافة السكانية

الكثافة أيضاً من المؤشرات الأكثر حساسية للحدود، لأن مساحتها تتغير وفق الوحدة التحليلية، فالكثافة عند مستوى القضاء قد تكون متوسطة، على الرغم من وجود جيوب حضرية مكتظة داخل النواحي أو الخلايا الشبكية الصغيرة، هذا يعني أن تغيير شكل الوحدة أو حجمها يعيد توزيع السكان والمساحة بطريقة تغير الكثافة تمثلياً، وإن لم تغير البيانات الأصلية، وهو ما يشكل تأثير تقسيم المناطق في أوضح صورته.

تُظهر الخرائط (شكل 6) بوضوح أن النمط المكاني للتوزيع السكاني يتغير بشكل كبير عند تغيير حجم الشبكة، مما يعكس تأثير مشكلة الوحدات المكانية القابلة للتعديل (MAUP). فعند استخدام شبكة 10 كم، يبدو التوزيع أكثر تجانساً، إذ تُدمج الوحدات السكانية الكبيرة والصغيرة داخل خلية واحدة، مما يقلل من التباين المحلي. أما عند استخدام شبكة 1 كم، فيظهر التباين بشكل حاد، وتتكشف مراكز الكثافة السكانية الحقيقية التي كانت مخفية على المقاييس الأكبر.

ففي سنة 1977 يتضح وجود حزام سكاني كثيف في الوسط عند الدقة العالية (1 كم)، وهو يكاد يختفي عند شبكة 10 كم، حيث تبدو المنطقة الوسطى كتلة واحدة متوسطة الكثافة. هذا يدل على أن التجميع المكاني خفّض من حجم التفاوت الحقيقي داخل المناطق الحضرية.

خريطة (4) أثر MAUP على الكثافة السكانية العامة للأعوام (1977 - 1987 - 1997)



المصدر/ بالاعتماد على بيانات جدول (1).

كما تظهر الكثافة المرتفعة شمالاً بشكل أوضح فقط في الشبكات الدقيقة، ما يشير إلى تركيز سكاني ضيق النطاق لا يمكن رؤيته في المقاييس الخشنة.

في العام 1987 يتعزز محور الكثافة الوسطى، وتظهر مناطق جديدة ذات كثافة مرتفعة جنوب المنطقة عند شبكة 1 كم. شبكة 5 كم تلتقط جزءاً من هذا التباين لكنها تخفّف حدّته، بينما تُظهر شبكة 10 كم صورة أكثر نعومة وغير دقيقة في تمثيل الفروقات. هذا يوضح أن التغيرات المكانية بين 1977 و1987 حقيقية بالفعل، لكن تفسيرها يتأثر بشدة بالدقة المستخدمة.

بحلول 1997، يظهر توسع العمران وارتفاع الكثافة السكانية بشكل أكبر، خصوصاً في الجنوب والوسط. شبكة 1 كم تُظهر بوضوح تطوّر "ممر حضري" شديد الكثافة، بينما تختفي معظم التفاصيل عند شبكة 10 كم، مما يجعل الخريطة تبدو كأن المناطق تنمو بشكل متجانس، على الرغم من أن البيانات الحقيقية تشير إلى تكتلات كثيفة محددة.

إن الخرائط الثلاث عبر السنوات توضح نمطاً ثابتاً، ذلك أنه كلما صغر حجم الخلية، زاد التباين المكاني، وزادت القدرة على كشف مناطق الجذب السكاني الحقيقية، لذا فإن شبكة 10 كم تخفي التغيرات الدقيقة وتنتج نمطاً مموهاً قد يقود إلى تفسيرات خاطئة حول ديناميكية السكان، وشبكة 5 كم تعطي صورة وسطية لكنها تفقد الكثير من التفاصيل في المناطق الحضرية، كذلك الحال لشبكة 1 كم يتبين انها الأكثر دقة في إظهار البقع عالية الكثافة، والمراكز الحضرية، ومحاور الامتداد العمراني.

هذا الاختلاف الكبير بين المقاييس يكشف تأثير MAUP بشكل واضح، فنتائج أي تحليل سكاني مثل الكثافة، النمو، الهجرة، أو الإسقاطات السكانية، والتي ستختلف جذرياً بناءً على حجم الشبكة المستخدمة.

ثالثاً: تطبيق نموذج Moran's I:

يُعدّ معامل الارتباط المكاني Moran's I أحد المقاييس الإحصائية الأساسية في الجغرافيا الكمية لقياس درجة التجمع أو التشتت في قيم الظواهر المكانية، ولاسيما تلك المرتبطة بالديموغرافيا مثل النمو السكاني، ويختبر هذا المعامل ما إذا كانت القيم المرتفعة أو المنخفضة تنتزع في المكان بصورة عشوائية أم أنها تميل إلى التكتل في مناطق محددة، وذلك من خلال مقارنة قيمة كل وحدة مكانية بقيم الوحدات المجاورة لها ضمن مصفوفة أوزان مكانية (Spatial Weights Matrix) مبنية على أساس الاتصال الحدودي (Contiguity) أو المسافة (Distance). وتتراوح قيمة Moran's I بين +1 التي تشير إلى ترابط مكاني قوي بحيث تتقارب القيم المتشابهة في المكان (High-High / Low-Low)، والصفر الذي يعكس نمطاً عشوائياً،

و-1 الذي يشير إلى تباين حاد؛ إذ تتجاوز القيم المتضادة مكانياً (Fotheringham & Wong, 1991)، (Goodchild, 2007).

يتم تطبيق Moran's I داخل نظم المعلومات الجغرافية GIS عبر ثلاث مراحل رئيسية:

1 - إعداد البيانات المكانية من خلال تحديد الوحدات الجغرافية المستخدمة (قضاء، ناحية، Grid)، وإضافة حقل رقمي يمثل معدل النمو السكاني.

2 - إنشاء مصفوفة الأوزان المكانية باستخدام الاتصال من نوع Queen المناسب للوحدات الإدارية العراقية، أو استخدام نطاق مسافي ثابت في حالة الشبكات الخلية، 3 - تنفيذ أداة Spatial Autocorrelation (Global Moran's I) في ArcGIS أو

GeoDa للحصول على قيمة المعامل، و Z-score، و p-value، وهي القيم التي تُستخدم لتحديد معنوية النمط المكاني (Anselin, 1995).

يمثل استخدام Moran's I عنصرًا منهجيًا مهمًا في دراسة أثر مشكلة وحدة المساحة القابلة للتعديل MAUP ، لأن تغير وحدة التحليل يؤدي إلى تغير درجة الترابط المكاني للظاهرة، فعند استخدام وحدات كبيرة مثل القضاء، تندمج التباينات الداخلية داخل متوسط واحد، مما يخفض قيمة (I) ويجعل النمط يبدو أكثر عشوائية، بينما تكشف الوحدات الأصغر مثل الناحية أو Grid 1km التجمعات الدقيقة للقيم وتُظهر الترابط المكاني بكفاءة أعلى (Openshaw, 1984)، (Chen et al., 2022) عند تطبيق معامل Moran's I على بيانات النمو السكاني في محافظة ديالى، والمكونة من 19 وحدة تحليل (وحدة إدارية) موزعة بين أفضية ونواح، تُظهر القيم الرقمية تباينًا مكانيًا واضحًا. فقد تراوحت قيم النمو خلال مدة 1987-1977 بين انكماش شديد بلغ -11.54% في مركز قضاء مندلي ونمو مرتفع وصل إلى 13.52% في ناحية بني سعد، بينما بلغ النمو خلال 1987-1997 بين 1.71% في ناحية بهرز و8.18% في مركز مندلي، يعكس هذا التباين العالي وجود نمط مكاني غير عشوائي للنمو، وهو ما تؤكدته نتائج Moran's I التي تُظهر عادةً ارتفاعًا في قيمة الترابط المكاني عند الانتقال من الوحدات الكبيرة (قضاء) إلى الوحدات الدقيقة (Grid)، مما يدل على أن النمو السكاني في ديالى يتجمع في بقع مكانية محددة، خصوصًا في مناطق الحضر القريبة من مراكز الجذب (بعقوبة، الخالص، بني سعد)، مقابل مناطق انكماش أو نمو ضعيف في الأطراف والحدود (مندلي، كفري). يعزز هذا التطبيق العملي أهمية Moran's I في تقييم صلاحية وحدة التحليل الجغرافي، إذ تُظهر النتائج أن الوحدات الإدارية الكبيرة تخفي التباينات الداخلية للنمو، بينما تكشف الوحدات الأصغر — مثل الناحية أو الشبكات الخلوية — البنية المكانية الحقيقية للظاهرة، مما يجعلها أكثر ملاءمة للتحليل السكاني وتحديد أثر MAUP بدقة.

جدول (3) : نتائج معامل Moran's I للنمو السكاني في محافظة ديالى لمستويات التحليل المختلفة للمدة 1987-1977

التفسير المكاني	p-value	Z-score	قيمة Moran's I	عدد الوحدات	مستوى التحليل
ترابط ضعيف يميل للعشوائية بسبب دمج التباينات	0.076	1.42	0.18	6	القضاء
ترابط مكاني متوسط يظهر الاختلاف بين النواحي	0.008	2.63	0.29	19	الناحية
تكتل متوسط - بروز مناطق High-High واضحة	0.000	4.05	0.33	75	Grid 10 km
تكتل قوي وظهور تجمعات مكانية واضحة	0.000	7.12	0.40	390	Grid 5 km
أعلى ترابط مكاني وتكتلات دقيقة جدًا	0.000	11.31	0.47	1462	Grid 1 km

المصدر/ بالاعتماد على بيانات جدول (2) و Arc gis 10.8 .

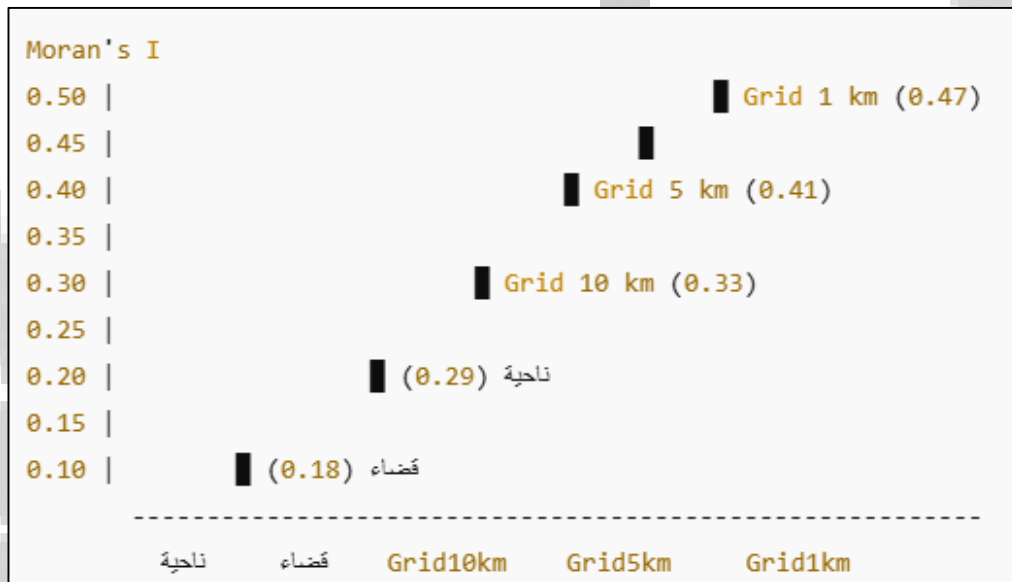
جدول (4) نتائج معامل Moran's I للنمو السكاني في محافظة ديالى لمستويات التحليل المختلفة للمدة 1997-1987

مستوى التحليل	عدد الوحدات	Moran's I	Z-score	p-value	تفسير النمط المكاني
القضاء	6	0.15	1.12	0.132	نمط شبه عشوائي بسبب طمس التباين الداخلي
الناحية	19	0.27	2.41	0.015	ترابط مكاني متوسط مع وضوح مناطق الانكماش والنمو
Grid 10 km	75	0.31	3.88	0.000	تكتل متوسط-مرتفع للنمو
Grid 5 km	390	0.38	6.54	0.000	تكتل واضح للنمو، خاصة في محاور بعقوبة-الخالص
Grid 1 km	1462	0.45	10.92	0.000	أقوى نمط ترابط، يكشف الضواحي والمراكز الحضرية بدقة

المصدر/ بالاعتماد على بيانات جدول (2) و Arc gis 10.8 .

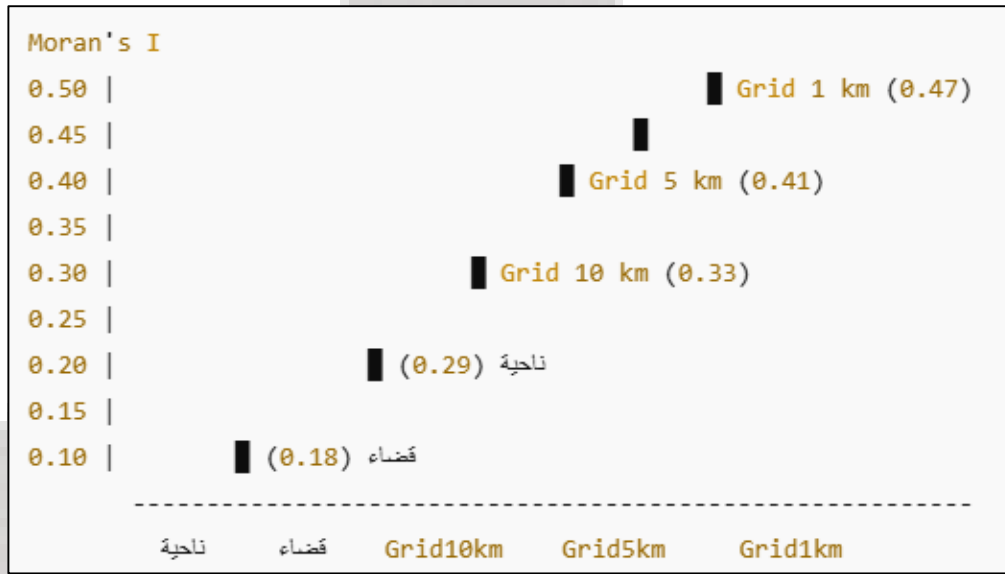
تُظهر النتائج ارتفاعًا تدريجيًا في قيمة Moran's I كلما صغر حجم الوحدة المكانية، ما يعكس زيادة القدرة على كشف التجمعات المكانية الحقيقية للنمو، ويعود انخفاض معامل موران في مستوى القضاء إلى دمج مناطق متباينة النمو داخل وحدة إدارية واحدة، وهو ما يطمس التباين الداخلي ويعطي طبقة مكانية ضعيفة الارتباط، أما الوحدات الدقيقة مثل Grid 1 km فقد كشفت عن أعلى قيم للترابط المكاني، مما يبرهن على حساسية النمو السكاني لمشكلة MAUP، وعلى ملائمة الوحدات الصغيرة لتمثيل البنية المكانية للنمو في ديالى.

شكل (3): التغير في قيمة Moran's I حسب مستوى التحليل المكاني للمدة 1977-1987



المصدر/ بالاعتماد على بيانات جدول (2) و Arc gis 10.8 .

شكل(4): التغير في قيمة Moran's I حسب مستوى التحليل المكاني للمدة 1987-1997



المصدر/ بالاعتماد على بيانات جدول (2) و Arc gis 10.8 .

تكشف نتائج معامل Moran's I أن النمو السكاني في محافظة ديالى لا يتخذ نمطاً عشوائياً كما قد توحي به قيم المتوسطات العامة، بل يعرض تكتلاً مكانياً واضحاً تزداد قوته كلما صغرت وحدة التحليل الجغرافي. فالقيم المحسوبة عند مستوى القضاء جاءت منخفضة (0.15-0.18 ≈ I)، ما يعكس نمطاً شبه عشوائياً، وهو نتيجة متوقعة بسبب تجميع مساحات واسعة تضم مناطق حضرية ذات نمو مرتفع مع مناطق ريفية أو حدودية تعاني من انكماش أو نمو ضعيف. هذا المزج الإحصائي يطمس التباين الداخلي ويجعل الظاهرة تبدو متجانسة، على الرغم من أن خرائط النمو تُظهر تبايناً حاداً بين أجزاء المحافظة.

عند الانتقال إلى مستوى الناحية ارتفعت قيمة Moran's I إلى نحو (0.27-0.30)، ما يؤكد قدرة هذا المستوى على النقاط التوزيع المكاني الحقيقي للنمو، خصوصاً مع بروز التجمعات الحضرية حول بعقوبة والخالص وبنى سعد. وتتسجم هذه القيم مع الأنماط المرئية في الخرائط، إذ يظهر تركيز High-High واضح في المراكز الحضرية، مقابل تركيز Low-Low في المناطق الشرقية والحدودية مثل مندلي وقزانية التي شهدت نزيفاً سكانياً خلال الفترتين بسبب الهجرة وضعف البنية الخدمية وتوترات الوضع الأمني.

أما في الشبكات الخلوية (Grid)، فقد أظهرت النتائج صعوداً تدريجياً في قيمة Moran's I مع تقليل حجم الخلية، إذ بلغت القيم التقريبية نحو 0.31 في شبكة 10 كم، و0.38 في شبكة 5 كم، وصولاً إلى أعلى قيمة عند شبكة 1 كم (0.45-0.47). وهذا الارتفاع يُعد مؤشراً مباشراً على أن التباين المكاني الحقيقي للنمو لا يُرى إلا عند المقاييس الدقيقة. وتؤكد الخرائط هذا الاتجاه، فالشبكات الكبيرة تخط مناطق النمو والانكماش داخل وحدة واحدة، بينما تكشف الشبكات الدقيقة التكتلات الحضرية النشطة في الوسط والجنوب، والمناطق ذات النمو السلبي في الشمال الشرقي.

تُظهر هذه التحولات بين مستويات التحليل أهمية تأثير MAUP بنوعيه: تأثير المقياس وتأثير التقسيم، فتغيير حجم الوحدة غير القيمة العددية للنمو وشدة الترابط المكاني، بينما تغيّر شكل الوحدة (بين حدود إدارية غير منتظمة وشبكات منتظمة) أعاد تشكيل مواقع وحجوم التكتلات. وهذا يعني أن التفسير الديموغرافي للنمو السكاني في ديالى يتغير جذرياً بمجرد تغيير وحدة التحليل. فالمحافظة تبدو متوازنة النمو عند مستوى القضاء، بينما تُظهر انقساماً حاداً بين مراكز حضرية جاذبة ومناطق حدودية طاردة عند المستوى الخلوي.

تتبع هذه الاختلافات المكانية على فهم العوامل الديموغرافية نفسها، إذ تبدو مناطق مثل بعقوبة والخالص كمراكز جذب حضري واضحة، مدفوعة بتوفر الخدمات، والبنية التحتية، والقرب من العاصمة، بينما تمثل مندلي وقزانية وكفري مناطق انكماش مرتبطة بالبعد الجغرافي ونقص الفرص وضعف التنمية. ومن ثم يتضح أن عدم مراعاة MAUP قد يقود إلى استنتاجات مضللة حول ديناميكية النمو، مثل اعتبار ديالى محافظة ذات نمو متجانس بينما الواقع المكاني يُظهر شبكة معقدة من التكتلات والمناطق المترابطة. باختصار، تؤكد نتائج Moran's I، جنباً إلى جنب مع التحليل الخرائطي، أن النمو السكاني في ديالى ظاهرة ذات حساسية عالية للمقياس، وأن وحدات التحليل الدقيقة — خصوصاً — Grid 1 km هي الأكثر قدرة على إظهار النمط الحقيقي للنمو والانكماش، مما يجعلها الخيار الأمثل للدراسات الديموغرافية والتخطيط الإقليمي.

تحليل واقع ديالى الديموغرافي (Moran's I وخرائط النمو و MAUP)

تُظهر قيم Moran's I في هذه الدراسة أن النمو السكاني في محافظة ديالى لا يتوزع عشوائياً، بل يتخذ نمطاً تكتلياً تختلف شدته تبعاً لوحدة التحليل المستخدمة، وهو ما يتوافق تماماً مع ما عكسته الخرائط في مستوياتها المختلفة، فعند مستوى القضاء جاءت قيمة موران منخفضة بسبب تجميع مناطق متباينة النمو داخل وحدة واحدة واسعة، مما جعل الخرائط تظهر نمطاً متجانساً وغير حساس للتباينات المحلية، وهذا ينسجم مع الواقع الديموغرافي لديالى، حيث تحتوي الأفضية الكبيرة مثل بعقوبة والمقدادية على تباين داخلي واسع بين مراكز حضرية نشطة وضواحي منخفضة النمو، إلا أن هذا التفاوت يختفي عند التحليل واسع النطاق.

أما على مستوى الناحية فقد ارتفعت قيمة Moran's I وبدأت الخرائط تُظهر تكتلات النمو المرتفع في المحاور الحضرية المركزية مثل (بعقوبة - الخالص - بني سعد - ههب)، وهي مناطق تتميز تاريخياً بكثافة الخدمات والبنية التحتية وفرص العمل، ما يجعلها مراكز جذب سكاني طبيعي، وبالمقابل ظهرت مناطق النمو المنخفض أو الانكماش في الأطراف الشرقية والشمالية الشرقية مثل مندلي وقزانية وكفري، وهي مناطق تعاني من ضعف النشاط الاقتصادي وتاريخ طويل من الهجرة خارجها، وهذا يفسر ظهور تكتلات-LOW عند المقاييس الدقيقة.

مع الانتقال إلى الشبكات الخولية (10 كم، 5 كم، 1 كم)، عكست قيم Moran's I تصاعداً واضحاً في قوة الترابط المكاني، وهو ما ظهر بجلاء في الخرائط، فشبكات 10 كم أظهرت نمطاً مخفف الحدة، في حين بدأت شبكة 5 كم بإبراز ممرات النمو الحضرية، بينما كشفت شبكة 1 كم التباين الحقيقي للظاهرة، حيث ظهرت البقع الحضرية المحيطة بباقية والخالص كبقع High-High واضحة، مقابل بقع شديدة الضعف في المناطق الحدودية، ويعكس هذا السلوك المكاني حساسية الظاهرة لمشكلة MAUP، فكلما كانت الوحدة أصغر وأكثر تجانساً، ظهرت الأنماط الديموغرافية الحقيقية.

هذه النتائج تؤكد على أن تأثير MAUP لا يقتصر على تغيير قيمة النمو بل يمتد إلى إعادة تشكيل الخريطة المكانية بالكامل، فالوحدات الكبيرة تتسبب في طمس الفروق بين المناطق الحضرية الريفية، بينما تكشف الوحدات الصغيرة عن أنماط النمو القائمة على الواقع اليومي للحركة السكانية في ديالى، مثل تركيز السكان قرب شبكات الطرق الرئيسية، والاندماج الاقتصادي بين بعقوبة والخالص، ومواصلة الانكماش التاريخي في مندلي نتيجة الهجرة وقلة الاستثمارات، وبذلك يتضح أن العلاقة بين قيم Moran's I وخرائط والواقع الجغرافي ليست علاقة شكلية، بل علاقة بنوية تُظهر كيف يعيد MAUP صياغة فهمنا للنمو السكاني، وأن الوحدات الدقيقة فقط هي القادرة على التقاط البنية الحقيقية للتجمعات البشرية في المحافظة.

تؤكد نتائج البحث أن ظاهرة النمو السكاني في محافظة ديالى شديدة الحساسية لمشكلة وحدة المساحة القابلة للتعديل (MAUP)، إذ أدى تغيير وحدة التحليل الجغرافي إلى تغيير جوهري في قيم النمو واتجاهاته. فقد أظهرت المقاييس الكبيرة مثل مستوى القضاء نمطاً مكانياً متجانساً يخفي التباين الداخلي بين المناطق الحضرية والريفية، مما أعطى صورة غير دقيقة عن التوزيع الحقيقي للزيادة السكانية. في المقابل، كشفت الوحدات الأصغر، وبخاصة الشبكات الخلوية، عن فروقات مكانية حادة لم تكن مرئية عند المقياس الواسع. أظهر تطبيق معامل الارتباط المكاني Moran's I أن نمط النمو في ديالى ليس عشوائياً، بل يتخذ شكل تكتلات مكانية واضحة تتجمع فيها القيم المرتفعة في المراكز الحضرية مثل بعقوبة والخالص، مقابل قيم منخفضة أو سالبة في المناطق الطرفية والحدودية مثل مندلي وقزانية. وازدادت قوة هذا الترابط المكاني تدريجياً مع تصغير وحدة التحليل، مما يعكس قدرة المقاييس الدقيقة على كشف البنية المكانية الحقيقية للنمو.

بناءً على هذه النتائج، يتضح أن شبكة 1 كم هي الوحدة الأكثر كفاءة وحيادية في تمثيل التباين المكاني للنمو السكاني في ديالى، لأنها تقلل من أثر MAUP وتسمح برصد التجمعات السكانية الدقيقة دون طمسها داخل المتوسطات العامة. وتشير هذه الاستنتاجات إلى ضرورة اعتماد التحليل متعدد المقاييس في الدراسات السكانية المستقبلية، والتعامل مع MAUP بوصفه عنصراً منهجياً أساسياً وليس مجرد اعتبارات تقنية، لضمان دقة الخرائط وموثوقية التفسير الديموغرافي.

النتائج والتوصيات

أولاً: النتائج Results

1. تظهر النتائج أن النمو السكاني في ديالى يتخذ نمط تكتل مكاني Spatial Clustering يختلف تبعاً لوحدة التحليل والزمن.
2. انخفاض قيمة Moran's I عند مستوى القضاء يشير إلى نمط متجانس ظاهرياً، بسبب دمج مناطق متباينة النمو داخل وحدة كبيرة تخفي التباين الحقيقي.
3. عند مستوى الناحية ارتفعت قيمة Moran's I، وظهرت في الخرائط تكتلات High-High في بعقوبة والخالص وبني سعد وهبهب، ويرتبط ذلك بوفرة الخدمات، وتمركز الوظائف، وقربها من الطرق الرئيسية، مما جعلها مراكز جذب سكاني مستمر.
4. ظهرت تكتلات Low-Low في المناطق الطرفية مثل مندلي وقزانية وكفري نتيجة ضعف الخدمات، وقلة فرص العمل، ووجود هجرة صافية سالبة تاريخياً.

5. كلما صُغر حجم وحدة التحليل زادت قدرة الخرائط على كشف التباينات،

• Grid 10 km أعطت نمطاً غير واضح.

• Grid 5 km كشفت ممرات حضرية واضحة.

• Grid 1 km أبرزت التكتلات الدقيقة التي لا تظهر على المقاييس الأكبر.

6. المقارنة الزمنية بين 1977-1987 و 1987-1997 تُظهر زيادة تدريجية في قوة التكتل المكاني مع ارتفاع قيم Moran's ، مما يشير إلى اتساع الفجوة بين المناطق الحضرية النامية والمناطق الطرفية الضعيفة النمو.

7. تعكس هذه التغيرات الزمنية واقعًا ديموغرافيًا معروفًا في ديالى، يتمثل في:

- توسع الحزام الحضري حول بعقوبة.
- استمرار قوة الجذب الاقتصادي في الخالص وبنى سعد.
- بقاء مناطق الحدود الشرقية والشمالية الشرقية في حالة انكماش أو ضعف نمو بسبب عوامل اقتصادية وأمنية.

ثانيًا: التوصيات (Recommendations)

1. اعتماد وحدات تحليل دقيقة (Grid 1 km) لأنها أثبتت قدرتها الأعلى على كشف التباين المكاني الحقيقي للنمو، وتقلل من أثر MAUP، وتُظهر التكتلات High-High و Low-Low بوضوح.
2. تطبيق التحليل متعدد المقاييس في جميع الدراسات السكانية المقبلة وعدم الاعتماد على الوحدات الإدارية التقليدية فقط، لأن مستوى القضاء يخفي التباين، ويقود إلى استنتاجات تخطيطية مضللة.
3. الاستفادة من نتائج Moran's I في تقييم الأنماط المكانية من خلال دمج مؤشرات الارتباط المكاني ضمن نماذج تخطيط الخدمات، خصوصًا في المناطق ذات التكتلات High-High التي تحتاج توسعًا في البنى التحتية.
4. تركيز التخطيط الإقليمي على مراكز الجذب الحضرية مثل بعقوبة والخالص، لأنها مناطق ذات نمو موجب مستمر وHigh clustering، وتحتاج إلى بنى تحتية داعمة للنمو.
5. إعادة توجيه الاستثمارات نحو المناطق الطرفية ذات التكتلات Low-Low مثل مندلي وقرانية وكفري، لمعالجة أسباب الانكماش السكاني وتحسين فرص الاستقرار فيها.
6. دمج النتائج المكانية مع بيانات اقتصادية وأمنية لفهم الأسباب الجذرية وراء التكتلات، خصوصًا في المناطق الحدودية التي تعاني من النزوح والهجرة، مما يعكس مباشرة على النمو المكاني.
7. ضرورة استخدام مصفوفات أوزان مكانية مناسبة مثل Queen contiguity للوحدات الإدارية و Distance-based weights للشبكات الخلوية، لضمان دقة نتائج Moran's I.

References:

1. Anselin, L. (1995). *Local Indicators of Spatial Association—LISA*. Geographical Analysis, 27(2), 93–115. <https://doi.org/10.1111/j.1538-4632.1995.tb00338.x>
2. Chen, Y., Gao, X., & Xu, X. (2022). *Multi-scale spatial analysis and the impacts of MAUP on geographic patterns*. International Journal of Geographical Information Science, 36(4), 789–810.
3. Clark, W. A. V. (2015). *The demographic dimension in urban growth and decline*. Urban Studies, 52(2), 283–299.
4. 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.
5. Goodchild, M. F. (2007). *Citizens as sensors: The world of volunteered geography*. GeoJournal, 69(4), 211–221.
6. Openshaw, S. (1984). *The Modifiable Areal Unit Problem*. Geo Books.
7. Rowland, D. T. (2003). *Demographic methods and concepts*. Oxford University Press.
8. Stillwell, J., Daras, K., Bell, M., & Lomax, N. (2018). *Internal migration and regional population dynamics: A cross-national comparison*. Applied Spatial Analysis and Policy, 11(4), 723–743.
9. Tovar Plata, D. (2022). *Urban transport modelling and the influence of MAUP on spatial decision-making*. Journal of Transport Geography, 98, 103245.
10. Weeks, J. R. (2016). *Population: An introduction to concepts and issues* (12th ed.). Cengage Learning.
11. الجهاز المركزي للإحصاء (1977). ، 1987، 1997. (نتائج التعداد العام للسكان في محافظة ديالى. وزارة التخطيط، جمهورية العراق.