مجلة
مركز البحوث الجغرافية والكارتوجرافية

مجلة علمية محكمة تصدر عن
مركز البحوث الجغرافية والكارتوجرافية
كلية الآداب - جامعة المنوفية

الترقيم الدولي الموحد للطباعة: 2357-0091
الترقيم الدولي الموحد الإلكتروني: 2735-5284

Journal homepage: https://mkgc.journals.ekb.eg/
ISSN: 2357-0091 (Print) 2735-5284 (Online)

مجلة مركز البحوث الجغرافية والكارتوجرافية
بكلية الآداب – جامعة المنوفية
مجلة علمية مُحَكَّمَة

تقييم مدي فاعلية الخرائط الديزيمترية في زيادة دقة الخريطة السكانية لمركز الزقازيق

إعداد الدكتور/
حسن الشافعي حسن إبراهيم
قسم الجغرافيا - كلية الآداب - جامعة الزقازيق

Journal homepage: https://mkgc.journals.ekb.eg/
ISSN: 2357-0091 (Print) 2735-5284 (Online)

Egyptian Knowledge Bank
بنك المعرفة المصري

مجلة مركز البحوث الجغرافية والكارتوجرافية

بكلية الآداب – جامعة المنوفية

مجلة علمية مُحَكَّمَة

هيئة التحرير للمجلة	
أ.د/ لطفي كمال عبده عزاز	رئيس التحرير
أ.د/ إسماعيل يوسف إسماعيل	نائب رئيس التحرير
أ.د/ عادل محمد شاويش	مساعد رئيس التحرير
أ.د/ عبد الله سيدي ولد محمد أبنو	السادة أعضاء هيئة التحرير
د/ سالم خلف بن عبد العزيز	
د/ محمد فتح الله محمد النتيفة	
د/ طوفان سطام حسن البياتي	
د/ سهام بنت صالح سليمان العلولا	
د/ محمود فوزي محمود فرج	
د/ صابر عبد السلام أحمد محمد	
د/ صلاح محمد صلاح دياب	سكرتير التحرير

موقع المجلة علي بنك المعرفة المصرى: https://mkgc.journals.ekb.eg/

الترقيم الدولي الموحد للطباعة: ٢٣٥٧-٠٠٩١
الترقيم الدولي الموحد الإلكتروني: ٢٧٣٥-٥٢٨٤

تتكون هيئة تحكيم إصدارات المجلة من السادة الأساتذة المحكمين من داخل وخارج اللجنة العلمية الدائمة لترقية الأساتذة والأساتذة المساعدين في جميع التخصصات الجغرافية

Journal homepage: https://mkgc.journals.ekb.eg/
ISSN: 2357-0091 (Print) 2735-5284 (Online)

بحث:

تقييم مدي فاعلية الخرائط الديزيمترية في زيادة دقة الخريطة السكانية لمركز الزقازيق

د/ حسن الشافعي حسن إبراهيم *

* قسم الجغرافيا ـ كلية الآداب ـ جامعة الزقازيق

ملخص البحث:

تمثل البيانات السكانية مصدراً مهماً للمؤسسات الحكومية والخاصة من أجل عمليات تخطيط التنمية، ولذا تعددت الطرق والتقنيات المستخدمة في تمثيل وعرض تلك البيانات السكانية فيما بين طرق تقليدية كخرائط التظليل النسبي وطرق غير تقليدية كالخرائط الديزيمترية Dasymetric maps.

وقد ساهم التطور في نظم المعلومات الجغرافية وتقنية الاستشعار عن بعد في زيادة الاهتمام بتقنية الخرائط الديزيمترية وخصوصاً مع إدراك مدي أهميتها في تقدير وتوصيف الكثافات السكانية في المناطق الحضرية والتوزيع المكاني للسكان بفاعلية داخل المناطق الإدارية مقارنة بخرائط التظليل النسبي، وعليه فقد تم توضيح أهم الطرق المستخدمة في تصميم وتنفيذ الخرائط الديزيمترية باستخدام برنامج ArcGIS 10.7 مع توضيح أهم الأدوات البرمجية الملحقة على برمجيات نظم المعلومات الجغرافية والتي تستخدم في تصميم الخرائط الديزيمترية. ثم جاءت الدراسة بمثال تفصيلي يوضح كيفية إنشاء الخريطة الديزيمترية لمركز الزقازيق اعتماداً على صور الأقمار الصناعية للقمر الصناعي Sentinel-2 10m لعام ٢٠١٧م، وعلى بيانات التعداد السكاني لعام ٢٠١٧م لمركز الزقازيق، مما ساعد في إنتاج خريطة أكثر تفصيلاً للكثافة السكانية لمركز الزقازيق.

الكلمات المفتاحية: البيانات السكانية، الخرائط الديزيمترية، الاستشعار عن بعد، خرائط التظليل النسبي.

١- مقدمة:

تمثل البيانات السكانية مصدراً مهماً لرصد تفاعلات البيئة البشرية ودعم اتخاذ قرارات التخطيط والإدارة؛ ولذا تحتاج المؤسسات الحكومية والخاصة إلى البيانات السكانية الدقيقة لدعم التخطيط لمشاريع البنية التحتية، ومن المصادر الموثوقة لبيانات السكان التعدادات الوطنية التي اعتادت الدول علي اجرائها؛ إذ يتم إصدار هذه البيانات مرجعة إلي وحدات مساحية (إدارية) ثابتة والتي قد تكون علي نطاق المحافظات، والمراكز، والقري أو الشياخات، وهناك كثيرٌ من الأسباب التي تجعل من تلك البيانات السكانية المرصودة في وحدات إدارية ثابتة ليست شكلاً مثالياً للمعلومات حول الكثافة السكانية الدقيقة (Dmowska& Stepinski, 2017, P13)

ولهذا السبب تعددت الطرق والتقنيات المستخدمة في تمثيل البيانات السكانية، والتي منها طريقة النقط، والدوائر النسبية، وخطوط التساوي، والتظليل النسبي (الكوروبلث)، والطريقة الديزيمترية (القرادي،٢٠٢١، ص٥٧). كما أن التطور الذي شهده مجال نظم المعلومات الجغرافية وتقنيات الاستشعار عن بعد قد مهد الطريق أمام الاهتمام باستخدام الطريقة الديزيمترية في التمثيل الكارتوجرافي (Mennis,2009,P729) وبيان مدي فاعليتها ومقارنتها بالطرق التقليدية، وهو ما سيتم تناوله في العناصر الآتية.

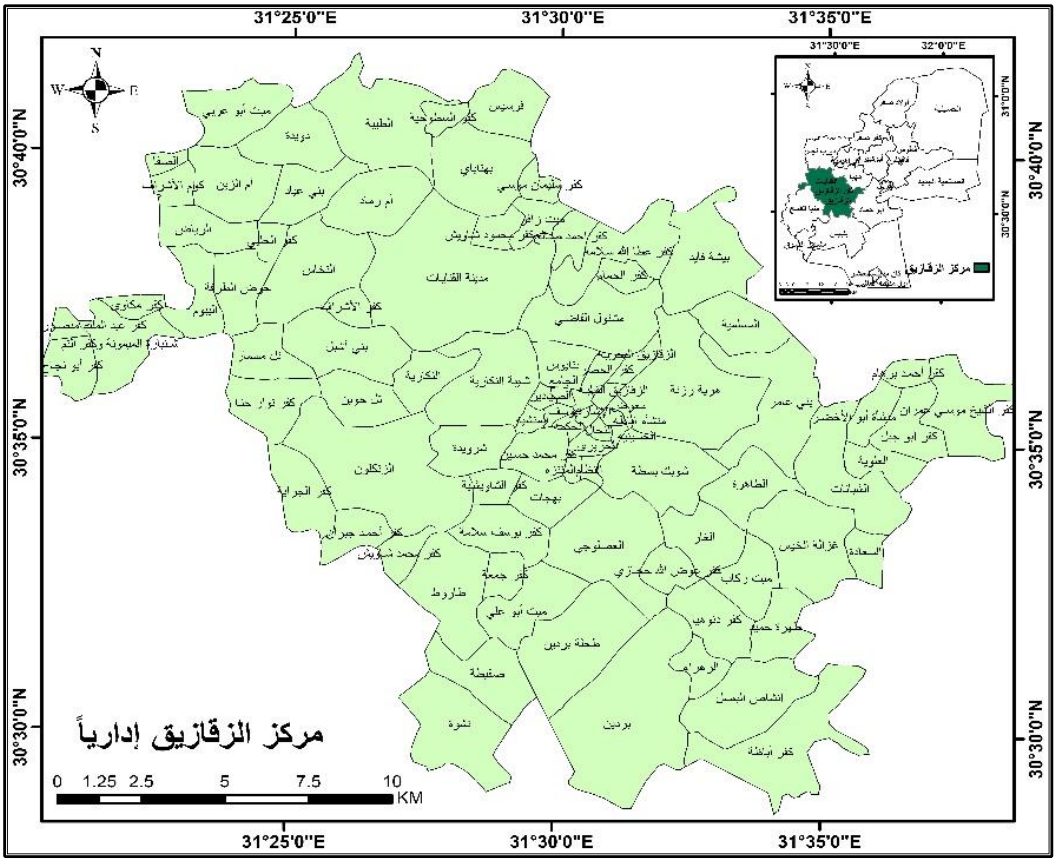
٢- مشكلة الدراسة

تمثل المعلومات والبيانات السكانية قدراً مهماً لأغراض التخطيط واتخاذ القرار؛ ولذا فإن هناك تقنيات مختلفة تستخدم في تقدير التوزيع المكاني للسكان؛ مثل: خرائط النقط، وخرائط التظليل النسبي (الكوروبلث)، والخرائط الديزيمترية، وعلي الرَّغم من بساطة كل من خرائط النقط وخرائط التظليل النسبي فَإِنَّ لها فائدة محدودة في التحليل المكاني التفصيلي للبيانات السكانية؛ لذا تركز الدراسة على توضيح أهمية وفاعلية الخرائط الديزيمترية في زيادة دقة التوزيع المكاني والكثافة السكانية، مع توضيح إجراءات إنشاء الخريطة الديزيمترية.

٣- منطقة الدراسة

تقتصر حدود الدراسة على حدود مركز الزقازيق الذي يمثل مساحة مميزة في محافظة الشرقية، وتقدر مساحته بحوالي ٣٤٥.٢ كم^{٢}، وهو يضم أكبر حجم سكاني في محافظة الشرقية؛ إذ يسكنه طبقاً لتعداد ٢٠١٧م حوالي ١٣١٨٩٢٣ نسمة، كما يضم ما يقرب من ١٣ وحدة محلية، و٧٥ قرية، ٣٤٠ كفراً ونجعاً وعزبة، وهو بذلك يمثل حوالي ٧٪ من إجمالي مساحة محافظة الشرقية التي تبلغ حوالي ٤٩١١كم^{٢}.

Journal homepage: https://mkgc.journals.ekb.eg/
ISSN: 2357-0091 (Print) 2735-5284 (Online)



شكل (١) مركز الزقازيق إداريّاً.

ويمتد مركز الزقازيق بين دائرتي عرض ٤٥ ″٢٨ ′٣٠ °٣٠ حتى ٣٠ ″٤١ ′٣٠ °٣٠ شمالاً، وخطي طول ١٥ ″٢٠ ′٣١ °٣١ حتى ٤٠ ″٣٨ ′٣١ °٣١ شرقاً. ويحد المركز من الشمال مركز ديرب نجم، ومن الشرق مركز ههيا، ومن الجنوب الشرقي مركز أبو حماد، ومن الجنوب مركز بلبيس، ومن الغرب والجنوب الغربي مركز منيا القمح، كما أن المركز يشترك بحدوده الغربية مع حدود أحد مراكز محافظة الدقهلية وهو مركز ميت غمر، والمركز بموقعه هذا لا يشكل قلب المحافظة الهندسي، إلا أنه القلب السكاني للمحافظة، إذ تقع فيه مدينة الزقازيق عاصمة المحافظة وحاضرة المركز (الشريعي، ١٩٨١، ص١٥).

٤- أهداف الدراسة

تتمثل أهداف الدراسة في الآتي:

- الوقوف على أهم مشاكل وعيوب أسلوب التظليل النسبي (الكوروبلث).
- توضيح مفهوم وتطور الخريطة الديزيمترية، وأهم الطرق المستخدمة في تصميمها.
- إنشاء الخريطة الديزيمترية لمركز الزقازيق، وخريطة التظليل النسبي للمركز.
- بيان أهم التحديات والعقبات التي تواجه تقنية الخرائط الديزيمترية.

٥- الدراسات السابقة:

تتسم الدراسات العربية التي تناولت تقنية الخرائط الديزيمترية بالندرة، ومن أهم الدراسات التي تناولت تقنية الخرائط الديزيمترية:

١- دراسة القرادي (٢٠٢١) وموضوعها "GIS-Based Dasymetric Mapping Method to Increase the Accuracy of Estimating Population Density"، وقد قارنت الدراسة بين استخدام الخرائط الديزيمترية وخرائط الكوروبلث في تحسين وتقدير رسم خرائط الكثافة السكانية بالتطبيق على البيانات السكانية لمقاطعة تشيستر في ولاية بنسلفانيا في الولايات المتحدة الأمريكية.

٢- دراسة Sleeter and Gould (2007) وموضوعها "Geographic Information System Software to Remodel Population Data Using Dasymetric Mapping Methods"، وهي تركز على دراسة تصميم أداة برمجية تلحق لبرنامج ArcMap لتسهيل عملية استخدام الخريطة الديزيمترية عن طريق أتمتة الاستيفاء المساحي ضمن إطار عمل GIS.

٣- دراسة Flasse. et al., (2021) وموضوعها "A tool for machine learning based dasymetric mapping approaches in GRASS GIS" ، وفيها تم التركيز علي كيفية الاستفادة من قوة وكفاءة مناهج التعلم الآلي Machine Learning عند إنتاج طبقات موزونة في رسم وتصميم الخرائط الديزيمترية بالتطبيق علي برنامج GRASS GIS.

٤- دراسة Mennis (2015) وموضوعها "Increasing the Accuracy of Urban Population Analysis with Dasymetric Mapping"، وقد ناقشت تقنية الخرائط الديزيمترية وطريقة تصميمها باستخدام برمجيات نظم المعلومات الجغرافية اعتماداً على مجموعة بيانات مساعدة كطبقات استخدام الأرض من تقنية الاستشعار عن بعد.

٥- دراسة Zandbergen (2011) وموضوعها "Dasymetric Mapping Using High Resolution Address Point Datasets"، وقد ركزت على دراسة أثر استخدام البيانات المساعدة عالية الدقة والمتمثلة في البيانات النقطية لعناوين المنازل الفردية مع مقارنتها لطريقة الوزن المساحي، والغطاء الأرضي، وكثافة الطرق، والأضواء الليلية ودورها في إنشاء الخريطة الديزيمترية.

٦- دراسة Mennis (2009) وموضوعها "Dasymetric Mapping for Estimating Population in Small Areas"، وقد ركزت على تصميم الخرائط الديزيمترية واعتمادها على تصنيف خرائط الكوروبلث السكانية من أجل عمل تقديرات للمناطق الصغيرة التي لا تتوافر لها التعدادات السكانية.

٦- منهجية الدراسة

اعتمدت الدراسة على المناهج الكارتوجرافية الأتية: أولاً المنهج التحليلي والذي استخدم في تحليل رموز التمثيل وتحليل آليات العرض وتقييم المنتج الكارتوجرافي، وثانياً المنهج النقدي الكارتوجرافي الذي استخدم في التعريف بالعوامل الحاكمة في تصميم وإنتاج الخرائط، وثالثاً المنهج التجريبي الذي يُعَدُّ أقرب مناهج البحث العلمي لحل المشكلات؛ إذ استخدم من خلال تطبيق التقنيات المختلفة المتاحة ضمن بيئة البرمجيات وإظهار مدي كفاءتها لوضع منهجية وطريقة مناسبة لعمل الخريطة الديزيمترية واستخداماتها الكارتوجرافية، وقد تَمَّ الاعتماد علي المرئيات الفضائية للقمر الصناعي Sentinel-2 10m لعام ٢٠١٧م من أجل استخراج طبقة غطاء واستخدام الأرض لمنطقة مركز الزقازيق، كما تَمَّ تصميم الخريطة الديزيمترية بمراحلها المختلفة اعتماداً على برنامج ArcGIS 10.7، وصندوق الأدوات خصوصاً أدوات التحليل المكاني Spatial Analyst Tools؛ وذلك لمعالجة البيانات، وتصميم قاعدة البيانات، وكذلك إجراء عمليات التحليل، وعرض النتائج.

أولاً: مفهوم الخريطة الديزيمترية

تقدم الكارتوجرافيا الحديثة تعريفاً للخريطة الديزيمترية مؤداه أنها خريطة تهتم بعرض بيانات السطح الإحصائية عن طريق تقسيم المساحة الاجمالية إلى نطاقات تعكس التباين الاحصائي للسطح الأساسي من خلال استخدام مجموعة من البيانات المساعدة والمنفصلة عن السطح الاحصائي، ولكنها مرتبطة به؛ لذلك فإن عملية تصميم الخرائط الديزيمترية لها علاقة وثيقة بعملية الاستيفاء المساحي (Mennis& Hultgren, 2006, P180). إذ يَعُدُّها كثيرون على أنها شكل من أشكال الاستيفاء المساحي الذي يحول البيانات من مجموعة واحدة من الوحدات إلى أخري بمساعدة البيانات الإضافية المساعدة (Thompson & Hubbard, 2014, P1).

وهناك قدر كبير من الالتباس في الدراسات الحديثة فيما يتعلق بأصول الخرائط الديزيمترية، ومن المحتمل أن يكون السبب هو تنوع الخلفيات الأكاديمية لأولئك الذين يتابعون أسلوب الخريطة الديزيمترية، إضافة للفترة الطويلة من عدم النشاط البحثي منذ نشأتها حتى تم تطوير التقنيات التي سهلت تطبيقها (Mennis, 2009, P729).

وعموماً فقد جاء تطوير المبادئ الأساسية لتقنية الخرائط الديزيمترية في البداية للمشروع الكارتوجرافي الروسي في أوائل القرن العشرين علي يد الكارتوجرافي الروسي سيمينوف تيان شانسكي عام ١٩٢٢م، ثم تَمَّ تقديمها في سلسلة من المقالات باللغة الإنجليزية في الولايات المتحدة الأمريكية علي يد رايت J.K. Wright عام ١٩٣٦م (Mennis, 2015, P116).

وقد كان من الصعوبة بمكان قبل الثمانينيات من القرن الماضي تصميمها علي نطاق واسع؛ إذ اقتصر تناولها في خمسينيات القرن الماضي في بعض فقرات فقط، وقد أسهم تطور برمجيات نظم المعلومات الجغرافية والاستشعار عن بعد والأقمار الصناعية في تحويل أسلوب الخرائط الديزيمترية من تقنية كارتوجرافية مجهولة إلي موضوع أكثر بروزاً في الدراسات الحديثة، إذ توفر نظم المعلومات الجغرافية الأدوات الحسابية لتداخل البيانات اللازمة لعملية التصميم، في الوقت الذي يوفر الاستشعار عن بعد مصدراً مهماً من البيانات المساعدة اللازمة لتنفيذ الخرائط الديزيمترية خصوصاً في صورة خرائط مصنفة للغطاء والاستخدام الأرضي (Mennis, 2009, P730).

كما تؤدي صعوبة الحصول على بيانات سكانية دقيقة وخاصة في البلدان الأقل نمواً بسبب ضعف التمويل وصعوبة المواصلات والاتصالات، ونظراً لأهمية ذلك في عمليات التخطيط الحضري والإقليمي والتنمية الاقتصادية وعمليات الإغاثة في حالات الكوارث، حتى في الدول المتقدمة التي لديها تعدادات ممولة جيداً قد يكون الوصول إلى البيانات السكانية عالية الدقة مقيداً بسبب مخاوف الخصوصية، ولهذه الأسباب تَمَّ الاهتمام باستخدام الخرائط الديزيمترية لتقدير توزيع السكان.

وعلي الرغم من أنه يمكن تطبيق أسلوب الخرائط الديزيمترية على أي بيانات إحصائية، فَإِنَّ غالبية الدراسات التي تناولت تصميم الخرائط الديزيمترية قد ركزت تقريباً على السكان ولا سيما في تصنيف خرائط التظليل النسبي السكانية من أجل عمل تقديرات للمناطق الصغيرة التي لا تتوافر لها التعددات السكانية (Mennis, 2009, P727).

وتستخدم كثيرٌ من الطرق الكارتوجرافية التقليدية في تقدير أعداد السكان وكثافتهم والتي يمكن تجميعها في نطاقات إدارية مختلفة، وهي تسمح بتمثيل التوزيع المكاني للسكان داخل الوحدات الإدارية في عدة أشكال، منها: خطوط التساوي Isoline وقد تم إنشاؤها من خلال استنتاج واستيفاء نقاط جديدة، ومع ذلك فإن هذا الأسلوب لا يعبر عن طبيعة البيانات الموزعة بين خط وآخر، كما توجد طريقة خرائط التظليل النسبي (الكوروبلث) التي تعد أشهر طرق تمثيل البيانات السكانية من خلال أنماط أو رموز تظليل مختلفة في مناطق جغرافية محددة مسبقاً، وهذه الخرائط فعالة عند توضيح التباين عبر الوحدات الإدارية، وتتمتع خرائط التظليل النسبي بالقدرة علي تمثيل كمية كبيرة من البيانات علي مستوي المساحات بطريقة موجزة وجذابة بصرياً (القرادي، ٢٠٢١، ص ٥٦)، ولكن يشوبها بعض العيوب جعلت من تقنية الخرائط الديزيمترية حلاً بديلاً لخرائط الكوروبلث يسهم في التمثيل الدقيق للبيانات السكانية.

عيوب طريقة التظليل النسبي (الكوروبلث)

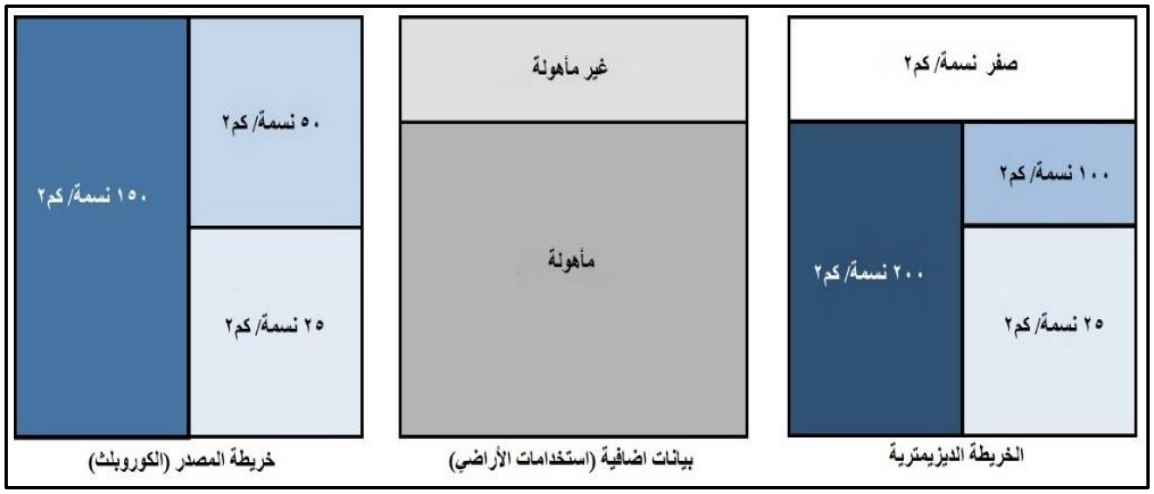
ولطريقة التظليل النسبي عدة عيوب؛ أولها: الانتقال المفاجئ للتوزيع عند حدود الوحدات الإدارية، وثانيها: أنها تفترض أن الظواهر موزعة بالتساوي عبر وحدات التعداد في حين أنها في الواقع متباينة بصورة كبيرة (Sleeter& Gould, 2007, P1). وبالتالي يكون الاهتمام بحجم المضلعات بدلاً من البيانات المنقولة، وثالثها: عدم التفريق بين طبيعة المساحات؛ مثل: البحيرات والأنهار والغابات والشواطئ والصخور والمناطق الزراعية؛ إذ تعطي الانطباع بأن السكان موزعون بشكل متجانس في كل وحدة مساحية حتى عندما تكون أجزاء المنطقة في الواقع غير مأهولة (Bielecka, 2007, P209). إذ يتم توزيع السكان بشكل موحد داخل كل وحدة تعداد، حتى ولو كانت غالبية المنطقة غير مأهولة، إضافة إلى تغير النطاقات المكانية لوحدات التعداد بمرور الوقت مما يجعل من الصعب إجراء مقارنات من سنة لأخري (Dmowska, 2019, P16).

كما تعتمد الظلال أو الألوان المستخدمة علي حجم المساحات الإدارية المختارة، كما يتطلب اختيار الفئة وحدودها الدقة والتركيز، وعلي الرغم من أن الخرائط الديزيمترية مرتبطة ارتباطاً وثيقاً بخرائط التظليل النسبي فإنها تختلف في أنها توفر تمثيلاً أكثر دقة وتفصيلا لتوزيع البيانات السكانية في حالة أى مقياس بما في ذلك المقاييس عالية الدقة، وقد شهدت تقنية الخرائط الديزيمترية تطوراً كبيراً بفضل تطور برمجيات نظم المعلومات الجغرافية وتقنيات الاستشعار عن بعد (Flasse et al., 2021, P 55).

ونظراً لأن غالبية البيانات السكانية تكون متاحة في شكل جداول البيانات مع خيار ضمها إلي ملفات خطية Vector تحتوي علي حدود التجميع، وذلك من أجل إجراء تحليل قائم علي نظم المعلومات الجغرافية GIS، مما يجعل البيانات صعبة العمل خاصة بالنسبة للمناطق الكبيرة؛ لذلك فإنه من الممكن التغلب علي ذلك عن طريق الاعتماد علي البيانات الشبكية Raster التي تتميز بعدة مميزات؛ أولها: الدقة المكانية التي تحددها مساحة الخلية عالية وثابتة من الناحية المكانية علي كامل المنطقة، وثانيها: عدم تغير امتداد الخلايا بين السنوات؛ مما يجعل المقارنة من سنة لأخري سهلة الآداء، وثالثها: إمكانية تحديد المناطق غير المأهولة بشكل صحيح وتخطيطها بشكل صحيح من خلال النمذجة الديزيمترية؛ مما يجعل خرائط السكان أكثر دقة (Dmowska, 2019, P16).

وعموماً فإن مجموعة البيانات المساعدة الأكثر شيوعاً المستخدمة في تصميم الخرائط الديزيمترية للسكان هي استخدام الأراضي أو بيانات الغطاء الأرضي والتي غالباً ما تكون مشتقة من مرئيات الاستشعار عن بعد، وينطوي أبسط تنفيذ لرسم الخرائط الديزيمترية على استخدام مثل هذه البيانات الإضافية للتمييز ببساطة بين الأراضي المأهولة وغير المأهولة، وبالتالي تخصيص

جميع السكان في منطقة المصدر المقسمة ووضعهم في المناطق المأهولة؛ مما يترك الجزء المتبقي من منطقة المصدر بدون عدد سكان (Mennis, 2015, P118).



المصدر: (Mennis, 2015, P118)

شكل (٢) فكرة عمل الخريطة الديزيمترية.

كما يمكن استخدام بيانات مساعدة أخري منها كثافات الطرق والأضواء الليلية، ونقاط العناوين المنزلية التي يمكنها توفير المواقع الدقيقة لمراكز الاستقرار البشري وبالتالي إمكانية تحديد الوحدات السكنية والوحدات غير السكنية بما يوفر تحديداً دقيقاً للكثافة السكانية، ولكن يتوقف ذلك على إمكانية توافر تلك البيانات (Zandbergen, 2011, P9). إضافة لذلك هناك مصدر آخر للبيانات المساعدة هو صور الأقمار الصناعية عالية الدقة؛ مثل: بيانات الليدار LIDAR، ويمكن استخدام مجموعة البيانات هذه بشكل فردي أو مشترك لبناء النموذج الديزيمتري (Dmowska, 2019, P17).

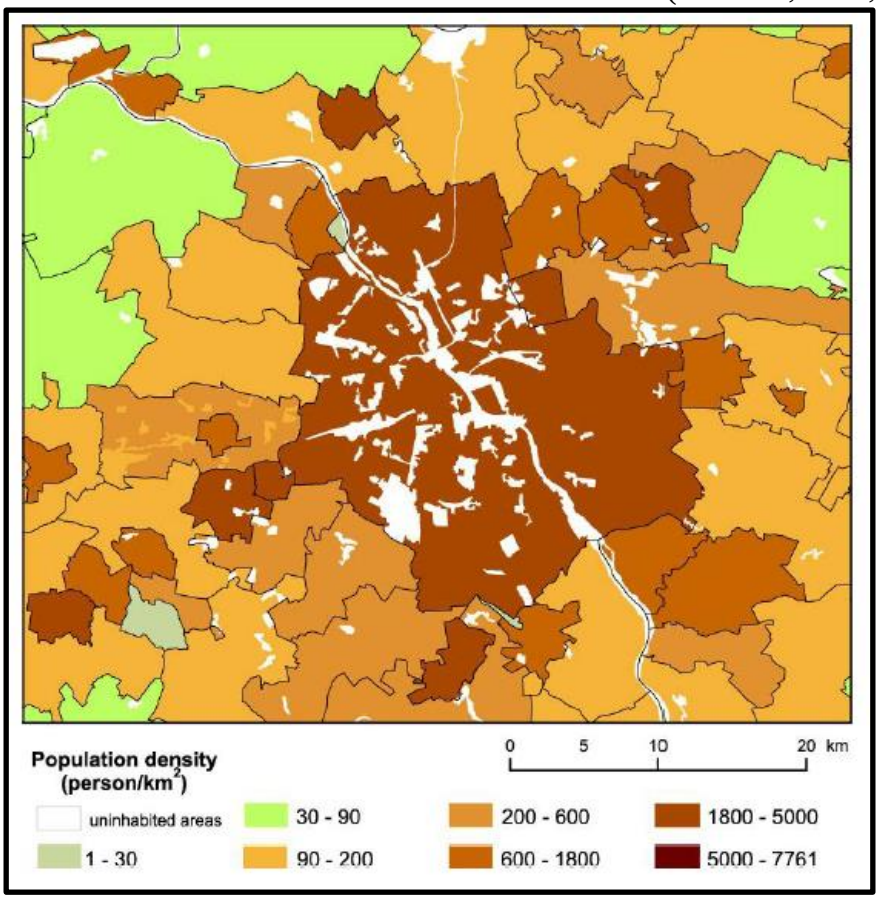
وقد اقترح Longford 2007 استخدام خرائط مرجعية ممسوحة ضوئياً يمكن الوصول إليها بسهولة كمصدر للبيانات المساعدة لرسم الخرائط الديزيمترية، مشيراً إلى أن استخدام البيانات المستشعرة عن بعد يتطلب عادة خبرة كبيرة للمعالجة المسبقة (Mennis, 2009, P732).

ثانياً: طرق تصميم الخرائط الديزيمترية

أدى تعدد المجالات المستخدمة للخريطة الديزيمترية، إضافة إلى تطور برمجيات نظم المعلومات الجغرافية وتقنية الاستشعار عن بعد إلى تعدد طرق تصميم الخرائط الديزيمترية، وتعتمد في أغلبها على ما يعرف بالأوزان المساحية Areal Weighting، وهو نوع من الاستيفاء المساحي Areal Interpolation المستخدم في تحويل البيانات الجغرافية من مجموعة من الحدود إلى أخري، ويتم تحديد الترجيح المساحي لكل قيمة تعداد لخلايا الشبكة بناءاً على النسبة المئوية لمساحتها من الوحدات المساحية المضيفة.

وَيُشَارُ إلى الوحدات المكانية الأصلية التي تحتوي على البيانات باسم منطقة المصدر، وَيُشَارُ إلى الوحدات المكانية التي يتم تحويل البيانات إليها باسم المناطق المستهدفة، وفي إنشاء الخرائط الديزيمترية يتم إنشاء المناطق المستهدفة من مناطق المصدر بحيث تتداخل المناطق المستهدفة تماماً داخل مناطق المصدر (Colón et al., 2022, P5) ، ومن أهم الطرق المستخدمة في إنشاء الخريطة الديزيمترية ما يأتي:

١) الطريقة الثنائية Binary method، وفيها يتم تحديد جميع الفئات على أنها صالحة للسكن أو غير صالحة للسكن، ويتم توزيع السكان حسب الوزن المساحي في المناطق الصالحة للسكن في كل منطقة التعداد، وفيها يتم تحديد المناطق المأهولة وغير المأهولة التي يتم تحديدها من فئات الغطاء الأرضي (Mileu& Queiros, 2018, P3)؛ مثال: (الطرق وشبكات السكك الحديدية والموانئ والمطارات ومواقع استخراج المعادن ومواقع النفايات والأراضي البور والصحاري والمناطق الزراعية والمستنقعات والمجاري والمسطحات المائية)، ويتم حساب الكثافة السكانية في الطريقة الثنائية بقسمة عدد السكان في المنطقة على مساحة الجزء المأهول (Bielecka, 2007, P210).



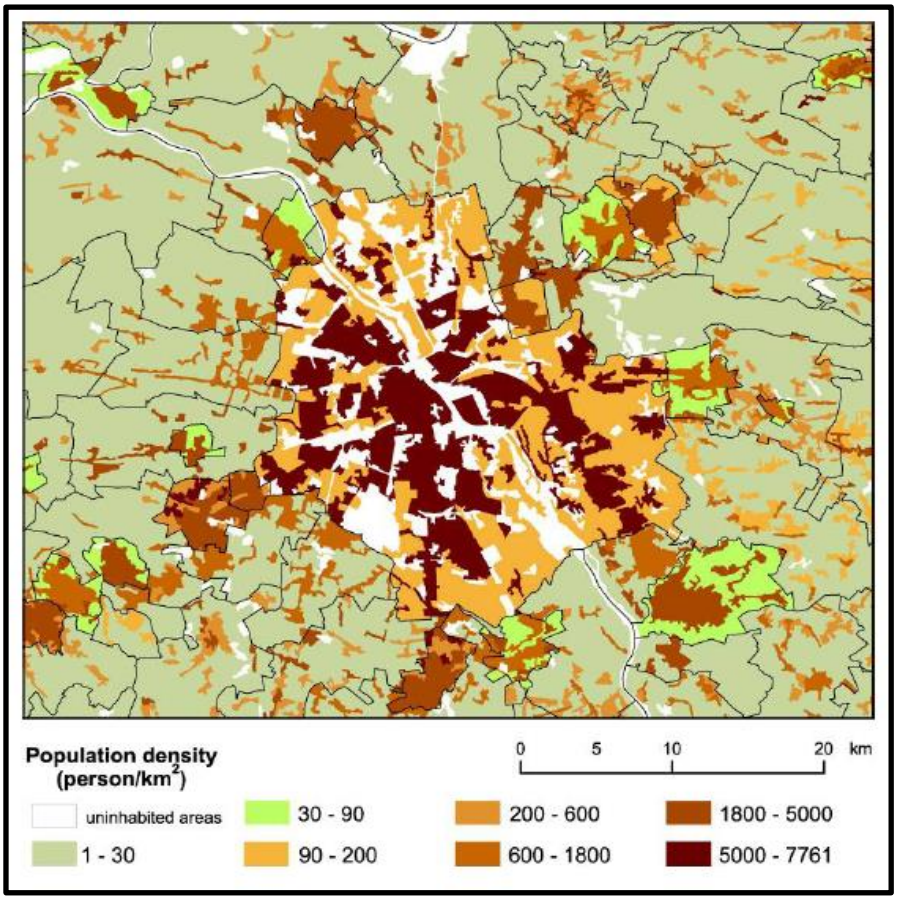
المصدر: (Bielecka, 2007, P210)

شكل (٣) خريطة ديزيمترية لمدينة وارسو بالطريقة الثنائية.

وللطريقة الثنائية ميزة أساسية أجمع عليها الدارسون، وهي بساطتها ومن الضروري فقط إعادة تصنيف بيانات الغطاء الأرضي الي فئتين (مأهولة، وغير مأهولة)، ومع ذلك فإنه يعيبها ذاتية إعادة التصنيف، ويعتمد القرار المتعلق بالمناطق الصالحة للسكن وغير الصالحة للسكن على معلومات الغطاء الأرضي وعلى المعلومات المتعلقة بمنطقة الخريطة (Thompson & Hubbard, 2014, P3).

٢) طريقة النسبة الثابتة Fixed percentage method وقد نادي بها هولواي وآخرون Holloway et al., (1997) وتقوم على استخدام مجموعة البيانات لاكتشاف وإزالة الأراضي غير المأهولة من منطقة التحليل، ثم إعادة توزيع التعداد السكاني على فئات المعالم الإضافية، ثم تخصيص نسبة مئوية محددة لكل فئة (Mileu& Queirós, 2018, P3) .

وفيها يتم تجميع الغطاء الأرضي تقريباً إلي النسيج الحضري، والمستوطنات المتفرقة، والمناطق ذات الكثافة السكانية المنخفضة، والمناطق غير الصالحة للسكن، ثم بعد ذلك يتم تحديد النسب المئوية للأشخاص المنسوبين لأنواع الاستخدامات (حضري، حضري– ريفي، ريفي) مسبقاً كما في الجدول الآتي:



المصدر: (Bielecka, 2007, P211)

شكل (٤) خريطة ديزيمترية لمدينة وارسو بطريقة النسبة المئوية.

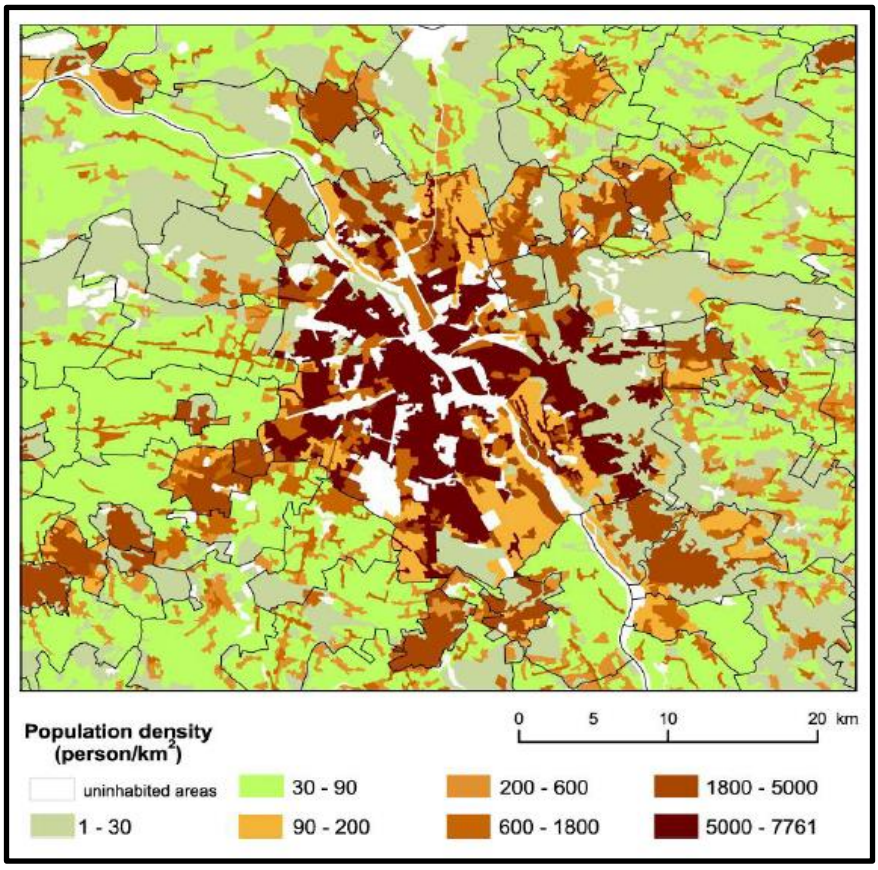
جدول (١) النسبة المئوية لكل نوع من الغطاء الأرضي وأنماط الاستقرار

أنماط الغطاء الأرضي	أنواع الوحدات		
	حضري	حضري - ريفي	ريفي
النسيج العمراني	٧٠٪	٧٠٪	صفر %
الاستقرار المشتت	٢٨٪	٢٨٪	٩٨٪
كثافة سكانية منخفضة (كثافة حقيقية)	٢٪	٢٪	٢٪

المصدر: (Bielecka, 2007, P211)

وعلي الرَّغم من أن طريقة النسبة المئوية الثابتة تحافظ على عمليات الاستيفاء المساحي السلس لبيانات السكان فإن ذاتية القرارات التي يجب اتخاذها تُعَدُ نقطة ضعف لهذه الطريقة (Bielecka, 2007, P210).

٣) طريقة معامل الارتباط المساحي الموزون Areal weighting correlation method وتعتمد على طريقة Gallego and Peedell (2001) والتي تتكيف مع الظروف البولندية من خلال تجميع فئات الغطاء الأرضي، وطبقات الكوميونات وحساب المعاملات، ولا تحافظ الطريقة على قيمة البيانات الإحصائية في الكوميونات، ولكن من الممكن تقييم دقة توزيع السكان من خلال حساب الفرق بين البيانات الإحصائية والقيم المنسوبة. وتصور الخرائط الناتجة توزيعاً سكانياً واقعياً جداً في المنطقة التي تم تحليلها (Bielecka, 2007, P212).



المصدر: (Bielecka, 2007, P214)

شكل (٥) خريطة ديزيمترية لمدينة وارسو بطريقة معامل الارتباط المساحي الموزون.

وفيها يتم حساب الكثافات وفقاً للمعادلة الآتية:

$$D_c = U_c \frac{P}{\sum_c A_c U_c}$$

حيث إن:

D_c هي الكثافة السكانية لفئة الغطاء الأرضي في المنطقة.

U_c هي معامل الترجيح (تنويع السكان وفقاً لفئة الغطاء الأرضي).

A_c مساحة فئة الغطاء الأرضي في المنطقة.

P عدد السكان في الإقليم.

٤) طريقة الشبكة ثلاثية الطبقة three-class grid، وقد نادي بها كُلٌّ Eicher and Brewer (2001) وفيها تستخدم بيانات استخدام الأرض الشبكية raster لإعادة توزيع بيانات السكان على مستوي الوحدة الإدارية الي وحدات فرعية، وقد قاما بتعيين نسبة مئوية محددة مسبقاً من سكان الوحدة الإدارية لمنطقة استخدام أرض معينة (٧٠٪ من سكان الوحدة الي المناطق الحضرية، ٢٠٪ للأراضي الزراعية، ١٠٪ لاستخدامات الأرض الغابات) (Mileu& Queirós, 2018, P3).

٥) طريقة الحد المتغير Limiting Variable، وتتم من خلال تعيين حدود الكثافة القصوى لفئات خريطة المنطقة، وقد تم تطوير هذه الطريقة بواسطة McCleary 1969؛ إذ يتم إعادة توزيع السكان على المناطق الحضرية عن طريق الحد من الكثافة السكانية في المناطق الريفية من خلال عملية الصقل التكراري وإعادة توزيع الكثافة باستخدام الترجيح المساحي areal weighting، وهي طريقة توزيع البيانات بين مجموعة من الوحدات بما يتناسب مع مساحة كل وحدة، وإذا تجاوزت منطقة الديزيمترية الحد الأقصى للكثافة المحددة لفئة المنطقة المرتبطة بها يتم إعادة توزيع كمية صغيرة من البيانات الي المناطق الديزيمترية المجاورة، بشرط ألا تتجاوز هذه المناطق عندئذٍ عتبات الكثافة القصوى الخاصة بها، وتستمر العملية بشكل متكرر بهذه الطريقة حتي تصبح كل منطقة ديزيمترية أقل من عتبة الكثافة القصوى لها (Mennis, 2009, P733).

٦) طريقة الوزن (الترجيح) المساحي Areal Weighting، وهي الطريقة التي نادي بها Mennis (2015) كأحد أساليب الاستيفاء المساحي areal interpolation بهدف تحويل البيانات من مجموعة واحدة من الوحدات المكانية إلى مجموعة أخري (المناطق المستهدفة)، حيث تحدث حالة معينة من منطقة المصدر.

ويشير هنا الوزن المساحي إلى أنه بالنظر للمنطقة المستهدفة (F) المتداخلة مع منطقة المصدر (g) وأنه يمكن توزيع سكان منطقة المصدر اعتماداً على المناطق المستهدفة المكونة لها بناءً على نسبة المساحة Area Ratio (AR) لكل منطقة مستهدفة:

$$AR_f = A_f / A_g$$

حيث إن (A) هي المساحة، ويمكن بعد ذلك تقدير عدد السكان في المنطقة المستهدفة على أنه:

$$\hat{y}_f = y_g AR_f$$

وأن $\hat{y}_f$ هي تقدير عدد سكان المنطقة المستهدفة، y_g هي عدد سكان منطقة المصدر المضيفة.

ويمكن النظر إلى الخريطة الديزيمترية على أنها امتداد للوزن المساحي حيث تكون مجموعة البيانات الإضافية المتراكبة مع طبقة المصدر عادة خريطة فئة المنطقة، والتي تقوم بشكل شامل بتقسيم المنطقة إلى فئات اسمية مرتبطة بتوزيع المتغير الذي يتم تعيينه، وبالتالي فإن رسم الخرائط الديزيمترية لا يتضمن فقط نسبة اسهام للمنطقة في كل وحدة مستهدفة، ولكن أيضا فئتها المساعدة لإعادة توزيع البيانات من منطقة المصدر إلى المناطق المستهدفة المكونة لها، على هذا النحو لا تستخدم هنا نسبة المساحة فحسب لعمل تقديرات المستوي المستهدف، وإذا أخذنا في الاعتبار فئة (C) الفرعية مرتبطة بالمنطقة المستهدفة (F) فإن نسبة الكثافة density ratio (DR) يمكن تحديدها من:

$$DR_c = (\hat{D}_c) / (\sum \hat{D}_c)$$

حيث (D_c) هي الكثافة المقدرة للفئة الإضافية (C)، ويتم تعيينها من قبل المحلل من خلال معرفة الخبراء أو يمكن تقديرها عن طريق أخذ عينات من القيم المتغيرة لمنطقة المصدر التي تتزامن مكانياً مع فئات البيانات المساعدة المختلفة. وإن الكسر الكلي (TF) يدمج نسبة المساحة وكسر الكثافة في مصطلح واحد حيث:

$$TF_{fc} = \frac{AR_f DR_c}{\sum_{f \in g} (AR_f DR_c)}$$

وتقدير عدد سكان المنطقة المستهدفة من:

$$\hat{y}_f = y_g (TF_{fc})$$

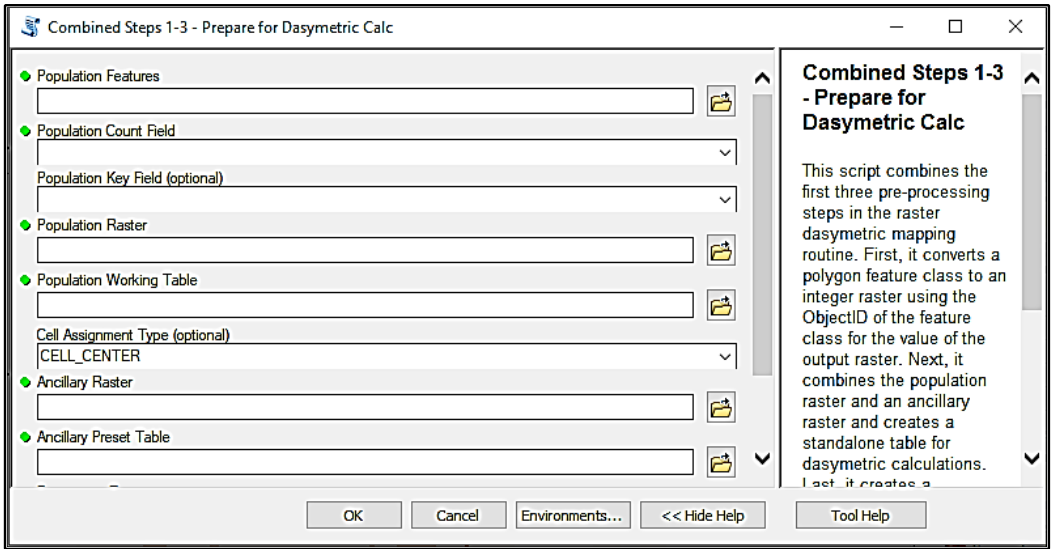
إضافة لما سبق فَقَدْ تَمَّ تطوير طرق أكثر تعقيداً لرسم الخرائط الديزيمترية تعتمد علي معامل الانحدار regression، والخوارزميات التكرارية، وهي علي عكس الخرائط الديزيمترية التقليدية وفيها يتم الاعتماد علي وحدات الخلية (بكسل) المساهمة لغطاء الأرض المختلفة في نطاقات الكوروبلث كمتغيرات توضيحية، ولكن يعيبها عدم المحافظة علي خصائص الحجم المساحي، ومن الممكن لمعادلة الانحدار أن تتنبأ بكثافة سكانية سالبة إذا كان تقاطع المنحدر سالباً، ويمكن الحصول علي حل لهذه المشكلة ببساطة عن طريق تحويل التقاطع إلي الأصل وقياس قيم الكثافة المقدرة لتتلاءم مع مجموع أعداد منطقة خريطة الكوروبلث الأصلية (Mennis, 2009, P734)

ثالثاً: أدوات برمجية لإنشاء الخريطة الديزيمترية

نظراً لأهمية الخرائط الديزيمترية في التحديد الدقيق للكثافة السكانية وجعلها أكثر واقعية، إضافة لصعوبة تصميمها وتعقيدها فقد ظهرت كثيرٌ من الأدوات البرمجية الفردية التي تستخدم في سبيل تسهيل عمليات تصميم الخرائط الديزيمترية ومنها ما يأتى:

١- أداة رسم الخرائط الديزيمترية المساعدة Dasymetric Mapping Extension (DME) تلحق في برنامج ArcGIS 9.2 من خلال شريط الأدوات الرئيسي، والذي طورته هيئة المساحة الجيولوجية الأمريكية USGS لهذه المهمة اعتماداً علي دراسات Mennis (2003) عن تصميم الخريطة الديزيمترية، وقد كتبها برمجياً بلغة (VBA) كل من Mennis and Hultgren (2004)، وتهدف هذه الأداة الي أتمتة عمليات أخذ بيانات السكان من وحدات التعداد السكاني ونقل قيم البيانات إلي مناطق متجانسة متراكبة مع الحفاظ علي خصائص الحجم، واستخدام طريقة العينات التجريبية لتحديد الكثافة النسبية لكل منطقة متجانسة (Sleeter& Gould, 2007, P4).

٢- أداة رسم الخرائط الديزيمترية الذكي Intelligent Dasymetric mapping (IDM)، وهي أداة برمجية نصية كتبت بلغة (VBA) وهي تطوير للأداة السابقة، ولمن تستخدم مع نسخة ArcGIS 10.3 أو أعلي، وهي تعتمد على ما قدمه كُلٌّ مِنْ Mennis and Hultgren (2006)، إذ يطالب البرنامج المستخدم عبر سلسلة من مربعات الحوار بتحميل منطقة المصدر وطبقات البيانات المساعدة وتعيين قيم محددة مسبقاً للفئات المساعدة المحددة، وتحديد إستراتيجية أخذ العينات (Mennis& Hultgren, 2006, P182).

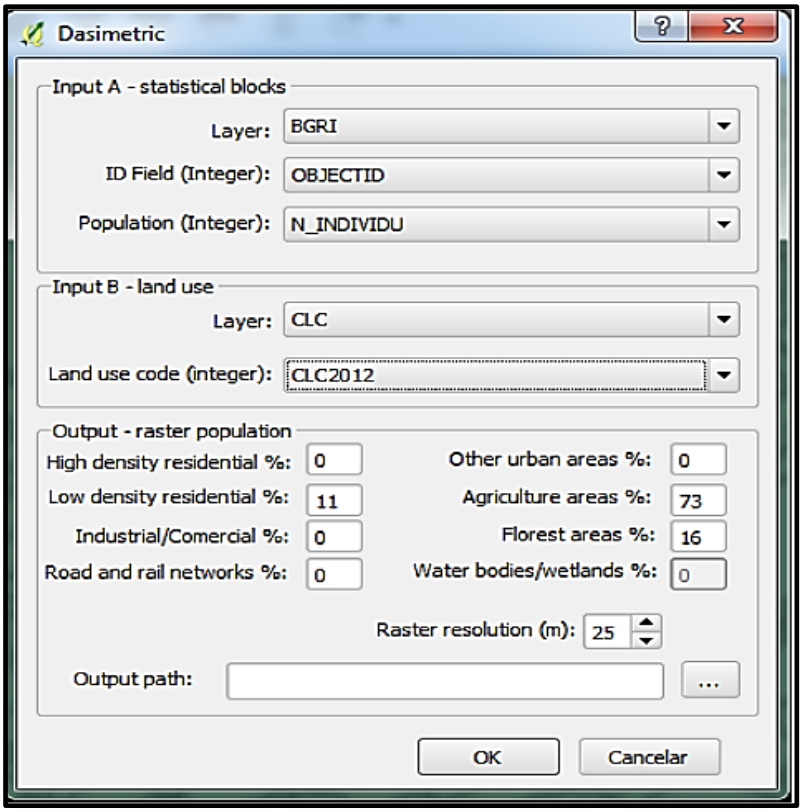


شكل رقم (٦) الواجهة الرئيسة لأداة Intelligent Dasymetric mapping.

٣- أداة Dasymetric QGIS، وهي تطبيق مفتوح المصدر لنظام GIS في برنامج QGIS تَمَّ كتابته بلغة Python 2.7 ويهدف الي أتمتة عملية رسم الخرائط الديزيمترية اعتماداً على دراسات Holloway et al., (1997) حيث يتم حساب عدد السكان فيها لكل خلية غطاء أرضي من خلال المعادلة الآتية:

$$P = \frac{(R_n A_n) \times \mathrm{N}}{\mathrm{E}}$$

حيث إن (P) هي عدد السكان لكل خلية، (R_n) هي الكثافة النسبية لسكان وحدة الخرائط بنوع الغطاء الأرضي (A)، (A_n) هي المساحة لوحدة الخريطة، (E) هي عدد السكان المتوقع لوحدة العد المحسوبة باستخدام الكثافة النسبية، (N) هي وحدة التعداد الحقيقي للسكان (Mileu& Queirós, 2018, P4).



شكل (٧) الواجهة الرئيسة لأداة Dasymetric QGIS.

رابعاً: الخريطة الديزيمترية لسكان مركز الزقازيق

من أجل توفير مثال لرسم الخريطة الديزيمترية للتوضيح وبيان مدي فاعلية الخريطة الديزيمترية في التوزيع الدقيق للبيانات السكانية تم اختيار الخريطة الإدارية لمركز الزقازيق بوصفه أكبر المراكز داخل محافظة الشرقية سكاناً وأكثرها تنوعاً في طبيعة الاستقرار البشري بين الريف والحضر فيما بين القري والشياخات لمركز الزقازيق، كما تَمَّ الاعتماد على البيانات السكانية للجهاز المركزي للتعبئة العامة والإحصاء لتعداد عام ٢٠١٧م.

كما تَمَّ الاعتماد على المعلومات المساعدة لتوليد المضلعات المستخدمة في استكمال عمليات الاستيفاء المساحي مع الحفاظ على خصائص الحجم، وَإِنَّ كان الشكل الأكثر شيوعاً للبيانات المستخدمة لتقدير السكان هو تصنيفات land use and land cover (lulc) المشتقة من صور الأقمار الصناعية، وقد تَمَّ الاعتماد علي بيانات القمر الصناعي Sentinel-2 10m للعام ٢٠١٧م لمنطقة محافظة الشرقية وقد تَمَّ اقتطاع الجزء الخاص بمركز الزقازيق، ثم جاءت بعد ذلك مرحلة تصنيف ودمج فئات غطاء واستخدام الأرض وإعادة تشكيلها إلي أربع فئات هي (فئة سكانية عالية الكثافة high density، فئة سكانية متوسطة الكثافة med density، فئة سكانية منخفضة الكثافة low density، فئة غير مأهولة بالسكان Nonurban).

ومع تعدد وتنوع الطرق المستخدمة في إنشاء الخريطة الديزيمترية فقد اتَّبَعَ الباحث طريقة ودراسات Holloway et al., (1997) بوصفها أبسط الطرق في حساب كثافة السكان في المناطق المستهدفة للخريطة المطلوبة (Sleeter& Gould, 2007, P2). والتي يمكن أن تناسب منطقة الدراسة؛ إذ يغلب عليها الطابع الزراعي، أما بالنسبة للمناطق المأهولة فيغلب عليها الطابع الريفي منخفض ومتوسط الكثافة، أما المناطق مرتفعة الكثافة فتتركز في قلب المركز العمراني لمدينة الزقازيق. وعليه تَمَّ العمل على تعديل النسب المئوية المستخدمة لكل فئة من فئات الغطاء الأرضي لكي تتناسب مع ظروف وطبيعة منطقة الدراسة وذلك وفقاً لما جاء في دراسة (القرادي، ٢٠٢١، ص٦٠)، كما تَمَّ الاعتماد على برنامج ArcMap 10.4 في تصميم وتحويل ودمج الطبقات، وَقَدْ تَمَّ العمل بالخطوات الآتية:

١) تحويل طبقات الغطاء الأرضي بعد تصنيفها إلى الفئات الأربعة سابقة الذكر إلى طبقة شبكية raster بدقة ٣٠ متراً تحت اسم lulc_R.

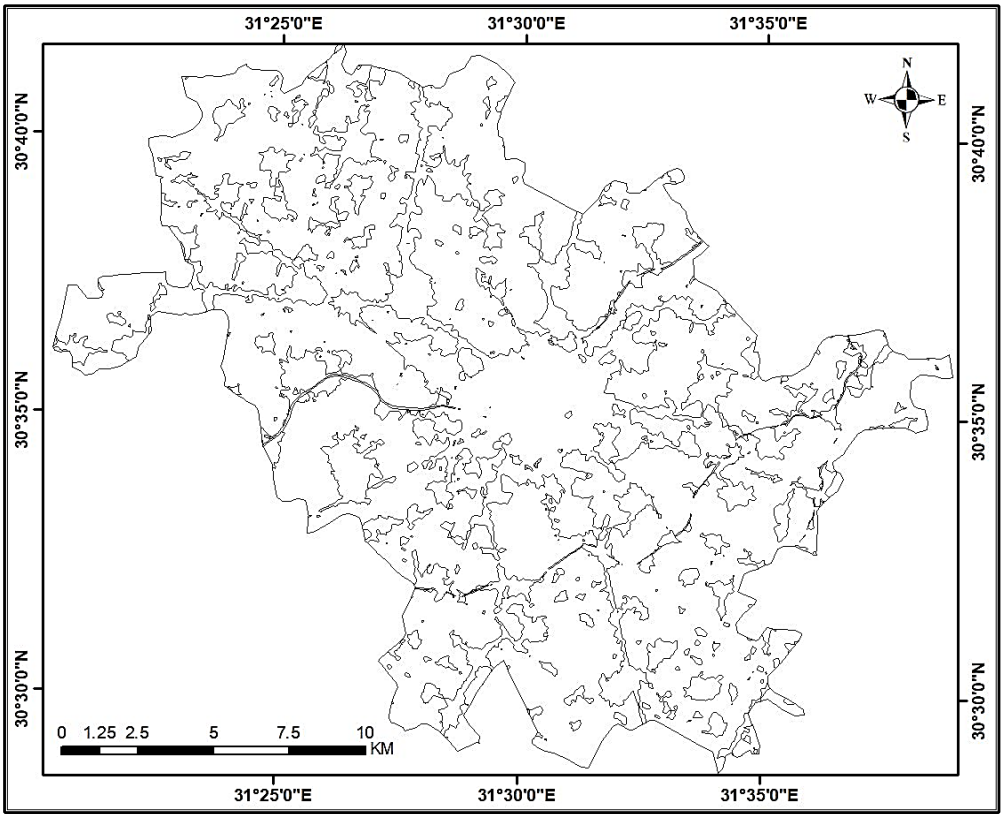
٢) تحويل طبقة السكان إلى طبقة Raster بدقة ٣٠ متراً وتكون تحت مسمي pop2017_R.

٣) عمل إعادة تصنيف reclassify من قائمة spatial analyst tools لطبقة غطاء الرض لقيمة value الخاصة به من أجل تعديل قيم الأوزان النسبية للكثافة النسبية لكل فئة من فئات الغطاء الأرضي، لتأخذ فئة Nonurban نسبة (١٪)، وفئة low density نسبة (٩٪)، وفئة Med density نسبة (٣٠%)، وفئة High density نسبة (٦٠٪)، وتكون هذه الطبقة تحت اسم Rdensity_R، وعلي الرغم من الاعتراف بهذه القيم علي أنها تعسفية إلي حد ما فإنها تعكس استبعاد السكان من المناطق غير السكنية وأيضاً التركيز الأكبر للسكان في فئات المناطق السكنية ذات الكثافة العالية مقابل المناطق منخفضة الكثافة.

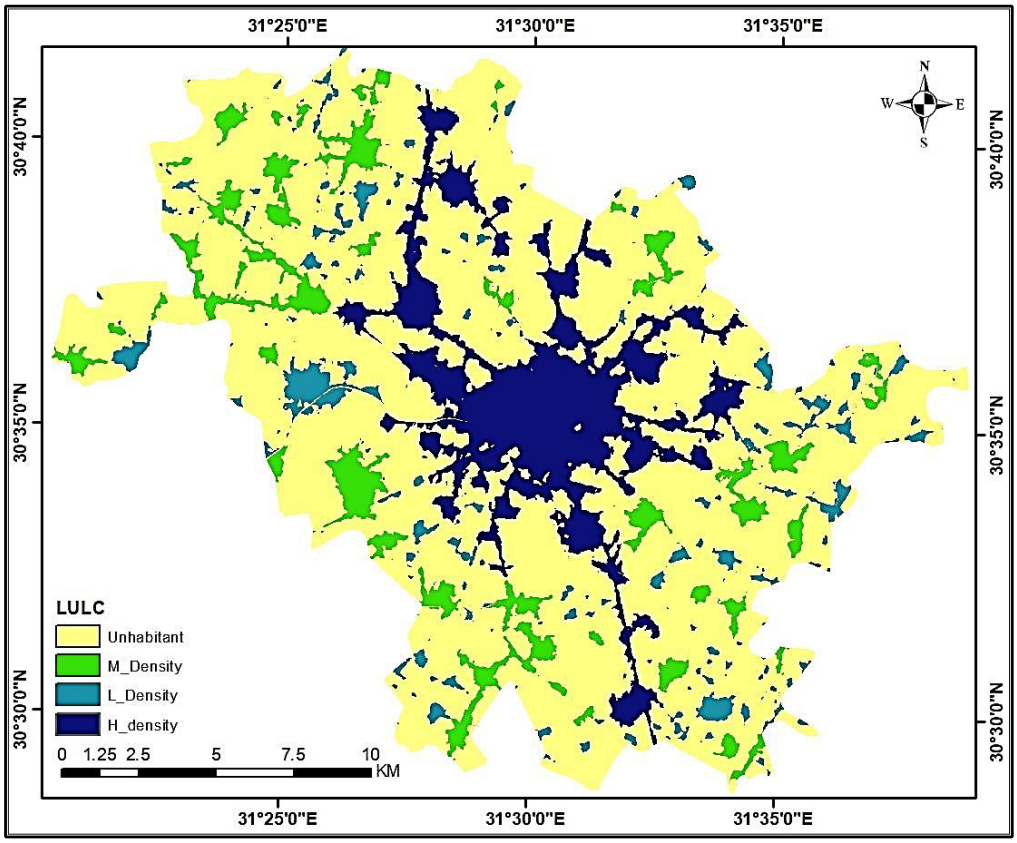
٤) عمل طبقة شبكية raster من الحدود الإدارية اعتماداً على حقل FID وتكون بدقة ٣٠ متراً لتكون تحت اسم FID_R.

٥) بعد ذلك نقوم بعمل جدول اعتماداً بيانات FID وقيم حقل value من قائمة Spatial Analyst Tools نختار Zonal ثم نختار Tabulate Area وذلك للربط بين طبقة FID_R وطبقة الغطاء الأرضي lulc_R، وليكون الجدول تحت اسم lctab. يحتوي على مساحة الخلايا بكل فئة من فئات التصنيف، ثم ننشئ عمود جديد باسم Total ليشمل مجموع تلك المساحات، ثم يتم إنشاء أربع أعمدة ليختص كل منها بنسبة كل فئة من فئات التصنيف الأربعة إلى المجموع الكلي، ثم يتم إنشاء عمود ليختص بحساب الكثافة المتوقعة ويكون باسم Expect_pop ويعتمد في انشاؤها على النسب المحددة للكثافة السكانية لكل فئة حضرية.

Journal homepage: https://mkgc.journals.ekb.eg/
ISSN: 2357-0091 (Print) 2735-5284 (Online)

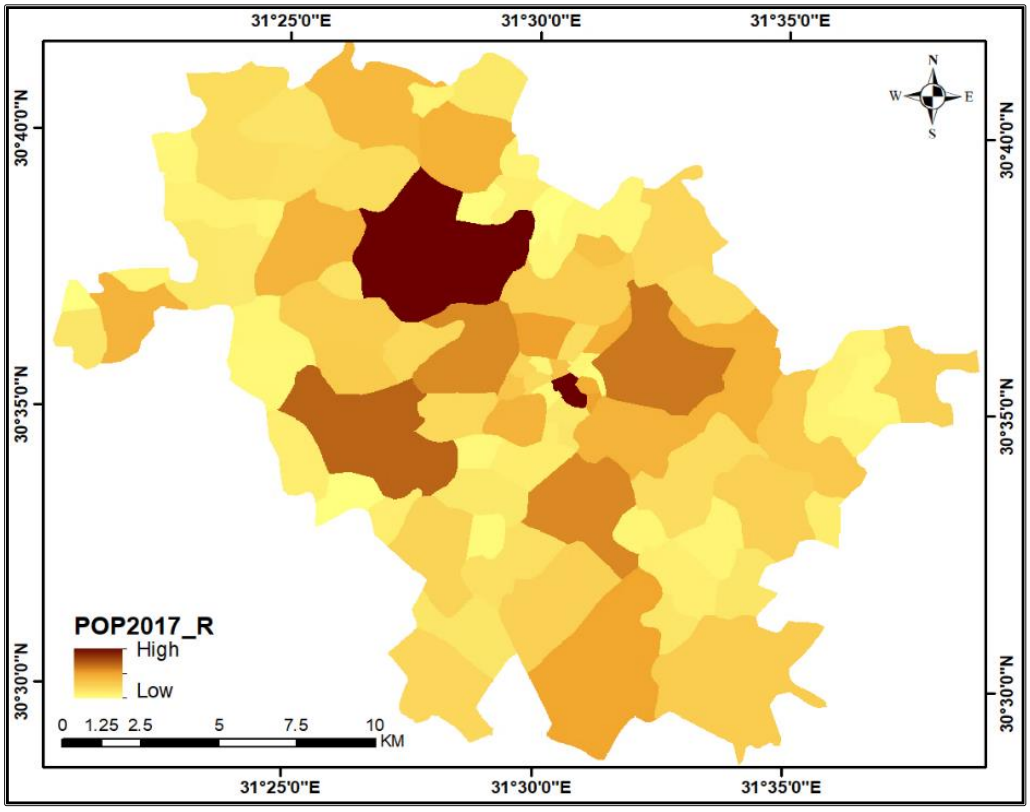


شكل (٨) غطاء الأرض لمركز الزقازيق مستخرجة من القمر الصناعي Sentinel-2 10m

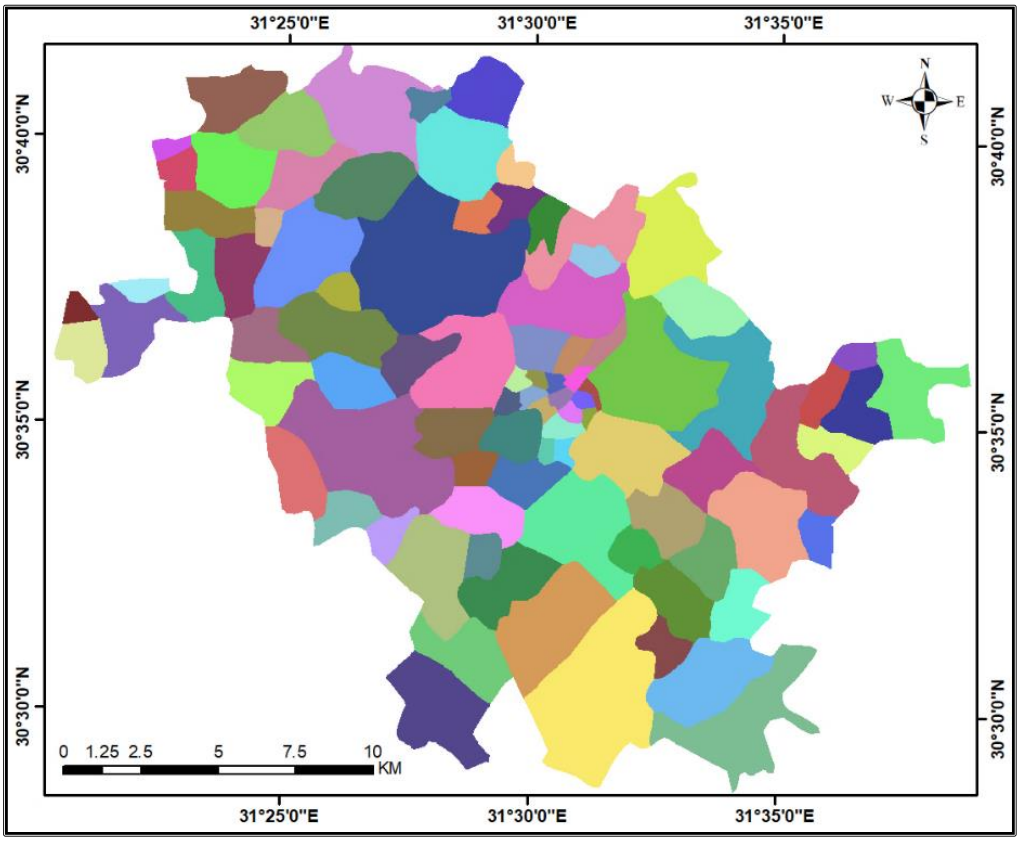


شكل (٩) طبقة غطاء الأرض الشبكية (raster) لمركز الزقازيق باسم LULC_Raster.

Journal homepage: https://mkgc.journals.ekb.eg/
ISSN: 2357-0091 (Print) 2735-5284 (Online)



شكل (١٠) طبقة سكان مركز الزقازيق الشبكية (raster) باسم pop2017_R.



شكل (١١) طبقة الوحدات الإدارية لمركز الزقازيق الشبكية (raster) باسم FID_R .

Journal homepage: https://mkgc.journals.ekb.eg/
ISSN: 2357-0091 (Print) 2735-5284 (Online)

Table

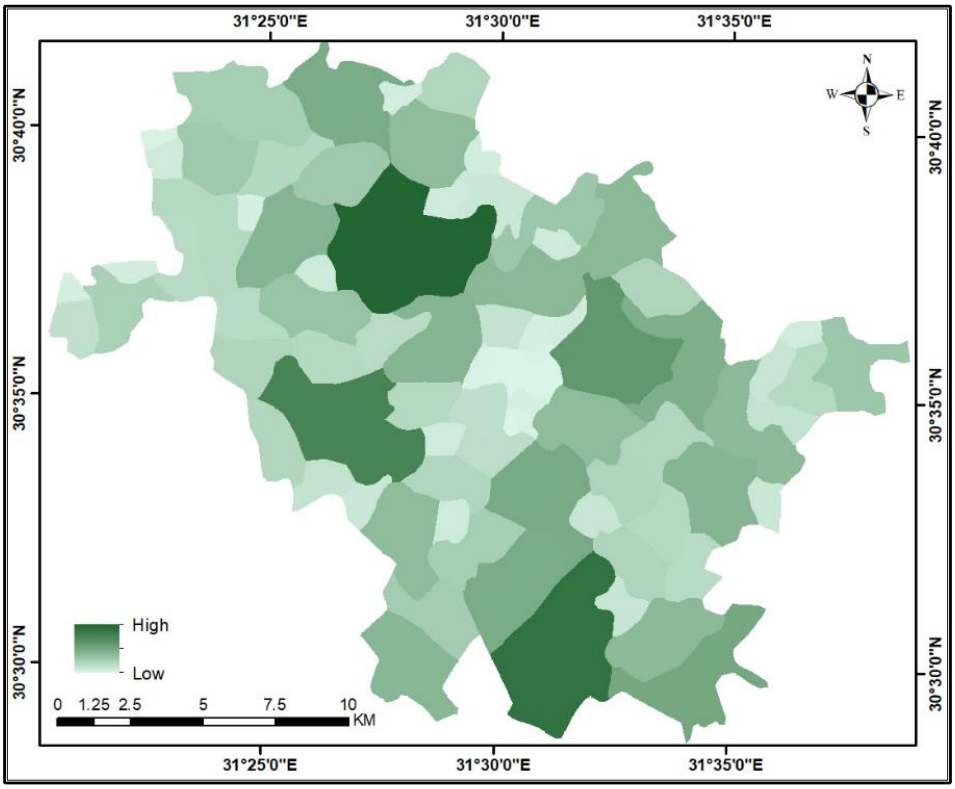
LcTab

Rowid	VALUE *	VALUE_1	VALUE_2	VALUE_3	VALUE_4	P1	P2	P3	P4	TOTAL	EXP_POP
52	51	999900	0	0	1732500	0.365942	0	0	0.634058	2732400	38.40942
53	52	5646600	12600	15300	3042000	0.647806	0.001446	0.001755	0.348993	8716500	21.653072
54	53	5975100	280800	1222200	0	0.799013	0.03755	0.163437	0	7478100	6.040077
55	54	3033000	62100	769500	5400	0.783721	0.016047	0.198837	0.001395	3870000	6.976977
56	55	2589300	111600	0	983700	0.702736	0.030288	0	0.266976	3684600	16.993894
57	56	1607400	8100	719100	0	0.688512	0.00347	0.308019	0	2334600	9.960293
58	57	1070100	0	519300	0	0.673273	0	0.326727	0	1589400	10.475085
59	58	1378800	101700	141300	0	0.850166	0.062708	0.087125	0	1621800	4.028302
60	59	2728800	447300	141300	0	0.822572	0.134835	0.042594	0	3317400	3.31389
61	60	1458000	0	177300	251100	0.772901	0	0.093989	0.133111	1886400	11.579198
62	61	3908700	113400	451800	131400	0.848739	0.024624	0.098104	0.028532	4605300	5.725425
63	62	3604500	209700	127800	0	0.914384	0.053196	0.03242	0	3942000	2.365753
64	63	6815700	282600	1584900	0	0.78493	0.032546	0.182525	0	8683200	6.553586
65	64	2532600	51300	455400	0	0.833284	0.016879	0.149837	0	3039300	5.480308
66	65	13429800	365400	427500	1962000	0.829784	0.022577	0.026414	0.121226	16184700	9.098927
67	66	3954600	88200	750600	0	0.825009	0.0184	0.15659	0	4793400	5.688321
68	67	1449900	0	295200	102600	0.784705	0	0.159766	0.055528	1847700	8.909401
69	68	5417100	990000	327600	219600	0.778957	0.142358	0.047108	0.031578	6954300	5.36806
70	69	7286400	790200	850500	64800	0.810329	0.087879	0.094585	0.007206	8991900	4.871184
71	70	5905800	690300	738900	0	0.805153	0.09411	0.100736	0	7335000	4.674233
72	71	2441700	19800	1053000	0	0.69475	0.005634	0.299616	0	3514500	9.733931
73	72	719100	4500	220500	0	0.761678	0.004766	0.233556	0	944100	7.811249
74	73	1042200	0	12600	0	0.988055	0	0.011945	0	1054800	1.346416
75	74	0	0	0	314100	0	0	0	1	314100	60
76	75	0	0	0	342900	0	0	0	1	342900	60
77	76	2700	0	0	220500	0.012097	0	0	0.987903	223200	59.28629
78	77	4500	0	0	384300	0.011574	0	0	0.988426	388800	59.31713
79	78	27000	0	0	713700	0.036452	0	0	0.963548	740700	57.849332
80	79	0	0	0	416700	0	0	0	1	416700	60
81	80	12600	0	0	447300	0.027397	0	0	0.972603	459900	58.383562

0 (0 out of 92 Selected)

LcTab

شكل (١٢) محتوي جدول lctab بعد حساب قيم السكان المتوقعة لكل خلية.



شكل (١٣) الطبقة الشبكية (raster) **لمركز الزقازيق باسم** Total_R .

٦) القيام بعمل دمج للجدول lctab مع طبقة الحدود الإدارية الأساسية باستخدام خيار joins and relates.

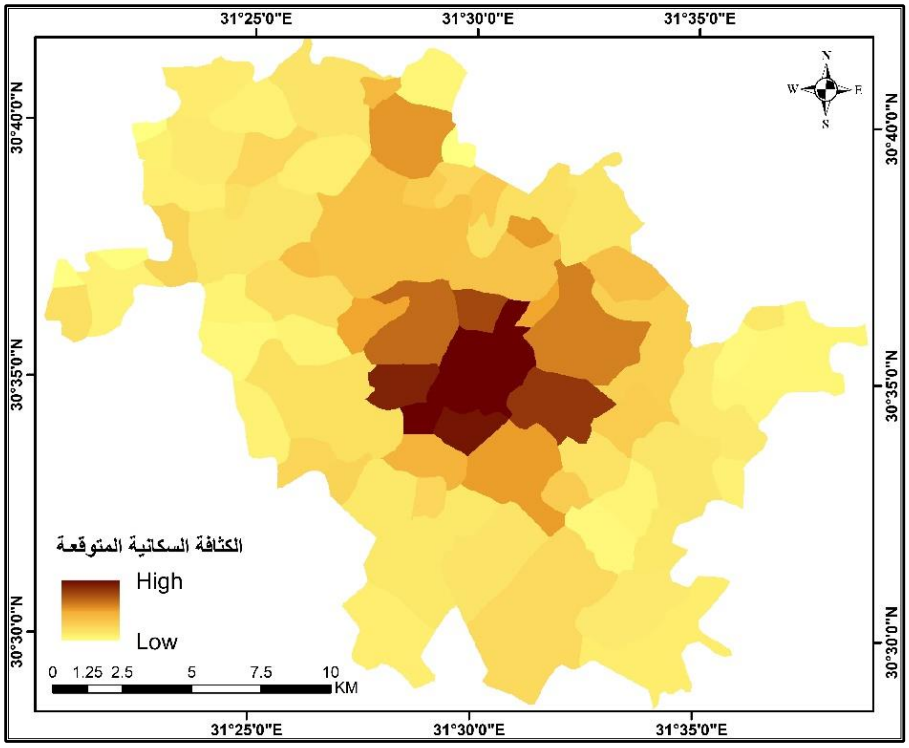
٧) القيام بإنشاء طبقة شبكية raster اعتماداً على حقل Total لتكون باسم total_R، وكذلك إنشاء طبقة raster لحقل Expect_pop ، وتكون الدقة لكليهما ٣٠ متراً.

٨) ثم تأتي الخطوة التالية وهي استخراج قيم السكان المتوقعة لكل فئة من فئات الغطاء الأرضي، وذلك في حقل تحت اسم Expect_pop.

٩) بعد ذلك نذهب إلى Spatial Analyst Tools ثم نختار map algebra ومنها نختار raster calculator وتكتب فيه المعادلة الآتية:

"Rdensity" * "POP2017_R" * 30 * 30 / ("EXP_PoP_R" * "Total_R")

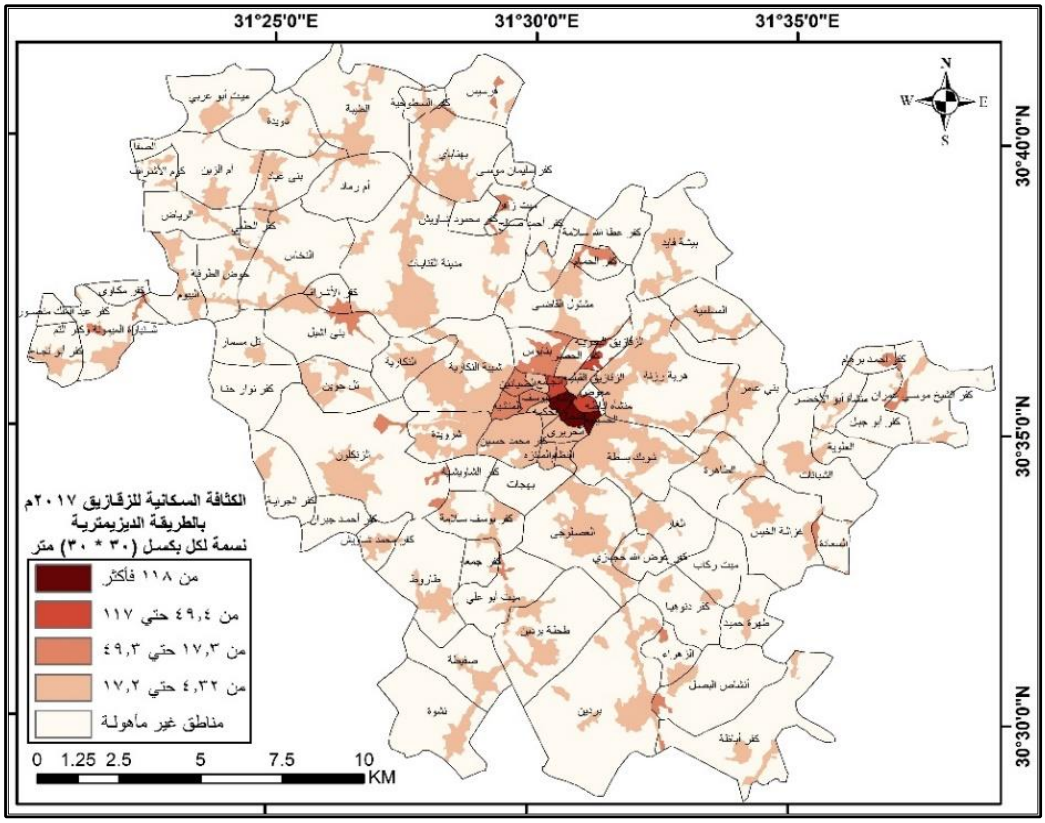
ويتم حفظها لإنتاج الخريطة الديزيمترية النهائية.



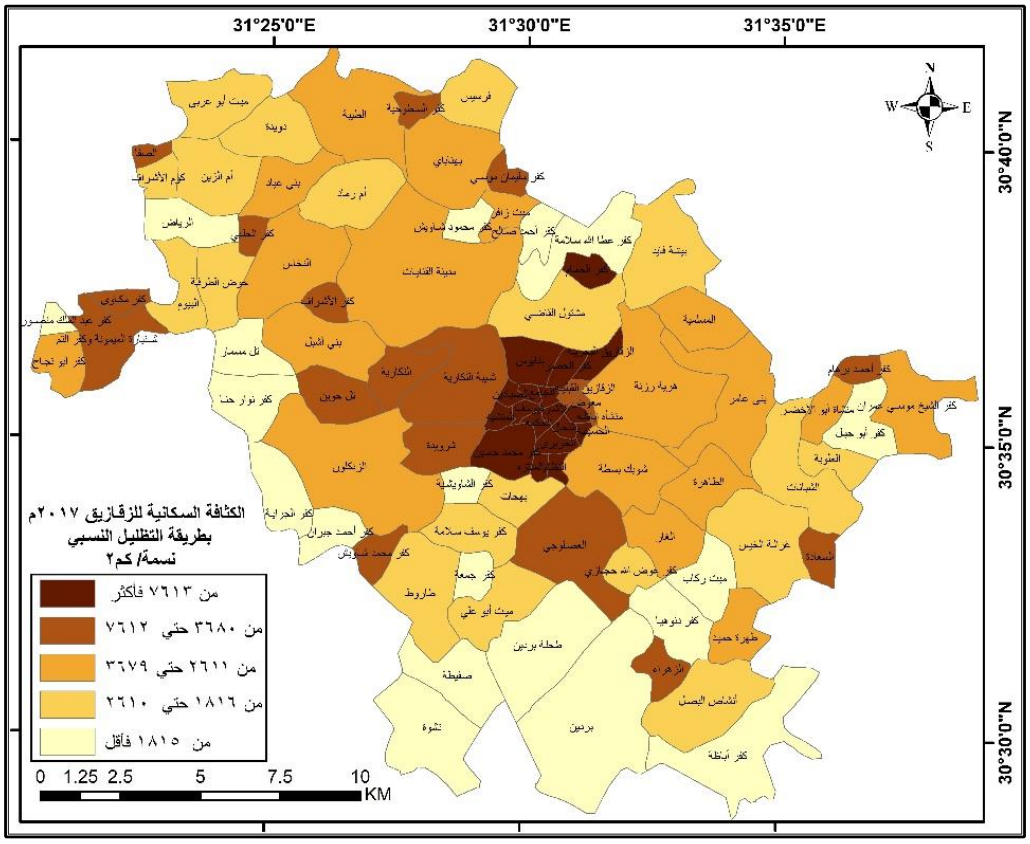
شكل (١٤) الطبقة الشبكية (raster) للكثافة السكانية المتوقعة لمركز الزقازيق باسم EXP_PoP_R.

من ملاحظة الخريطة الديزيمترية الناتجة ومقارنتها بخريطة التظليل النسبي (الكوروبلث) التقليدية للمنطقة نفسها يظهر أن هناك تبايناً كبيراً داخل الشياخات والمناطق في الكثافة السكانية وخاصة في قلب مدينة الزقازيق؛ إذ يظهر أن الخريطة الديزيمترية قد استبعدت كل المناطق غير المأهولة بالسكان (الأراضي الزراعية) التي كانت بحوالي ٧٣.٦٪ من مساحة المركز التي تبلغ حوالي ٣٤٥ كم٢، ثم قامت بعد ذلك بإعادة توزيع كامل نسبة الكثافة السكانية على بقية المناطق المبنية والمأهولة التي مثلت حوالي ٢٦.٤٪ من مساحة المركز وفقاً للنسب المدخلة.

Journal homepage: https://mkgc.journals.ekb.eg/
ISSN: 2357-0091 (Print) 2735-5284 (Online)



شكل (١٥) الكثافة السكانية لمركز الزقازيق بالطريقة الديزيمترية لعام ٢٠١٧م.



شكل (١٦) الكثافة السكانية لمركز الزقازيق بطريقة تصنيف التساوي العددي Quantile لعام ٢٠١٧م.

وتتراوح الكثافة السكانية لمناطق قلب مدينة الزقازيق؛ مثل: مناطق (النحال، والحسينية، والإشارة) فيما بين ١١٨ حتى ٢٧٣ نسمة لكل بكسل (٣٠*٣٠) متراً، وهي بذلك تمثل أكثر مناطق مركز الزقازيق كثافة وازدحاما بالسكان، تليها منطقة (كفر عبد العزيز، ومنشأة أباظة، وبعض مناطق الزقازيق البحرية) إذ تتراوح كثافتها من ٤٩.٤ حتى ١١٧ نسمة لكل خلية. في حين عند مقارنتها بخريطة الكوروبلث التقليدية لنفس المنطقة يظهر أنها وضعت مناطق (النظام، والمنتزه، وكفر محمد حسين، والحريري، والحسينية، والصيادين، وبنايوس، والمنشية، ويوسف، والجامع، وكفر الحصر، والزقازيق البحرية، ومنشأة أباظة) والتي يتراوح كثافتها فيما بين ٧٦١٣ فأكثر نسمة لكل كم٢ داخل الفئة الأعلى كثافة، تليها الفئة الثانية التي ضمت ما يقرب من ١٦ منطقة؛ منها (شيبة النكارية، والنكارية، وتل حوين، وشرويدة، والعصلوجي، وغيرها ...)، وبالتالي نجد أن هناك قدر من التباين والاختلاف في التوزيع؛ إذ نجد أن الخريطة الديزيمترية أكثر تفصيلاً في التوزيع المكاني للظاهرة عن خريطة الكوروبلث التقليدية، وبالتالي تعد أفضل وأنسب الطرق والأساليب في التمثيل الكارتوجرافي للبيانات السكانية.

الخاتمة:

أولاً: النتائج

- رغم شهرة أسلوب خرائط الكوروبلث في تقدير أعداد السكان وكثافتهم إلا أنه يعيبها عدد من المشاكل منها؛ الانتقال المفاجئ للتوزيع عند حدود الوحدات الإدارية، والتوزيع المتساوي للبيانات على جميع أنحاء الوحدة الإدارية حتى وإن كانت غالبية المنطقة غير مأهولة، إضافة إلى صعوبة اختيار عدد الفئات وحدودها والظلال أو الألوان المناسبة.
- تهتم الخريطة الديزيمترية بعرض بيانات السطح الإحصائية من خلال تقسيم المساحة الإجمالية إلى نطاقات تعكس التباين الإحصائي باستخدام مجموعة من البيانات المساعدة.
- يمكن الاعتماد على مجموعة من البيانات المساعدة تتمثل أشهرها في مرئيات الاستشعار عن بعد مثل بيانات غطاء واستخدام الأرض (LULC)، إضافة إلى بيانات الليدار وكثافة الطرق والأضواء الليلية.
- تتعدد الطرق والتقنيات المستخدمة في تصميم الخرائط الديزيمترية وذلك بفضل تطور برمجيات نظم المعلومات الجغرافية والاستشعار عن بعد، إضافة لتعدد المجالات المهتمة بهذا المجال.
- أصبحت المبادئ الأساسية في تصميم الخرائط الديزيمترية سهلة التنفيذ نسبياً بفضل العديد من حزم برمجيات نظم المعلومات الجغرافية التجارية والتي منها برنامج ArcGIS، وQGIS.

- توفر تقنية الخرائط الديزيمترية إمكانيات كبيرة لتحسين تقديرات السكان على نطاق أكثر دقة لتقدير وتوصيف الكثافات السكانية في المناطق الحضرية والتوزيع المكاني للسكان من خلال دمج البيانات المساعدة المتاحة.
- ركزت معظم التطورات الحديثة لتصميم الخرائط الديزيمترية علي تحسين الأساليب الإحصائية أو منتجات البيانات المساعدة المستشعرة عن بعد، في حين إن هذه التطورات أدت إلى تحسين دقة رسم الخرائط الديزيمترية، فإن التطور الاحصائي للتقنيات والخبرة المطلوبة لمعالجة واستخدام البيانات المساعدة قد جعل هذه الأساليب بعيدة عن متناول معظم مستخدمي نظم المعلومات العاديين.

ثانياً: التوصيات

- بالرغم من أن طبيعة التوزيع السكاني يتم تمثيلها بشكل أكثر واقعية بالخريطة الديزيمترية، إلا أن تعقيد هذه الطريقة مقارنة بطريقة الكوروبلث غالباً ما يمنع الكارتوجرافيين من استخدامها، لذا يجب التوسع في تصميم أدوات برمجية أبسط وقابلة للتحويل لتصبح الطريقة قابلة للاستخدام لنطاق أوسع من المستخدمين.
- يجب التوسع في إنشاء الخرائط الديزيمترية والاعتماد عليها في مجمل الدراسات المستقبلية التي تهتم بالتوزيع السكاني كمتغير، مع التطبيق على عدد من البيانات الأخرى كبيانات الإنتاج الزراعي والصناعي.
- يفضل التوسع في الاعتماد على المرئيات الفضائية ومقارنتها بالخرائط التي رسمت اعتماداً على البيانات المكانية الأرضية من أجل الوقوف على نقاط التباين واجراء المقارنات لتوضيح أيهما أكثر فاعلية في تحقيق الإدراك والاتصال الكارتوجرافي.
- يفضل استخدام مثل هذه الدراسات في المناطق الحضرية من أجل معرفة مدى اختلاف نتائجها في المناطق الريفية وخاصة المتجانسة عن المناطق الحضرية.

المراجع:

أولاً: باللغة العربية:

١-الشريعي، أحمد البدوي (١٩٨١) "مركز الزقازيق دراسة في جغرافية العمران الريفي"، رسالة ماجستير غير منشورة، كلية الآداب، جامعة الزقازيق.

٢-الجهاز المركزي للتعبئة العامة والاحصاء (٢٠١٧) "توزيع السكان المصريين وفقاً للنوع، على مستوي المحافظات والقري والشياخات.

ثانياً: باللغة الإنجليزية:

1- Bielecka, E., (2007) "Mapping Population Density Using Dasymetric Methods". In: D. Kereković (ed). Richness and Diversity of GIS. Croatian Information Technology Association – GIS Forum, University of Silesia, Zagreb, 209-215.
2- Colón, Marianne Cartagena et al., (2022) "Dasymetric Mapping of Population Using Land Cover Data in JBNERR, Puerto Rico during 1990–2010", Land 2022, 11, 2301. https://doi.org/10.3390/land11122301
3- Dmowska A., (2019) "Dasymetric modelling of population distribution – large data approach", Quaestiones Geographicae 38(1), Bogucki Wydawnictwo Naukowe, Poznań, pp. 15–27. doi: 10.2478/quageo-2019-0008 ISSN 0137-477X, eISSN 2081-6383
4- Dmowska, Anna and Stepinski, Tomasz F. (2017) "A high resolution population grid for the conterminous United States: The 2010 edition, Computers, Environment and Urban Systems 61 (2017) 13–23.
5- Flasse, C. et. Al., (2021) "A tool for machine learning based dasymetric mapping approaches in GRASS GIS", Remote Sensing and Spatial Information Sciences, Volume XLVI-4/W2-2021, https://doi.org/10.5194/isprs-archives-XLVI-4-W2-2021-55-2021.
6- Mennis, Jeremy (2009) "Dasymetric Mapping for Estimating Population in Small Areas", Geography Compass 3/2 (2009): 727–745.
7- Mennis, Jeremy (2015) "Increasing the Accuracy of Urban Population Analysis with Dasymetric Mapping", Cityscape: A Journal of Policy Development and Research • Volume 17, Number 1, 2015.
8- Mennis, Jeremy& Hultgren, Torrin (2006) "Intelligent dasymetric mapping and its comparison to other areal interpolation techniques", Cartography and Geographic Information Science, 33(3), 179-194.
9- Mileu, Nelson and Queiros, Margarida (2018) "Development of a QGIS Plugin to Dasymetric Mapping," Free and Open-Source Software for Geospatial (FOSS4G) Conference Proceedings: Vol. 18, Article 9.
10- Sleeter, R., & Gould, M. (2007) "Geographic Information System Software to Remodel Population Data Using Dasymetric Mapping Methods", Reston, Virginia: U.S. Geological Survey.
11- Thompson, Allyson L. and Hubbard, Bernard E. (2014) "A Comprehensive Population Dataset for Afghanistan Constructed Using GIS-Based Dasymetric Mapping Methods", U.S. Geological Survey, Reston, Virginia: 2014.
12- Zandbergen, Paul A. (2011) "Dasymetric Mapping Using High Resolution Address Point Datasets", Transactions in GIS, 2011, 15(s1): 5–27.
13- Sentinel-2 10m Land Use/Land Cover: https://www.arcgis.com/apps/instant/media/index.html?appid=fc92d38533d440078f17678ebc20e8e2>

١٤- القرادي، مفرح بن ضايم محمد (٢٠٢١)""GIS-Based Dasymetric Mapping Method to Increase the Accuracy of Estimating Population Density", المجلة العربية لنظم المعلومات الجغرافية، م ١٤، ع ٢، فبراير ٢٠٢١م، ص ص: ٥٤ – ٧٤.

الملخص باللغة الإنجليزية:

Abstract:

Demographic data represent an important source for government and private institutions for the processes of planning infrastructure projects, and therefore the methods and techniques used to represent and display this demographic data have varied between traditional methods such as choropleth maps_and non-traditional methods such as Dasymetric maps. The development of geographic information systems (GIS) and remote sensing technology has contributed to increasing interest in dasymetric mapping technology, especially with the realization of its importance in estimating and describing population densities in urban areas and the spatial distribution of populations effectively within administrative areas ,compared to the choropleth maps; therefore the most important methods used in designing and implementing Dasymetric maps using ArcGIS 10.7 software have been clarified along with explaining the most important software tools attached to GIS software that are used in designing Dasymetric maps. Then the study gave a detailed example explaining how to create a Dasymetric map for Zagazig Center, based on satellite images of Sentinel-2 10m satellite for 2017 and on the 2017 census data for the Zagazig Center. Which helped produce a more detailed map of the population density for Zagazig Center.