ISSN: 1994-4217 (Print) 2518-5586(online)

Journal of College of Education

Available online at: https://eduj.uowasit.edu.iq

Saad Thamer Ibrahim

Hamda Hamudi Sheet

Faiq Hassan Muhammed

Tikrit University / College of Arts

Email:
saad.t.ibrahim@tu.edu.iq
h.h.sheet@tu.edu.iq
Faaqhassan@tu.edu.iq

Keywords:

Cartographic modeling , urban heat island , choropleth maps , color variable.

CC BY

A r t i c l e i n f o

Article history:

Received 28.Febr.2025

Accepted 10.Mar.2025

Published 10.Nov.2025

Modeling Choropleth Maps of the Urban Heat Island in Erbil City Using Remote Sensing

A B S T R A C T

The aim of this study is to use the effective choropleth mapping method with the visual variable of color to represent thermal island data in Erbil city for the period of 1990 to 2023. Thermal island data were extracted using the Google Earth Engine platform, which provides land surface temperature (LST) data. Through this platform, LST data are subjected to a set of international standards to identify the prevailing thermal island pattern in the study area. The thermal island data were represented in several cartographic models as follows: (Model 1 used red, orange, and yellow), (Model 2 used red and its gradients), (Model 3 used red, yellow, and blue), and (Model 4 used black, gray, and blue). The results indicated that Model 1 was the most suitable for representing thermal island data in the study area, as the colors used in this model best simulate the phenomenon and the real-world conditions. The representation of these models relied on the Geographic Information System (GIS) software environment, specifically ArcGIS Pro.

© 2022 EDUJ, College of Education for Human Science, Wasit University

DOI: https://doi.org/10.31185/eduj.Vol61.Iss1.4226

نمذجة خرائط الكوروبلث للجزيرة الحرارية في مدينة اربيل باستخدام الاستشعار عن بعد

م.م. سعد ثامر ابراهيم أ.م.د. حمده حمودي شيت أ.م.د. فائق حسن محيميد

جامعة تكريت / كلية الآداب ـ قسم الجغرافية ونظم المعلومات الجغرافية

الملخص :

يهدف البحث الى استعمال طريقة خرائط الكوروبلث الفعال مع المتغير البصري اللون لتمثيل بيانات الجزيرة الحرارية في مدينة اربيل للفترة (١٩٩٠ – ٢٠٢٣)، إذ تم استخلاص بيانات الجزيرة الحرارية من خلال منصة (Google Earth Engine) التي تتيح بيانات درجة حرارة سطح الأرض LST، والتي من خلالها يتم اخضاع بيانات درجة حرارة سطح

الارض لمجموعة من المعايير الدولية من اجل الكشف عن نمط الجزيرة الحرارية السائد في منطقة الدراسة ، ومن النماذج الخرائطية التي تم تمثيل بيانات الجزيرة الحرارية فيها هي كالآتي : (النموذج الاول إذ استعمال اللون الاحمر واللون البرتقالي واللون الاصفر) ، اما (النموذج الثاني فاستعمال به اللون الاحمر وتدرجاته)، و (النموذج الثالث فاستخدم به اللون الاحمر و الاصفر و الازرق)،اما (النموذج الرابع فتم استعمال اللون الاسود والرصاصي والازرق)، ومن خلال النماذج المصممة اتضح ان افضل نموذج يمثل بيانات الجزيرة الحرارية في منطقة الدراسة هو النموذج الاول، وذلك لأن الالوان المستخدمة في النموذج تحاكي الظاهرة والواقع الحقيقي، وتم الاعتماد في تمثيل النماذج على بيئة برمجيات نظم المعلومات الجغرافية والمتمثلة (Arc Gis Pro) .

الكلمات المفتاحية : النمذجة الخرائطية ، الجزيرة الحرارية ، خرائط الكوروبلث ، متغير اللون.

المقدمة والاطار النظري:

المقدمة :

تعد النمذجة الخرائطية أداة أساسية لفهم وتحليل الأنماط المكانية المعقدة، إذ تسهم في تقديم تصورات دقيقة وديناميكية للبيانات الجغرافية، مما يساعد الباحثين وصناع القرار على معالجة التحديات البيئية والتخطيطية بشكل أكثر كفاءة، ومع التطور السريع للتكنولوجيا والبرمجيات المتخصصة في نظم المعلومات الجغرافية(GIS) ، ظهرت أساليب خرائطية متقدمة تتيح تمثيل البيانات بطرق مبتكرة، تدمج بين الدقة العلمية والجاذبية البصرية، مما يفتح آفاقاً جديدة لفهم العلاقات المكانية والتغيرات البيئية.

تعد الجزيرة الحرارية واحدة من أبرز الظواهر البيئية التي تؤثر على المدن الكبرى حول العالم، إذ تتسبب التغيرات الحضرية واستعمل الأراضي في زيادة درجات الحرارة ضمن المناطق الحضرية مقارنة بمحيطها الريفي، وتنشأ هذه الظاهرة نتيجة استبدال المساحات الطبيعية بالأسطح العمرانية التي تمتص الحرارة وتحتفظ بها لفترات طويلة، ولأن هذه الظاهرة تؤثر بشكل كبير على البيئة وصحة السكان وأنماط الحياة في المدن، فإن دراستها وتحليلها يعد أمراً ضرورياً لتطوير استراتيجيات تخطيط حضري مستدامة تهدف إلى تقليل آثارها السلبية (Voogt, J.A., & Oke,2003).

يهدف هذا البحث إلى تطبيق نمذجة خرائطية متقدمة لتحليل وتمثيل بيانات الجزيرة الحرارية في مدينة أربيل للفترة الزمنية الممتدة من ١٩٩٠ إلى ٢٠٢٣، واعتمدت الدراسة على تقنيات خرائطية متطورة لتمثيل بيانات الجزيرة الحرارية، شملت :**خرائط الكوروبلث الفعال مع استعمال المتغير البصري (اللون)**، لما تتيح هذه الطرائق الحديثة فهماً أعمق للعلاقات المكانية والتغيرات الحرارية، إذ تقدم تصورات مبتكرة تسهل تحليل الأنماط المعقدة، وقد تم تنفيذ هذه النماذج والخرائط باستعمال بيئة نظم المعلومات الجغرافية (GIS) المتقدمة، ممثلةً ببرنامج **ArcGIS Pro**، الذي يوفر إمكانات تحليلية وخدمات خرائطية متطورة، وتسعى هذه الدراسة إلى توظيف النمذجة الخرائطية المتقدمة كأداة لفهم التغيرات الحرارية في مدينة أربيل، مما يساهم في تطوير رؤى علمية جديدة حول الظاهرة، ويوفر أدوات مهمة لصناع القرار.

مشكلة الدراسة :

١- ما مدى فعالية استعمال خرائط الكوروبلث مع المتغير البصري "اللون" في تمثيل بيانات الجزيرة الحرارية؟
٢- كيف تسهم خرائط الكوروبلث الفعالة في توضيح أنماط التوزيع المكاني للجزيرة الحرارية في مدينة أربيل؟
٣- أي من النماذج الثلاثة (نموذج متغير اللون البرتقالي والاصفر ام نموذج متغير اللون الاحمر وتدرجاته ام نموذج متغير اللون الاحمر والاصفر والازرق) يعد الأكثر ملاءمة لمحاكاة الظاهرة الحرارية وتمثيلها بشكل دقيق؟

فرضية الدراسة :

١- يعد استعمال خرائط الكوروبلث مع المتغير البصري "اللون" فعالاً في تمثيل بيانات الجزيرة الحرارية، إذ يساعد في توضيح الفروقات الحرارية المكانية بدقة ويسهم في محاكاة الواقع البيئي بشكل واضح.

٢-تسهم خرائط الكوروبلث الفعالة في توضيح أنماط التوزيع المكاني للجزيرة الحرارية في مدينة أربيل بشكل دقيق، مما يعزز فهم العلاقة بين درجات الحرارة والخصائص الجغرافية.

٣-يعد النموذج الأول (الذي يستخدم الألوان الأحمر، البرتقالي، والأصفر) هو الأكثر ملاءمة لمحاكاة الظاهرة الحرارية في مدينة أربيل، لأنه يعكس التوزيع الحراري بشكل يتناسب مع الواقع البيئي.

هدف الدراسة :

١-تطوير نماذج خرائط كوروبلث فعالة لتحليل وتمثيل أنماط الجزيرة الحرارية في مدينة أربيل خلال الفترة (١٩٩٠-٢٠٢٣).

٢-تقييم ومقارنة فعالية ثلاثة نماذج خرائطية (الأول، الثاني، الثالث) من حيث دقة التمثيل وجودة الألوان المستخدمة.

٣-تحليل بيانات درجة حرارة سطح الأرض (LST) المستخرجة عبر منصة Google Earth Engine وفقاً لمعايير دولية من اجل الحصول على نمطها.

٤-تحديد النموذج الأمثل الذي يعكس أنماط التوزيع الحراري بدقة ويعكس الظاهرة بشكل محاكي للواقع.

٥-تسليط الضوء على دور نظم المعلومات الجغرافية (GIS) وبرمجيات ArcGIS Pro في تصميم وتحليل النماذج الخرائطية الحديثة.

أهمية الدراسة :

١-تقدم الدراسة مساهمة علمية مهمة في مجال تصميم وتحليل خرائط الكوروبلث، مما يساعد في تمثيل التوزيع المكاني للظواهر الحرارية بدقة.

٢-تسهم في توفير أدوات بصرية مبتكرة يمكن أن تعزز من قدرة الباحثين على فهم وتحليل الظواهر البيئية.

٣- تسهم النماذج المصممة في توفير بيانات مرئية دقيقة لدعم التخطيط البيئي المستدام في مدينة أربيل.

٤-تدعم الدراسة استعمال تقنيات نظم المعلومات الجغرافية كأداة متقدمة لتحليل وإدارة التحديات البيئية.

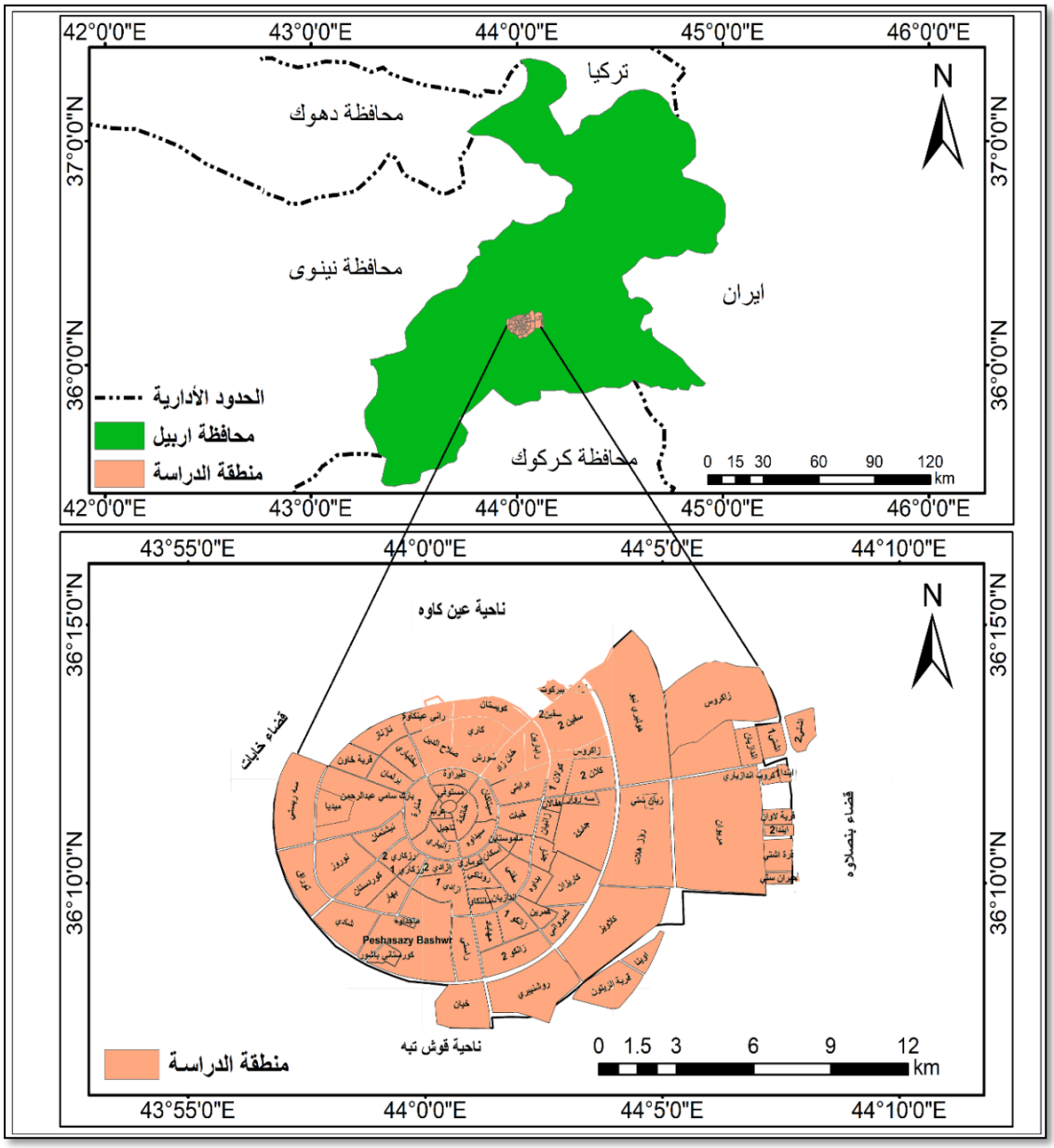
منهجية الدراسة :

تستخدم دراسة نمذجة خرائط الكوروبلث للجزيرة الحرارية في مدينة أربيل عدة مناهج جغرافية، أبرزها المنهج التحليلي لفهم العلاقة بين العوامل البيئية والمناخية والتوزيع المكاني للجزيرة الحرارية، والمنهج الكمي لتحليل البيانات المناخية باستخدام نظم المعلومات الجغرافية (GIS) والاستشعار عن بعد، ما يساعد في تمثيل التوزيع المكاني للحرارة بدقة. كما يعتمد الباحث على المنهج المقارن لدراسة التغيرات الحرارية عبر الزمن أو بين مناطق مختلفة، إضافةً إلى المنهج التطبيقي الذي يسهم في وضع استراتيجيات للحد من تأثير الجزيرة الحرارية، مثل زيادة المساحات الخضراء وتحسين البنية التحتية، إذ يساعد هذا التكامل المنهجي في تقديم تحليل شامل لظاهرة الجزيرة الحرارية وتأثيراتها على البيئة الحضرية في أربيل.

منطقة الدراسة :

تقع منطقة الدراسة في الجزء الشمالي الشرقي من العراق، كما تحتل موقعاً مركزياً بالنسبة إلى محافظة اربيل، فهي تتوسط مع زيادة الميلان نحو الشمال والشمال الغربي، فهي فلكياً تقع بين دائرتي العرض (١٨ ٣٤ – ٠٥ ٣٥) شمالاً، وخطي طول(٥٤ ٤٣ – ٠٩ ٤٤) شرقاً، يحدها من الشمال ناحيتي عينكاوة وبحركة، ومن الجنوب ناحية دارة تو، كما يحدها من الشرق ناحية كسنزان، ومن ومن الغرب ماحية رزكاري، خريطة (١) .

الخريطة (١) موقع منطقة الدراسة



المصدر : بالاعتماد على برنامج Arc Map.v.10.8 .

آلية وطرق العمل

١- مرحلة استنباط درجة حرارة سطح الارض lst من منصة GEE ([1]):

أن آلية استخلاص درجة حرارة سطح الأرض (LST) من منصة (GEE) Google Earth Engine في مدينة أربيل تتم عبر عدة خطوات رئيسة باستعمال أدوات وتقنيات متقدمة، بدايةً توفر المنصة بيانات مجانية وعالية الدقة التي تشمل درجات حرارة سطح الأرض المشتقة من الأقمار الصناعية مثل .Landsat MODIS , إذ يتم الوصول إلى هذه البيانات من خلال واجهة GEE باستعمال أدوات برمجية مخصصة لتحليل الصور الطيفية، والخطوات ادناه تبين ذلك **(كولبي، ٢٠٢٠):**

المرحلة الأولى:

يتم تحديد المنطقة الجغرافية المعنية، في هذه الحالة مدينة أربيل، باستعمال إحداثيات دقيقة على الخريطة الرقمية في منصة GEE، إذ يمكن تحديد المنطقة باستعمال رسم الحدود على الخريطة أو عبر إدخال إحداثيات خطوط العرض والطول.

المرحلة الثانية:

يتم اختيار البيانات المناسبة التي تحتوي على معلومات عن درجات حرارة سطح الأرض (LST) للمدة الزمنية المطلوبة (١٩٩٠-٢٠٢٣)، وعادةً تستخدم بيانات الأقمار الصناعية Landsat 5/7/8 ، والتي توفر صوراً حرارية بتغطية زمنية واسعة ودقة مكانية جيدة.

المرحلة الثالثة:

تتم معالجة الصور الطيفية للحصول على درجات حرارة سطح الأرض، ففي هذه المرحلة، يتم استعمال خوارزميات خاصة تقوم بتحويل البيانات الطيفية للأقمار الصناعية (مثل الصورة الحرارية للأشعة تحت الحمراء) إلى قيم لدرجة حرارة سطح الأرض، وتتطلب هذه الخوارزميات تحويل بيانات الأشعة تحت الحمراء الموجية إلى درجات حرارة باستعمال معادلات رياضية متخصصة.

المرحلة الرابعة:

بعد استخراج درجات الحرارة يتم تحليل البيانات باستعمال أدوات البرمجة المتاحة على GEE. يمكن رسم الخرائط الحرارية عبر النمذجة الخرائطية وتحليل التغيرات في درجة الحرارة عبر الزمن. يمكن ايضاً استعمال فلاتر ومعايير دولية لضمان دقة البيانات المستخلصة.

المرحلة الخامسة:

يتم تصدير النتائج وتحليلها باستعمال برامج نظم المعلومات الجغرافية (GIS) مثل ArcGIS ، إذ يمكن تمثيل النتائج بشكل خرائطي، مما يساعد على تفسير الأنماط الحرارية في مدينة أربيل بشكل دقيق.

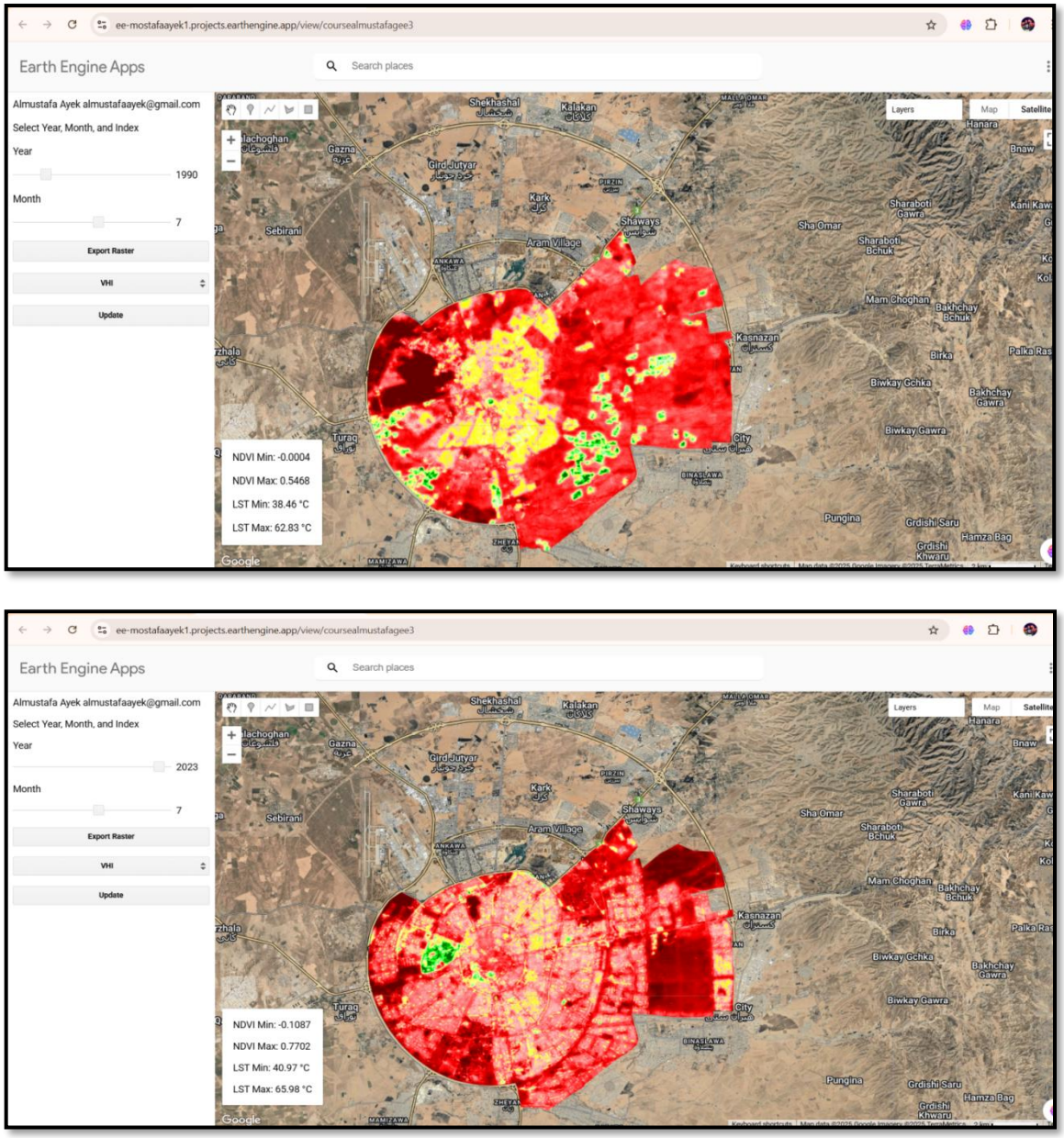
١- **GEE :** عبارة عن منصة مقدمة من هيئة المسح الجيولوجي الأمريكية والإدارة الوطنية للمحيطات والغلاف الجوي (NOAA) والتي يمكنها إجراء العمليات الحسابية ومعالجة البيانات بسرعة، وهناك وظائف مختلفة لمعالجة الصور على هذا النظام الأساسي، بما في ذلك التحليل الإحصائي، وتحليل قيمة بت الصورة، واختبار المصفوفة.

بذلك توفر منصة GEE أداة قوية لاقتناء وتحليل بيانات درجة حرارة سطح الأرض، مما يسهم في دراسة ظاهرة الجزيرة الحرارية في المدينة وتحليل التغيرات البيئية بمرور الزمن (Google Earth Engine)، وتم الاعتماد على الأكواد المخصصة لاستخلاص بيانات درجة حرارة سطح الأرض لمدينة أربيل خلال الفترة من (١٩٩٠ إلى ٢٠٢٣)، إذ تم جمع البيانات وتحويلها إلى صورة واحدة تمثل درجات الحرارة على مدار تلك الفترة، والرابط ادناه يبين الأكواد المستخدمة في ذلك

LST/image:https://code.earthengine.google.com/230ea1f754c8655b1c158749d6da7a7c?noload=true

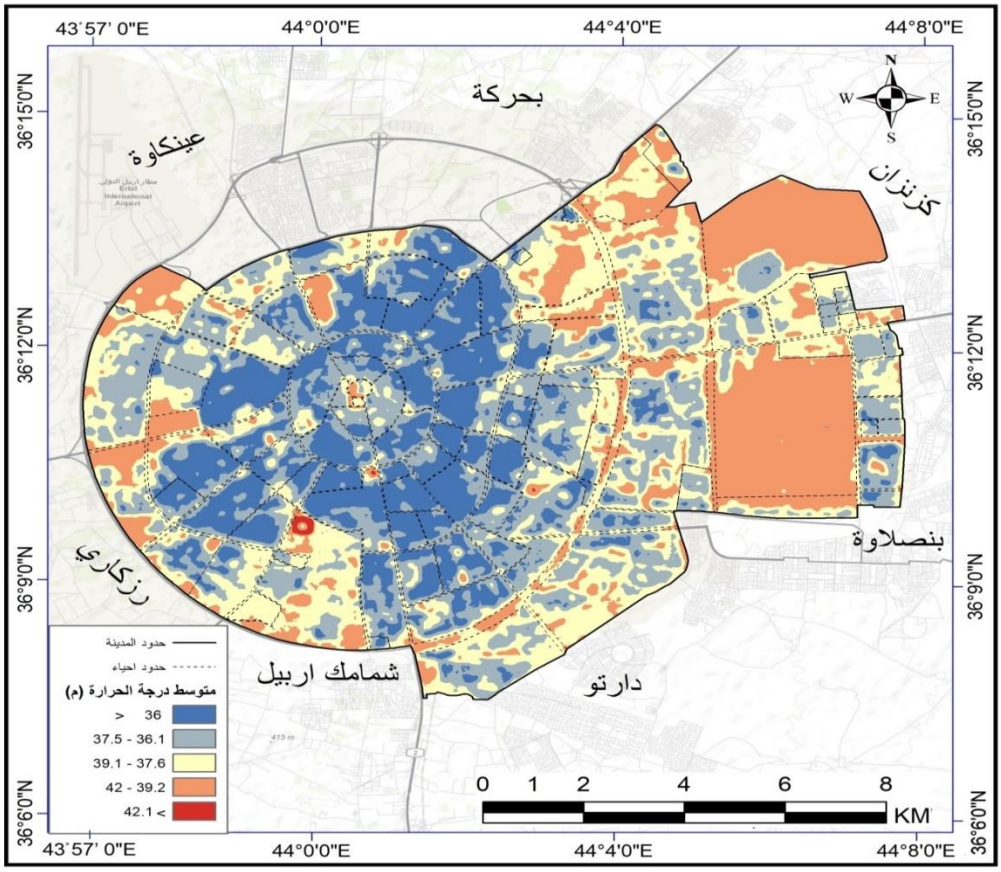
وهنا ايضاً رابط للحصول على نماذج خرائطية تفاعلية لدرجة حرارة سطح الأرض (LST) في مدينة أربيل للفترة من ١٩٩٠ إلى ٢٠٢٣، والشكل (١) يوضح ذلك.

الشكل (١) نماذج خرائطية تفاعلية لدرجة حرارة سطح الارض LST في مدينة اربيل للفترة ١٩٩٠ – ٢٠٢٣



المصدر : https://ee-mostafaayek1.projects.earthengine.app/view/coursealmustafagee3

الخريطة (٢) درجات حرارة سطح الأرض LST للفترة ١٩٩٠ – ٢٠٢٣



المصدر : بالاعتماد على منصة Google Earth Engine

الجدول (١) درجات حرارة سطح الأرض LST للفترة ١٩٩٠ - ٢٠٢٣

متوسط درجة الحرارة (م)	اللون الخرائطي	المساحة كم٢	%
>36.0	ازرق غامق	29	20.6
٣٦,١ - ٣٧,٥	ازرق فاتح	42	29.8
٣٧,٦ - ٣٩,١	اصفر فاتح	39	27.7
٣٩,٢ - ٤٢,٠	احمر فاتح	30	21.3
42.1<	احمر غامق	1	0.7
المجموع		141	100.0

المصدر : بالاعتماد على الخريطة (٢) .

٢- نمط تحويل درجة حرارة سطح الارض الى انماط للجزيرة الحرارية في منطقة الدراسة :

يعتبر نمط الجزر الحرارية الحضرية بمثابة التباين المكاني والزماني لأنماط الجزر الحرارية في مدينة أربيل، إذ يوضح كيفية تغير شدة وتأثير الجزر الحرارية في المدينة بناءً على الموقع والزمن ، ومن هنا يمكن تقسيم نمط الجزيرة الحرارية وفقاً لدرجات الحرارة كما هو مبين في الجدول (٢).

الجدول (٢) المعايير الدولية لأنماط الجزر الحرارية (Santamouris,2015)(Roth,2007)

الجزيرة الحرارية	درجة الحرارة (°C)	الوصف
باردة	أقل من ١٠	مناطق ذات درجات حرارة منخفضة، غالباً في فصل الشتاء أو في الليل.
معتدلة	١٠ - 20	مناطق ذات درجات حرارة مريحة غالباً غي الفصول الانتقالية (الربيع والخريف).
دافئة	٢٠ - 30	مناطق ذات درجات حرارة دافئة، تحدث عادةً خلال النهار و الربيع والخريف أو في ليل الصيف.
حارة	٣٠ - 40	مناطق ذات درجات حرارة مرتفعة، تحدث غالباً في نهار الصيف.
حارة جداً	أكثر من ٤٠	مناطق ذات درجات حرارة شديدة الارتفاع، تحدث خلال الأيام الحارة جداً في الصيف.

تعتبر هذه المعايير مجتمعة الأساس في تصنيف وتقييم الجزيرة الحرارية في أي منطقة معينة، وبالاستناد إلى الجدول (٢)، يمكن تصنيف أنماط الجزيرة الحرارية في منطقة الدراسة خلال الفترة من (١٩٩٠ – ٢٠٢٣) على النحو التالي:

الخريطة (٣) نمط الجزيرة الحرارية في مدينة اربيل للفترة ١٩٩٠ - ٢٠٢٣

اصناف الجزيرة الحرارية	مساحة كم٢	%
دافئ	**49**	**34.8**
حار	**53**	**37.6**
حار جدا	**39**	**27.7**
المجموع	**141**	**100**

المصدر : بالاعتماد على الجدول (١) و الجدول (٢) .

المبحث الثالث : نمذجة خرائط الكوروبلث الفعال في منطقة الدراسة للفترة من ١٩٩٠ – ٢٠٢٣ :

تعتمد خرائط الكوروبلث الفعال على التقنيات الحديثة وبيانات الاستشعار عن بُعد لتحديد وتصنيف أصناف الجزيرة الحرارية في منطقة الدراسة، إذ تمك هذه الخرائط من تمثيل التوزيع المكاني للظاهرة باستعمال مجموعة من الألوان المتنوعة التي تعكس هذا التوزيع بشكل مرئي وواضح، وتتميز هذه الخرائط بقدرتها على تقديم رؤية دقيقة للمناطق التي تشهد كثافة لونية مرتبطة بشدة الظاهرة في الأماكن الحقيقية، مما يتيح استبعاد المناطق التي لا تتأثر بالظاهرة محل الدراسة **(Jiang & Zhang,2016).**

في هذه الدراسة تم الاعتماد على الصور الفضائية المأخوذة من منصة Google Earth Engine (GEE) للفترة الزمنية من ١٩٩٠ إلى ٢٠٢٣، من اجل استنباط بيانات درجة حرارة سطح الأرض (LST) المتعلقة بالجزيرة الحرارية، ومن خلال هذه البيانات يتم تحديد انماط الجزيرة الحرارية اعتماداً على الجدول (٢)، ويتم بناء خريطة كوروبلث فعالة تعكس الواقع البيئي بدقة، إذ تسهم هذه الخرائط في تمكين القارئ من تحديد المناطق ذات درجات الحرارة المرتفعة (الجزيرة الحرارية) والمناطق ذات درجات الحرارة المعتدلة أو المنخفضة.

تستخدم عملية التمثيل في خرائط الكوروبلث التقليدية تدرجات لونية تبدأ من الألوان الداكنة وتنتقل تدريجياً إلى الألوان الفاتحة، إذ تمثل الألوان الداكنة المناطق ذات الحرارة المرتفعة، بينما تمثل الألوان الفاتحة المناطق الأقل حرارة، وتوضح الخرائط (٣) (٤) (٥) (٦) كيفية التمييز بين المناطق ذات التركيز العالي للجزيرة الحرارية والمناطق ذات التركيز المنخفض.

ومع زيادة عدد الفئات اللونية وتقارب درجات تظليلها، يصبح من الصعب تمييز الفروق الدقيقة بين بيانات الوحدات الإدارية المختلفة، مما يبرز التحدي في تصنيف الألوان بشكل دقيق دون التضحية بالوضوح، ومن هنا يعتبر استعمال خرائط الكوروبلث الفعال أداة مهمة، إذ تسهم في تحسين فهم التوزيع المكاني للجزيرة الحرارية في منطقة الدراسة (مصطفى،١٩٩٤).

تتمثل الميزة الرئيسية لخرائط الكوروبلث الفعالة في قدرتها على تقديم تمثيلات بصرية واضحة ودقيقة، مما يتيح للمخططين وصناع القرار فحص البيانات المكانية بسهولة، واتخاذ قرارات مستنيرة في مجالات التخطيط العمراني والإدارة البيئية (الحمداني،الزيدي،٢٠٢٠).

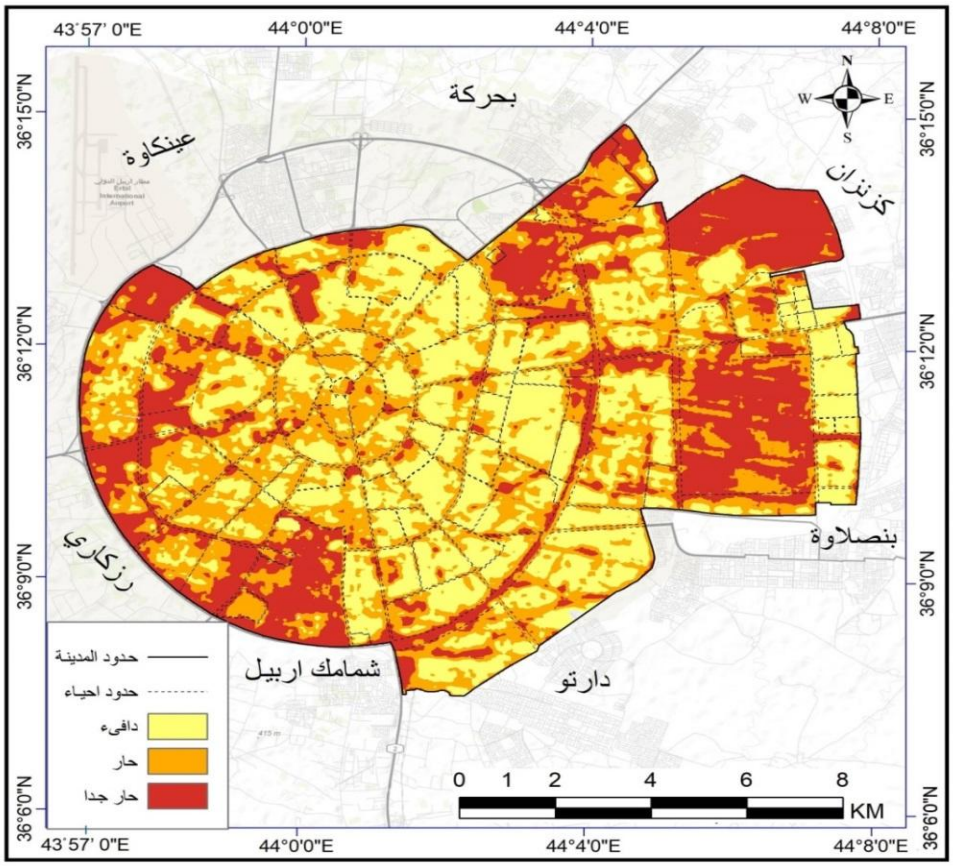
الجدول (٤) نمط الجزيرة الحرارية في مدينة اربيل للفترة ١٩٩٠ - ٢٠٢٣

اصناف الجزيرة الحرارية	اللون الخرائطي النموذج الاول	اللون الخرائطي النموذج الثاني	اللون الخرائطي النموذج الثالث	اللون الخرائطي النموذج الرابع	مساحة كم٢	%
دافئ	اصفر	احمر فاتح	ازرق	ازرق فاتح	49	34.8
حار	برتقالي	احمر متوسط	اصفر متوسط	رصاصي	53	37.6
حار جدا	احمر غامق	احمر	احمر	اسود	39	27.7
المجموع					141	100

المصدر : بالاعتماد على الخريطة (٣)

١- النموذج الاول : استعمال اللون الاحمر والبرتقالي والاصفر والجدول(٣) ، والخريطة (٣) توضح ذلك .

الخريطة (٣) نمط الجزيرة الحرارية في مدينة اربيل للفترة ١٩٩٠ - ٢٠٢٣

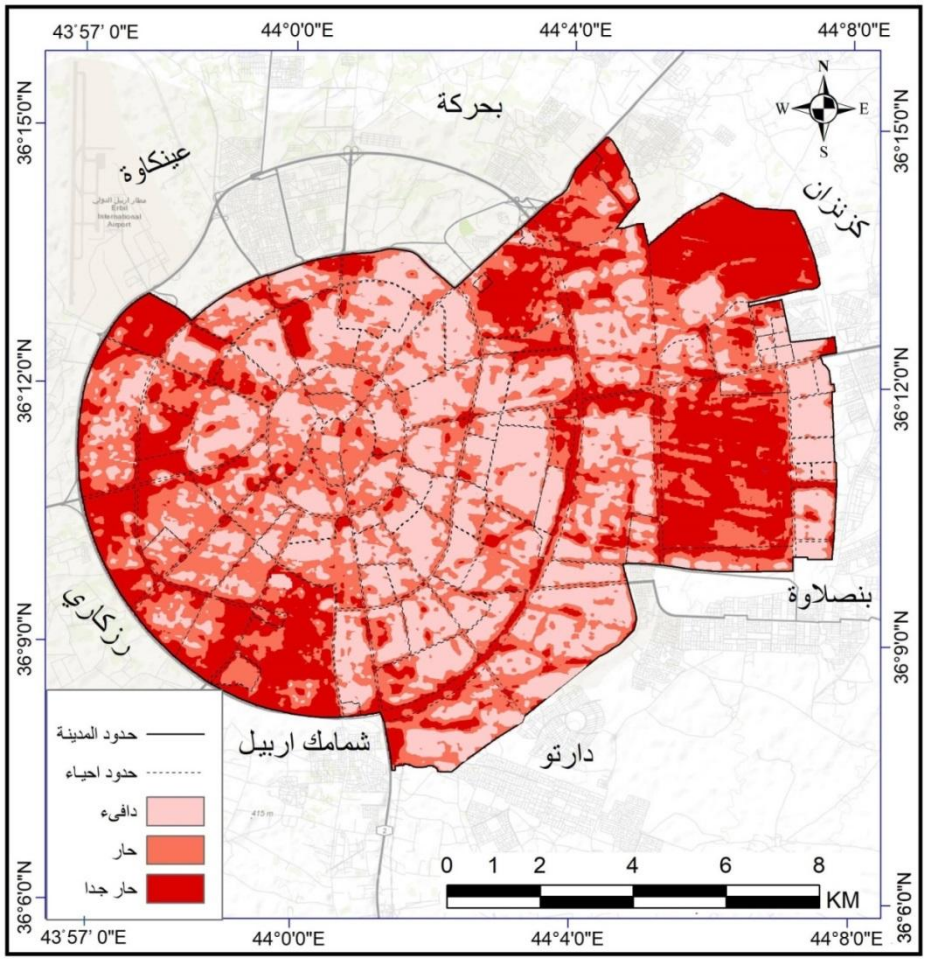


المصدر : بالاعتماد على برنامج Arc Gis Pro.

يتبين من خلال التحليل البصري للخريطة (٣) ، إذ انه تم الاعتماد على المتغير البصري (اللون) في نمذجة خريطة نمط الجزيرة الحرارية في منطقة الدراسة للفترة (١٩٩٠ – ٢٠٢٣) إذ يمثل اللون الاحمر المنطق الحارة جداً و يمثل اللون البرتقالي المناطقة الحارة ، اما اللون الاصفر فيمثل المناطق الدافئة ، إذ يعكس هذا النموذج الواقع الحقيقي في تمثيل بيانات الجزيرة الحرارية ، ويمكن الاعتماد على هذه الالوان في تمثيل هذه الظاهرة .

٢-**النموذج الثاني** : استعمال اللون الاحمر وتدرجاته، والجدول(٣) ، والخريطة (٣) توضح ذلك .

الخريطة (٤) استعمال طريقة الكوروبلث الفعال في نمذجة خريطة الجزيرة الحرارية للمدة (١٩٩٠-٢٠٢٣).

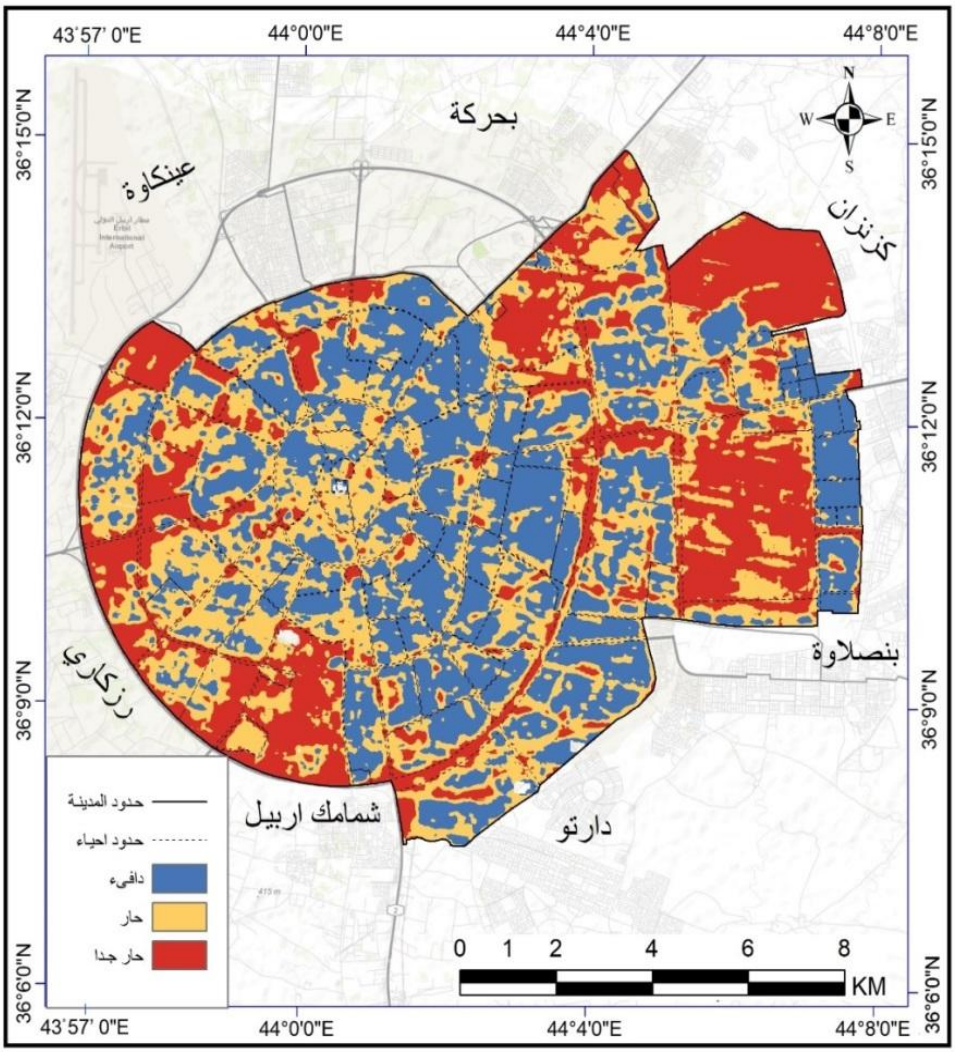


المصدر : بالاعتماد على برنامج Arc Gis Pro

يتبين من خلال التحليل البصري للخريطة (٤) ، إذ انه تم الاعتماد على المتغير البصري (اللون) في نمذجة خريطة نمط الجزيرة الحرارية في منطقة الدراسة للفترة (١٩٩٠ – ٢٠٢٣) إذ يمثل اللون الاحمر الغامق المنطق الحارة جداً و يمثل اللون الاحمر المتوسط المناطقة الحارة ، اما اللون الاحمر الفاتح فيمثل المناطق الدافئة ، و يعكس هذا النموذج نوعاً ما الواقع الحقيقي في تمثيل بيانات الجزيرة الحرارية .

٣- **النموذج الثالث** : استعمال اللون الاحمر والاصفر والازرق ، والجدول(٣) ، والخريطة (٥) توضح ذلك .

الخريطة (٥) استعمال المتغيرات البصرية (اللون) في نمذجة خريطة الجزيرة الحرارية للمدة (١٩٩٠-٢٠٢٣)

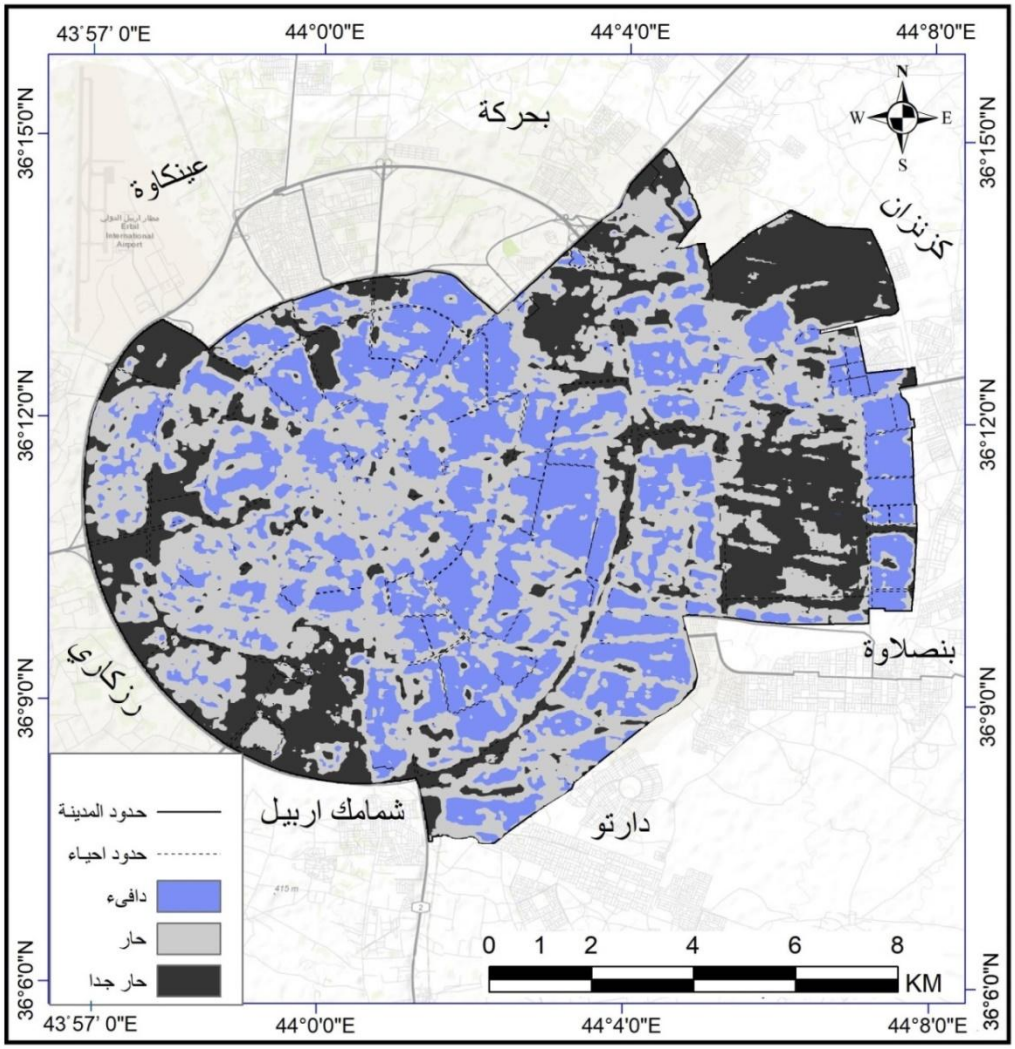


المصدر : بالاعتماد على برنامج Arc Gis Pro .

يتبين من خلال التحليل البصري للخريطة (٥) ، إذ انه تم الاعتماد على المتغير البصري (اللون) في نمذجة خريطة نمط الجزيرة الحرارية في منطقة الدراسة للفترة (١٩٩٠ – ٢٠٢٣) إذ يمثل اللون الاحمر المنطق الحارة جداً و يمثل اللون الاصفر المناطقة الحارة ، اما اللون الازرق فيمثل المناطق الدافئة .

٤- **النموذج الرابع** : استعمال اللون السود والرصاصي والازرق ، والجدول(٣) ، والخريطة (٦) توضح ذلك .

الخريطة (٦) استعمال المتغيرات البصرية (اللون) في نمذجة خريطة الجزيرة الحرارية للمدة (١٩٩٠-٢٠٢٣).



المصدر : بالاعتماد على برنامج Arc Gis Pro .

يتبين من خلال التحليل البصري للخريطة (٦) ، إذ انه تم استعمال المتغير البصري (اللون) في نمذجة خريطة نمط الجزيرة الحرارية في منطقة الدراسة للفترة (١٩٩٠ – ٢٠٢٣) ويمثل اللون الاسود المنطق الحارة جداً و يمثل اللون الرصاصي المناطقة الحارة ، اما اللون الازرق فيمثل المناطق الدافئة .

الاستنتاجات :

١-يعتبر استعمال خرائط الكوروبلث الفعال أداة مهمة، إذ تسهم في تحسين فهم التوزيع المكاني الحقيقي للجزيرة الحرارية في منطقة الدراسة .

٢-تتمثل الميزة الرئيسة لخرائط الكوروبلث الفعالة في قدرتها على تقديم تمثيلات بصرية واضحة ودقيقة، مما يتيح للمخططين وصناع القرار فحص البيانات المكانية بسهولة

٣-ان افضل نموذج يمثل بيانات الجزيرة الحرارية في منطقة الدراسة هو النموذج الاول ، وذلك لأن الالوان المستخدمة في النموذج تحاكي الظاهرة والواقع الحقيقي .

٤-تم استعمال اللون الاحمر للمنطق الحارة جداً و اللون البرتقالي للمناطقة الحارة واللون الاصفر للمناطق الدافئة ، إذ تعكس هذه الألوان الواقع الحقيقي في تمثيل بيانات الجزيرة الحرارية ، ويمكن الاعتماد على هذه الالوان في تمثيل هذه الظاهرة .

٥-أن زيادة عدد الفئات اللونية وتقارب درجات تظليلها، يصبح من الصعب تمييز الفروق الدقيقة بين بيانات الوحدات الإدارية المختلفة، مما يبرز التحدي في تصنيف الألوان بشكل دقيق دون التضحية بالوضوح.

التوصيات :

١- تعزيز استعمال خرائط الكوروبلث الفعال في الدراسات المستقبلية باعتباره كأسلوب رئيس لتمثيل وتفسير بيانات درجة حرارة سطح الأرض (LST) في الدراسات المستقبلية المتعلقة بالجزيرة الحرارية، إذ توفر هذه الخرائط تمثيلاً مرئياً دقيقاً يمكن أن يساعد في فهم التأثيرات البيئية للظاهرة وتوزيعها المكاني بشكل أفضل.

٢- تعميق استعمال منصة Google Earth Engine في دراسات الاستشعار عن بعد لتحليل بيانات درجات حرارة سطح الأرض (LST) في مختلف المناطق الجغرافية، نظراً لما توفره هذه المنصة من دقة وموارد ضخمة يمكن أن تسهم في توسيع نطاق البحث المستقبلي وتحقيق نتائج أكثر دقة وشمولية.

٣- يجب العمل على تطوير معايير لونية متقدمة ودقيقة لتمثيل درجات الحرارة في خرائط الكوروبلث الفعّالة في المستقبل، إذ يمكن تحسين النماذج اللونية المستخدمة لتحديد مناطق الجزيرة الحرارية بشكل أدق، خاصة في المناطق التي تظهر فيها تباينات حرارية ضئيلة.

٤- توصي الدراسة بتكامل بيانات بيئية إضافية مثل الغطاء النباتي (NDVI)، وكثافة المباني، والأنشطة البشرية، مع بيانات درجة حرارة سطح الأرض (LST) لتحسين فهم العوامل المؤثرة في تكوين الجزيرة الحرارية، وهذا التكامل يمكن أن يساهم في إيجاد حلول شاملة لتخفيف هذه الظاهرة.

المصادر :

1 - Voogt, J.A., & Oke, T.R. Thermal remote sensing of urban climates. *Remote Sensing of Environment, 86*(3), 370-384. Elsevier, 2003.

٢- جيمس م. كولبي ، تاريخ الخرائط المناخية: من الجغرافيا الكلاسيكية إلى العصر الحديث ، مطبعة جامعة أكسفورد، أكسفورد، المملكة المتحدة، ٢٠٢٠ .

3 - https://earthengine.google.com ، /Google Earth Engine.

4- Santamouris, M, An analysis of the environmental performance of the urban heat island and its impact on the energy consumption of buildings. journal Solar Energy, 2015.

5- Roth, M, Review of urban climate research in (sub)tropical regions. International Journal of Climatology,2007.

6 - Jiang, S., & Zhang, L. (2016). The Urban Heat Island Effect: A Case Study of a City. Environmental Science and Pollution Research, 23(22).

٧- أحمد احمد مصطفى ، أنماط التضليل في خرائط الكوروبلث "دراسة تحليلية"، مجلة بحوث كلية الآداب ، جامعة المنوفية ، العدد١٩٩٤،١٨.

٨- سعد ثامر ابراهيم ، نجيب عبدالرحمن محمود ، مشكلات التمثيل الحجمي في الخرائط الموضوعية الكمية ، بحث منشور ، مجلة آداب الفراهيدي ، المجلد ١٢، العدد ٤٢، ج. ٣ (٣٠ يونيو/حزيران ٢٠٢٠) .