الكثافة السكانية وعلاقتها بظاهرة الجزر الحرارية الحضرية في مدينة كركوك

Population Density and its Relationship with the Urban Heat Island Phenomenon in the City of Kirkuk

أ.م.د. محمد نوح محمود عدو

Asst Prof Dr. Mohamed Nouh Mahmoud Adoo

جامعة كركوك /كلية الآداب

University of Kirkuk / College of Arts

E-mail: mohamedadoo@uokirkuk.edu.iq

https://orcid.org/0009-0005-6210-3536

الكلمات المفتاحية: الجزر الحرارية الحضـــرية، الكثافة الســـكانية، التلوث الســـكاني، ظهير المدينة.

Keywords: Urban heat islands, population density, population pollution, urban hinterland

الملخص

تعاني المدن الحديثة، وخاصـةً تلك التي تشـهد نموًا عمرانيًا متسـارعًا، من ظاهرة الجزر الحرارية الحضرية, والتي تؤدي إلى ارتفاع درجات الحرارة في المناطق الحضرية مقارنةً بالأماكن المجاورة لها, بسبب ارتفاع الكثافة السكانية، وغياب المساحات الخضراء، وهذا يؤثر على نوعية حياة السـكان, يهدف البحث تحليل العلاقة تباين الكثافة السـكانية والجزر الحرارية الحضـرية ، باسـتخدام بيانات المرئيات الفضـائية وتقنيات (GIS) للكشـف عن التباين الحراري لمنطقة البحث لاسـتخراج درجات حرارة سـطح الأرض وفق معادلات علمية معتمدة, فضـلاً عن دراسـة العامل المؤثر وهو السـكان من حيث مقارنة الكثافة السـكانية ما بين حيز الاحياء السـكنية واطرافها المجاورة، كما تم اسـتخدام مؤشـر الفرق الطبيعي للغطاء النباتي لقياس كثافة الغطاء النباتي الطبيعي وتأثيره على خفض درجات الحرارة.

Abstract

Modern cities, especially those witnessing rapid urban growth, suffer from the phenomenon of urban heat islands, which leads to high temperatures in urban areas compared to neighboring places, due to the high population density, and the absence of green spaces, and this affects the quality of life of the population, the research aims to analyze the relationship between population density variation and urban heat islands, using satellite visualization data and (GIS) techniques to detect the thermal variation of the research area to extract the earth's surface temperatures according to approved scientific equations. In addition to studying the influential party, which is the population, in terms of comparing the population density between the residential neighborhoods and their neighboring outskirts, in addition, the natural difference index of vegetation cover was used to measure the density of natural vegetation cover and its impact on reducing temperatures.

المقدمة

تعتبر ظاهرة الجزر الحرارية الحضرية (Urban Heat Islands - UHI) من القضايا البيئية المهمة المؤثرة على المدن، خاصـةً في ظل التوسـع العمراني السـريع نتيجة ارتفاع الكثافة السـكانية, وتؤدي هذه الظاهرة ارتفاع درجات الحرارة في الاماكن الحضـرية مقارنةً مع الريفية المجاورة لها نتيجةً لاسـتخدام مواد البناء التي تحتفظ بالحرارة، بالإضـافة إلى الأنشـطة البشـرية المكثفة, وتُعد مدينة كركوك واحدة من المدن التي تعاني من هذه الظاهرة، حيث تؤثر الكثافة السكانية والابنية الاسمنتية من مختلف الاستعمالات الحضرية على تباين الحرارة داخل المدينة مقارنة مع ظهيرها, واعتمد البحث على بيانات التحسـس النائي المعتمدة على صـورة القمر الاصـطناعي الامريكي (Landsat 9) من خلال الحزمة (Band ١٠) وبعد تطبيق عدد من المعادلات الجبرية تم استخلاص النتائج, كما استعان البحث بالحزمة (٤) و(٥) لاستخراج مؤشر شـدة الخضـرة (NDVI) اذ اظهر التحليل ان الغطاء النباتي داخل المدينة هو اقل من اطرافها ويعتبر احد الاسباب لمشكلة الجزر الحرارية داخل المدنية, وبعد مطابقة توزيع السكان في منطقة البحث وجد تطابق بين ارتفاع درجات الحرارة وتواجد السـكان بل كانت العلاقة طردية بين طرفي المعادلة اي ان درجات الحرارة ترتفع مع ارتفاع الكثافة السـكانية التي مثلت باسـتخدام الاسـلوب النقطي (Dot), تشير هذه الدراسة إلى أهمية التخطيط الحضري المستدام للحد من تأثير الجزر الحرارية وتحسين جودة الحياة في المناطق الحضرية.

مشكلة البحث:-

تتمثل مشكلة البحث في تحليل مدى تأثير تباين الكثافة السكانية في مدينة كركوك على ظاهرة الجزر الحرارية الحضرية، من خلال دراسة الفروقات في درجات الحرارة بين المناطق ذات الكثافة السـكانية العالية والمناطق ذات الكثافة المنخفضـة، بهدف الكشـف عن أنماط الترابط بين التوزيع السـكاني وارتفاع درجات الحرارة، وتحديد مدى مسـاهمة العامل السـكاني في تفاقم هذه الظاهرة البيئية ذات التأثيرات المتعددة على البيئة وصحة السكان ونوعية الحياة الحضرية.

فرضية البحث:-

تنطلق الدراسة من فرضية مفادها :

- أن هناك علاقة طردية بين الكثافة السكانية وزيادة درجات الحرارة ، حيث تؤدي زيادة عدد السكان والأنشطة الحضرية المختلفة إلى ارتفاع درجة الحرارة ضمن احياء المدينة، مقارنةً بالأماكن المنخفضة الكثافة السكانية على أطرافها او خارج حدود الاحياء.
- قلة الغطاء النباتي هو احد الاسباب لتفاقم الظاهرة المدروسة نتيجة لقلة زراعة الاشجار في اغلب مساحات المدينة بسبب طغيان الاستعمالات الاسمنتية الحضرية على سطح المدينة .

أهداف البحث:-

١. تحليل التباين المكاني لدرجات الحرارة داخل حدود منطقة البحث.

٢. دراسة تأثير الكثافة السكانية على ارتفاع درجات الحرارة.

٣. تحديد الفروقات الحرارية بين الاماكن الحضرية والاماكن الغير مبنية.

٤. تقديم توصيات للتقليل من تأثير ظاهرة الجزر الحرارية من خلال تحسين التخطيط العمراني وزيادة المساحات الخضراء.

منهج البحث:-

يعتمد البحث على المنهج الجغرافي الايكولوجي الذي يهتم بالتأثير والتأثر اي تأثير السكان وتوزيعهم وكثافتهم على ظهور الجزر الحرارية من خلال جمع وتحليل البيانات الحرارية بواسطة بيانات الاستشعار عن بعد وتحليلها بـــ (GIS). وتمت مقارنة هذه البيانات مع توزيع السكان لاستنتاج مدى ارتباط تواجد السكان وارتفاع درجات الحرارة.

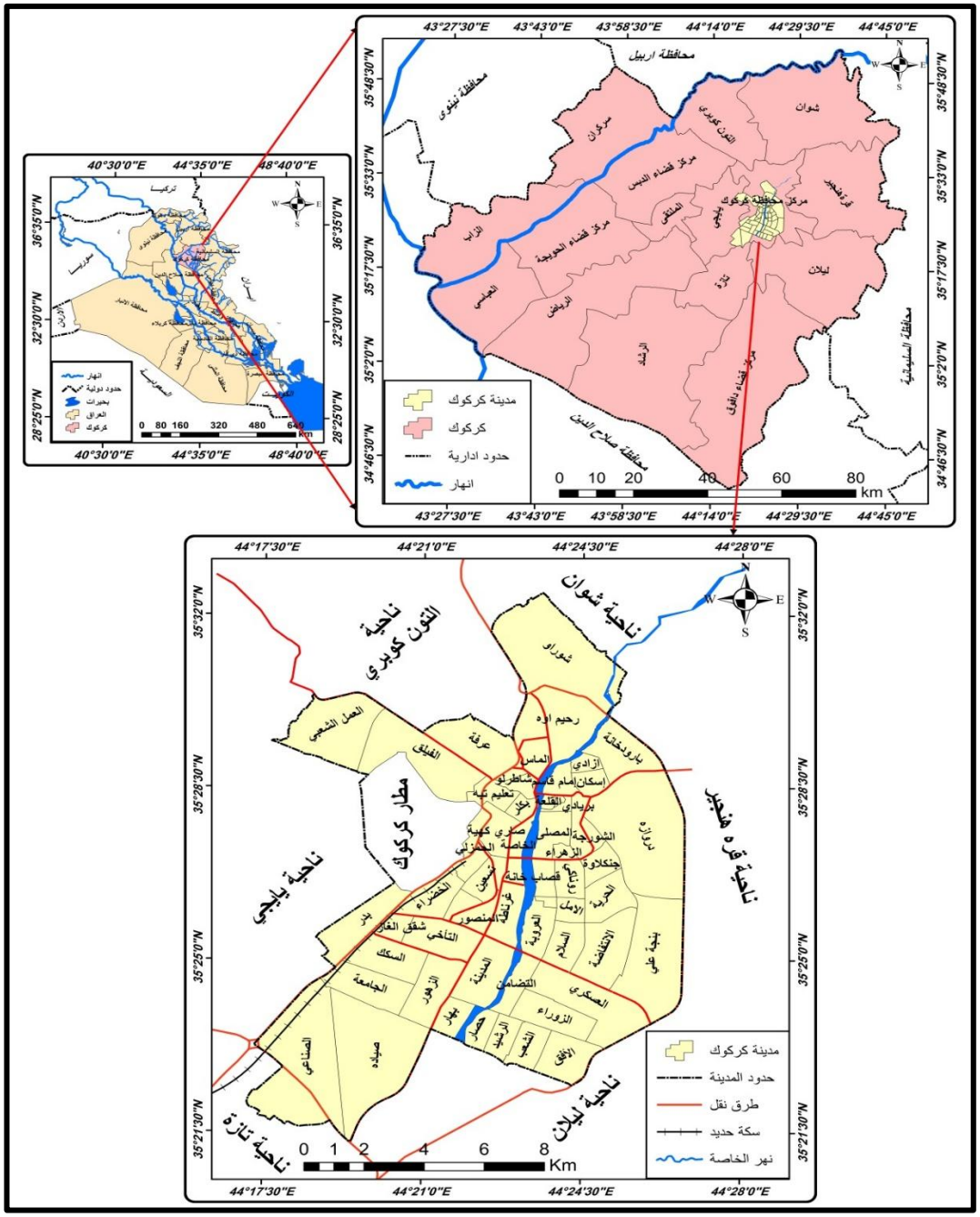
منطقة البحث الجغرافية وحدوده الزمنية :-

تقع مدينة كركوك في الجزء الشمالي من العراق، وهي مركز محافظة كركوك وتعد أكبر مدن المحافظة (فاضل و حسن، ٢٠٢٥، ص ٨١٥). تصل مساحتها الى (٢٠١كم^{٢})* وتقع فلكياً بين دائرتي عرض (٤ً٣ ٠َ٣ ٥ْ٣ – ً٥ ٠َ٢ ٥ْ٣) شمالاً وخطي طول (٧ً٢ ٦َ٢ ٤ْ٤ – ٠ً١ ٧َ١ ٤ْ٤) شرقاً، اما موقعها الجغرافي فيحدها من الشمال ناحيتي شوان والتون كوبري، ومن الشرق ناحية قرة هنجير وليلان، ومن الجنوب ناحية تازة، ومن الغرب ناحيتي يانجي والملتقى (خلف و البياتي، ٢٠٢٢، ص ١٦٥). وتضم ٥٥ حي، كما في الخريطة (١)

* تم استخراج مساحة المدينة باستخدام برنامج Arc Map Gis V ١٠.٨.

وتتميز بموقعها الاستراتيجي بين عدة محافظات أخرى. تمتد المدينة على سهول واسعة، وتتميز بشبكة من الطرق الرئيسية التي تربطها بالمناطق المجاورة, جرت الدراسة بحدود زمنية تمثلت في سنة ٢٠٢٤م .

الخريطة (١) موقع مدينة كركوك من المحافظة والعراق



المصدر : بالاعتماد على

١- خريطة العراق الادارية بمقياس ١:١٠٠٠٠٠٠. باستخدام برنامج Arc Map Gis V ١٠.٨

٢- جمهورية العراق، وزارة البلديات والاشـــغال العامة، المديرية العامة للتخطيط العمراني، مديرية التخطيط العمراني/كركوك بمقياس رسم ١: ٢٥٠٠٠٠.

١- التوزيع المكاني للسكان داخل الحيز الحضري لمدينة كركوك وظهيرها

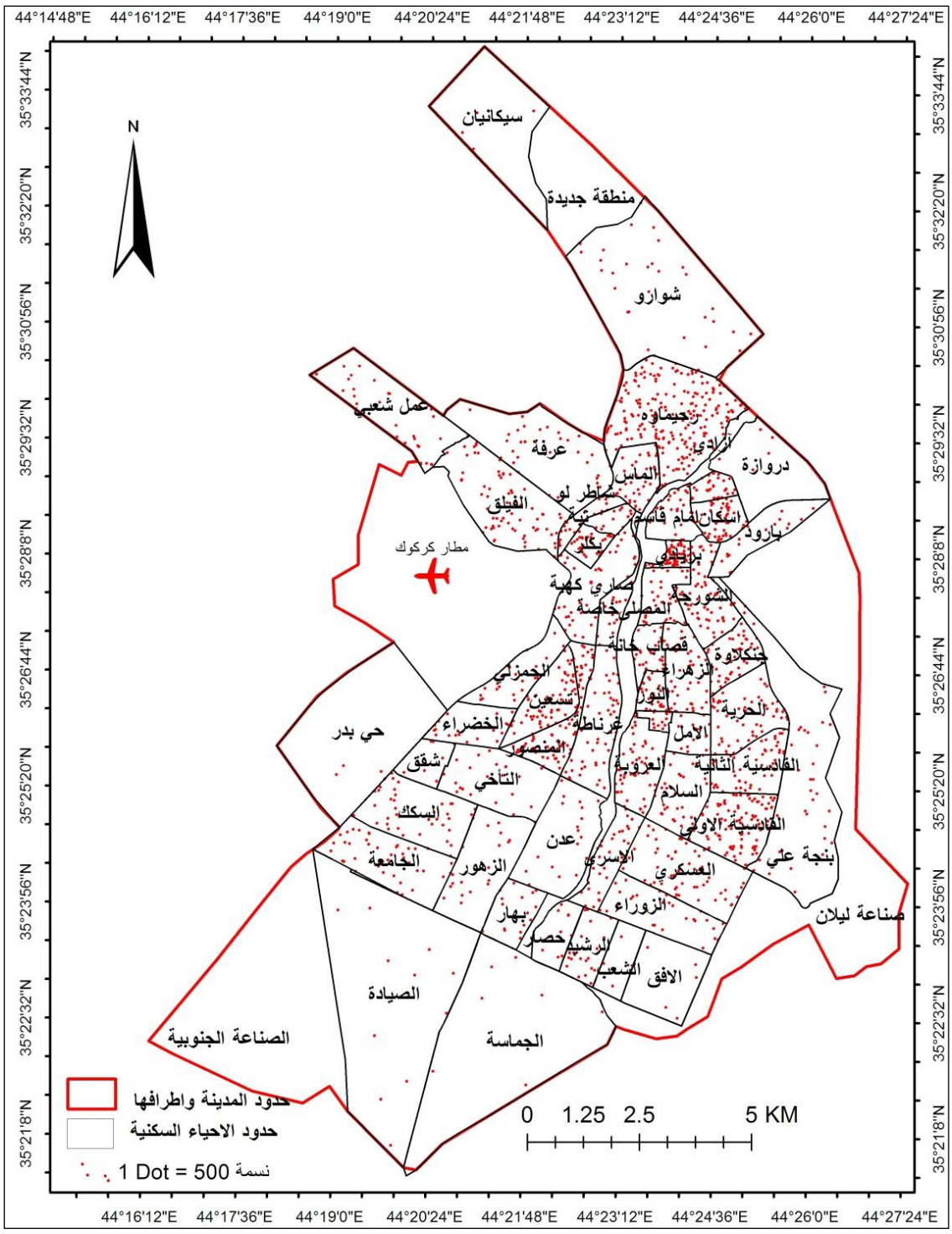
يعتبر التوزيع السكاني من العوامل الرئيسة في التأثير على البيئة الحضرية، خاصة فيما يتعلق بدرجات الحرارة, فمع ارتفاع الكثافة السكانية في الاماكن الحضرية يزداد الطلب على البنية التحتية والمباني والطرق، وهذا يساهم في تفاقم ظاهرة الجزر الحرارية الحضرية (Urban Heat Islands – UHI), وهذا يؤدي الى التلوث السكاني أحد التحديات البيئية الخطيرة التي تواجه مدن العالم اليوم، حيث يرتبط مباشرة بالنمو السكاني وازدياد اعدادهم والتوزيع الغير المنظم والتوسع العمراني السريع الذي يؤدي إلى ضغط متزايد على الموارد الطبيعية، مما يسهم في تلوث الهواء والماء والتربة، ويؤثر على صحة الإنسان والتوازن البيئي ومنها ارتفاع درجات الحرارة مقارنة مع المناطق المحيطة بالمدن او ظهيرها (Wang,et al 2021, p. 1). فارتفاع اعداد السكان الغير منتظم والسياسة السكانية الغير مخططة لها قد تؤدي الى توسع عشوائي في المدن الذي ينتج عنه كثافة سكانية عالية وهذا يعني درجات حرارة اعلى, فسكان مدينة كركوك في زيادة مستمرة فبعد ان كان عدد السكان سنة ٢٠٠٩م (٧٨٢١٤٣) نسمة (رضا، ٢٠٢٤، ص ٥٤). اصبح عدد السكان سنة ٢٠٢٤م (١٠٩٥٢٤٢) نسمة بمعدل نمو سكاني سنوي ٢.٠٧٪ *. وهم يتوزعون على مساحة مبنيه تقدر (١٣٤) كم^{٢} وبهذا بلغت الكثافة العامة (٨١٧٣) شخص كم^{٢} خريطة (٢). التي تمثل توزيع السكان باستخدام النقطة اذ تعبر عن المدى الفارق بين تواجد السكان واكتظاظهم بين الاحياء السكنية, اذ ما قورن مع اطرف المدينة التي تنخفض فيها الكثافة السكانية الى (٥٠٠) شخص كم^{٢} والتي بلغت مساحتها ٦٧ كم^{٢} *. وهذا يفسر ان اغلب مساحة المدينة المشغولة بالسكان والبالغ نسبتها ٦٦.٦٪ وهى مساحة اسمنتية تتمثل في نمط الاستخدام السكني والتجاري والخدمي (تعليم , صحة , دور عبادة , نقل) اما المساحات الخضراء داخل المدينة وحسب الخريطة (٣) التي تمثل مؤشر تباين شدة الخضرة (NDVI) اذ اظهر التحليل ان الغطاء النباتي داخل المدينة هو اقل من اطرافها ويعتبر احد الاسباب لمشكلة الجزر الحرارية داخل المدنية, اذ بلغ اعلى شدة للخضرة (٠.٥) على اطراف المدينة في المناطق المنخفضة الكثافة السكانية, اما ضمن احياء المدينة عالية الكثافة بلغت شدة تباين الخضرة (٠.٢-) فكلما كان (NDVI) أقرب الى (١) كانت النباتات اكثر كثافة وصحة, بينما القيم القريبة من الصفر أو السالبة تشير الى تدهور الغطاء النباتي او وجود سطح غير نباتي *.

* تم استخراج عدد السكان لسنة ٢٠٢٤م بواسطة معادلة النمو السكاني السنوي.

* تم استخراج مساحة المدينة المشغولة بالأحياء السكنية من خلال برنامج المستخدم Arc Map Gis V ١٠.٨

* هيئة المساحة الجيولوجي الامريكية (USGS) , معلومات حول كيفية استخدام مؤشر (NDVI) لقياس كثافة

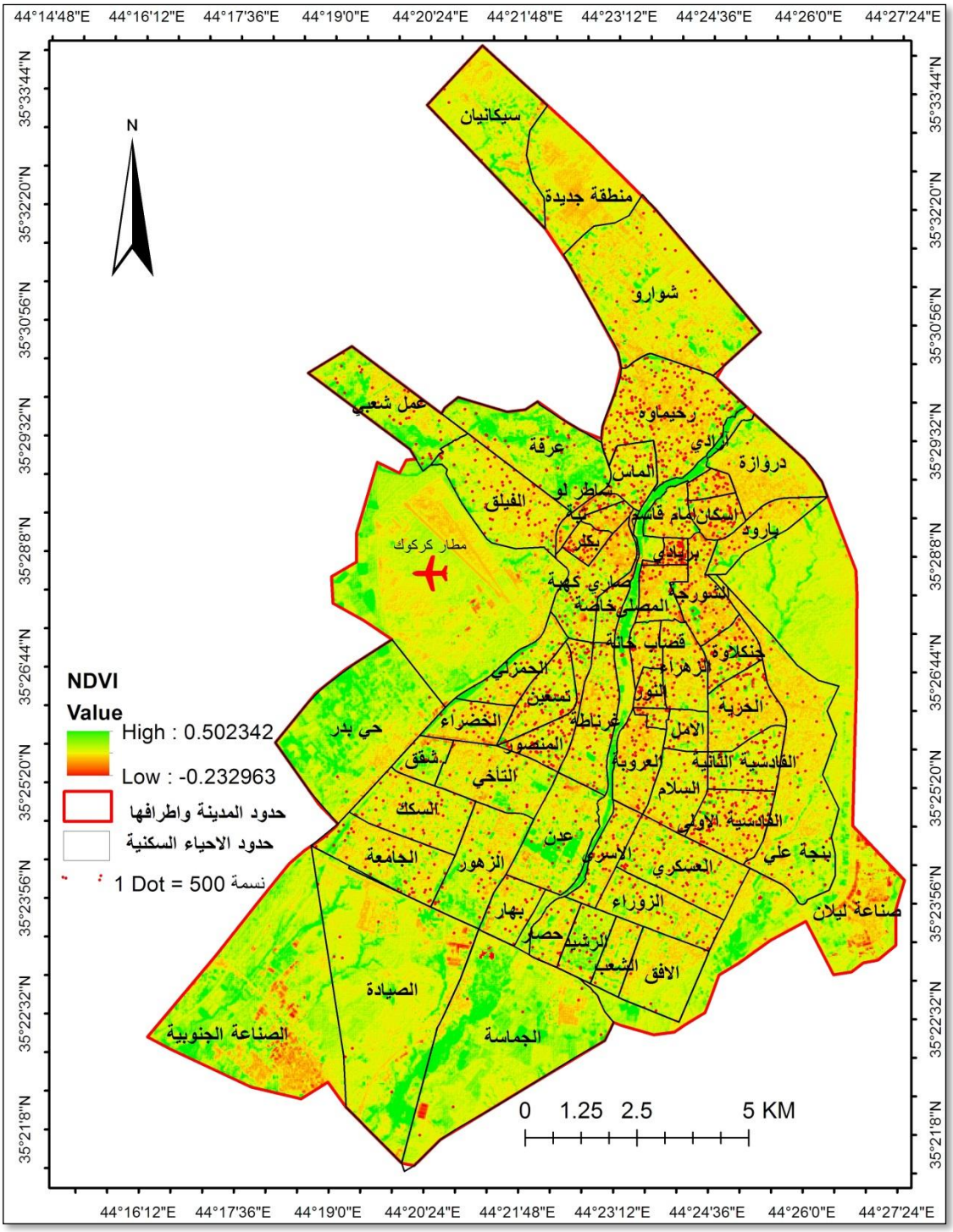
خريطة (٢) تمثيل الكثافة السكانية لمدينة كركوك واطراف لسنة ٢٠٢٤م باستخدام النقطة (Dot)



المصدر : من عمل الباحث حسب بيانات السكان لسنة ٢٠٢٤م .

الغطاء النباتي وتحميل المرئية الفضائية Landsat 9 https://earthexplorer.usgs.gov/

خريطة (٣) تباين مؤشر شدة الخضرة (NDVI) ومقارنتها بالكثافة السكانية باستخدام النقطة (Dot)



المصدر : من عمل الباحث بالاعتماد على تحليل الناتج من دمج الحزمتين ٥&٤ للقمر الصناعي الامريكي (Landsat 9) الملتقطة بتاريخ ٢٠٢٤/٧/١٤.

٢- مفهوم الجزر الحرارية الحضرية وتباياتها المكانية

تمثل الجزر الحرارية الحضـرية ظاهرة بيئية تؤدي الى ارتفاع درجات الحرارة داخل الحيز الحضري مقارنة بالأماكن المجاورة لها, تحدث هذه الظاهرة نتيجة التغيرات في استخدام الأراضي الحضـرية، حيث يتم استبدال الغطاء النباتي الطبيعي بأسطح صـناعية كا الإسفلت والخرسانة، والتي تمتص الإشعاع الشمسي الواصل بكفاءة عالية وتعيد إطلاقه على شكل حرارة (Tang, 2017, pp. 3445-3446). ظهر هذا المصـــطلح لأول مرة في تقارير الأرصـــاد الجوية في دراسـة (Gordon) سـنة ١٩٥٨م، حيث وجد أن المناطق الحضـرية ترتفع فيها درجات الحرارة بشـــكل أعلى من المناطق الريفية المتاخمة للمدينة, تُعزى هذه الظاهرة إلى التأثيرات الناجمة عن التطور العمراني وكثافة المباني الناتج من الكثافة السكانية، وبالتالي تقلل من امكانية تبريد الهواء بسبب نقص الاراضي الخضراء وزيادة امتصاص الإشعاع الشمسي من قبل الأسطح الصناعية (Ladan, 2022, p. 4). والشـكل (١) يمثل انموذج للجزر الحرارية داخل وحول المدينة نتيجة لطبيعة استخدامات الارض الحضرية الناتج من الاستخدام السكاني والغطاء الارضي

شكل (١) انموذج الجزر الحرارية حسب طبيعة الغطاء الارضي واستخدامات الارض الحضرية

المصدر : حسب مخيلة برنامج الذكاء الاصطناعي اعتماداً على البيانات المدخلة

وتعتمد هذه الدراسات على أجهزة استشعار الأشعة تحت الحمراء الحرارية (Thermal Infra-Red Sensor - TIR)، المتوفرة في الأقمار الصناعية لقياس درجة حرارة سطح الأرض وتعمل هذه الأجهزة بمراقبة الاماكن الحضـــرية بدقة، حيث تم إدماج أنظمة المراقبة الحرارية منذ

منتصف السبعينيات لتقديم بيانات تفصيلية حول الأرض، الجدران، وأسقف المباني, وتُصنّف الجزر الحرارية الحضرية إلى نوعين رئيسيين:

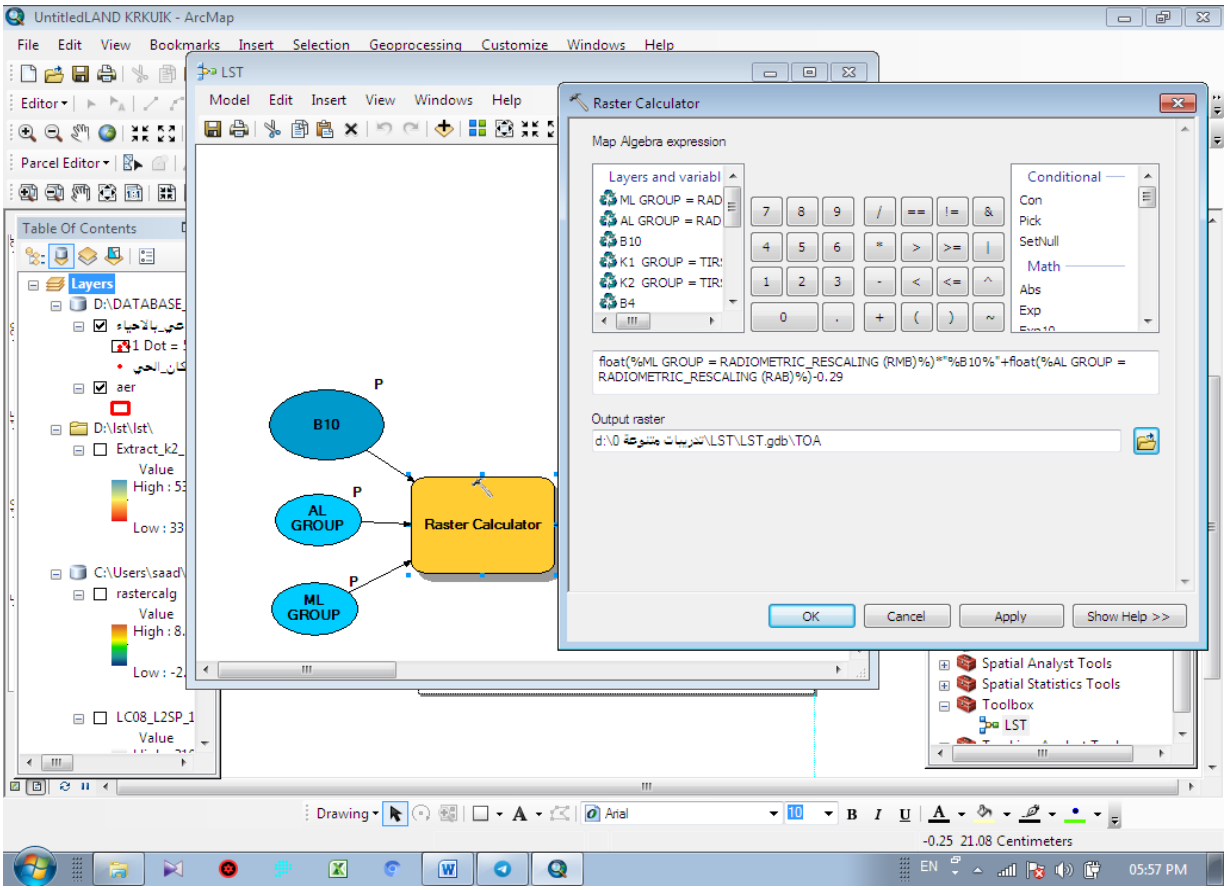
١. طبقة المظلة الحضرية (Canopy Heat Island Layer - CUHI): تعكس الفرق في درجة حرارة الهواء بين المناطق الحضرية والمناطق الريفية المجاورة, تظهر هذه الظاهرة خاصةً خلال الليل، عندما تنخفض درجات الحرارة في المناطق الريفية بسبب التبريد الإشعاعي، بينما تظل درجات الحرارة مرتفعة في الاماكن الحضرية بسبب الاحتباس الحراري الناتج عن التخزين الحراري للمواد البنائية.
٢. الجزيرة الحرارية السطحية (Surface Urban Heat Island - SUHI): تمثل الفرق في درجة حرارة الأسطح بين المناطق الحضرية والمناطق الريفية، حيث يكون تأثيرها أكثر وضوحًا خلال النهار, ويظهر النمط النهاري لهذه الظاهرة في المناطق المكتظة بالسكان، اذ تمتص الأسطح الحضرية كميات كبيرة من الحرارة وتعكسها، مما يؤدي إلى تكوين بصمة حرارية تتسم بدرجات حرارة أعلى في قلب المدينة خلال الليل، يظهر النمط المعاكس، حيث يتسبب التسخين التفاضلي في انخفاض درجات حرارة السطح، مما يؤدي إلى تكوين الجزر الحرارية المظلية (CUHI) التي تظل أكثر دفئًا مقارنة بالمناطق الريفية. وعادةً ما تتوافق هذه الأنماط مع كثافة البنية التحتية الحضرية ومستويات التكدس السكاني، مما يعكس العلاقة بين التحضر، توزيع السكان، ودرجات الحرارة (Lain,D & Gerald,M, 2021, p. 55). وهذا النوع هو من اعتمد لقياس (LST) في بحثنا هذا.

١-٢- استخراج الجزر الحرارية وعلاقتها بتوزيع السكان في مدينة كركوك

يعتبر التوزيع المكاني للسكان من العوامل الحاسمة في التأثير على البيئة الحضرية، خاصة فيما يتعلق بدرجات الحرارة, فمع ارتفاع الكثافات السكانية في الحضر تزداد الحاجة إلى البنية التحتية والمباني وطرق النقل مما يؤدي إلى تفاقم ظاهرة الجزر الحرارية الحضرية, حيث تؤدي الكثافة السكانية العالية إلى زيادة الطلب على المساكن والمرافق الخدمية، مما يساهم في ارتفاع نسبة السطوح الصلبة كالخرسانة والإسفلت، التي تمتص الحرارة وتُعيد إشعاعها في الجو, فالاستخدام المكثف للطاقة في المباني السكنية والتجارية يؤدي إلى إطلاق كميات كبيرة من الحرارة، مما يزيد من درجات الحرارة المحلية. وتمثل المناطق ذات التوزيع السكاني المكثف انخفاضًا في المساحات الخضراء، وهذا يقلل من تأثير التبريد الطبيعي الذي توفره الأشجار والنباتات (Ladan, T.2022, p. 16). عمل البحث على اعتماد بيانات القمر الاصطناعي الامريكي (Landsat 9) لاستخراج قيمة درجة حرارة سطح الارض (LST) لسطوح منطقة الدراسة اعتماداً على (Band 10) وهى حزمة حرارية تقيس درجة حرارة المنعكسة من السطوح

وليس درجة حرارة الهواء. اما أفضل فصل لقياس سطوع درجات الحرارة وخاصة لإبراز الفرق بين درجات الحرارة في المدينة وأطرافها هو فصل الصيف حيث الأجواء الصافية تسمح بامتصاص أكبر للطاقة الشمسية، وبالتالي ارتفاع درجة حرارة الأسطح بشكل أوضح اذ يبرز تأثير الجزر الحرارية ويكون أقوى وأكثر وضـــوحًا في الصـــيف في مختلف المناطق الحيوية , كما ان قدرة الاقمار الاصطناعية مثل (Landsat) لها الامكانية الاكبر في كشف التباين الحراري في فصل الصيف اكثر منه في اي فصل اخر (Zhong, 2017, pp. 5439-5457). وعلى هذا الاساس اعتمد الباحث الفترة الصيفية كفصل لدراسة الظاهرة البحثية . وقد تم اعتماد برنامج (Arc Map Gis V10.8) لغرض التحليل الظاهرة وذلك من خلال عدد من المعادلات المعتمد على معطيات الجدول (١) المأخوذ من الملف الوصفي (MTL) من ملفات المرئية الفضائية المعتمدة من القمر الاصطناعي الامريكي (Landsat9) (Ali, 2021, pp. 5-6) . اما الشكل (٢) يوضح طريقة اعتمد الاداة (Raster Calculator) لإدخال المعادلات المطلوبة للوصـــول الى اســـتخلاص درجة حرارة سطوع الارض .

شكل (٢) استخدام اداة (Raster Calculator) لإدخال المعادلات واشتقاق درجة حرارة سطح منطقة الدراسة (LST) مع عمل اداة تعمل ضمن بيئة البرنامج



المصدر : من واجهة تطبيق (Arc Toolbox) البرنامج المستخدم .

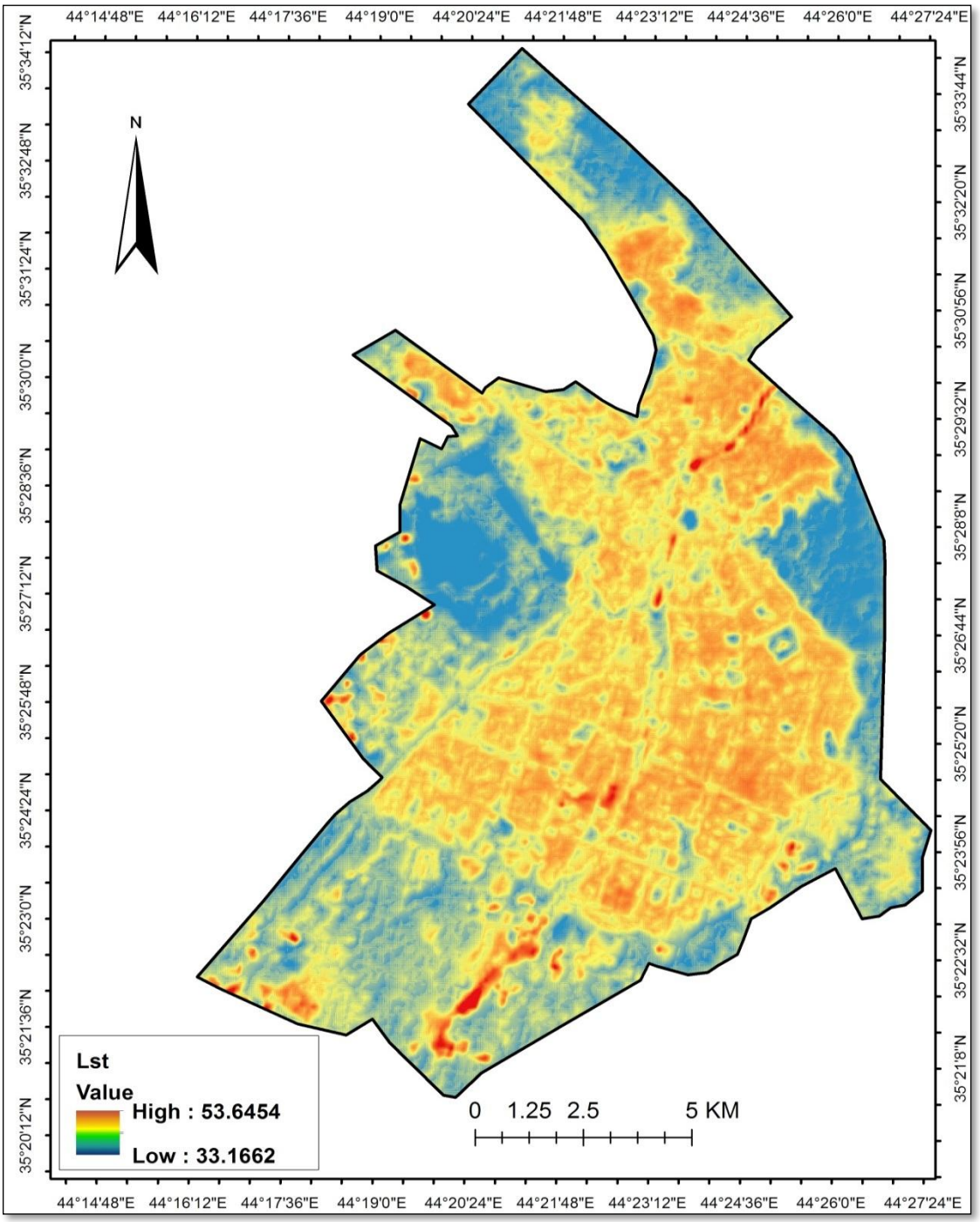
جدول (١) بيانات الاقمار الصناعية المستخدمة في حساب درجة حرارة السطح (LST)

المعامل	الوصف	القيمة
K_1	الثابت الحراري، الحزمة 10	1321.08
K_2	الثابت الحراري، الحزمة 10	777.89
M_L	معامل إعادة التحجيم المضاعف للحزمة 10	0.000342
A_L	معامل إعادة التحجيم الإضافي للحزمة 10	0.1
O_i	معامل التصحيح للحزمة 10	0.29

المصدر : ملف المعلومات الوصفية(MTL) المرفق مع المرئية الفضائية المعتمدة من وثائق وكالة المساحة الجيولوجي الامريكية (USGS) الخاصة بحساب درجة (LST) من القمر الامريكي (Landsat 9)

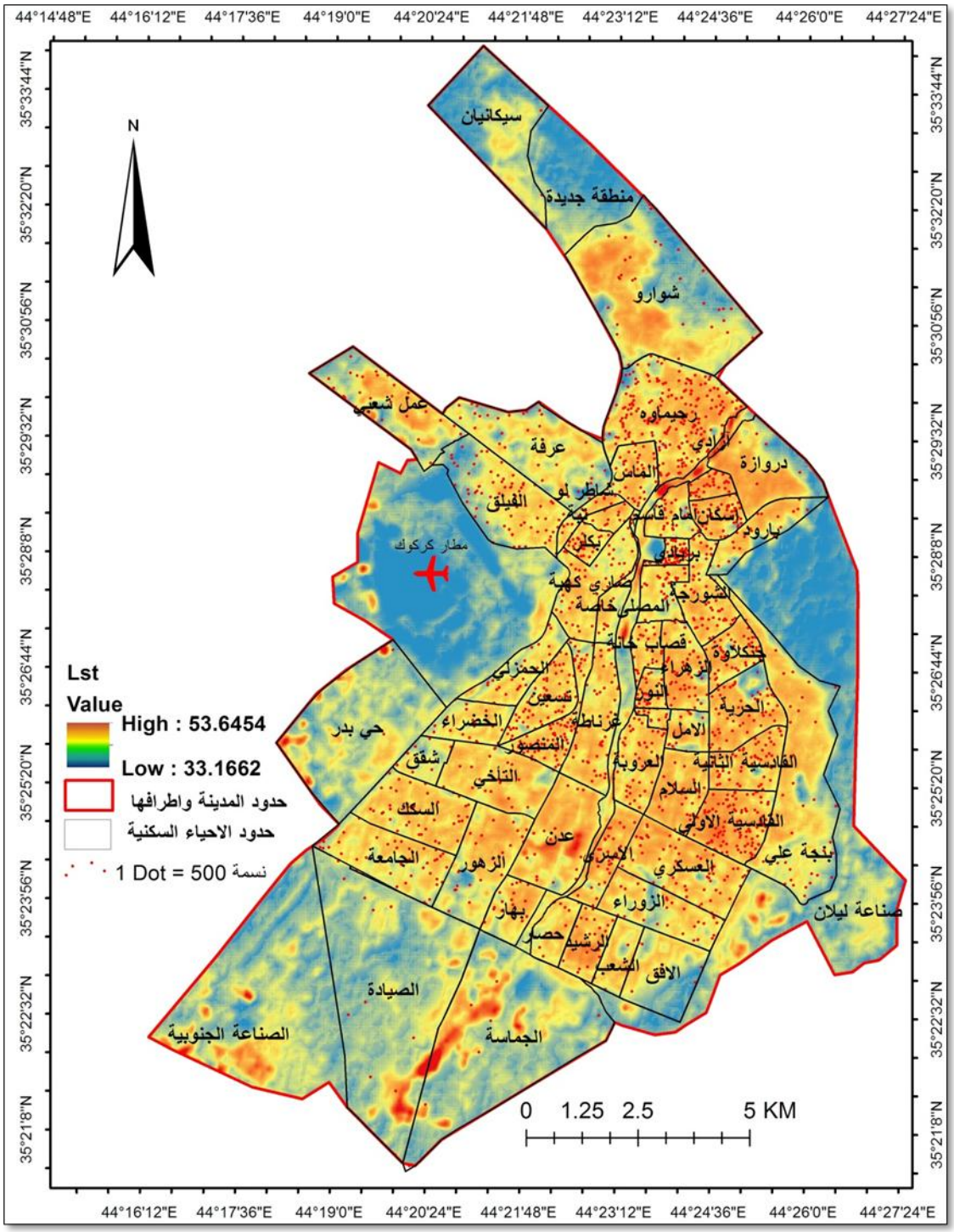
والخريطة (٤) اظهرت ان درجة الحرارة المئوية (LST) لمنطقة البحث تمثلت في ارتفاع الحرارة ضمن احياء المدينة التي بلغت °53 مقارنة بأطراف التي بلغت درجة الحرارة فيها °33 , ويمثل هذا التباين ظاهرة الجزر الحرارية الحضرية وهى ظاهرة بيئية شائعة تحدث نتيجة للعوامل البشرية ويؤدي التركز السكاني الكبير ضمن حدود احياء المدينة الى ارتفاع استهلاك الطاقة مما يرفع درجات الحرارة نتيجة الانبعاثات الحرارية الناتجة عن الانشطة البشرية, اذ تساهم المركبات مثلاً في انتاج كميات كبيرة من الغازات الدفيئة والجسيمات العالقة مما يزيد من احتباس الحرارة داخل المدن, وبسبب زخم المباني وارتفاعها ينتج عنه ضعف دوران الهواء نتيجة للمباني مما يعيق انتشار الهواء البارد القادم من المناطق المتاخمة للمدينة, والخريطة (٥) تظهر التوزيع المكاني للسكان وكثافتهم التي مُثلت باستخدام اسلوب النقطة (Dot) حيث يتطابق الجزرات الحرارية مع تواجد السكان, وقد سجلت الاحياء الشمالية والشمالية الشرقية اعلى ارتفاع لدرجات الحرارة نتيجة الزخم والكثافة السكانية في هذه الاحياء التي وصلت فيها درجات الحرارة الى °53, لتبدء درجات الحرارة بالانخفاض في الاجزاء الغربية والجنوبية الغربية والجنوبية من المدينة بسبب انتظام توزيع السكان ونمط البناء المخطط وسعة طرق النقل اضافة الى انخفاض اعداد السكان والكثافة السكانية, اما اطراف المدينة فنجد انخفاض كبير في درجة حرارة السطوع الارض التي وصلت الى °33 مع استثناء بعض البؤر للجز الحرارية جنوب الاحياء وتمثل هذه البؤر نشاط بشري صناعي ملوث حيث تنتشر مجموعة من الورش الصناعية والمعامل.

خريطة (٤) تباين درجات الحرارة داخل الاحياء المبنية واطرافها في مدينة كركوك



المصدر : من عمل الباحث بالاعتماد على تحليل الحزمة ١٠ من للقمر الصناعي الامريكي (Landsat 9) الملتقطة بتاريخ ٢٠٢٤/٧/١٥.

خريطة (٥) تطابق التوزيع المكاني للسكان وكثافتهم باستخدام اسلوب النقطة (Dot) مع الجزرات الحرارية في مدينة كركوك



المصدر : من عمل الباحث بالاعتماد على تحليل الحزمة ١٠ من للقمر الصناعي الامريكي (Landsat 9) الملتقطة بتاريخ ٢٠٢٤/٧/١٥. وبيانات السكان لسنة ٢٠٢٤م

الاستنتاجات:-

١- الجزرات الحرارية هي مناطق حضرية تسجل درجات حرارة أعلى من المناطق المحيطة بالمدينة وخاصة الريفية منها، نتيجة للأنشطة البشرية والخصائص العمرانية.

٢- هناك تباين مكاني لظهور الجزر الحرارية مرتبط بتباين كثافة السكان وما ينتج عن هذه الكثافة من انشطة بشرية، اذ تبين ان الاجزاء الشمالية والشرقية من مدينة كركوك هى الاعلى في درجات حرارتها نتيجة ارتفاع الكثافة السكانية فيها مقارنة بالأجزاء الغربية والجنوبية والجنوبية الغربية نتيجة لقلة عدد السكان .

٣- ظهور بؤر متفرقة للجزر الحرارية اقصى جنوب المدينة خارج الاحياء بسبب انشطة صناعية ملوثة .

٤- كلما ارتفعت الكثافة السكان بالمقابل ارتفعت احتمالية زيادة درجة حرارة المدينة .

٥- برغم من وجود عوامل اخرى غير السكان في تأثيره على ظهور الجزر الحرارية مثل الغطاء النباتي والعمران ونمط البناء والتلوث بأنواعه الا ان كل هذه العوامل هى نتاج وبسبب السكان ولهذا تم التركز موضوع السكان في هذا البحث .

٦- تأثير التخطيط العمراني والكثافة السكانية أكدت نتائج الدراسة أن التوزيع المكاني للسكان يلعب دورًا رئيسيًا في تكوين الجزر الحرارية، حيث تتسبب الكثافة السكانية العالية والمباني الخرسانية المتلاصقة في تفاقم الظاهرة، بينما تقل شدتها في المناطق ذات الكثافة السكانية المنخفضة والمساحات المفتوحة.

التوصيات :-

١- تؤكد هذه الدراسة على ضرورة اتباع استراتيجيات حضرية مستدامة لمواجهة ظاهرة الجزر الحرارية الحضرية، وتقليل تأثيراتها السلبية على المناخ المحلي وصحة السكان، مما يساهم في تحسين جودة الحياة في مدينة كركوك.

٢- تعزيز المساحات الخضراء والغطاء النباتي وإنشاء الحدائق العامة والمساحات الخضراء لمنطقة البحث وخاصة الاحياء المكتظة بالسكان مع زيادة التشجير في الشوارع وعلى الأسطح والجدران (الزراعة العمودية والأسطح الخضراء). اضافة الى اعتماد الزراعة الحضرية والممرات البيئية داخل المدن لتقليل درجات الحرارة.

٣- استخدام مواد بناء عاكسة للحرارة مع اطلاء الأسطح والمباني بألوان فاتحة أو استخدام مواد عاكسة (الأسطح الباردة) وتطوير أرصفة وطرق ذات مواد عالية الانعكاسية الحرارية لتقليل امتصاص الحرارة.

٤- التخطيط الحضري الذكي وتحسين توزيع الأبنية والمساحات المفتوحة لتسهيل تدفق الهواء وتخفيف الحرارة من خلال تقليل كثافة البناء في المناطق الأكثر عرضة للجزر الحرارية وتوفير مناطق مفتوحة داخل الأحياء وتوجيه التنمية الحضرية نحو تصاميم تعتمد على الاستدامة البيئية (المدن الإسفنجية).

٥- تعزيز استخدام الطاقة المتجددة لتقليل الاعتماد على مصادر الطاقة التقليدية داخل المدن لتقليل الانبعاثات الحرارية تركيب الألواح الشمسية على المباني لتوفير طاقة نظيفة وتقليل تأثير الأسطح الحارة وتحسين كفاءة استهلاك الطاقة في المباني ذات الكثافة السكانية العالية عبر العزل الحراري والتكنولوجيا الذكية.

٦- زيادة التوعية والسياسات البيئية لنشر الوعي بين السكان لهذه الظاهرة عن طريق وضع تشريعات تلزم المباني الجديدة باستخدام تقنيات البناء الصديقة للبيئة وتشجيع الشركات والمطورين العقاريين على تبني تصاميم مستدامة وصديقة للبيئة.

المصادر العربية :.

فاضل، سلوى علي وحسن، ماهية محسن، (٢٠٢٥). " تحليل الخصائص التوزيعية والنقطية لصناعة الخشب والألمنيوم في مدينة كركوك مع التوقعات المستقبلية ". مجلة جامعة كركوك للدراسات الانسانية، المجلد ٢٠, العدد ١.

خلف، محمد شلاش ؛ البياتي، طوفان سطام حسن . (٢٠٢٢). " التباين المكاني لنصيب الفرد من المساحات الخضراء في مدينة كركوك، دراسة في جغرافية الخدمات". مجلة جامعة كركوك، العدد ٢٥.

رضا، ايمان محمد سعيد حميد، (٢٠٢٤) . " الاندماج الريفي الحضري لمدينة كركوك ". رسالة ماجستير غير منشوراه، جامعة كركوك كلية التربية للعلوم الانسانية .

References

Fadel, Salwa Ali and Hassan, Mahia Mohsen, (2025). " Analysis of Distributional and Point Properties of Wood and Aluminum Industry in Kirkuk City with Future Expectations", Kirkuk University Journal for Human Studies, Vol. 20, No. 1.

Khalaf, Muhammad Shalash, Al-Bayati, Tofan Sattam Hassan, (2022). " Spatial variation of the per capita share of green spaces in the city of Kirkuk, a study in the geography of services", Journal of the University of Kirkuk, No. 25.

Wang, Y, GUO, Z, & Han, J, (2021). "The relationship between heat island and air pollutants and them with influencing factors in the Yangtze River Delta", China Ecological Indicators.
https://sci-hub.se/downloads/2021-08-10/b996/wang2021.pdf

Reda, Iman Mohammed Saeed Hamid, (2024) . "Urban-rural integration of Kirkuk City", Unpublished Master's Thesis, University of Kirkuk, College of Education for Human Sciences.

Tang, Y. (2017). " Impacts of land use and socioeconomic patterns on urban heat island" . International Journal of Remote Sensing.
https://www.mdpi.com/2076-3298/8/10/105

Ladan, T. A. (2022). "A geographical review of urban farming and urban heat island in developing countries". Earth and Environmental Science, IOP Publishing, vol. 986, NUM 1.
https://iopscience.iop.org/article/10.1088/1755-1315/986/1/012071/pdf

Lain, D, Gerald, M. (2021). A Guidebook the Urban Heat Island, Elsevier, Amsterdam, Nethelands.
https://api.pageplace.de/preview/DT0400.9780128156902_A37031016/preview-9780128156902_A37031016.pdf .

Zhong, S. (2017). " Urbanization-induced urban heat island and aerosol effects on climate extremes in the Yangtze River Delta region of China", Vol 17.
https://www.scopus.com/record/display.uri?eid=2-s2.0-85018357711&origin=inward&txGid=ad0a27cc7fb62efb4b152b69f078d66c

Ali, Sabah Hussein. (2020). "Estimation of the Land Surface Temperature for Some Districts in Nineveh Governorate by Landsat Thermal Imagery and GIS Software", Journal of Green Engineering. Vol, 10-6.
https://www.scimagojr.com/journalsearch.php?q=21100237401&tip=sid#google_vignette