

RESEARCH ARTICLE

Modeling Urban Heat Islands in Samawah City Using NDVI and LST Indices Based on Landsat-9 Imagery

Zainab Mohammed Hasan *

Department of Architectural Engineering , College of Engineering , University of Al-Muthanna , Iraq

ABSTRACT

The Urban Heat Island (UHI) phenomenon refers to the increase in land surface temperatures within urban areas compared to their surrounding environments, leading to various environmental and climatic challenges due to spatial variations in temperature intensity across the city. This study aims to model Urban Heat Islands in Samawah City and investigate their relationship with vegetation cover using Landsat-9 satellite imagery acquired on July 15, 2024. Geographic Information Systems (ArcGIS) and remote sensing techniques were employed to analyze Land Surface Temperature (LST) and the Normalized Difference Vegetation Index (NDVI).

The research problem stems from the lack of a clear understanding of the spatial distribution of Urban Heat Islands and their relationship with vegetation cover within the city. The study involved extracting Land Surface Temperature from the thermal band (ST_B10) and calculating NDVI using the standard NDVI equation. The relationship between the two indicators was then examined through the generation of 1,000 random sample points, followed by Pearson correlation and linear regression analyses. The results revealed a clear spatial variation in Land Surface Temperature, ranging from 38°C to 60°C, while NDVI values ranged from -0.003 to 0.38. Furthermore, the findings demonstrated a negative relationship between the two variables, with a Pearson correlation coefficient of ($r = -0.4167$) and a coefficient of determination of ($R^2 = 0.1736$), confirming the significant role of vegetation cover in reducing land surface temperatures and mitigating Urban Heat Island effects.

The study recommends adopting environmentally oriented urban planning strategies, expanding green spaces, and utilizing building materials with high thermal reflectance (high albedo) to reduce the intensity and impacts of Urban Heat Islands in Samawah City.

Keywords: Urban Heat Islands, Vegetation Cover, Samawah City, Geographic Information Systems (GIS).

مقالة بحثية

نمذجة الجزر الحرارية الحضرية في مدينة السماوة باستخدام مؤشري NDVI وLST اعتماداً على مرئيات Landsat-9

زينب محمد حسن *

قسم هندسة العمارة ، كلية الهندسة ، جامعة المثنى ، العراق

الملخص:

يشير مصطلح الجزيرة الحرارية الحضرية الى ارتفاع في درجات حرارة سطح الارض و هذا ما يسبب مشاكل متعددة في المدن بسبب الفرق في شدة درجات الحرارة من مكان الى اخر ، و تهدف هذه الدراسة الى نمذجة الجزر الحرارية الحضرية في مدينة السماوة وعلاقتها بمؤشر الغطاء النباتي بالاعتماد على بيانات مرئيات القمر الصناعي Landsat-9 الملتقطة بتاريخ 2024/7/15 ظهوراً واستخدام برامج GIS و تقنيات الاستشعار عن بعد في تحليل البيانات المتمثلة بدرجات حرارة سطح الارض LST و الغطاء النباتي NDVI ، و تنبع مشكلة أبحاث من عدم وضوح التوزيع المكاني للجزر الحرارية الحضرية وعلاقتها بالغطاء النباتي داخل المدينة، حيث اعتمدت الدراسة على استخراج درجة حرارة سطح الأرض من الباند الحراري ST_B10 ، واستخراج مؤشر الغطاء النباتي باستخدام معادلة NDVI ، ثم تحليل العلاقة بين المؤشرين من خلال إنشاء (1000) نقطة عشوائية وحساب معامل ارتباط بيرسون والانحدار الخطي ، و اظهرت النتائج وجود تباين مكاني في درجات حرارة سطح الارض ، حيث كان اعلى درجة حرارة 60 °C و اقلها 38 °C درجة مئوية في حين تراوحت مؤشر الغطاء النباتي بين 0.38 و -0.003 و بينت الدراسة وجود علاقة عكسية بين مؤشرين اعلاه حيث بلغ معامل الارتباط ($r = -0.4167$) ، بينما بلغ معامل التحديد ($R^2 = 0.1736$) ، مما يؤكد دور الغطاء النباتي في خفض درجات الحرارة ، و قد أوصى البحث على التخطيط البيئي واستخدام المواد البنائية ذات الانعكاسية الحرارية المرتفعة للحد من تفاقم ظاهرة الجزر الحرارية الحضرية.

الكلمات المفتاحية : الجزر الحرارية، الغطاء النباتي، مدينة السماوة نظم المعلومات الجغرافية.

المقدمة

الجانب النظري

1-المقدمة

المكاني و الكمي للجزر الحرارية الحضرية و الغطاء النباتي في المدينة مما يحد من إمكانية توظيف هذه البيانات في اتخاذ قرارات تخطيطية التي تهدف إلى الحد من تأثير الجزر الحرارية وتحسين البيئة الحضرية، **أما أهمية البحث** تكمن في إسهام هذه الدراسة على نمذجة الجزر الحرارية الحضرية من خلال دمج مؤشري NDVI و LST المستخرجين من القمر الصناعي Landsat-9 ضمن بيئة نظم المعلومات الجغرافية (GIS)، بما يوفر إطاراً تحليلياً مكانياً دقيقاً لفهم العلاقة بين الغطاء النباتي وارتفاع درجات حرارة سطح الأرض في المدن الحارة الجافة مثل مدينة السماوة. وكذلك توفر نتائج البحث قاعدة بيانات مكانية يمكن الاستفادة منها في دعم صنّاع القرار والمخططين الحضريين لتحديد المناطق الأكثر تأثراً بالجزر الحرارية، واقتراح حلول تخطيطية وبيئية عملية، مثل تعزيز الغطاء النباتي وتوجيه التوسع العمراني المخطط، مما يساهم في تحسين البيئة الحضرية وتحقيق متطلبات الاستدامة الحضرية في مدينة السماوة.

وان هناك دراسات عديدة حول موضوع الجزر الحرارية باستخدام صور المرئيات الفضائية لاندسات 8 و 5 و 6 بكثرة و بخطوات و معادلات شبه معقدة قابلة للخطأ ولكن ستضيف هذه الدراسة في كيفية التعامل مع المرئية القمر الفضائي Landsat-9 و سهولة الخطوات في استخراج الجزر الحرارية و الغطاء النباتي .

2-الجزيرة الحرارية الحضرية

و هي ظاهرة مناخية تتمثل بإرتفاع درجات حرارة سطح الأرض في المناطق الحضرية مقارنة بالمناطق الريفية المحيطة و تعتبر أبرز الصور التي تميز التطرف الحراري في المدينة [10-ص246] و تعد هذه الظاهرة من أبرز القضايا المؤثرة على المناخ الحضري و تعتبر المناطق العمرانية ذات درجات حرارة أعلى من المناطق الريفية المحيطة بالمدن بسبب الأنشطة البشرية المكثفة و التغيرات في الغطاء الأرضي [5-ص99]

والجزر الحرارية السطحية تُقاس من الأسطح (المباني، الطرق)، وتكون أعلى بكثير من الجزر الجوية وتتأثر بشكل كبير بمواد البناء المختلفة مثل الأسفلت والخرسانة [5-ص108]

3-مسببات تكوين الجزر الحرارية

● قلة المساحات الخضراء و المسطحات المائية في المناطق الحضرية و استبدالها بالمواد المبنية، حيث يساهم الغطاء النباتي و الأشجار و المسطحات المائية في عملية تبريد الهواء من خلال توفير الظل و عملية النتج من أوراق الأشجار و تبخر المياه السطحية و الرطوبة .

● خصائص المواد الحضرية الاصطناعية التقليدية المستخدمة في الشوارع و الأرصفة و تسقيف المباني مما يؤدي إلى امتصاص الحرارة و قلة الانعكاس مما يؤدي إلى تراكم الجزر الحرارية خلال النهار حيث يصبح أكثر وضوحاً بعد غروب الشمس نتيجة إطلاق البطيء للحرارة المحفوظة في هذه المواد. [17،ص2]

● الهندسة الحضرية المتمثلة في أبعاد المباني و المسافات الفاصلة بينها مما يؤثر

تقع مدينة السماوة فلكياً على دائرة العرض: 31.7 شمالاً و خط الطول: 44.85 شرقاً، أما جغرافياً فتوسط مدينة السماوة اقليبي الهضبة الصحراوية و السهل الرسوبي و تعتبر ذات مناخ صحراوي جاف و تتميز بدرجات حرارة شديدة في الصيف و ارتفاع مدى الحراري اليومي و السنوي، و شتاء معتدل مع قلة و تذبذب تساقط الأمطار و قلة أيام الغائمة خلال السنة [6-ص313] وان المدن تختلف عن بعضها البعض بالخصائص الحرارية حسب الموقع الجغرافي و الظروف الطبيعية او العوامل البشرية، و هذه الاختلافات لا تظهر فقط بين المدن بل ضمن نطاقات المدينة الواحدة [11-ص198] و يعد المناخ الحضري من الدراسات المناخ التطبيقية التي تتركز في دراسة التأثيرات المتبادلة بين حالة الطقس و الأنشطة البشرية بأشكالها المختلفة، و أبرزها تتمثل في قلة التشجير و تلوث الهواء و البناء المتعدد الطوابق و الشوارع المعبدة بالأسفلت مما يؤدي إلى زيادة امتصاص اشعة الشمس و ارتفاع درجات الحرارة [3-ص506] و تأثير الزيادة السكانية مع الهجرات من الريف إلى المدن و زيادة القطاعات المسببة في ارتفاع درجات الحرارة كالمناطق الصناعية و زحام المركبات و هذا ما أدى إلى ظهور الجزر الحرارية الحضرية و هو مصطلح مناخي يطلق على مناطق حضرية تشهد درجات حرارة أعلى من المناطق النائية عنها [2-ص39] و تمثلت فرضيات البحث في النقاط الآتية :

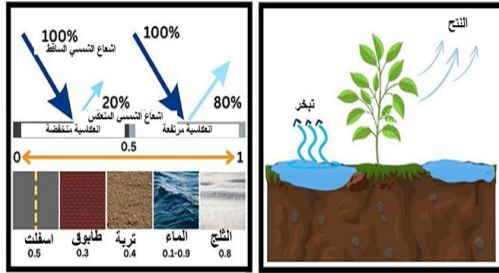
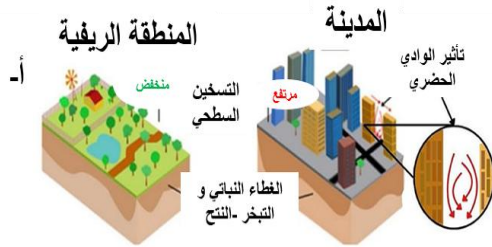
1. وجود فروقات مكانية واضحة في توزيع درجات حرارة سطح الأرض ضمن حدود مدينة السماوة .
2. إمكانية تقنية GIS و مرئية Landsat-9 في تحديد مواقع الجزر الحرارية الحضرية وتمثيلها مكانياً بدقة مناسبة.
3. تتركز الجزر الحرارية الحضرية في المناطق ذات الغطاء النباتي المنخفض و الكثافة العمرانية المرتفعة و المحطات الصناعية .
4. توجد علاقة عكسية بين مؤشر الغطاء النباتي (NDVI) ودرجة حرارة سطح الأرض (LST) .

أما منهجية البحث فتم الاعتماد على مرئية القمر الصناعي Landsat-9 (Collection 2 Level-2)، لإستخراج مؤشري درجة حرارة سطح الأرض (LST) من الباندة ST_B10 و الغطاء النباتي (NDVI) و من ثم نمذجة الجزر الحرارية الحضرية واقتطاع حدود مدينة السماوة، وتحليل التوزيع المكاني للمؤشرين، و ثم دراسة العلاقة الإحصائية بينهما باستخدام معامل ارتباط بيرسون والانحدار الخطي بالاعتماد على تقنيات برامج النظم المعلومات الجغرافية (GIS) و برامج Excel، و تمثلت مشكلة البحث في عدم معرفة مواقع التي تتركز فيه الجزر الحرارية و ما هي علاقتها بالغطاء النباتي و على رغم توفر تقنيات الاستشعار عن بعد و نظم المعلومات الجغرافية لا تزال هناك فجوة معرفية في تحديد التوزيع

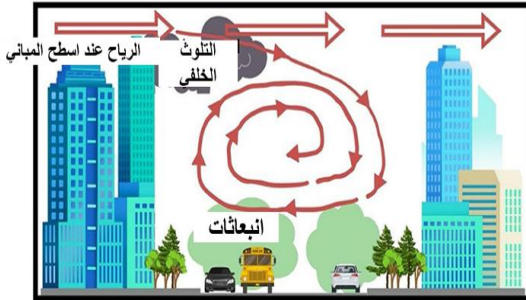
سيؤدي الى زيادة في آثار الجزر الحرارية الحضرية من خلال جعل المدن أشد حرارة، وكذلك تأثير الجزر الحرارية على دورة المياه وتسببها في المخاطر المناخية. [12-ص670].

ان اشكال (أ-ب-ت-ث) يوضحان زيادة الجزر الحرارية في المناطق الحضرية أكثر من الريفية وكذلك حركة الوادي الحضري بين الابنية :

أ. يبين الاختلافات بين مناطق الحضرية و الريفية و تأثير المباني و الغطاء النباتي على انخفاض الدرجات الحرارة لسطح الارض.



ب- البياض السطحي ت- التبخير و التنح



ث - تأثير الوادي الحضري

ب. يوضح كميات المتباينة المنعكسة من ضوء الشمس من اسطح المختلفة كالإسفلت و التربة الخفيفة و الطوب و الجليد و الماء .

ت. التنح التبخيري و يقصد به تبخر الماء من خلال النباتات و من التربة يسمى التبخر. و ان قلة الغطاء النباتي في المدينة سيعمل على تقليل عملية التنح التبخيري و ارتفاع درجات الحرارة.

ث. زيادة حدوث ألوادي الحضري و يتشكل عندما تمنع المباني الشاهقة الرياح و هذا ما يؤدي الى تقليل التهوية وحبس الحرارة. المصدر [16-ص1]

*البياض السطحي(الإليبيدو): و هو مؤشر يعبر عن قدرة السطح على عكس الإشعاع الشمسي، فكلما ارتفعت قيمة الأليبيدو زادت كمية الإشعاع المنعكس

على حركة الرياح داخل المدينة و مدى امتصاص و انعكاس الطاقة الشمسية، حيث في المناطق ذات الكثافة العمرانية الكبيرة تتحول الهياكل المحاطة بالمباني المجاورة و الأسطح الى كتل حرارية لاتحرر الحرارة بسهولة، و كذلك الشوارع الضيقة و مبان المرتفعة تشكل ما يعرف بالاوادية الحضرية التي لاتسمح بحركة الرياح الطبيعية التي قد تساعد على التبريد .

• الحرارة الناتجة من الانشطة البشرية المنبعثة الى البيئة الحضرية مثل المركبات و اجهزة التكييف و المباني و المنشآت الصناعية و تسمى بالحرارة المهدورة Anthropogenic Heat و هذا ما يعمل على زيادة تأثير الجزر الحرارية .

• الطقس و الجغرافيا المتمثلان في ان الظروف الجوية الصافية قد يعمل على زيادة كمية الاشعاع الشمسي الواصل الى الاسطح الحضرية و تقليل عملية الانعكاس على عكس من وجود الرياح القوية و الغيوم اللذان يحدان من تشكيل الجزر الحرارية ، او وجود جبال حول المدينة قد تمنع وصول الرياح المها. [15-ص1]

• الكثافة السكانية من العوامل المهمة في ارتفاع درجات الحرارة في المدن حيث كلما ارتفع عدد السكان و بالأخص عند الهجرات من الريف الى المدن مما يؤدي الى زيادة الكثافة السكانية و هذا ما يؤدي الى ارتفاع معدلات الحرارة نتيجة الاستعمالات المختلفة كالتدفئة او تبريد او نقل. [8-ص183]

4-علاقة الجزر الحرارية بالغطاء النباتي

يعكس مؤشر الغطاء النباتي NDVI كمؤشر للأسطح الخضراء بينما تعكس الجزيرة الحرارية LST درجة حرارة سطح الارض المتأثرة بالغطاء الارضي و الظروف الجوية و ان هناك علاقة عكسية واضحة ما بين وجود الجزر الحرارية مع الغطاء النباتي و المسطحات المائية حيث هناك زيادة في الجزر الحرارية في مناطق الجرداء و الصحراوية و المساحات المبنية الخالية من الساحات الخضراء [13-ص2-1]، و تؤدي النباتات بمختلف اشكالها ووظيفة مهمة في تكوين ما يسمى بالنطاقات المناخية المصغرة و تتوقف خصائصها على شكل المجمعات السكنية و اتساع الشوارع و طبيعة الارض و بالإضافة الى نوع النباتات المزروعة و ارتفاعها و مساحتها و كثافتها، و يعمل الغطاء النباتي على التبريد من خلال التظليل و زيادة نسب الرطوبة بمقدار 15-20%. [4-ص140].

ان تأثير الجزر الحرارية يبين بشكل ملحوظ في المدن بالمقارنة مع المناطق الريفية المحيطة بسبب التغيرات في استخدامات الاراضي المتمثلة بتزايد المساحات المغطاة بالأسطح الصلبة التي تعمل على احتباس الحرارة [7-ص222]

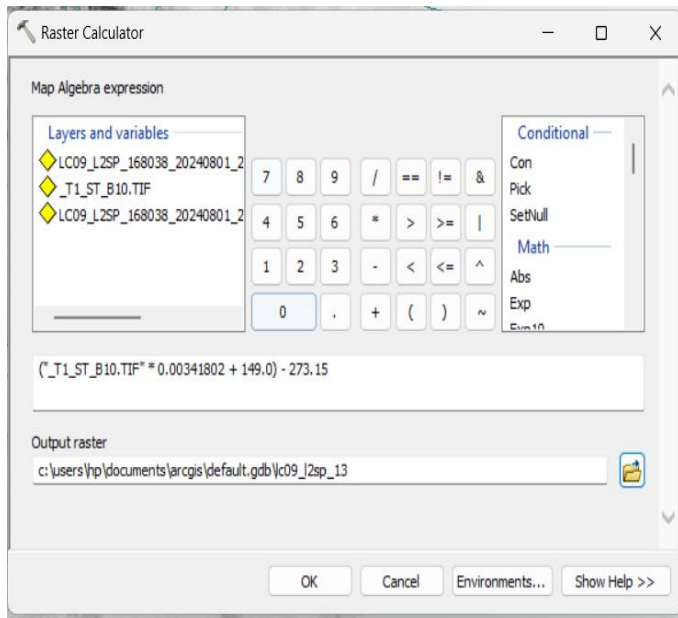
5-الآثار البيئية لظاهرة الجزر الحرارية الحضرية

• بسبب ارتفاع في درجات حرارة المدن، و سيكون هناك حاجة كبيرة إلى الطاقة الكهربائية لتبريد المباني و المنازل و يمكن أن يؤدي هذا إلى زيادة في انبعاث الملوثات الخطيرة و الغازات المسببة للاحتباس الحراري كمنتج ثانوي لمحطات الطاقة. فالاحتباس الحراري سيزيد من متوسط درجات الحرارة في العالم ، و هذا ما

باستخدام برامج Arc GIS 10.8.2 والذي يعمل على تحليل البيانات و رسم الخرائط و اعطاء النتائج بصورة دقيقة ، و سيتم الاعتماد على عدد من الادوات Arc Tools من أهمها RASTER CALCULATOR و EXTRACTS BY MASK للوصول الى النتائج.

و لكن عند ادراج المرئية في البرنامج سيقوم النظام تلقائياً بعملية (Stretching Layer Properties) لتحسين العرض البصري للبيانات داخل نافذة Layer Properties كما في خريطة رقم (2) أن عملية Stretch لا تغير القيم الرقمية الأصلية للبيانات، وإنما تقتصر على تحسين العرض البصري فقط دون تعديل البيانات الحقيقية. فقط للإظهار بصورتها الخام ولكن القيم الحقيقية مختلفة تماماً عن الظاهرة ، ولإظهار القيم الفعلية لدرجات الحرارة، يمكن تعديل طريقة العرض من Stretched إلى أسلوب تصنيفي Classified، مما يتيح قراءة القيم الحقيقية والتوزيع الفعلي لدرجات حرارة سطح الأرض و مع تطبيق المعادلة اعلاه اعتماداً على القيم الأصلية للبيانات الحراري كما في شكل(1):

شكل (1) تحويل القيم الرقمية (DN) إلى درجة حرارة إشعاعية وفق المعادلة



شكل (1) تطبيق المعادلة $T1_ST_B10.TIF * 0.00341802 + 149) - 273.15$

بعد استخراج درجة الحرارة الشاملة للمرئية كاملة ، الان نحن بحاجة الى اقتطاع منطقة الدراسة من المرئية الكلية ليتسنى لنا دراسة الجزر الحرارية بصورة تفصيلية في مدينة السماوة من خلال الاداة و EXTRACTS BY MASK و قبل هذا يجب ان يكون لنا شيب فايل مرسوم على حدود المدينة ليتسنى لنا تحديد منطقة الاقتطاع من المرئية كما في خريطة(3) .

وانخفضت درجة حرارة السطح وتراوح قيمته بين(0-1)

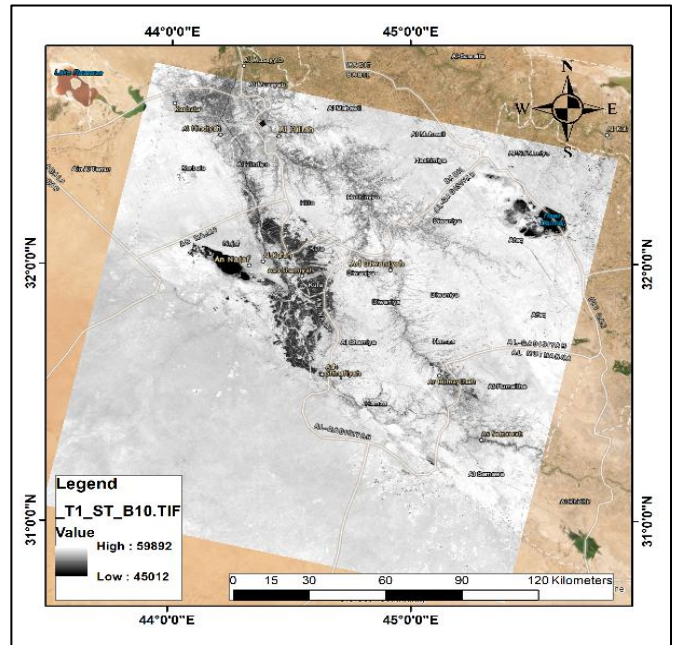
* الوادي الحضري: هو ظاهرة تنتج عن اصطاف المباني المرتفعة على طرفي الشوارع، مما يشكل ما يشبه الوادي، و ينتج عنه تقليل حركة الهواء و حبس الحرارة والملوثات بين المباني، وبالتالي زيادة شدة الجزر الحرارية الحضرية.

الجانب العملي

1- طريقة احتساب درجة حرارة سطح الأرض land surface temperature (LST),

باستخدام المرئية الفضائية للقمر الصناعي لاندسات 9 (Landsat 9) بعد تحميل المرئية الفضائية (Collection 2 – Level 2) للقمر الصناعي USGS و الذي تمثل احدث الصور الفضائية منذ عام 2021 ، وانها التقطت في تاريخ 2024/7/15 ظهرا، وتم الاعتماد على طبقة درجة حرارة سطح الأرض الجاهزة (ST_B10) ، والتي تمثل درجة حرارة السطح بعد تطبيق التصحيحات الإشعاعية والإنعائية ضمن المعالجة المسبقة لبيانات المستوى الثاني كما في خريطة (1) .

خريطة (1) مرئية الفضائية لاندسات 9 التقطت في 2024/7/15 وظهر (باند الحراري 10) بقيم الظاهرية



الباحثة بالاعتماد على برامج GIS و مرئية لاندسات 9.

ولاستخراج درجة حرارة سطح الأرض (LST) ، يتم استخدام الباند الحراري (Band 10) ، مع الاعتماد على معاملات التحويل الموجودة في ملف التعريف (MTL.txt) ، وهي:

$$* \text{TEMPERATURE_MULT_BAND_ST_B10} = 0.00341802 * \text{TEMPERATURE_ADD_BAND_ST_B10} = 149.0$$

وبذلك يتم تحويل القيم الرقمية (DN) إلى درجة حرارة إشعاعية وفق المعادلة:

$$\text{LST}(^{\circ}\text{C}) = (\text{ST_B10} \times 0.00341802$$

$$+ 149) - 273.15$$

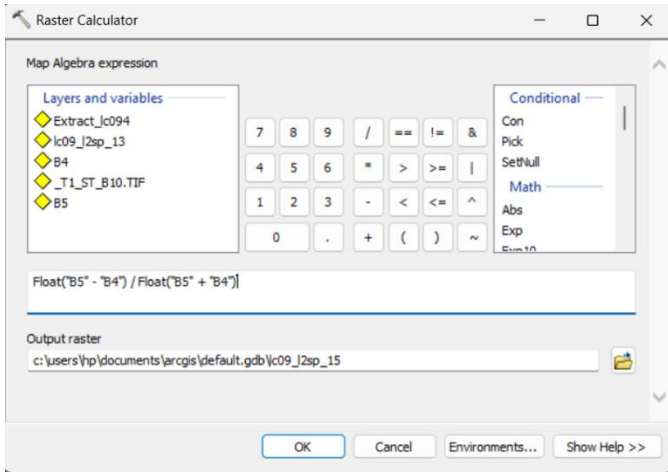
2- استخراج نسب الغطاء النباتي

لإستخراج نسب الغطاء النباتي سنقوم بتطبيق المعادلة الاتية لإيجاد هذه القيم وتم استخدام باند رقم 5 و 4 للمرئية الكلية [14-ص436] ثم سنقوم بإقتطاع منطقة الدراسة كما في الخطوة السابقة و سيتم توضيحه في شكل رقم (2) و خريطة رقم(4)و(5)

$$(NDVI=(B5- B4)/(B5+ B4)$$

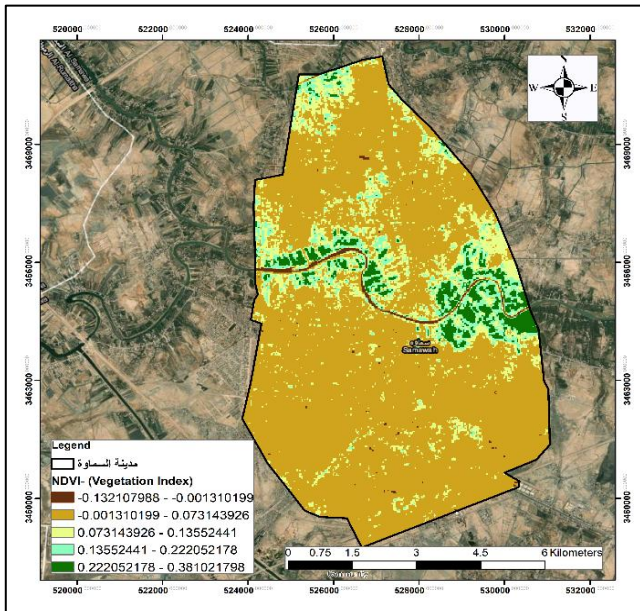
يوضح جدول (1) تصنيف مؤشر الغطاء النباتي (NDVI) ودلالاته البيئية في مدينة السماوة، حيث تسود القيم المنخفضة التي تعكس محدودية الغطاء النباتي، مقابل تركيز محدود للقيم المتوسطة في المناطق الزراعية والمجاورة للمجري المائية، مما يفسر ارتفاع درجات حرارة السطح في أغلب أجزاء المدينة.

شكل (2) تطبيق معادلة الغطاء النباتي



الباحثة بالاعتماد على برامج GIS و مرئية لانسات 9

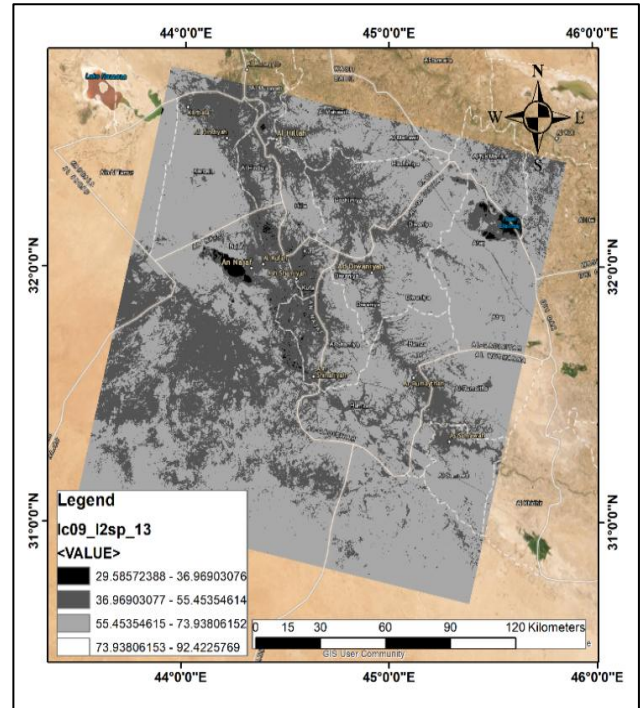
خريطة رقم (4) عملية اقتطاع حدود مدينة السماوة للغطاء النباتي من المرئية الكلية



الباحثة بالاعتماد على برامج GIS و مرئية لانسات 9

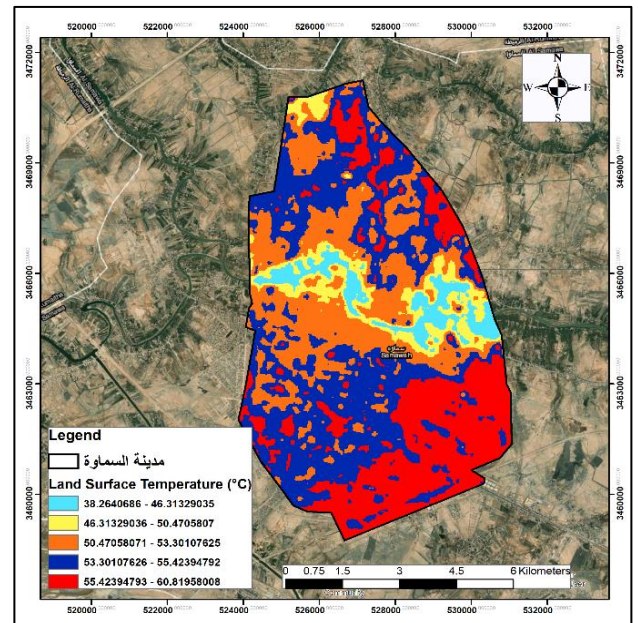
خريطة (2) مرئية الفضائية لانسات 9 التقطت في 2024/7/15 المصححة

بعد تطبيق المعادلة واستخراج درجة الحرارة الشاملة



الباحثة بالاعتماد على برامج GIS و مرئية لانسات 9

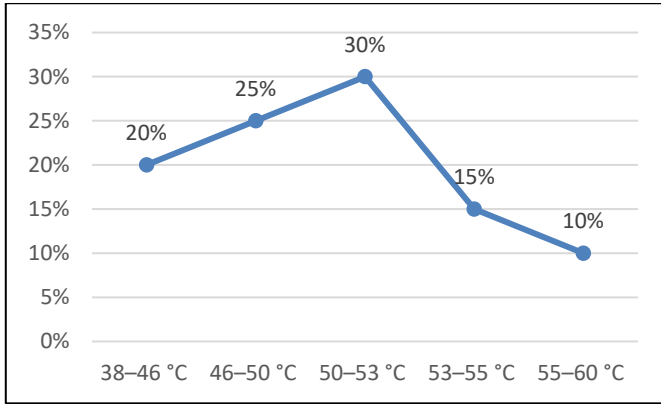
خريطة رقم (3) عملية اقتطاع حدود مدينة السماوة للجزر الحرارية من المرئية الكلية



الباحثة بالاعتماد على برامج GIS و مرئية لانسات 9

وتوضح من خلال الخرائط اعلاه توزيع درجات الحرارة العالية والمنخفضة في مدينة السماوة، حيث الجزر الحرارية ذات نسب معتدلة تتراوح ما بين 38-46 حول نهر الفرات المتمثل باللون السماوي الفاتح والاصفر حيث تمثل هذه المنطقة ببساتين ونخيل واشجار مختلفة اما المناطق ذات حرارة المرتفعة تتوزع في كافة المدينة من 46-60.

شكل (3) التوزيع النسبي لفئات درجات حرارة سطح الأرض ضمن أجزء الحرارة في مدينة السماوة



الباحثة بالاعتماد على برامج GIS ومرئية لانسات 9

أما الغطاء النباتي

قراءة قيم NDVI

- قيم NDVI القريبة من الصفر تشير إلى أسطح عمرانية أو تربة عارية.
- القيم الموجبة المتوسطة تعكس وجود غطاء نباتي فعال نسبياً.
- عدم ظهور قيم عالية (>0.5) يشير إلى ضعف الكثافة النباتية العامة داخل المدينة.

حيث تُظهر خارطة الغطاء النباتي المعتمدة على مؤشر الفرق المعياري للنبات (NDVI) تبايناً مكانياً في كثافة الغطاء النباتي داخل مدينة السماوة، حيث تتراوح قيم المؤشرة بين مستويات منخفضة جداً وأخرى متوسطة، مع غياب شبه تام للقيم العالية و تتوضح كالآتي :

- المناطق ذات الغطاء النباتي المنخفض جداً متمثلة في تكوين مساحة المدينة بالأخص في المناطق العمرانية الكثيفة والمناطق المفتوحة الجافة بالإضافة إلى الطبيعة الصحراوية والمناخ الجاف للمنطقة وسيادة الأسطح غير النفاذة (مبانٍ، طرق) ومحدودية المساحات الخضراء داخل النسيج الحضري.

- المناطق ذات الغطاء النباتي المتوسط حيث تتركز القيم لـ NDVI في الشريط الأوسط من المدينة والمناطق المحاذية للمجاري المائية أو الأراضي الزراعية. متمثلة في البساتين وأراضي الزراعية وحدائق ومناطق مزروعة تعتمد غالباً على الري.

4- أبرز مسببات ارتفاع درجات حرارة سطح الأرض في مدينة السماوة

أ. نقص في الغطاء النباتي و قلة عمليات التشجير و المساحات الخضراء والأحزمة الخضراء و غياب الأشجار الظلية في المدينة و هذا ما يؤدي إلى فقدان التبريد الطبيعي و غياب التبخر-التنح ، و كذلك انعدام المسطحات المائية عدا نهر الفرات المجري من منتصف المدينة و لكنه ذات منسوب اقل بكثير من سابقها بسبب عمليات التبخر و التلوث.

ب. مواد البناء التقليدية [9-ص1] و المنازل ذات الأسطح الداكنة و غير معزولة حرارياً و الخرسانة و الإسفلت الغير عاكسة مما يعمل على امتصاص الحرارة و

3-تحليل المكاني لدرجات حرارة سطح الأرض و الغطاء النباتي في مدينة السماوة

من خلال دراسة القيم الحرارية الظاهرة يتبين لنا تبايناً مكانياً واضحاً في درجة حرارة سطح الأرض (LST) من خلال التدرج الحراري الملحوظ بين أجزاء المدينة المختلفة كما في شكل (3) و هذا ما يعكس تأثير الواضح في اختلاف استعمالات الأرض كما في الآتي :

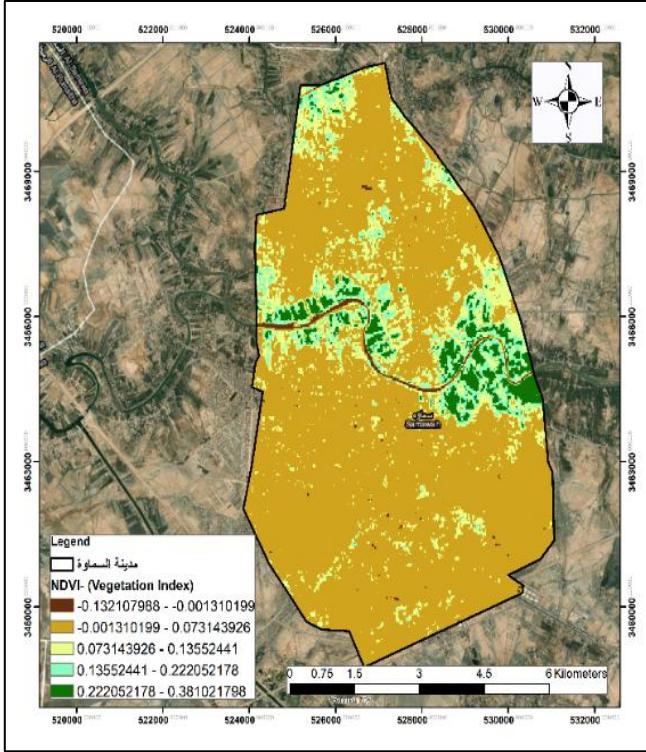
- المناطق ذات الحرارة المرتفعة (الجزر الحرارية القوية)تركيز الجزر الحرارية المرتفعة في أجزاء الجنوبية و الجنوبية شرقية تصل إلى 60-55 C درجة مئوية و هذه المناطق تتصف بكثافة عمرانية المرتفعة، وانتشار الأسطح الصلبة مثل الإسفلت والخرسانة وقلة الغطاء النباتي ووجود أنشطة بشرية وخدمية متنوعة مثل (طرق رئيسية، مناطق صناعية أو مخازن) و هذا ما أدى إلى تشكل جزيرة حرارية حضرية واضحة ناتجة عن الامتصاص العالي للطاقة الشمسية وإطلاقها البيئي خلال ساعات المساء.

التوصيف المكاني في مدينة السماوة	الدلالة البيئية	نطاق قيم NDVI التقريبي	فئة الغطاء النباتي
أجزاء محدودة جداً	مسطحات مائية أو ظلال أو أسطح غير نباتية	أقل من 0.0	نبون غطاء نباتي / مياه
يغطي معظم مساحة المدينة	تربة عارية، أسطح عمرانية	0.0-0.1	غطاء نباتي ضعيف جداً
المناطق السكنية المفتوحة	نباتات متناثرة، مساحات جافة	0.1-0.2	غطاء نباتي ضعيف
الشريط الأوسط والمناطق القريبة من المجاري المائية	أراضي زراعية، بساتين، حدائق	0.2-0.4	غطاء نباتي متوسط
غير ظاهر بوضوح داخل المدينة	نباتات كثيفة وصحية	أكثر من 0.4	غطاء نباتي كثيف

- المناطق متوسطة الحرارة (الجزر الحرارية المتوسطة) و تصل إلى 50-53 C درجة مئوية و تمثل مناطق انتقالية بين النسيج العمراني الكثيف والمناطق الأقل تطوراً ويضم الأحياء السكنية بمختلف مواد البناء و بإتفاعات وكثافات مختلفة مع وجود بعض المساحات المفتوحة جزئياً مع غطاء نباتي محدود حيث تعكس هذه المناطق تأثيراً حرارياً متوسطة ناتجة عن توازن نسبي بين الأسطح المبنية والمناطق المفتوحة.

- المناطق ذات الحرارة المنخفضة (الجزر الحرارية الضعيفة) و تصل إلى 38-46 C درجة مئوية وتظهر في أطراف المدينة و المناطق القريبة من الأراضي الزراعية أو المساحات المفتوحة و كذلك المناطق المحاذية للمسطحات المائية و انخفاض درجات الحرارة في هذه المناطق يعود إلى ارتفاع مؤشر الغطاء النباتي (NDVI)، و تأثير التبريد الناتج عن التبخر والتنح و قلة الأنشطة البشرية الكثيفة.

خريطة (7) التباين في المساحات الخضراء في مدينة السماوة

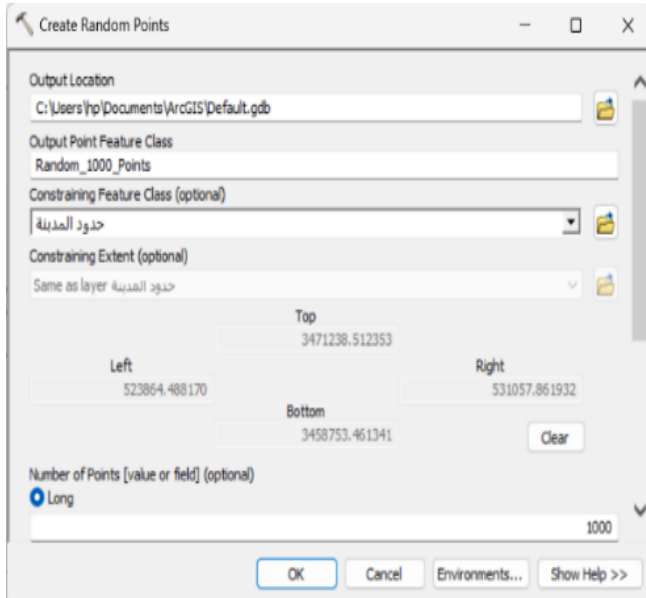


الباحثة بالاعتماد على برامج GIS ومرئية لانسات 9.

5-العلاقة بين مؤشر درجة حرارة سطح الارض LST ومؤشر الغطاء النباتي NDVI المعياري

لتحليل العلاقة المكانية بين مؤشري LST و NDVI سنقوم بإنشاء 1000 نقطة عشوائية ضمن حدود مدينة السماوة باستخدام أداة Create Random Points في برنامج ArcGIS 10.8. كما في شكل (4) و خريطة (7)

شكل (4) طريقة استخراج 1000 نقطة عشوائية ضمن برامج GIS



الباحثة بالاعتماد على برامج GIS ومرئية لانسات 9.

تخزينها و اطلاقها ليلا و لا توجد قيم ثابتة عالمياً لمعاملات امتصاص و تخزين الحرارة لمواد البناء، إذ تختلف باختلاف الخصائص الفيزيائية واللونية والبيئية للمادة.

ت. الانشطة البشرية كالمصانع و المعامل و المحطات و زيادة استهلاك الطاقة و توليد الحرارة بالأخص من المكيفات و المولدات و نلاحظ ابرز مواقع لهذه المحطات كما مبين في خريطة (6) الاكثر تأثيرا بالجو و مسببا في ارتفاع درجات الحرارة و ابرزها مصنع الاسمنت و معمل الاسفلت كما في جدول (2). [1-526].

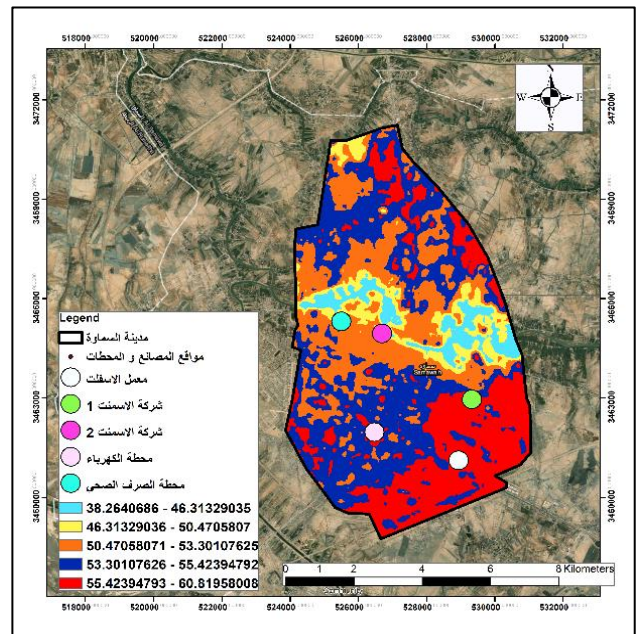
ث. افتقار المدينة الى التخطيط البيئي حيث لا يوجد نسبة متعادلة ما بين مساحات المبنية و المساحات الخضراء بل هناك بناء افقي و عمودي بدون الاكتفاء بمساحات الخضراء كما نلاحظ في خريطة رقم (7) التطرف في توزيع المساحات الخضراء بصورة غير متوازنة وحيث نلاحظ انتشار اللون البني في إرجاء المدينة و هذا ما يشير الى نسبة العالية للاستعمالات الارض مهملا الجانب الاخضر و هذا ما سيخلق اختلالا في توازن حرارة سطح الأرض.

جدول (2) احداثيات مواقع المحطات في مدينة السماوة و شدة درجات الحرارة حول كل موقع

الموقع	الاحداثيات	شدة درجة الحرارة التقريبية حول الموقع
شركة الاسمنت1	31.3049, 45.3028	55-60°C
شركة الاسمنت2	31.3196, 45.2800	50-53°C
محطة الكهرباء	31.2919, 45.2796	55-60°C
محطة الصرف الصحي	31.3323, 45.2738	53-55°C
معمل الاسفلت	31.2850, 45.3038	55-60°C

الباحثة بالاعتماد على برامج GIS ومرئية لانسات 9.

خريطة (6) مواقع المحطات في مدينة السماوة



الباحثة بالاعتماد على برامج GIS ومرئية لانسات 9.

Excel كما في شكل(6):

$$r = \text{CORREL}(\text{NDVI Range}, \text{LST Range})$$

شكل (6) استخراج قيم LST و NDVI للنقاط من برامج GIS الى Excel

OBJECTID	LST	NDVI
1	54.6466000000	0.0676525000
2	53.4469000000	0.0721776000
3	57.0427000000	0.0563968000
4	48.2823000000	0.1829180000
5	52.3907000000	0.0353596000
6	48.5831000000	0.1843200000
7	52.9342000000	0.0558788000
8	54.7594000000	0.0712665000
9	48.3506000000	0.2036740000
10	51.9054000000	0.0573173000
11	52.8727000000	0.0418607000
12	55.7746000000	0.0703439000
13	55.5182000000	0.0611010000
14	52.4215000000	0.0343302000
15	56.3625000000	0.0504229000
16	52.1563000000	0.0559343000
17	57.6818000000	0.0533440000
18	53.4777000000	0.0616565000
19	56.1061000000	0.0605696000
20	56.5710000000	0.0346393000
21	47.1133000000	0.2585950000
22	56.4650000000	0.0624034000
23	52.6608000000	0.0608114000
24	54.0314000000	0.0842802000
25	55.1150000000	0.0548377000
26	55.7370000000	0.0464363000
27	51.5977000000	0.0414595000
28	53.9391000000	0.0632570000
29	53.7716000000	0.1239580000
30	53.9049000000	0.0632189000
31	54.2809000000	0.0584082000
32	54.9030000000	0.0630941000
33	55.8737000000	0.0693947000

الباحثة بالاعتماد على برامج GIS و مرئية لانسات 9.

حيث تمثل قيمة (r) قوة واتجاه العلاقة الخطية بين المتغيرين، إذ تشير القيم الموجبة الى وجود علاقة طردية بين المؤشرين، بينما تشير القيم السالبة الى وجود علاقة عكسية و تم استخراج قيمة r بعد تطبيق الدالة اعلاه:

$$r = -0.4167$$

و تشير هذه القيمة الى وجود علاقة عكسية بينهم حيث أنه كلما ازدادت كثافة الغطاء النباتي أنخفضت درجة حرارة سطح الأرض والعكس صحيح.

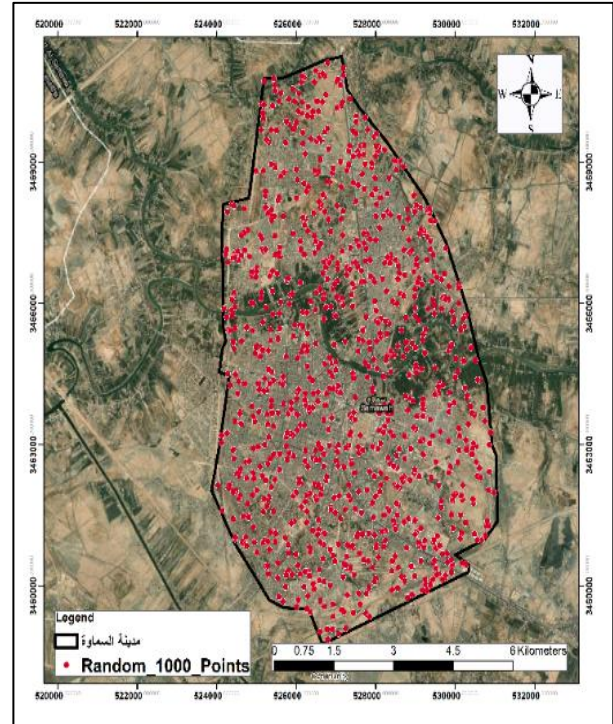
$$R^2 = 0.1736 \text{ - كما بلغ معامل التحديد:}$$

ويعبر معامل التحديد (R^2) عن نسبة التباين في أحد المتغيرين التي يمكن تفسيرها بواسطة المتغير الآخر، ويتم حسابه رياضياً من خلال تربيع معامل الارتباط وفق العلاقة:

$$R^2 = (-0.4167)^2 = 0.1736$$

أي ان مؤشر الغطاء النباتي NDVI كان نحو 17.36% من التباين المكاني في درجات حرارة سطح الأرض داخل مدينة السماوة، في حين تعود النسبة المتبقية 82.64% إلى عوامل أخرى مؤثرة، مثل كثافة المناطق المبنية والأراضي الجرداء والخصائص الفيزيائية للمواد البناء للسطوح الحضرية. وتؤكد نتائج الانحدار الخطي ومعامل الارتباط وجود تأثير واضح للغطاء النباتي في خفض درجة حرارة سطح الأرض. وهذا ما يدل على تأكيد وجود علاقة عكسية بين مؤشر الغطاء النباتي المعياري (NDVI) ودرجة حرارة سطح الأرض (LST) في مدينة السماوة. كما تم إنشاء مخطط الانتشار (Scatter Plot) وإضافة خط الانحدار الخطي (Linear Trendline)، مع تفعيل خيار إظهار معادلة الانحدار وقيمة معامل

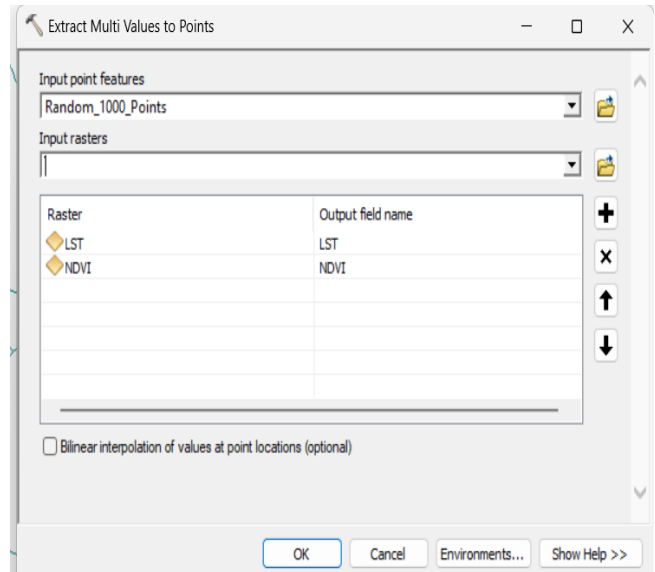
خريطة (7) النقاط العشوائية ضمن حدود مدينة السماوة



الباحثة بالاعتماد على برامج GIS و مرئية لانسات 9.

بعد اختيار النقاط العشوائية سيتم استخراج قيمة كل من LST و NDVI لهذه النقاط باستخدام أداة Extract Multi Values to Points، ثم تصدير البيانات إلى برنامج Microsoft Excel لإجراء التحليل الإحصائية كما في شكل(5).

شكل (5) طريقة استخراج LST و NDVI للنقاط ضمن برامج GIS



الباحثة بالاعتماد على برامج GIS و مرئية لانسات 9.

ولقياس قوة واتجاه العلاقة بين المتغيرين تم استخدام معامل ارتباط بيرسون (Pearson Correlation Coefficient)، من خلال تطبيق الدالة ضمن برامج

($R^2=0.1736$) و معامل التحديد ($r=-0.4167$)

• أثبتت تقنيات GIS و مرئيات Landsat-9 كفاءة عالية في رصد الجزر الحرارية و إيجاد قيمها وتحليل علاقتها بالغطاء النباتي.

المقترحات

■ العمل على استخدام مواد التبريد والاسطح العاكسة والتصميم والتخطيط البيئي.

■ الاعتماد على التقنيات الحديثة في دراسة درجات حرارة سطح الأرض مثل برامج GIS وتقنيات الاستشعار عن البعد للتوصل إلى قيم درجات حرارة سطح الأرض و مواقع الغطاء النباتي بشكل دوري و بصورة دقيقة لمراقبة التغيرات الحرارية و دعم التخطيط المستدام .

■ حاجة المدينة إلى تعزيز المساحات الخضراء داخل النسيج الحضري و التشجير على امتداد الشوارع ضمن الأحياء السكنية مع اختيار النباتات الملائمة للظروف المناخية الجافة و شبه جافة السائدة في المدينة .

■ إدخال أحزمة الخضراء حول مناطق التوسع المستقبلي و الضواحي ذات الحرارة المرتفعة و تطوير البنية الخضراء داخل المدينة.

■ تطوير البنى التحتية باستخدام مواد بناء ذات انعكاسية حرارية أعلى High Albedo او الاسطح الباردة cool pavements لتقليل امتصاص الاشعاع الشمسي.

■ توجيه السياسات الحضرية نحو التنمية الحضرية المستدامة بالأخص في المخططات الأساسية و التفصيلية من خلال تخصيص مساحات خضراء و مفتوحة ضمن مشاريع الإسكان للحد من تفاقم الجزر الحرارية.

المصادر

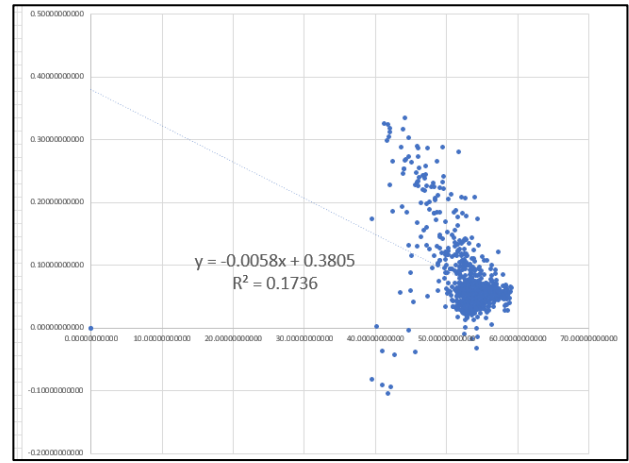
1. انور صباح محمد الكلابي- اثمار عباس كريم، التباين المكاني لتلوث الهواء بالغازات ذات المصدر الاحتراقي في قضاء السماوة-مجلة الفارابي للعلوم الانسانية ، الجزء 2 ، العدد 8 ، 2025
2. ايمان عطية عبدالمجيد- بكر هاشم الاشول-محمد عبدالعزيز، التخفيف من أثر الجزر الحرارية الحضرية باستخدام المعالجات التخطيطية "دراسة تطبيقية بالحي السادس مدينة نصر باستخدام ENVI-MET"، مجلة جمعية المهندسين المصرية، المجلد 63 ، العدد 2 ، 2024
3. حورية حسن الشمراي-فايدة كامل بوقري، الجزر الحرارية في مدينة الجدة و العوامل المؤثرة في تكوينها،المجلة العربية للنشر العلمي ،الأصدار السابع،العدد74، 2024
4. زين مطلق الجميبي، دور مشاريع التشجير في الحد من ظاهرة الجزر الحرارية في مدينة مكة المكرمة: دراسة تحليلية باستخدام تقنية الاستشعار عن بعد ونظم المعلومات الجغرافية، مجلة العلوم الانسانية و الاجتماعية، العدد 38-

التحديد (R^2) على الرسم البياني كما في شكل (7):

$$NDVI = -0.0058(LST) + 0.3805$$

حيث أظهر المخطط أن النقاط تتجه بشكل عام نحو الإنخفاض مع زيادة قيم NDVI، وهو ما يبين وجود علاقة عكسية بين كثافة الغطاء النباتي ودرجة حرارة سطح الأرض، فالمناطق التي تتميز بارتفاع قيم NDVI سجلت درجات حرارة أقل نسبياً، في حين ارتبطت المناطق ذات الغطاء النباتي المنخفض بدرجات حرارة أعلى. كما تم إضافة خط الانحدار الخطي (Trendline) إلى المخطط، حيث أوضح الميل السالب للخط إن زيادة الغطاء النباتي يؤدي إلى انخفاض درجة حرارة سطح الأرض، وتدعم هذه النتيجة القيمة السالبة لمعامل الارتباط بيرسون ($r = -0.4167$) ، والتي تشير إلى وجود علاقة عكسية متوسطة بين المتغيرين.

شكل (7) مخطط الانتشار والانحدار الخطي بين NDVI و LST



الباحثة بالاعتماد على برامج GIS و مرئية لانسات 9.

الاستنتاجات والتوصيات

الاستنتاجات

- تم الوصول إلى دراسة الاختلافات درجة حرارة سطح الأرض في مدينة السماوة و تمثلت بأعلى قيمة 60°C و أقل قيمة 38°C
- وجود تباين مكاني واضح في درجات حرارة سطح الأرض، حيث تركزت القيم الحرارية المرتفعة في المناطق ذات الكثافة العمرانية العالية و المحطات الحرارية و زحام المركبات (بسبب ارتفاع الغازات الدفينة) و اسطح الشوارع الساخنة بسبب المواد التقليدية و قلة الغطاء النباتي، في حين تنخفض درجات الحرارة في المناطق المفتوحة والزراعية او المسطحات المائية و يعكس هذا التباين تأثير استخدامات الأرض والأنشطة البشرية في تعزيز ظاهرة الجزر الحرارية الحضرية.
- سجل مؤشر الغطاء النباتي قيمةً منخفضة حيث تتراوح بين أعلى قيمة 0.38 و أقل قيمة -0.003 مما يعكس محدودية المساحات الخضراء في المدينة.
- اثبات علاقة عكسية بين NDVI و LST من خلال التحليل الإحصائي حيث بلغ معامل الارتباط

9040115

5. عبيد مرسي عبدالغفار سالم -رشا محمد علي احمد، تحليل العلاقة بين الخصائص العمرانية و الجزر الحرارية في مدينة وادي النطرون بين عامي 2005,2025:دراسة حالة باستخدام الاستشعار عن بعد، مجلة كلية الآداب بقنا، المجلد 34، العدد 67، 2025
6. قصي فاضل آل وشاح، المناخ والحاجة الى تكييف الهواء في مدينة السماوة،مجلة الخليج العربي،المجلد 49، العدد 1، اذار 2021
7. مروج طاهر نعمان، تطبيق تقنيات الجيوماتكس لدراسة التغيرات في الجزيرة الحرارية بمدينة كركوك لعام 2024 باستخدام مرئيات Landsat-8،مجلة كلية التربية،المجلد 59،العدد1،2025
8. نهاد عزت كاظم،الجزيرة الحرارية في المدن (مدينة بغداد انموذجاً)،مجلة واسط للعلوم الانسانية،المجلد 21،العدد2، 2025
9. وزارة الاحصاء،مديرية الاحصاء،محافظة المثنى،بيانات غير منشورة،2025.
10. وليد عباس عبد الراضي- وائل هريدي زهران-اسلام محمد حمدي،الاقليم التبريدي للحدائق الحضرية و فاعليته في الحد من الجزيرة الحرارية لمدينة الكويت و ضواحيها،المجلة الجغرافية العربي،المجلد55، العدد83، 2024
11. يونس كامل علي ،الجزيرة الحرارية في مدينة الناصرية(دراسة في المناخ التفصيلي)،مجلة كلية التربية،المجلد 48،العدد1، 2022.
12. A. Sachindra¹ · S. Ullah² · P. Zaborski¹ · M. Nowosad¹ · M. Dobek¹, Temperature and urban heat island effect in Lublin city in Poland under changing climate, Theoretical and Applied Climatology, (2023) 151:667–690 <https://doi.org/10.1007/s00704-022-04285-0>
13. Ehsan Rahimi 1 ,Pinliang Dong 2 and Chuleui Jung 3-Global NDVI-LST Correlation: Temporal and Spatial Patterns from 2000 to 2024, Environments-MDPI,2025, <https://doi.org/10.3390/environments12020067>
14. Jose´ A. Sobrinoa,* , Juan C. Jime´nez-Mun˜oza, Leonardo Paolinib-Land surface temperature retrieval from LANDSAT TM 5-Remote Sensing of Environment 90 (2004) 434–440
15. Site [What Are Heat Islands? | US EPA](#) -2025/12/27sat -10:03 pm
16. Site<https://kids.frontiersin.org/ar/articles/10.3389/frym.2025.1395250-ar> -2025/12/29Tues -09:32 pm Yiğitalp Kara , Veli Yavuz , Urban Microclimates in a Warming World: Land Surface Temperature (LST) Trends Across Ten Major Cities on Seven Continents, Urban Science,MDPI,2025,<https://doi.org/10.3390/urbansci>