

التحليل الجيومكاني لدرجات حرارة سطح الارض باستعمال طريقتي (IDW

وLST) وتأثيرها في رطوبة التربة والغطاء النباتي لمحافظة كركوك

م.م. نادية قاسم محمد^(*) أ.م.د. علي محمد رجه^(**) م. انعام محمد عايد^(***)

جامعة المثنى جامعة الانبار جامعة الانبار

كلية التربية للعلوم الإنسانية مركز دراسات الصحراء مركز دراسات الصحراء

المخلص:

تعد درجة الحرارة عاملاً مناخياً ذا قيمة عالية في توزيع الغطاء الخضري، إذ انها تؤثر على جميع العمليات الحيوية الخاصة بالنباتات بدءاً من رطوبة التربة، لاسيما في المناطق الجافة وشبه الجافة ومنها محافظة كركوك في العراق الذي يمتاز بارتفاع درجات الحرارة وتذبذبها الزمني والمكاني الى جانب انخفاض كمياه الامطار تبعاً للموقع الفلكي والتباين التضاريسي وتأثيرات التغيرات المناخية مما يتسبب في التربة وتحديد نوع استعمالات الاراضي الزراعية ومواسمها وانواع المحاصيل التي بالإمكان زراعتها في المنطقة، وبالتالي ينعكس على الأنشطة الاقتصادية الأخرى، وفي هذا البحث تساعد نماذج الاستكمال المكاني ضمن تقنيات التحليل الاحصائي الجغرافي المكاني في برمجيات نظم المعلومات الجغرافية GIS لاستكمال بيانات درجات الحرارة على مساحة المنطقة من بيانات المحطات المناخية الفعلية، ومن المراتب الفضائية لصعوبة بل استحالة إجراء قياسات لجميع المنطقة المدروسة وقد بذلت جهود واقعية كثيرة لمحاكاة درجات الحرارة والحاجة الى اساليب تنبؤات مكانية اكثر صدقا تؤدي الى تحقيق استكمال مكاني اكثر دقة في الزمان والمكان والتحقق من صحة النتائج باستخدام اساليب احصائية، اذ يهدف البحث إلى التنبؤ بخريطة درجات الحرارة باستخدام طرائق الاحصاء المكاني (IDW، LST) في بيئة برنامج ArcGIS 10.4.1، اذ تعتمد طريقة (IDW) على درجات الحرارة المسجلة في المحطات المناخية للمنطقة وهي (التون كوبري، الحويجة، داقوق) للفترة من (٢٠١٤-٢٠٢٣)، في حين تعتمد طريقة (LST) استخلاص درجات الحرارة من مرئيتين فضائيتين تغطيان منطقة الدراسة وتابعتين للقمر الصناعي LANDSAT 9. وتوصلت الدراسة الى ان نتائج نموذج LST هي التي أعطت بعد المقارنة قيماً قريبة من القيم الحقيقية، يمكن بواسطتها التنبؤ بالتوزيع المكاني لدرجات الحرارة في الأماكن التي لا توجد فيها محطات مناخية في منطقة الدراسة. اذ لوحظ ان درجات حرارة سطح الارض LST المرتفعة قد برزت في الاطراف الجنوبية

(*)nadia.qasim@mu.edu.iq

(**)ds.dr.alimohammed@uoanbar.edu.iq

(***)edw.inam1976@uoanbar.edu.iq

واجزاء من الاطراف الغربية وبعض الاطراف من جهة الشرق، في حين تركزت درجات حرارة سطح الارض المنخفضة في الاقسام الوسطى والجنوبية والاجزاء الجنوبية الغربية القريبة من نهر دجلة، اما الاجزاء التي سجلت درجات حرارة متوسطة ما بين اعلى وادنى درجة حرارة في النموذج فهي الاقسام الشمالية من المحافظة حيث توجد المرتفعات وهذا ادى الى ارتفاع قيم المؤشر النباتي NDVI في الامتدادات الشمالية والشمالية الشرقية وانخفاضها في الامتدادات الوسطى والجنوبية والجنوبية الغربية والتداخل الكبير بين الأنماط المكانية الذي ابدى ميلاً كبيراً إلى الفئة المتدنية والتي لا تزيد عن (-٠.٣٢٦٦١٢٨٩٠) تقريباً. اما مؤشر رطوبة التربة فقد اشار الى وجود انسجام واضح بين القيم المرتفعة له وتوزيع الأراضي الزراعية، اذ لوحظ وجود نمطين متركزين لهذا المؤشر، إحداهما في الجهات الشمالية والجنوبية الغربية ، والآخر في الجهات الوسطى والاطراف الجنوبية والاطراف الغربية ، يقطع هذين الامتدادين البنية الحضرية لمركز محافظة كركوك ، فضلاً عن أن قيم هذا المؤشر لا تختلف عن قيم مؤشر التغطية النباتية NDVI من حيث الانخفاض الواضح لقيم الحد الأعلى منه الى نحو (٠.٤٨٣٥٥٤) ، وانخفاض في قيمة الحد الأدنى بنحو (٠.٥١٢٦٨٤).

الكلمات المفتاحية : (الاستكمال المكاني ، التحليل الاحصائي المكاني ، (IDW) ، (LST)).

Spatial modeling to derive and extract land surface temperatures for Kirkuk Governorate using the methods (IDW and LST)

millimeter. Nadia Qasim Muhammad(*) A.M.D. Ali Muhammad

Raja (***) M. Inaam Muhammad Ayed (***)

Abstract:

Temperatures are a highly valuable climatic factor in the distribution of vegetation cover, as they affect all vital plant processes, starting with soil moisture, especially in dry and semi-arid areas, including Kirkuk Governorate in Iraq, which is characterized by high temperatures and their temporal and spatial fluctuations, in addition to a decrease in the amount of rainwater accordingly. The astronomical location, the terrain variation, and the effects of climate change, which causes the soil to determine the type of agricultural land use, its

seasons, and the types of crops that can be grown in the region, and thus is reflected in other economic activities. In this research, spatial interpolation models help within the Geostatistical Analysis techniques in software. Geographic information systems (GIS) to complement temperature data over the area of the region from actual climate station data, and from satellite visualizations due to the difficulty or even impossibility of making measurements for the entire studied area. Many realistic efforts have been made to simulate temperatures and the need for more accurate spatial forecasting methods leads to achieving more accurate spatial interpolation. In time and place, and to verify the validity of the results using statistical methods, as the research aims to predict the temperature map using spatial statistics methods (IDW (LST)) in the ArcGIS 10.4.1 program environment, as the (IDW) method depends on the temperatures recorded in the climate stations of the region They are (Alton Bridge, Hawija, Daquq) for the period from (2014–2023), while the (LST) method relies on extracting temperatures from two satellite images covering the study area and belonging to the LANDSAT 9 satellite. The study concluded that the results of the LST model were the ones that, after comparison, gave values close to the real values. It is possible to predict the spatial distribution of temperatures in places where there are no climate stations in the study area. It was noted that the high LST temperatures appeared in the southern extremities, parts of the western extremities, and some of the eastern extremities, while the low LST temperatures were concentrated in the central and southern sections and the southwestern parts close to the Tigris River. As for the parts that recorded temperatures Average between the highest and lowest temperature in the model is the northern sections of the governorate where the highlands are located. This led to high NDVI values in the northern and northeastern extensions and a decrease in the central, southern and southwestern extensions, and the large overlap between the spatial patterns that showed a great tendency towards the low and non-low category. More than (0.326612890–) approximately. As for the soil moisture index, it indicated a

clear harmony between the high values of the index and the distribution of agricultural land. In general, it is noted that there are two concentrated patterns for this index, one in the northern and southwestern regions, and the other in the central regions, southern outskirts, and western outskirts. These two extensions intersect the urban structure of the center of the governorate. Kirkuk, in addition to the fact that the values of this index do not differ from the values of the Vegetation Coverage Index (NDVI) in terms of a clear decrease in its upper limit value to about (0.483554), and a decrease in its minimum value to about (0.512684 -).

Keywords: (spatial interpolation, spatial statistical analysis, (IDW), (LST)).

المقدمة :

يبرز أثر التباين المكاني لدرجات الحرارة تبعاً للموقع الفلكي والتباين التضاريسي، وعادة ما يمثل التباين المكاني أوجه التشابه والتكامل من جهة وأوجه التنوع والاختلاف من جهة أخرى. وتظهر خاصية التباين المكاني في سقوط اشعة الشمس ما بين محطة وأخرى نتيجة لتباين التضاريس التي تبدو بأوضح صوره في منطقة الدراسة، إذ أن تباين ارتفاع المحطات عن مستوى سطح البحر يحدد إمكانية استفادتها من العوامل المعززة لفرص سقوط الاشعة الشمسية. ولهذا سيظهر أثر عامل التضاريس المتمثل بالمرتفعات الجبلية في الجهات الشمالية من منطقة الدراسة. إذ تزداد درجات الحرارة بالارتفاع كلما اتجهنا من الشمال الى الجنوب والجنوب الغربي ، ان تحليل التوزيع المكاني لدرجات الحرارة ضرورية جدا في الدراسات البيئية للمنطقة، باعتبارها تصنف ضمن البيئات الجافة وشبه الجافة ذات البيئة الحساسة التي تتميز بارتفاع درجات حرارتها وتباين توزيعها المكاني التي تعد عامل رئيس في توزيع الغطاء الخضري حيث انها تؤثر على جميع العمليات الحيوية الخاصة بالنبات من مرحلة وضع البذرة بالتربة وإلى ما بعد الحصاد وتخزين ناتج المحصول ، اذ ان الحرارة المثلى لنمو معظم المحاصيل الزراعية تتراوح ما بين 15 - 40 م° وارتفاع درجة الحرارة أو إنخفاضها عن هذا المعدل يقلل من نمو النبات ومن ثم إنتاجه ، وهذه الحالة مناسبة لدراسة اثار التغير المناخي على التباين المكاني لتوزيع درجات الحرارة، ومع ذلك من غير الممكن ان تغطي محطات الارصاد الجوية الحالية في المنطقة مناطق واسعة

خاصة في المناطق غير المأهولة السكان وغير المستثمرة. لذلك من المهم اختيار وسائل تقنية مناسبة لاستخدام بيانات درجات الحرارة في المحطات الحالية والمرئيات الفضائية المختارة لنمذجة خارطة التنبؤ المكاني لمناطق واسعة تغطي منطقة الدراسة. اذ تعمل تقنية الاستكمال المكاني على استخدام بيانات نقاط مقاسة لتقدير القيم غير المعروفة في مواقع لم يتم اخذ عينات منها، وهناك العديد من طرق الاستكمال المكاني توفرها برمجيات GIS المتمثلة وان اختيار النموذج المكاني الافضل للاستكمال يعتمد على دقة البيانات وانعكاسها على الهيكل المكاني، وهناك العديد من الباحثين الذين استخدموا نماذج الاستكمال المكاني على سبيل المثال (جودال واخرون ١٩٩٨) في ايرلندا و(ديركس واخرون ١٩٩٨) في جزيرة نورفولك . واستنادا الى البحوث المذكورة تم اختيار طريقتي (IDW,LST) لاستخلاص درجات الحرارة للمدة من (٢٠١٤-٢٠٢٣) للمقارنة بينهما لاختيار الافضل في تمثيل خرائط التنبؤ المكاني لدرجات حرارة محافظة كركوك. وأشارت النتائج الى ان اتجاه التغير المكاني لدرجات الحرارة قوية جدا من الجنوب والجنوب الغربي باتجاه الشمال والشمال الشرقي والذي ينعكس بدوره على رطوبة التربة وتشققها وبالتالي على مساحات الغطاء الخضري.

منطقة الدراسة :

تقع محافظة كركوك في الجزء الشمالي من العراق ، على بعد ٢٣٥ كم شمال محافظة بغداد ، تشترك بحدود ادارية مع ثلاث محافظات وهي أربيل من الجهة الشمالية ، والسليمانية من الجهة الشرقية ، وصلاح الدين من الجهتين الجنوبية والغربية كما موضح في الخريطة (١) . اما من حيث الموقع الفلكي فتقع بين دائرتي عرض (١٠,٤١,٣٤) و(٨,٥٣,٣٥) شمالاً ، وخطي طول (٢٢,٢١,٤٣) و(٨,٤٩,٤٤) شرقاً .

الخريطة (١) حدود محافظة كركوك

المصدر : عمل الباحثين اعتماداً على برنامج Arc GIS 10.4.1 .

١- مواد وطرائق العمل :

١-١ البيانات المُدخلة :

- بيانات درجات الحرارة المسجلة في المحطات المناخية للمنطقة وهي (التون كوبري ، الحويجة ، داقوق) للمدة من (٢٠١٤-٢٠٢٣).



- بيانات (باندا المرئيتين الفضائيتين اللتان تغطيان منطقة الدراسة

للمدة من (٢٠١٤-٢٠٢٣).

٢-١ طرائق عمل النمذجة المكانية:

١-٢-١ نموذج استخراج درجات حرارة سطح الارض (LST) Land Surface Temperature والذي يعبر عن استخراج درجات حرارة سطح الارض في منطقة الدراسة عن طريق الاستفادة من الطيف الحراري لمريثيات Landsat 9^(١). الذي تم اطلاقه في ٢٧ / ١٢ / ٢٠٢١ بارتفاع ٧٠٥ كم والذي يحتوي على الحزمتين (١٠ ، ١١) واللتان تعرفان بالحزمتين الحراريتين Thermai Bands^(٢) ، ويمر هذا النموذج بثلاث مراحل وكما يأتي: الشكل (١) :

١-١-٢-١ استخراج درجة اشعاع الغلاف الجوي (Atmosphere Radiance) :

تعد المرحلة الاولى من مراحل نموذج استخراج درجة حرارة سطح الارض LST ، والتي يتم فيها استخراج درجات الاشعاع في الحزمتين الحراريتين (١١ ، ١٠) لمريثيات الدراسة المختارة ، وفق المعادلة التالية^(٣) :

$$L_{\lambda} = ML * Q_{cal} + AL$$

اذ ان :

L_{λ} = TOA spectral radiance (Watts / (m² * sr * μ m))

ML = Radiance multiplicative Band (No.)

AL = Radiance Add Band (No.)

Q_{cal} = Quantized and calibrated standard product pixel values (DN) .

١-٢-٢-١ استخراج درجات حرارة الحزمتين (١١ ، ١٠) لمريثيات الدراسة :

وهي المرحلة الثانية من مراحل نموذج استخراج درجة حرارة سطح الارض LST ، فبعد ان تم استخراج درجات الاشعاع لحزمتي (١١ ، ١٠) بمعادلة المرحلة الاولى ، تم في هذه المرحلة تحويل نتيجتي الحزمتين لكلتا المريثين الى درجة حرارة السطوع)

Brightness) للحصول على درجة حرارة سطح الارض ضمن كل حزمة في مرئيتي
الدراسة ، ويتم ذلك بتطبيق المعادلة التالية^(٤) في بيئة Arc GIS :

$$BT = K2 / \ln (k1 / L\lambda + 1) - 272.15$$

اذ ان :

BT = Top of atmosphere brightness temperature (°C)

L λ = TOA spectral radiance (Watts / (m² * sr * μ m))

K1 = K1 Constant Band (No.)

K2 = K2 Constant Band (No.)

272.15 = Calvin Ratio

٣-١-٢-١ مرحلة استخراج درجة حرارة السطح لمنطقة الدراسة :

بعد استخراج درجة حرارة السطوح لكل حزمة ولكلتا المرئيتين نعمل على دمج درجة حرارة سطوح الحزمتين (١٠ ، ١١) معاً و لكل مرئية على حدة ، ليتم الاستعانة بعدها بالأداة (Cell Statistic) للحصول على درجة الحرارة السطحية الحقيقية للأرض . اذ تقوم هذه الاداة باحتساب (متوسط قيمة كل خلية لكل حزمة^(٥)) ، ومن ثم دمج المرئيتين معاً للحصول على خريطة حرارية لسطح الارض في منطقة الدراسة .

٢-٢-١ نموذج استنباط الخريطة الحرارية وفق تقنية IDW بالاعتماد على بيانات

درجات الحرارة للمحطات المناخية المختارة وبنفس تاريخ المرئيات قيد الدراسة :

تعد تقنية (IDW) Inverse Distance Weighted احدى طرائق نظرية الاستكمال المكاني ، التي يمكن من خلالها انشاء خرائط التنبؤ بدرجات الحرارة للمناطق التي لا تتوفر فيها بيانات^(٦) او لا توجد فيها محطات مناخية . تركز فكرتها بشكل أساسي على قانون توبلر (القانون الأول في الجغرافيا) ، والذي ينص على: ((كل ظاهرة مرتبطة بظواهر أخرى ، لكن الظواهر ذات الصلة أكثر ارتباطاً من الظواهر البعيدة))^(٧) يعتمد النموذج كلياً على المسافة بين الوحدات للظاهرة ، فتكون درجات الحرارة في المناطق القريبة من بعضها

مقاربة ، وتختلف حسب المسافة ، بحيث يتم إعطاء وزن أكبر للنقاط القريبة ، وتتنخفض قيم الوزن مع زيادة المسافة^(٨). توجد أداة IDW في Toolbox في Arc GIS 4.1.

٣-١ استخراج المؤشرات الأرضية للمريثات الفضائية :

لبيان مجمل العلاقات بين درجة حرارة سطح الأرض LST والمؤشرات الأرضية لمحافظة كركوك والمتمثلة: بمؤشر تباين الغطاء النباتي NDVI ، ومؤشر تباين رطوبة التربة NDMI . استخدمت المعالجات الاحصائية من خلال الامر (**Raster**

Calculator) للبيانات (٤،٥،٦) لمريثات الدراسة المختارة وكما يأتي :

١-٣-١ اشتقاق مؤشر التغطية النباتية **Normalized Difference**

Vegetation Index : ويرمز له بالرمز (NDVI) . ويمكن اشتقاقه من المعادلة التالية^(٩) :

$$NDVI = (Band ٥ - Band ٤) / (Band ٥ + Band ٤)$$

اذ ان :

NDVI (-1 to 0) = تمثل المسطحات المائية

NDVI (-0.1 to 0.1) = تمثل الصخور المنكشفة والرمل والغطاء الثلجي

NDVI (0.2 to 0.5) = تمثل الشجيرات والمراعي والمحاصيل الحقلية

NDVI (0.6 to 1.0) = تمثل الغطاء النباتي الكثيف والغابات المطيرة الاستوائية

٢-٣-١ اشتقاق مؤشر رطوبة التربة **Normalized Moisture Index**

Difference : ويرمز له بالرمز (NDMI) . ويمكن اشتقاقه من المعادلة التالية^(١٠) :

$$NDMI = (Band 5 - Band 6) / (Band 5 + Band 6)$$

اذ تقع قيم المؤشر بين (-1 إلى +1) وتمثل القيمة السالبة المناطق ذات المحتوى الرطوبي القليل أي التي تعاني من الجفاف، بينما تمثل القيمة الموجبة مناطق ذات رطوبة عالية مثل: المناطق النباتية والمسطحات المائية^(١١) .

٢- نتائج البحث والمناقشة :

١-٢ نتائج نموذج (LST): الخريطة (٢) توضح درجات الحرارة في محافظة كركوك

للمدة من (٢٠١٤-٢٠٢٣)، وتشير النتائج الى ما يأتي :

- انحصرت درجات حرارة سطح الارض LST في عموم مساحة منطقة الدراسة بين ادنى درجة مئوية بلغت (٣٠.٧) درجة مئوية واعلى درجة مئوية بلغت (٥٧.١) درجة مئوية.
- لوحظ ان درجات حرارة سطح الارض LST المرتفعة قد برزت في الاطراف الجنوبية وخصوصاً منطقة جنوب قضاء داقوق واجزاء من الاطراف الغربية المتمثلة بمدينة (سركران) وبعض الاطراف من جهة الشرق المتمثلة بمدينة (ليلان) ، في حين تركزت درجات حرارة سطح الارض المنخفضة في الاقسام الوسطى والجنوبية المتمثلة بالمدن (قضاء كركوك ، يابجي ، الملتقى ، طوزخورماتو ، الرياض ، الحويجة ، الرشاد) والاجزاء الجنوبية الغربية القريبة من نهر دجلة التي تمثلها مدينتي (الزاب ، العباسي) ، اما الاجزاء التي سجلت درجات حرارة متوسطة ما بين اعلى وادنى دردة حرارة في النموذج فهي الاقسام الشمالية من المحافظة حيث توجد المرتفعات لاسيما في منطقة (شوان ، التون كوبري ، دبس).
- بعد مقارنة قيم نموذج استخراج درجات حرارة سطح الارض LST مع درجات الحرارة التابعة للمحطات المناخية المختارة في الدراسة التي تقيس درجات الحرارة والبالغ عددها ثلاث محطات ، وجد ان هنالك تقارب كبير فيما بينهما / يلاحظ الجدول (١) ، اذ ان معدل الفارق بين قيم نموذج LST لمنطقة الدراسة ودرجات الحرارة الحقيقية في المحطات المناخية بلغ (٠.٩) درجة مئوية .

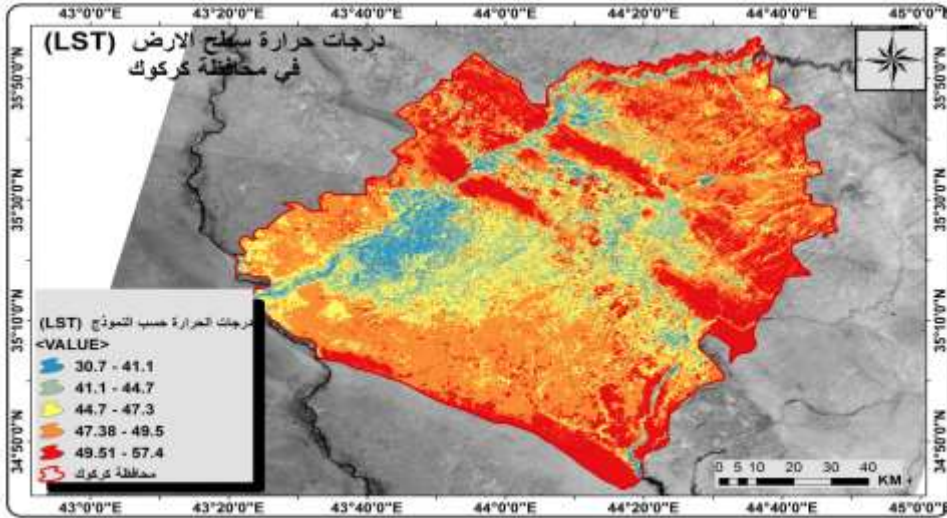
الجدول (١) مقارنة قيم نموذج LST مع درجات الحرارة في محطات الدراسة المختارة

المحطة	قيم نموذج LST	درجات الحرارة في المحطة	الفارق
داقوق	٤٧.١	٤٥	٢.١

١.٨	٤٤.٥	٤٦.٣	التون كوبري
-١	٤٥.٧	٤٤.٧	حويجة
٠.٩٧	٤٥.١	٤٦.٠٣	المعدل

المصدر : عمل الباحثين اعتماداً على بيانات مديرية الأنواء الجوية في محافظة كركوك / قسم المناخ ، بيانات غير منشورة ، لسنة ٢٠٢٣ . وقيم نموذج LST المستخرجة والتي توضحها الخريطة (٢) .

الخريطة رقم (٢) درجات الحرارة في محافظة كركوك وفق نموذج LST



ال
ل
در

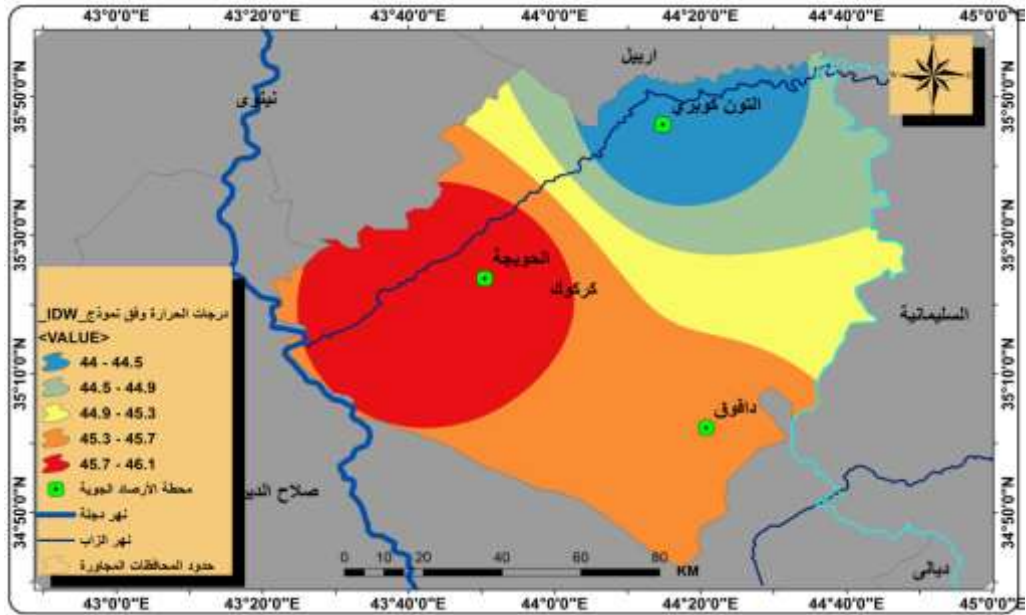
عمل الباحثين بالاعتماد على المرئيات الفضائية للقمر الصناعي LANDSAT 9 لمنطقة الدراسة.

٢-٢ نتائج استنباط درجة الحرارة بالنموذج IDW :

يتضح من الخريطة (٣) ما يلي :

- أظهر النموذج مناطق حرارية واسعة في المساحة أكثر مما كان موجودًا في النموذج السابق ، بدءًا من أدنى درجة (٤٤) درجة مئوية إلى أعلى درجة (٤٦.١) درجة مئوية.
- انخفاض التنوع الحراري في الخريطة ، حيث تسود فئة واحدة على مساحة واسعة ، على عكس النموذج السابق ، حيث كان التنوع الحراري موجودًا في مناطق قريبة من بعضها البعض. ويرجع ذلك إلى قلة عدد المحطات ، فكلما زاد عدد المحطات ، كانت دقة النموذج أفضل.

الخريطة (٣) درجات الحرارة في محافظة كركوك وفق نموذج IDW



المصدر : عمل الباحثين بالاعتماد على بيانات المحطات المناخية المسجلة لدرجة الحرارة في منطقة الدراسة وهي (التون كوبري ، الحويجة ، داقوق) للمدة من (٢٠١٤ - ٢٠٢٣) .

٢-٣ المقارنة بين نموذج LST و نموذج IDW :

٢-٣-١ ارتكز نموذج LST على حزمتين حراريتين هما (١٠.١١) Thermal Bands ، في حين استخدم نموذج IDW بيانات المحطات المناخية .

٢-٣-٢ رصد نموذج LST درجة الحرارة من خلال الانعكاس المباشر للأجسام على سطح الأرض، في حين رصد نموذج IDW درجة الحرارة من المحطة المناخية على ارتفاع مترين عن سطح الأرض

٢-٣-٣ اخذت التضاريس في الاعتبار في نموذج LST ، في حين تم انتاج نموذج IDW على اساس ان سطح الارض املس ويعتمد على المسافة بين مواقع المحطات .

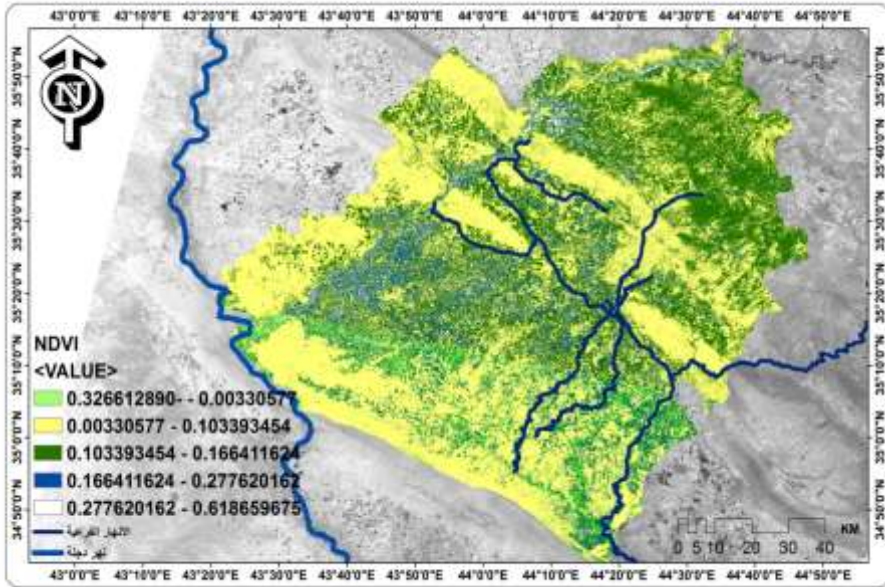
٢-٣-٤ من عيوب نموذج LST افتقاده للمسح المستمر للأرض ، حيث يدور القمر الصناعي حول الأرض خلال أسبوعين للوصول إلى نفس المنطقة. يؤثر هذا على عدم توفر البيانات لمعظم أيام السنة. في حين يمكن إنشاء نموذج IDW وفقاً لتوافر البيانات ، حيث يمكن إنتاج خرائط يومية وحتى كل ساعة.

٢-٣-٥ يعد نموذج LST معقداً بعض الشيء في الحصول على النتائج ، اذ استخدم المعادلات الفيزيائية التي احتاجت إلى دقة عالية في كتابتها. في حين كان نموذج IDW سهل الاستعمال ، كونه عبارة عن اداة جاهزة IDW داخل بيئة برنامج ArcGIS.

٢-٤ تحليل المؤشرات الارضية واثرها على درجة حرارة سطح الارض LST:

توضح الخريطة (٤) توزيع قيم مؤشر تباين التغطية النباتية NDVI لمحافظة كركوك ، اذ تم تحليل ذات المرئيات الفضائية المستخدمة في الدراسة. وتم بناء خريطة تبين توزيع فئات هذا المؤشر حسب المعايير المذكورة انفاً، مما اشار إلى انخفاض في قيم هذا المؤشر (لاسيما ان وقت المرئيات المختارة في الدراسة كان في فصل الصيف ، وهو يعد احد شهور فصل الصيف الجاف الذي يمتاز بانقطاع الامطار وارتفاع درجات الحرارة في العراق بضمنه منطقة الدراسة مما يؤدي الى تراجع نمو النباتات الطبيعية والمحاصيل الزراعية) مع الثبات النسبي للتوزيع المكاني لبعض فئاته ، اذ لوحظ ارتفاع قيم المؤشر النباتي NDVI في الامتدادات الشمالية والشمالية الشرقية والتي لا تزيد عن (٠.١٦٦٤١١٦٢٤) تقريباً.

الخريطة رقم (٤) توزيع قيم مؤشر تباين التغطية النباتية NDVI لمنطقة الدراسة



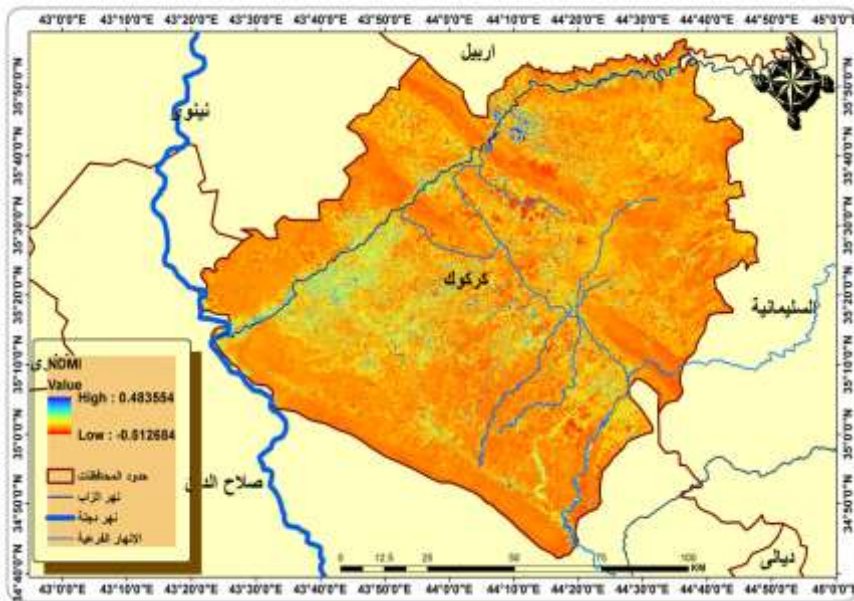
المصدر : عمل الباحثين بالاعتماد على المرئيات الفضائية للقمر الصناعي
LANDSAT 9 لمنطقة الدراسة.

في حين انخفضت قيم المؤشر في الامتدادات الوسطى والجنوبية والجنوبية الغربية ، ويتضح كذلك من خلال الخريطة (٤) التداخل الكبير بين الأنماط المكانية لفئات قيم المؤشر في تاريخ توفر المرئيات الفضائية قيد الدراسة خلال صيف عام ٢٠٢٣ ، اذ ابدى توزيع قيم هذا المؤشر في معظم مناطق الدراسة لهذا العام ميلاً كبيراً إلى الفئة المتدنية والتي لا تزيد عن (٠.٣٢٦٦١٢٨٩٠ -) تقريباً.

ومن ملاحظة الخريطة (٥) التي تمثل توزيع قيم مؤشر رطوبة التربة (NDMI) لمنطقة الدراسة ، والذي يبرز دور المحتوى المائي للسطوح الأرضية، وهو بذلك مؤشر جيد لتتبع الغطاء النباتي وكثافته ، اذ يشير هذا المؤشر الى وجود انسجام واضح بين القيم المرتفعة للمؤشر وتوزيع الأراضي الزراعية ، وبشكل عام يلاحظ وجود نمطين متركزين لهذا

المؤشر، إحداهما في الجهات الشمالية والجنوبية الغربية ، والأخر في الجهات الوسطى والاطراف الجنوبية والاطراف الغربية ، يقطع هذين الامتدادين البنية الحضرية لمركز محافظة كركوك ، فضلاً عن أن قيم هذا المؤشر لا تختلف عن قيم مؤشر التغطية النباتية NDVI من حيث الانخفاض الواضح لقيم الحد الأعلى منه الى نحو (٠.٤٨٣٥٥٤) ، وانخفاض في قيمة الحد الأدنى بنحو (٠.٥١٢٦٨٤) .

الخريطة رقم (٥) توزيع قيم مؤشر رطوبة التربة (NDMI) لمنطقة الدراسة



المصدر : عمل الباحثين بالاعتماد على المرئيات الفضائية للمقر الصناعي LANDSAT 9 لمنطقة الدراسة.

ومن تحليل المؤشرات الأرضية NDVI و NDMI يمكن ملاحظة اثرها على درجة حرارة سطح الارض LST اذ تشير العلاقة بين الغطاء الأرضي ورطوبة التربة فضلاً عن استعمالات الأراضي والمقاييس الإحصائية الى قيم درجة الحرارة السطحية في منطقة الدراسة ، اذ يتضح أن مناطق الغطاء النباتي بصنفيها الأراضي الزراعية والغابات ارتفعت فيها قيم متوسط درجات الحرارة السطحية لمنطقة الدراسة ولتصل إلى أكثر من ٤٧ درجة مئوية، مما يدل على ارتفاع معامل التوصيل لسطوح هذه الأراضي والذي ينعكس بدوره على

رفع درجة حرارة مناطقها وبالذات في الأوقات التي تتضح فيها ملامح الانقلاب الحراري الصباحي والجزيرة الحرارية الحضرية المعكوسة.

الاستنتاجات والتوصيات.

١. تضاءلت نسبة الأراضي الزراعية مع تباين مكاني لامتداداتها داخل أراضي المدينة وهذا بالتزامن مع انخفاض قيم مؤشر رطوبة التربة الذي يمكن من خلاله تتبع مناطق التغطية النباتية. إذ وجد ان هناك علاقة طردية بين المؤشرات الارضية (NDVI و NDMI) فكما انخفض مؤشر رطوبة التربة ينخفض بذلك مؤشر الغطاء النباتي .

٢. ارتفاع قيم المقاييس الإحصائية لدرجة الحرارة السطحية لمنطقة الدراسة ، والذي يرجع الى ان الخصائص الإحصائية لقيم درجة الحرارة المناخية المتذبذبة في مناطقها هي المسبب الاساسي لهذا الارتفاع ، إذ من مراجعة الدراسات السابقة لمدد زمنية مختلفة وجد ان هناك استمرار في ذلك الارتفاع في درجة الحرارة وهذا مؤشر للتنبؤ الى الزيادة في الارتفاع خلال السنوات اللاحقة .

٣. اوضحت الدراسة ان نتائج نموذج LST حقيقية وأكثر واقعية ، وكلما كانت دقة الصورة الفضائية أفضل ، كانت النتائج أكثر دقة. في حين اعطت نتائج نموذج IDW نظرة شاملة عن مجمل حالة درجات الحرارة لمنطقة الدراسة.

وتوصي الدراسة بما يلي:

١. إجراء تحليل شامل للمتغيرات البيئية داخل محافظة كركوك، ورصد تلك التغيرات، وتحديد تأثيرها على الأنماط الحرارية، لتوفير قاعدة بيانات مناسبة لعمليات اتخاذ القرار اللازمة للمساهمة الفعالة في تحسين الظروف البيئية للمدينة، بالاعتماد على نتائج هذه الدراسات لإثراء التخطيط الحضري المستدام بيئياً في المناطق الحضرية.
٢. تبني السياسات المناسبة للحد من التوسع العمراني على حساب الأراضي الزراعية لما له من إسهام في ترسيخ مفهوم الجزيرة الحرارية الحضرية.

٣. الربط بين درجة حرارة الهواء ودرجة حرارة السطح من أجل إيجاد علاقات إحصائية مناسبة بينهما تساهم في معايرة الاختلافات في البيانات الأرضية وتوازن الطاقة والتغير المناخي.

المصادر :

(١)Jimenez.Munuz, J.C, Sobrino, J.A. A generalized single channel method for retrieving land surface temperature from remote sensing data. H. geophys. Res. Atmos.v.108 Issn D22. 2014. ,p. 103

(٢)Zanter ،K .Landsat ٨data users 'handbook ،ver .٢٠١٦ ،٢. U.S.G.S .p.٦٥.

(٣)D Anandababu, B M Purushothaman, Babu S. Suresh, Estimation of Land Surface Temperature using LANDSAT 8 Data International Journal of Advance Research, Ideas and Innovations in Technology. (Volume 4, Issue 2) 2018.ISSN: 2454-132X.p179.

(٤)Anbazhagonas., Paramasivam C.R. Statistical correlation between LST and NDVI using Landsat TM. International Journal of advanced Earth Sciences and Engineering. 2016. V.5. Issn: 2320. P 360

(٥)Daniela Cristiana Docan, ArcGIS for Desktop Cook book, PAKT Publishing. 2015. P205.

(٦)Cook, M., & Schott, J. R. (2014). Atmospheric Compensation for a Landsat Land Surface Temperature Product. Landsat Science Team Meeting, July 22-24, 20١٤، Corvallis, Oregon, USA.

(٧)Manuel Grimond, Introduction to GIS and Spatial Analysis, 2019. Chapter 14.

(٨)Hulley, G. C., Hook, S. J., Abbott, E., Malakar, N., Islam, T., & Abrams, M. (2015). The ASTER Global Emissivity Dataset (ASTER GED): Mapping Earth's emissivity at 100-١ Jimenez meter spatial scale. Geophysical Research Letters, 42(19)،

(٩) Rouse Jr, J., Haas, R. H., Schell, J. A., & Deering, D. W. (1974). Monitoring vegetation systems in the Great Plains with ERTS. NASA special publication, 351.٣٠٩ ،

(١٠) Pierce, K.B., Looking bill, T. and Urban, D. (2005) A Simple Method for Estimating Potential Relative Radiation (PRR) for Landscape-Scale Vegetation Analysis .Landscape Ecology, 20, 137-147.

(١١) Anbazhagonas., Paramasivam C.R. Statistical correlation between LST and NDVI using Landsat TM. International Journal of advanced Earth Sciences and Engineering. PP 364.

(١٢) بيانات مديرية الأنواء الجوية في محافظة كركوك / قسم المناخ ، بيانات غير منشورة ، لسنة ٢٠٢٣ .

(١٣) بيانات المحطات المناخية المسجلة لدرجة الحرارة في منطقة الدراسة وهي (التون كوبري ، الحويجة ، داقوق) للمدة من (٢٠١٤-٢٠٢٣).