استخدام الدلائل الطيفية في الكشف عن تغيرات الغطاء الأرضي ومؤشرات التصحر في قضاء الكرمة – العراق للفترة (٢٠٠٢ – ٢٠٢٤)

سارة حميد محمد حسين الجابري أ.د احمد فليح فياض اللهيبي أ.د مثنى خليل إبراهيم الراوي

جامعة الانبار/ كلية التربية للعلوم الإنسانية/ قسم الجغرافية

Ed.ahmed.flaih@uoanbar.edu.iq ag.muthana.khaleel@uoanbar.edu.iq
sar21h5006@uoanbar.edu.iq

الملخص

تناول البحث التحليل المكاني لمؤشرات مشكلة التصحر في قضاء الكرمة، أحد اقضية محافظة الانبار في العراق. اذ تشكل مشكلة التصحر في منطقة الدراسة أحد المشكلات البيئية البارزة التي أدت الى تراجع إنتاجية الأرض الزراعية، وتقلص مساحتها، أضف الى مشكلات اضرت بالواقع البيئي. وقد تم تناول هذه المشكلة من خلال تحليل العناصر والمعطيات البيئية باستخدام أنظمة وتقانات (GIS & RS) والدراسة الحقلية. اذ تم توظيف بعض المؤشرات المهمة لمشكلة التصحر ومساراتها من خلال مقارنة اتجاهات تطورها بين فترتين زمنيتين للفترة بين (٢٠٠٢ – ٢٠٢٤)، وهذه المؤشرات تمثلت بـ (مؤشر دليل النبات NDVI، مؤشر دليل المياه NDWI، مؤشر الجفاف VCI، مؤشر دليل الكتلة الحضرية NDBI، مؤشر تدهور التربة Lid).

الكلمات المفتاحية: (الدلائل الطيفية، التصحر، الغطاء الأرضي، النظام البيئي، الجفاف).

The Use of Spectral Indicators to Detect Land Cover Changes and Desertification Indicators in al-Garma District - Iraq (2002-2024)

Sarah Hamid Muhammad Hussein Al-Jaberi,

Prof. Ahmed Falih Fayyad Al-Lahibi, Prof. Muthanna Khalil Ibrahim Al-Rawi

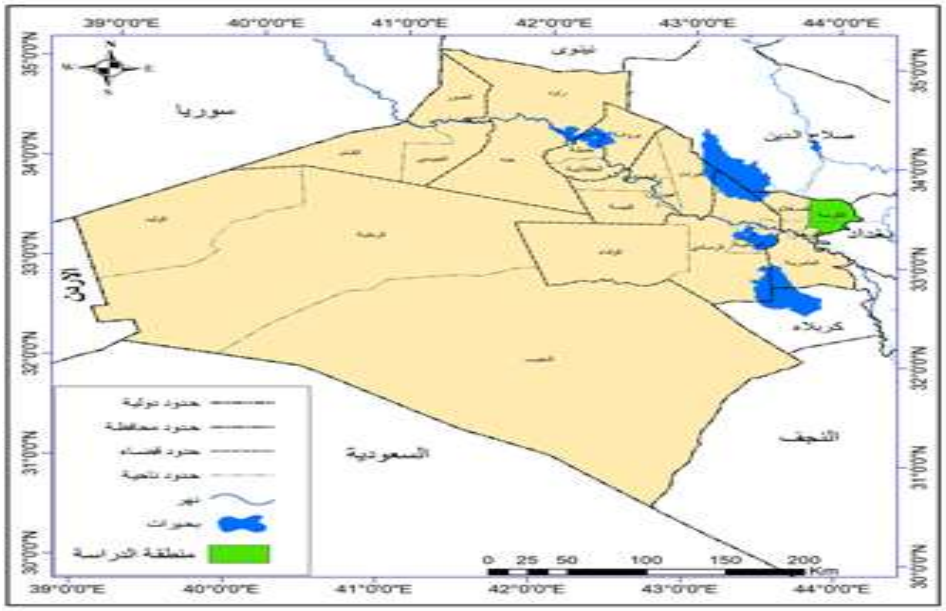
University of Anbar, College of Education for Humanities, Department of Geography

Abstract

The research tackled the spatial analysis of desertification indicators in al-Garma, one of the districts of Anbar provinces in Iraq. Desertification in the study area is one of the prominent environmental problems that led to a decline in agricultural land productivity and a shrinkage of its area, in addition to problems that harmed the environmental reality. This problem was treated through analyzing environmental

elements and data using (GIS & RS) systems and technologies and field study. Some important indicators of the desertification problem and its paths were employed by comparing their development trends between two time periods for the period (2002-2024). These indicators were represented by (NDVI Vegetation Index, NDWI Water

خريطة (1) موقع منطقة الدراسة



المصدر: جمهورية العراق، وزارة الري ، الهيئة العامة للمساحة، خريطة العراق الإدارية، مقياس (1:1000000)،لسنة 2000.

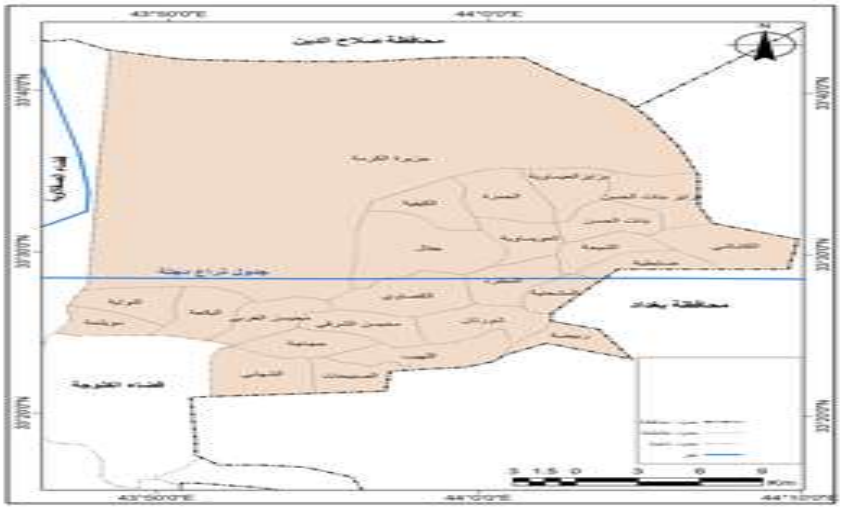
.(Index, VCI Aridity Index, NDBI Urban Block Index, and Lid Soil Degradation Index

Keywords: (Spectral indicators, desertification, land cover, ecosystem, drought)

❖ مقدمة:

تعد مشكلة التصحر من المشكلات المعاصرة التي اثرت في المناطق الجافة وشبه الجافة على وجه الخصوص، لما للنظام البيئي؛ في هذه المناطق من حساسية بيئية عالية. بسبب التذبذب الكبير في معدلات التساقط وأثر التغيرات المناخية التي القت في ظلالها على هذه الأقاليم، مسببة تراجع في إنتاجية الأرض وتغير خصائصها البيئية نحو الصفات الصحراوية. وقد تم في هذا البحث قياس واستنباط مؤشرات ظاهرة التصحر في منطقة الدراسة من خلال الاعتماد على خمس مؤشرات مهمة، تم استنباطها من خلال قنوات ونظم (GIS & RS). وتقع منطقة الدراسة وسط العراق من ضمن اقضية محافظة الانبار في الجهة الشرقية، وتقع مساحتها بين اقليمين تضاريسيتين هما السهل الرسوبي وإقليم الجزيرة، وفلكيا بين دائرتي عرض (`` ٣٠ `٤١ ٣٣° N و`` ٠٠ `١٩ ٣٣° S) وخطي الطول (`` ٠٠ `١٠ ٤٤° E و `` ٠٠ `١٠ ٤٢° W)، ويضم هذا القضاء (٢٥) مقاطعة زراعية الخريطة (٢).

خريطة (2) حدود المقاطعات في قضاء الكرمة



المصدر: جمهورية العراق، وزارة الري، الهيئة العامة للمساحة، خريطة المقاطعات لمحافظة الانبار، مقياس (1:250000)، لسنة 2002.

مشكلة البحث

تكمن مشكلة البحث في إيجاد مؤشرات مناسبة لقياس ظاهرة التصحر في قضاء الكرمة، واختلافها مكانيا من خلال نظم (GIS&RS)، والأسباب التي تقف وراء هذه المشكلة البيئية، وما هي اثارها على النظام البيئي.

فرضية البحث:

تعاني منطقة الدراسة من مشكلة التصحر وتدهور غطائها الأرضي والتي اثرت على إنتاجية الأرض الزراعية وعلى النظام البيئي، ولغرض دراسة هذه المشكلة وبيان مستوياتها واثارها يحاول الباحث إيجاد بعض المؤشرات لسير هذه الظاهرة مكانيا وزمانيا.

منهجية البحث:

تم الاعتماد على المنهج التحليلي والاستنباطي في إيجاد مؤشرات لمستوى هذه المشكلة.

اهداف البحث:

١. يهدف البحث الى تحليل المعطيات الطبيعية والبشرية لمنطقة الدراسة، وبيان دورها في إيجاد مشكلة التصحر.
٢. إيجاد مؤشرات مناسبة لبيان مشكلة التصحر واسبابها واتجاهاتها واثارها على النظام البيئي، من خلال توظيف مجموعة من الدلائل والقرائن المستنبطة من الأدلة الطيفية للمعطيات الفضائية.
٣. بيان التحليل المكاني لمساحات ونسب ومواقع مستويات التصحر في منطقة الدراسة.

المعطيات البيئية الطبيعية لمنطقة الدراسة:

١. **الجيولوجيا:** ترتبط التكوينات الجيولوجية لمنطقة الدراسة بالخصائص الجيولوجية لهضبة الجزيرة في العراق وهي تتكون من تكوين الفتحة الذي يعود الى عصر الميوسين الاوسط وثلاثة تكوينات ارسابية تعود للفترة الحديثة من الزمن الثالث (الخريطة (٢):

- تكوين الفتحة: ينكشف هذا التكون في الأجزاء الوسطى والشمالية من منطقة الدراسة ضمن مقاطعة جزيرة الكرمة، يتألف هذا التكوين من طبقات من الحجر الرملي والحصى والطين والحجر الكلسي وطبقات من الحجر الجبسي.
- رواسب المدرجات النهرية: تنكشف في نطاقين متقابلين على اطراف سهل الكرمة في الأجزاء الشرقية يتمثل الأول جنوبا ضمن رابية الفلوجة، والثاني ضمن ناحية جزيرة الكرمة شمال السهل. ويتكون من خليط من الحصى والجلاميد والرمل والغرين.
- الرواسب الجبسية (الجبكريت): تنكشف هذه الرواسب في الأجزاء الغربية من هضبة جزيرة الكرمة، وهي عبارة عن رواسب جبسية من كبريتات الكالسيوم بسمك يتراوح بين (١- ٣م).
- ترسبات السهل الفيضي: تشغل هذه الرواسب جميع مساحة سهل الكرمة الفيضي، التي تمتد على شكل نطاق عريض جنوب وشرق منطقة الدراسة، وهي تتكون من رواسب طموية ناتج عن الفيضانات المتكررة لنهر الكرمة والفرات.

٢. **التضاريس:** يتكون قضاء الكرمة من وحدتين تضاريسيتين رئيستين، هما هضبة جزيرة الكرمة والتي تتميز بتضاريسها الهضبية وميل سطحها الطفيف نحو الشرق، وسهل الكرمة الفيضي، والذي يمثل جزأ من السهيل الرسوبي لنهر الفرات كونه أحد فروع نهر الفرات قديما والذي يعرف بنهر (عيسى) خلال الفترة العباسية ونهر (الكرمة) حاليا. الخريطة (٣,٤).

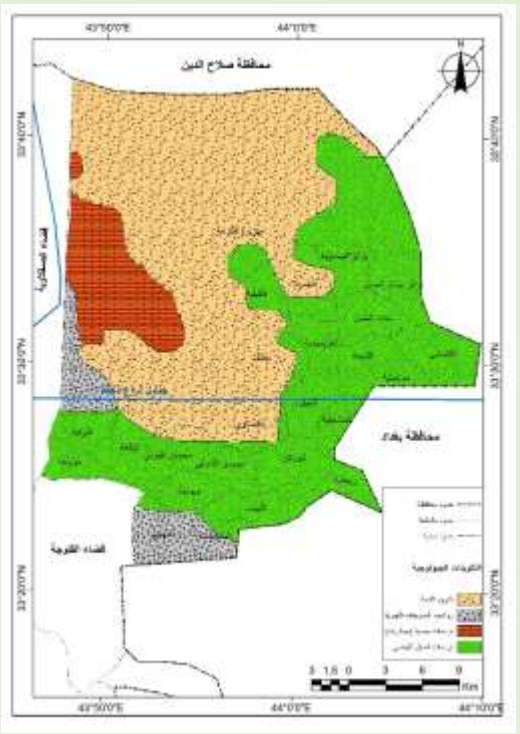
٣. **المناخ:** تقع منطقة الدراسة ضمن نطاق المناخ الجاف الصحراوي، الذي يتميز بارتفاع معدلات درجات الحرارة خلال فصل الصيف (٣١.٣،٣٣.٤،٣٢.٦)م^{o} للأشهر حزيران وتموز وآب على التوالي، وانخفاضها معدلاتها خلال فصل الشتاء الى (٩.٦،١١.٥)م^{o} خلال شهري كانون الثاني

وشباط. كما تمتاز بتذبذب امطارها خلال فصل التساقط (الشتاء) وهي عموما تقع ضمن خط المطر (١٥٠ و١٠٠) ملم (جمهورية العراق، هيئة الانواء الجوية، ٢٠٢٤).[١]

٤. **التربة:** تسود في منطقة الدراسة نوعين من أصناف التربة الخريطة (٥):

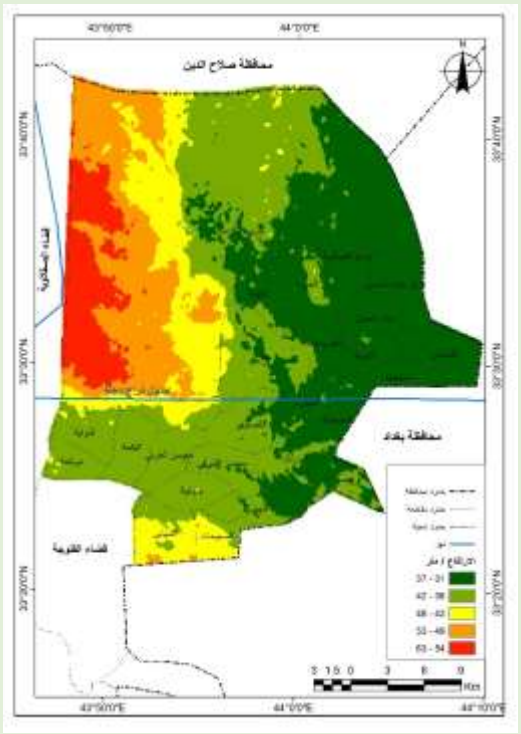
- التربة الحصوية الجبسية: تغطي جميع مساحة سطح جزيرة الكرمة وهي تربة خليط من ذرات الجبس والغرين والحصى الناعم، وتكون فقيرة بالمواد العضوية وغنية بالمواد المعدنية.
- تربة السهل الرسوبي: ترب طموية رسوبية ناتجة عن رواسب فيضانات الأنهر تتميز بكونها ترب عميقة وناضجة تقع نسجتها بين الطينية والمزيجية والغرينية (**FAO,2023**)[٢].

خريطة (٣) التكوينات الجيولوجية



جمهورية العراق، وزارة الصناعة، الهيئة العامة للمسح الجيولوجي، الخريطة الجيولوجية للفلوجة، (١:١٠٠٠٠٠)١٩٩٠.

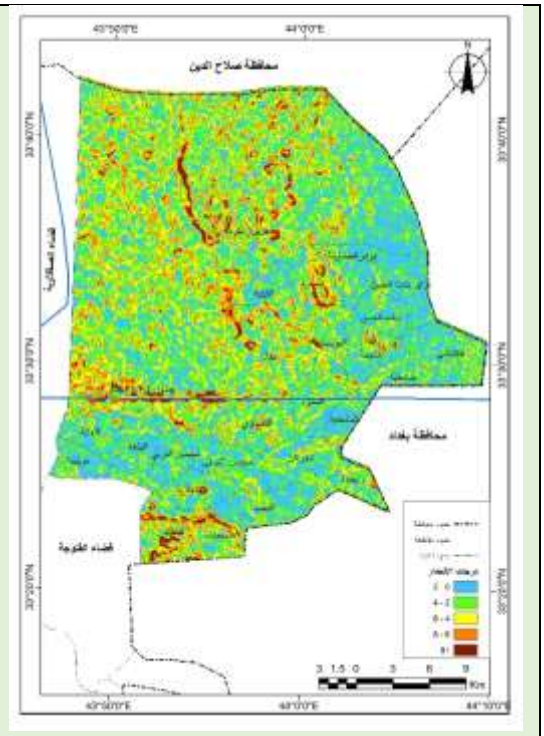
خريطة (٤) مستويات الارتفاع



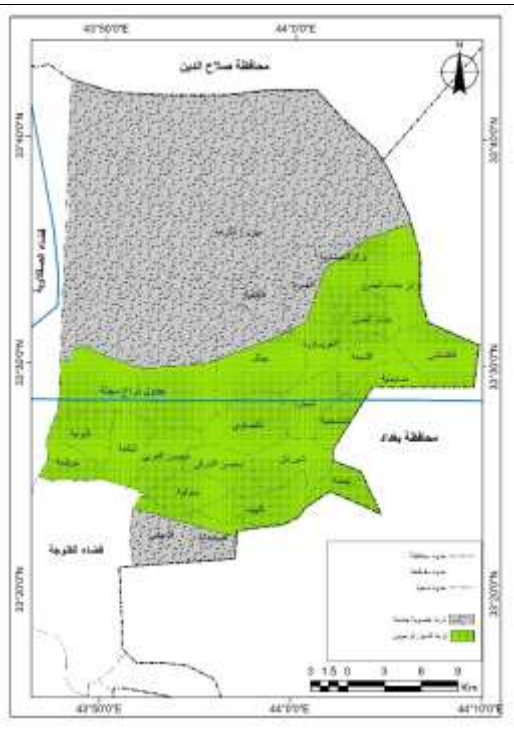
المصدر: نموذج الارتفاع الرقمي (DEM)، باستخدام (GIS)، الدقة التميزية ٣٠ X ٣٠م.

خريطة (٥) المنحدرات

خريطة (٦) التربة



المصدر: نموذج الارتفاع الرقمي (DEM)، باستخدام (GIS)، الدقة التميزية ٣٠ X ٣٠م.



Food and Agriculture Organization of the United Nation, Version (3,6) Completed,2024.

جدول (١) مقاطعات قضاء الكرمة

ت	اسم المقاطعة	المساحة (كم٢)	ت	اسم المقاطعة	المساحة (كم٢)	ت	اسم المقاطعة	المساحة (كم٢)
1	الكشاشي	25	13	محيسن الشرقي	16	9	بزايز العيساوية	16
2	الشيحة	14	14	اللهيب	21	10	الكيفية	17
3	ضابطية	11	15	حجاجة	15	11	الكصاوي	25
4	بنات الحسن	16	16	محيسن الغربي	17	12	شورتان	21
5	المشحنية	9	17	ربيضة	11	21	الحمرة	21
6	المطرد	17	18	البكعة	18	22	جزيرة الكرمة	516
7	العويساوية	14	19	النواية	15	23	جفال	43
8	بزايز بنات الحسن	21	20	مويلحة	11	24	الصبيحات	13
المصدر: الخريطة الإدارية لمحافظة الانبار، وباستخدام برنامجGIS						25	الشهابي	23

طريقة العمل والتقانات:

تتمثل طرقة العمل في توظيف مزايا الانعكاس الطيفي للمرئيات الفضائية للقمر الصناعي (LANDSAT8)، المتحسس (ETM) بدقة تمييزية (٣٠ X ٣٠) م في حساب قيم مستويات الغطاء الأرضي لخمسة دلال طيفية وظفت كمؤشرات للتصحر في منطقة الدراسة، لفترتين زمنيتين على وجه المقارنة وهي كل من عامي (٢٠٠٢، ٢٠٢٤)، وهذه المؤشرات المختارة هي كل من:

١. مؤشر دليل النبات (NDVI).
٢. مؤشر دليل المياه NDWI)).
٣. مؤشر دليل الجفاف (VCL).
٤. مؤشر دليل الكتلة الحضرية (NDBI).
٥. مؤشر تدهور التربة (LDI)

ومن ثم تم تقسيم مؤشرات هذه الدلائل الى مستويات وفق المعطيات الطيفية، ومن ثم بيان نسبها والمتغيرات المكانية والزمانية في منطقة الدراسة.

النتائج والمناقشة:

تم الاعتماد في بناء البحث العلمي على مجموعة من الدلائل والمؤشرات المستنبطة بوسائل الاستشعار عند بعد (RS) وقنوات نظم المعلومات الجغرافية (GIS10.8)، ومن ثم مطابقة النتائج مع نتائج العمل الحقلي لغرض التأكد من دقة وصحة المعلومات، كما يلي:

اولاً: مؤشر دليل النبات (NDVI):

أحد الأساليب المهمة للمعالجة الرقمية للبيانات الفضائية والأكثر استخداما بين الباحثين في دراسة الغطاءات النباتية ومدى تغيرها، على افتراض ان قيمة الدليل ذات تناسب إيجابي لكثافة الغطاء النباتي لمساحة عنصر الصورة (Ahmed A.N ,2009,P9). [٣] وتحسب هذه التغيرات استنادا للعلاقة

بين كميات الانعكاس للأشعة في القناة تحت الحمراء القريبة، والاخرى المنعكسة في القناة الحمراء، لرصد التغيرات الموسمية والسنوية في نمو الغطاء النباتي وتغايره. ويرتبط هذا الدليل بنوع الغطاء الأرضي وقدرته على امتصاص او انعاس الاشعة الحمراء وتحت الحمراء من خلال مادة اليخضور والتي لها القدرة على امتصاص الاشعة الحمراء، اما المناطق العارية وشبه العارية فتقوم بعكس الاشعة تحت الحمراء، ونتيجة لذلك تكون المناطق ذات النبات الكثيف تختلف خصائصها الطبيعية في القسم الأحمر من الطبقة وعن الخصائص التي توجد فيها الاشعة تحت الحمراء القصيرة (جوهر،٢٠٢٣، ص٣). [٤] تتراوح قيم دليل (NDVI) بين (- ١الى +٢)، وتزداد قيمة الرقم الموجب كلما زادة كثافة الغطاء النباتي، وكلما قلت قيمة الرقم الموجب دل ذلك على قلة كثافة ونمو الغطاء النباتي.

وتستخدم المعادلة الاتية لحساب قيمة مؤشر دليل النبات (الخاقاني،٢٠١٤، ص١٥)[٥]:

$$NDVI = \frac{BandNIR - Band\ RED}{Band\ NIR + Band\ RED}$$

- NDVI = معدل التغطية النباتية
- Band INRمعدل الاشعة تحت الحمراء
- Band REDمعدل الاشعة الحمراء

وقد تم مقارنة قيم مؤشرات هذا الدليل لفترتين زمنيتين تمثلت الأولى للعام (٢٠٠٢) والثانية للعام (٢٠٢٤) لبيان مديات التغير في كثافة الغطاء النباتي. ومن خلال الخريطة (٧،٨) والجدول (٢) تبين وجود أربع فئات لقيم دليل النبات وكالتالي:

١. الفئة الأولى (عديمة النبات): وهي اقل فئة بمساحة (٤٢) كم٢ ما نسبته (٤.٢%)، من مجمل مساحة منطقة الدراسة للعام (٢٠٠٢)، وتمثلت في المقاطعات ضمن مشروع ري الصقلاوية ويبدو ان المساحات السكنية والحضرية تمثل نسبة كبيرة منها، وهذا مؤشر على الحالة الجيدة للغطاء النباتي دون حالة التدهور الى مستويات التصحر لهذه الفترة. اما في العام (٢٠٢٤) فقد

ازدادت مساحة هذه الفئة بشكل كبير لتبلغ (688) كم٢ ، أي ما نسبته (٦٨.٢%)، وقد مثلت حالة معاكسة اذ تقع معظم مساحات هذه الفئة ضمن مقاطعة الجزرة الكرمة والتي تمثل حالة الغطاء النباتي الطبيعي كونها مناطق برية، وهذا مؤشر واضح على تراجع حالة الغطاء النباتي، بسبب الجفاف الناجم عن التغيرات المناخية. مما يشير الى تفاقم مشكلة التصحر في منطقة الدراسة.

٢. الفئة الثانية (قليلة النبات): وقد شغلت مساحة (167) كم٢ بنسبة (١٦.٦%) من مساحة منطقة الدراسة لسنة (٢٠٠٢)، وقد تركزت هذه الفئة في الأجزاء الجنوبية والشرقية من منطقة الدراسة، أي المقاطعات التي تقع ضمن مشروع الري والقرى الريفية. اما في العام (٢٠٢٤)، فقد شغلت هذه الفئة مساحة بلغت (194) كم٢ بنسبة بلغت (١٩.٢%) بزيادة واضحة، ولم تتغير موقعها الجغرافية، كما في الفئة الاولى.

٣. الفئة الثالثة (متوسطة النبات): شغلت مساحة هذه الفئة للعام (٢٠٠٢) (278) كم٢ بنسبة (27.6%). اما في العام (٢٠٢٤) فقد بلغت (92)كم٢ بنسبة (٩.١%)، بتراجع واضح للغطاء النباتي مقارنة بكثافته في العام (٢٠٠٢)، وتموقعت هذه الفئة في ضمن المقاطعات التي تقع في مشروع الري ضمن سهل الكرمة، مع امتدادات بسيطة على أطراف هضبة جزيرة الكرمة في الأجزاء الجنوبية والشرقية، مما يشير الى تفاقم حالة التدهور.

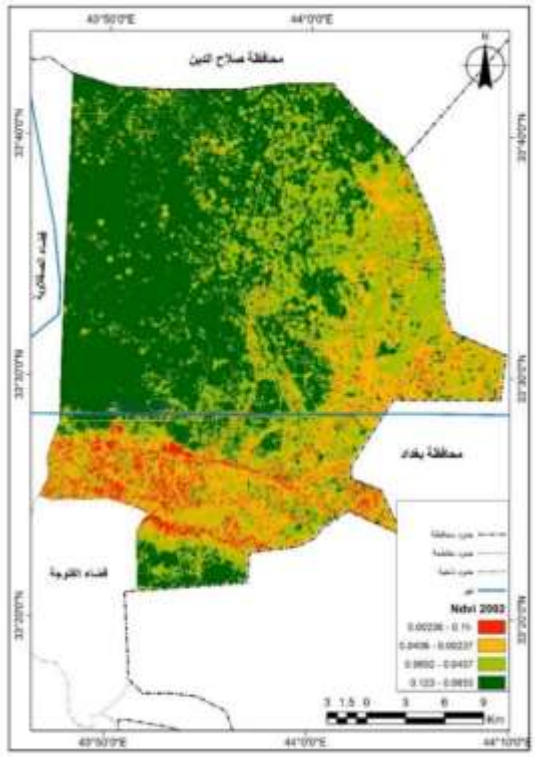
٤. الفئة الرابعة (كثيفة النبات): وقد شغلت هذه الفئة مساحة كبيرة من منطقة الدراسة بلغت (522) كم٢ بنسبة (51.7%)، للعام (٢٠٠٢)،ومعظم هذه المساحة تقع في مقاطعة جزيرة الكرمة الهضبية، وتشير هذه النسبة الى الحالة الجيدة للغطاء النباتي للفترة المذكورة وعدم تأثر منطقة الدراسة بحالة التصحر، الا ان مساحة هذه الفئة بدأت بالتراجع في العام (٢٠٢٤)، متأثرة بزيادة وتيرة الجفاف مما انعكس سلبا على كثافة الغطاء النباتي، اذ تراجعت هذه المساحة لهذه الفئة، الى (٣٥) كم ما نسبته (٣.٥%) من مجمل مساحة الغطاءات النباتية، لنفس المقاطعة.

وبناءً على نتائج مؤشر دليل النبات نلاحظ تدهور حالة الغطاء النباتي، بين الفترتين المختارتين للدراسة، والتي يمكن ارجاعها الى جملة من الاسباب كان الأبرز بينها مشكلة الجفاف؛ بسبب التغيرات المناخية، أضف الى مشاكل تتعلق بملوحة التربة وتوسع الاستعمال السكني على حساب الأراضي الزراعية، وانخفاض مستوى المياه الجوفية وقلة الحصص المائية للمناطق التي تروى بواسطة مشروع ري الصقلاوية؛ بسبب انخفاض إيرادات نهر الفرات، فضلا عن مشاكل تتعلق بعزوف المزارعين والهجرة بسبب الاحداث العسكرية والامنية ويعد هذا مؤشرا واضحا على تفاقم مشكلة التصحر في منطقة الدراسة.

ثانياً: مؤشر دليل المياه (NDWI):

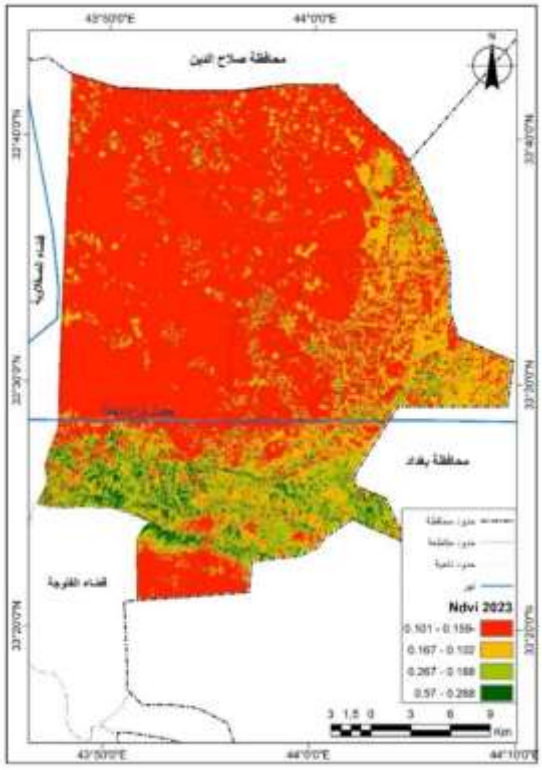
يمثل هذا المؤشر دليل الفارق المعياري للمياه، استخدم لأول مره في العام (١٩٩٦)، من قبل (McPheters)، للتحري عن المياه السطحية، ومعرفة وضع رطوبة التربة والمسطحات المائية وبيئتها ومراقبتها(الحمداني،٢٠٢٠،ص١٠٤).[٦] "وتمتص المساحات المائية الضوء في الطيف الكهرومغناطيسي، المرئي للأشعة تحت الحمراء، ويستخدم هذا الدليل

خريطة (٧) مؤشر دليل النبات NDVI، لسنة2002



المصدر: بيانات القمر الصناعي (Landsat)، مرئية فضائية للعام ٢٠٠٢، (٣٠*٣٠) باستخدام Arc GIS 10.8

خريطة (٨) مؤشر دليل النبات NDVI، لسنة 2024



المصدر: بيانات القمر الصناعي (Landsat)، مرئية فضائية للعام ٢٠٢٤، (٣٠*٣٠) باستخدام Arc GIS 10.8

جدول (٢) مساحة ونسب مؤشر دليل النبات (NDVI)

٢٠٠٢				٢٠٢٣		
الصنف	المساحة/كم٢	النسبة %		الصنف	المساحة/كم٢	النسبة %
عديمة النبات	42	4.2		عديمة النبات	688	68.2
قليلة النبات	167	16.6		قليلة النبات	194	19.2
متوسطة النبات	278	27.6		متوسطة النبات	92	9.1
كثيفة النبات	522	51.7		كثيفة النبات	35	3.5
المجموع	1009	100.0		لمجموع	1009	100.0

المصدر: الخريطة (٨،٧)، باستخدام برنامج Arc GIS 10.8.

النطاق الأخضر والاشعة تحت الحمراء القريبة لتسليط الضوء على المسطحات المائية ويمكن حسابة من خلال المعادلة" (Francisco,2022,p8):[٧]

$$NDWI = \frac{(Green-Nir)}{Green+Nir}$$

اذ ان: (Green-Nir) = الاشعة الخضراء.

(Nir) = الاشعة الحمراء القريبة.

من خلال الخريطتان (٨،٧) والجدول (٣) تم تقسيم منطقة نتائج هذا المؤشر الى أربع فئات وكما يلي:

١. الفئة الأولى (أراضي جافة): بلغت مساحة هذه الفئة في العام (٢٠٠٢) (٤٣٠) كم٢ بنسبة (٤٢.٦%) وقد مثلت موقعيا الأجزاء الوسطى والغربية من مقاطعة جزيرة الكرمة ذات الطبيعية الهضبية، اما في العام (٢٠٢٤)، فقد بلغت مساحتها (152) كم٢ بنسبة (١٥.١%)، مسجلة تراجعا واضحا وتغيرا موقعيا اذ تمثلت في مقاطعات القرى في مساحة مشروع الري في الكرمة؛ والسبب يعود الى حالة الجفاف الزراعي بسبب قلة إيرادات نهر الفرات والتي انعكست على مشاريع الري ومن ضمنها مشروع ري الصقلاوية والذي يروي كل سهل الكرمة والمقاطعات التي تقع ضمنه. وهذه الحالة من افرازات مشكلة التغير المناخي وتكريس حالة الجفاف في هذا الإقليم من العراق.
٢. الفئة الثانية (قليلة المياه): وقد بلغت مساحتها لسنة (٢٠٠٢) (٣١٤) كم٢، بنسبة (٣٢.١%) من مجمل المساحة، وقد تمثلت مساحتها في مقاطعات مشروع الري وقراه. اما في سنة (٢٠٢٤) فقد بلغت مساحة الفئة (١٥٢) كم٢، بنسبة (١٥.١%) مسجلة انخفاضا ملحوظا خلال الفترة المذكورة، مع تغير موقعي لمساحة هذه الفئة اذ تشغل لهذه السنة مساحات من جزير الكرمة.

٣. الفئة الثالثة (متوسطة المياه): شغلت هذه الفئة مساحة بلغت (٢٠٣) كم٢ بنسبة (٢٠.١%) في لسنة (٢٠٠٢)، لترتفع في العام (٢٠٢٤) الى (٥٠٥) كم٢ بنسبة (٥٠%) من مساحة منطقة الدراسة. ويعود السبب الى ارتفاع نسبة هذه الفئة واتساع مساحتها الى زيادة انتشار منظومات الرش في هضبة جزيرة الكرمة بشكل كبير، واحواض تربية الأسماك والكثير من مستنقعات المقالع.

٤. الفئة الرابعة (كثيفة المياه): تمثل هذه الفئة المناطق الكثيفة المياه أضف الى الناطق المتغدقة والمستنقعات والمسطحات المائية. اذ بلغت مساحتها في العام (٢٠٠٢) (٦٢) كم٢ بنسبة (٦.١%) وهي نسبة قليلة، لتزداد في العام (٢٠٢٤) الى (٣٠٤) كم٢ بنسبة (٣٠.١%) من مجمل المساحة، وذلك للسبب ذاته أعلاه. وهو الانتشار الواسع للاستخدام المرشاة في هضبة جزيرة الكرمة واحواض تربية الأسماك ومستنقعات المقالع وحالات التغدق ونمو نباتات المستنقعات فيها كالقصب والبردي والذي يعد أحد صور التصحر.

جدول (٣) مساحة ونسب مؤشر دليل المياه (NDWI)

٢٠٠٢				٢٠٢٤		
الصنف	المساحة/كم٢	النسبة%		الصنف	المساحة/كم٢	النسبة%
أراضي جافة	430	42.6		أراضي جافة	48	4.8
قليلة المياه	314	31.1		قليلة المياه	152	15.1
متوسطة المياه	203	20.1		متوسطة المياه	505	50.0
كثيفة المياه	62	6.1		كثيفة المياه	304	30.1
المجموع	430	42.6		المجموع	1009	100.0

المصدر: الخريطة (٩)، باستخدام برنامج Arc GIS 10.8.

ثالثاً: مؤشر دليل الجفاف (VCL):

يركز هذا الدليل على الحالات القصوى لتأثر النبات بحالات الجفاف من خلال مقارنة رصد حالات التدهور ومقارنتها بالقيم التاريخية، وهو الاخر مرتبط بدليل الاختلاف للغطاء النباتي الطبيعي (NDVI). ويستخدم هذا الدليل النطاقات الحرارية لقياس الاشعاع المتطور (AvHRR) العالي

الاستبانة. وتستخدم المعادلة الاتية للاستنباط قيمة هذا المؤشر (A Comparative study of water,2020.p115):[٨]

$$VCI= (NDVI-NDVI\ min)\ /NDVI+NDVI\ max\ *100$$

اذ ان:

VCL = دليل الحالة النباتية

NDVI= دليل الاختلاف الخضري الفعال.

NDVI Max= القيمة العليا لدليل الاختلاف الخضري.

NDVI Min= القيمة الدنيا لدليل الاختلاف الحضري.

واستنادا لمعطيات الخرائط (١١،١٢)) والجدول (٤): تم تقسيم قيم هذا المؤشر الى أربع فئات وكما يلي:

١. الفئة الأولى (آراضي رطبة): شغلت هذه الفئة مساحة بسيطة من منطقة الدراسة بلغت في العام (٢٠٠٢) (٢٣) كم٢ بنسبة (٢.٣%)، لتنخفض بشكل حاد في العام (٢٠٢٤) الى (٣) كم٢ بنسبة (٠.٣%)، تقع هذه المناطق محاذية لفرعي مشروع ري الصقلاوية (علي سليمان، التميمي).
٢. الفئة الثانية (قليلة الجفاف): بلغت مساحة هذه الفئة في العام (٢٠٠٢) (88) كم٢ بنسبة (٨.٧%) اما في العام (٢٠٢٤) فقد بلغت (694)كم٢ بنسبة (٦٨.٨%) مسجلة زيادة كبيرة تعود الى انتشار مزارع المرشاة المحورية في هضبة جزيرة الكرمة وزيادة مساحات نباتات المستنقعات (القصب، والاثل، والطرفة ،الحمض)لاسيما ضمن مساحات مشروع ري الصقلاوية؛ بسبب حالة التغدق وزيادة نمو النباتات المحبة للملوحة، نتيجة الهجرة القسرية لسكان منطقة الدراسة بسبب

العمليات الإرهابية والعسكرية بعد سيطرة تنظيم (داعش) على قضاء الكرمة مما أتاح للاتساع نمو هذه النباتات، والتي تعد احدى صور التصحر.

٣. الفئة الثالثة (متوسطة الجفاف): بلغت مساحة هذه الفئة (٢٥٥) كم٢ بنسبة (٢٥.٣%) في العام (٢٠٠٢)، لتنخفض قليلاً في العام (٢٠٢٤) بمساحة (220) كم٢ بنسبة (٢١.٨%)، تقع مساحات هذه الفئة في الجهة الشرقية والشمالية

الشرقية، والتي تمثل المناطق ضمن هوامش جزيرة الكرمة المحاذية للسهل الرسوبي والتي تعتمد في ريها على الابار المفتوحة.

٤. الفئة الرابعة (جفاف حاد): شغلت مساحة هذه الفئة (٦٤٣) كم٢ بنسبة (٦٣.٧%) في العام (٢٠٠٢)، لتخفض بشكل كبير في العام (٢٠٢٤) الى (٩٢) كم٢ بنسبة (٩.١%)، اذ شغلت هذه الفئة في العام (٢٠٠٢) منطقتين هضبية (جزيرة الكرمة، رابية الفلوجة)، اما في العام (٢٠٢٤) فقد تركزت في مساحة مشروع ري الصقلاوية، والذي يشهد تدهورا في حالة النبات بسبب زيادة مساحات الكتلة الحضرية وحالة الجفاف بسبب انخفاض إيرادات المياه فيه، والهجرة لسكان الريف مما أدى الى تصحر مساحات كبيرة منه بعد ان كان يمثل الحالة الصحية للغطاء النباتي.

جدول (٤) مساحة ونسب مؤشر الجفاف (VCL)

٢٠٠٢				٢٠٢٤		
الصنف	المساحة/كم٢	النسبة		الصنف	المساحة/كم٢	النسبة
أراضي رطبة	23	2.3		أراضي رطبة	3	0.3
قليلة الجفاف	88	8.7		قليلة الجفاف	694	68.8
متوسطة الجفاف	255	25.3		متوسطة الجفاف	220	21.8
جفاف حاد	643	63.7		جفاف حاد	92	9.1
المجموع	1009	100.0		المجموع	1009	100.0

المصدر: الخريطة (١١)، باستخدام برنامج Arc GIS 10.8

رابعاً: مؤشر دليل الكتلة الحضرية NDBI:

يستخدم هذا الدليل للتميز بين المناطق المبنية وتلك الجرداء، ويعد من المؤشرات المهمة التي تبين حجم التوسع على حساب الأراضي المزروعة او النباتات الطبيعية. وتستنبط مساحة الكتلة الحضرية باستخدام المعادلة الاتية (Twente,2017,P32): [٩]

في المتحسسات (ETM-TM)

NDBI= Band 5-Band4/Band5 + Band4

- NDBI = دليل الكتلة الحضرية
- Band4 = س
- Band5= س

يتبين من خلال معطيات الخرائط (١٣، ١٤)، والجدول (٥) إمكانية تقسيم مؤشر دليل الكتلة الحضرية الى أربع فئات:

١. الفئة الأولى (قليلة الكثافة جداً): شغلت هذه الفئة مساحة كبيرة في منطقة الدراسة بلغت (٦٧٠) كم٢ بنسبة (٦٦.٤%) من المساحة الاجمالية، وقد تمثلت موقعيا منطقة سطح هضبة جزيرة الكرمة ورابية الفلوجة، مع مناطق محدودة ضمن منطقة مقاطعات مشروع الري. اما في العام (٢٠٢٤) فقد انخفضت بشكل كبير لتشغل مساحة بلغت (٣٥) كم٢ بنسبة (٣.٥%)، تشغل أجزاء من مساحات مقاطعات وقرى مشروع الري؛ ويرجع ذلك الى توسع المساحات المبنية لا سيما في المناطق الريفية على حساب الأراضي الزراعية بعد تفتت الملكية الزراعية الى مساحات صغيرة، في مناطق القرى والأرياف.

٢. الفئة الثانية (قليلة الكثافة): بلغت مساحة هذه الفئة (١٩٤) كم٢ بنسبة (١٩.٢%)، في العام (٢٠٠٢)، لتشغل الأجزاء الجنوبية والشرقية للقضاء ضمن قرى مشروع الري. لتنخفض في

العام (٢٠٢٤) الى (١٠٢) كم٢ ما نسبته (١٠.١%) ولم تسجل تغيرا في مواقعها عن العام (٢٠٠٢)؛ وهو ما يشير للسبب ذاته أعلاه.

٣. الفئة الثالثة (متوسطة الكثافة): بلغت مساحة هذه الفئة للعام (٢٠٠٢) (٩٢) كم بنسبة (٩.١%)، لترتفع في العام (٢٠٢٤) الى (١٨١) كم٢ بنسبة (١٧.٩%) مما يشير الى توسع مساحة هذه الفئة لاسيما في المناطق الريفية ضمن مشروع ري الصقلاوية في ناحية مركز الكرمة، والمناطق الريفية في ناحية الخيرات من جزيرة الكرمة.

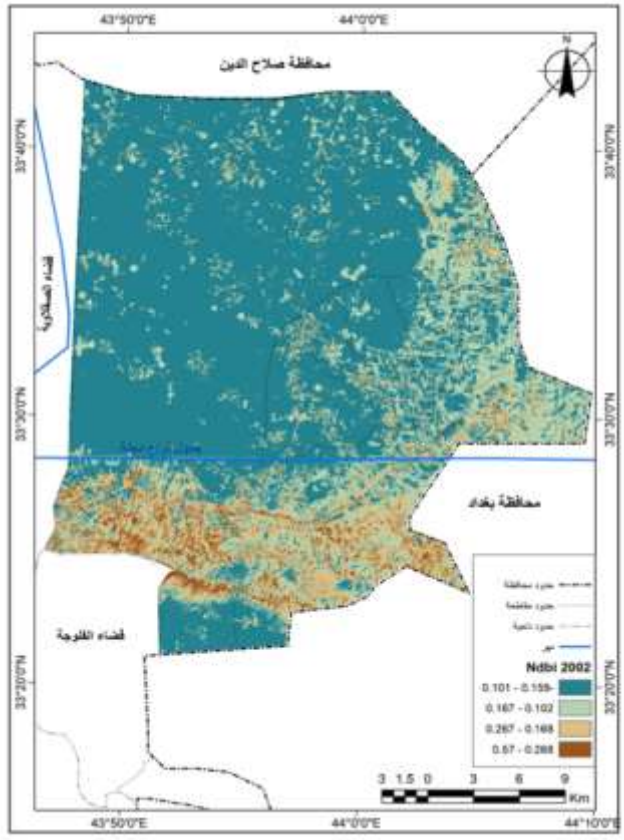
٤. الفئة الرابعة (عالية الكثافة): شغلت هذه الفئة في العام (٢٠٠٢) مساحة (٥٣) كم٢ بنسبة (٥.٣%) مشكلة نسبة بسيطة من منطقة الدراسة، متركزةً في المقاطعات القرى لمشروع الري ضمن سهل الكرمة؛ بسبب تركز السكان في هذا الإقليم لا سيما الريفي، لترتفع في العام (٢٠٢٤) الى (٦٩١) كم٢ بنسبة (٦٨.٥%) وهو ما يشير الى حالة توسع في الكتلة الحضرية على مستوى الوحدات الحضرية والريفية على حد سواء نتيجة لنمو السكاني المتزايد؛ وهذا كله على حساب الأراضي الزراعية والمراعي محولا إياها الى حالة من التصحر للسبب ذاته.

رابعا: مؤشر دليل تدهور التربة LDI:

أحد المؤشرات المهمة في دراسة التصحر من خلال تقييم حالة تدهور التربة والتي تعد أحد اهم عوامل ومقومات إنتاجية الأرض. بسبب عوامل الجفاف والتغيرات المناخية في المناطق الجافة وشبه الجافة، والتي تؤدي بالنهاية الى انخفاض إنتاجية الأرض. ومن صور هذا التدهور انخفاض كثافة الغطاء النباتي وانجراف التربة بواسطة المياه او الرياح.

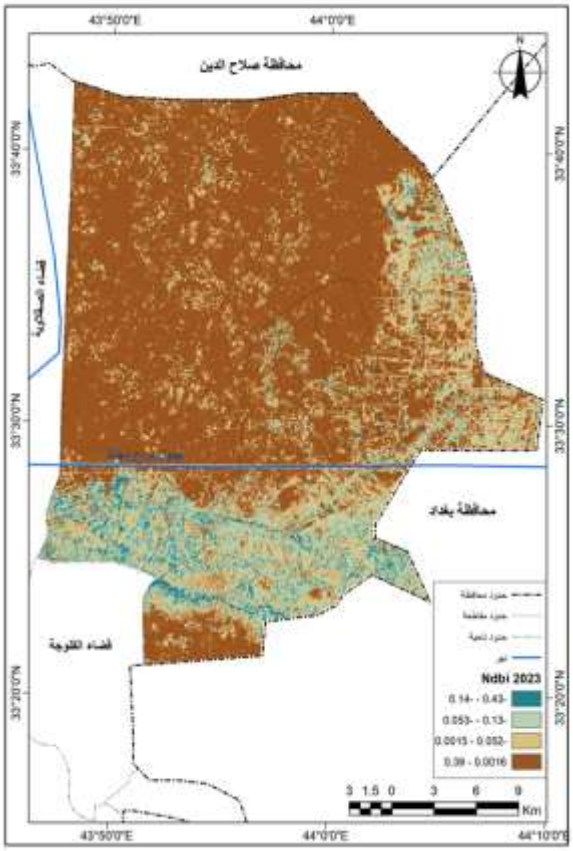
ويمن استنباط قيمة هذا الدليل باستخدام المعادلة الاتية:[١٠]

خريطة (١٣) نسب مؤشر دليل الكتلة الحضرية NDBI، لسنة ٢٠٠٢



المصدر: بيانات القمر الصناعي (Landsat)، مرئية فضائية للعام ٢٠٠٢، (٣٠*٣٠) باستخدام Arc GIS 10.8

خريطة (١٤) نسب مؤشر دليل الكتلة الحضرية NDBI، لسنة ٢٠٢٤



المصدر: بيانات القمر الصناعي (Landsat)، مرئية فضائية للعام٢٠٢٤، (٣٠*٣٠) باستخدام Arc GIS 10.8

جدول (٥) مساحة ونسب مؤشر دليل الكتلة الحضرية (NDBI)

٢٠٠٢			٢٠٢٤		
الصنف	المساحة/كم٢	النسبة	الصنف	المساحة/كم٢	النسبة
قليلة الكثافة جدا	670	66.4	قليلة الكثافة جدا	35	3.5
قليلة الكثافة	194	19.2	قليلة الكثافة	102	10.1
متوسطة الكثافة	92	9.1	متوسطة الكثافة	181	17.9
عالية الكثافة	53	5.3	عالية الكثافة	691	68.5
المجموع	1009	100.0	المجموع	1009	100.0

المصدر: الخريطة (١٢، باستخدام برنامج Arc GIS 10.8

LDI 5.1= (c255- (Green+Red) / (c255+Green+Red

(LDI8= (c65535- (Green+Red) / (65535+ (Green+Red

اذ أن:

LDI = دليل تدهور التربة

Green = النظام الخضري

٧٥٥٣٥ = قيمة ثابتة

255= قيمة ثابتة

واستنادا لنتائج الخريطتين (١٥،١٦) والجدول (٦): تم تقسيم قيم هذا المؤشر الى أربع فئات وكما يلي:

١. الفئة الأولى (غير متدهورة): شغلت هذه الفئة مساحة (٣٨٦) كم٢ بنسبة (٣٨.٣%) من منطقة الدراسة، في العام (٢٠٠٢)، وتمثل الغطاء الأرضي بحالته الطبيعية، الا ان هذه الفئة تراجعت في العام (٢٠٢٤) الى (١٤٤) كم٢ بنسبة (١٤.٣%)، نتيجة تراجع انتاجية الأرض

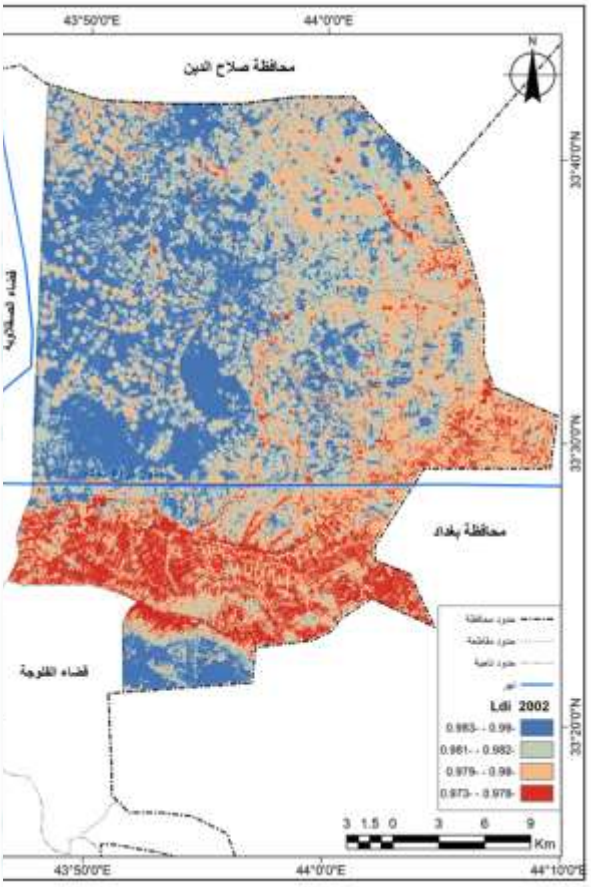
لأسباب عدة كان على رأسها مشكلة الجفاف بسبب التغيرات المناخية ومشكلة تنامي ملوحة التربة.

٢. الفئة الثانية (قليلة التدهور): تمثل هذه الفئة مساحة بلغت (٣١٣) كم٢ من مساحة منطقة الدراسة بنسبة (٣٠%)، في العام (٢٠٠٢)، وقد انخفضت قليلاً في العام (٢٠٢٤) بمساحة بلغت (٢٦٢) كم٢ بنسبة (٢٦%) من مجمل مساحة منطقة الدراسة.

٣. الفئة الثالثة (متوسطة التدهور): تشغل هذه الفئة مساحة بلغت (٢١١) كم٢ بنسبة (٢٠%) من منطقة الدراسة في العام (٢٠٠٢)، لتزداد مساحتها في العام (٢٠٢٤) الى (٣٥٨) كم٢ بنسبة (٣٥%)، لتؤكد مسار التدهور للتربة في منطقة الدراسة. وقد شغلت المناطق الريفية التي تقع ضمن سهل الكرمة ضمن مشروع ري الصقلاوية، وتعد مشكلة التملح والتغدق للتربة أحد أسبابه الرئيسية.

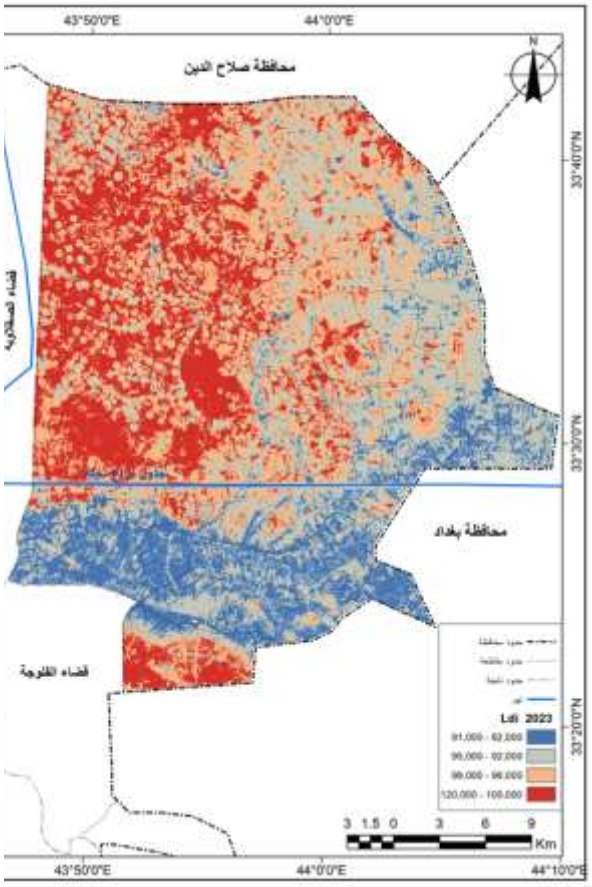
٤. الفئة الرابعة (عالية التدهور): شغلت هذه الفئة في العام (٢٠٠٢) مساحة صغيرة بلغت (٩٩) كم٢، بنسبة (٩.٨%)، لتزداد في العام (٢٠٢٤) الى (٢٤٥) بنسبة (٢٤.٣%)، وتقع هذه مساحة هذه الفئة في هضبة جزيرة الكرمة، والأسباب الأساسية في ذلك هو حالة الجفاف بسبب التغيرات المناخية والتي أدت الى تدهور حالة التربة بصورها المختلفة (انجراف التربة، التذرية، التملح) واختفاء الغطاء النباتي.

خريطة (١٥) نسب مؤشر تدهور التربة Ldi، لسنة ٢٠٠٢



المصدر: بيانات القمر الصناعي (Landsat)، مرئية فضائية للعام ٢٠٠٢، (٣٠*٣٠) باستخدام، Arc GIS 10.8

خريطة (١٦) نسب مؤشر تدهور التربة Ldi، لسنة ٢٠٢٤



المصدر: بيانات القمر الصناعي (Landsat)، مرئية فضائية للعام ٢٠٢٤، (٣٠*٣٠) باستخدام Arc GIS 10.8

جدول (٦) مساحة ونسب مؤشر تدهور التربة (LDI)

الصنف	المساحة/كم٢	النسبة		الصنف	المساحة/كم٢	النسبة
غير متدهورة	386	38.3		غير متدهورة	144	14.3
قليلة التدهور	313	31.0		قليلة التدهور	262	26.0
متوسطة التدهور	211	20.9		متوسطة التدهور	358	35.5
عالية التدهور	99	9.8		عالية التدهور	245	24.3
المجموع	1009	100.0		المجموع	1009	100.0

المصدر: الخريطة (١٥)، باستخدام برنامج Arc GIS 10.8

الاستنتاجات:

١. بناءً على نتائج مؤشر دليل النبات(NDVI) نلاحظ تدهور حالة الغطاء النباتي، بين الفترتين المختارتين للدراسة(٢٠٠٢) و (٢٠٢٤)، والتي يمكن ارجاعها الى جملة من الاسباب كان الأبرز بينها مشكلة الجفاف؛ بسبب التغيرات المناخية، أضف الى مشاكل تتعلق بملوحة التربة وتوسع الاستعمال السكني على حساب الأراضي الزراعية والمراعي، وقلة الحصص المائية للمناطق التي تروى بواسطة مشروع ري الصقلاوية بسبب انخفاض إيرادات نهر الفرات، فضلا عن مشاكل تتعلق بعزوف المزارعين والهجرة بسبب الاحداث العسكرية والامنية ويعد هذا مؤشرا واضحا على تفاقم مشكلة التصحر في منطقة الدراسة.

٢. اشارت معطيات دليل المياه (NDWI) الى تباين مكاني في مستوياته مسجلة تراجعا واضحا وتغيرا موقعيا بين الفترتين (٢٠٠٢ و٢٠٢٤) اذ تمثلت المستويات المنخفضة للفترة (٢٠٢٤) في مقاطعات القرى في مساحة مشروع الري في الكرمة، والسبب يعود الى حالة الجفاف الزراعي بسبب قلة إيرادات نهر الفرات والتي انعكست على مشاريع الري ومن ضمنها مشروع ري الصقلاوية والذي يروي كل سهل الكرمة والمقاطعات التي تقع ضمنه. وهذه الحالة من افرازات مشكلة التغير المناخي وتكريس حالة الجفاف في هذا الإقليم من العراق، اما منطقة جزيرة الكرمة فقد سجلت مساحة ونسبة عالية لفئة كثيفة المياه للعام (٢٠٢٤) عنه للعام (٢٠٠٢) والسبب يعود الى الانتشار الواسع للمرشاة ومستنقعات المقالع للاستخراج الحصى. وحالة التغدق في بعض أجزاء مشروع ري الصقلاوية.

٣. إشارة نتائج دليل الكتلة الحضرية (NDBI) الى توسع كبير في مساحاتها لترتفع في العام (٢٠٢٤) الى (٦٩١) كم٢ بنسبة (٦٨.٥%)،بعد ان كانت تشغل في العام (٢٠٠٢) (٥٣) كم٢ بنسبة (٥.٣%) على مستوى الوحدات الحضرية والريفية على حد سواء نتيجة لنمو السكاني المتزايد؛ وهذا كله على حساب الأراضي الزراعية والمراعي محولا إياها الى حالة من التصحر للسبب ذاته.

٤. اشارت مؤشرات مؤشر دليل الجفاف (VCL)، الى تباين كمي وموقعي في مستويات المؤشر في الفترتين (٢٠٠٢ و٢٠٢٤) ويعود ذلك بشكل رئيسي الى حالة الجفاف العامة وحالة الجفاف الزراعي الخاصة مساحة مقاطعات مشروع ري الصقلاوية الذي يروي مقاطعات سهل الكرمة؛ بسبب انخفاض ايراداته المائية، كذلك حالة التوسع العمراني. والتوجهات نحو استثمار المناطق الهضبية بالاعتماد على المياه الجوفية باستخدام الري بالرش. أدى الى تراجع الغطاء النباتي في سهل الكرمة وتحسنه في جزيرة الكرمة.

٥. مؤشر دليل تدهور التربة (LDI)، الى اتجاه حالة تدهور للتربة في جميع مقاطعات منطقة الدراسة، بسبب تنامي مشكلة ملوحة التربة في عموم منطقة الدراسة والتي تعد أحد اهم الأسباب لمشكلة التصحر في منطقة الدراسة، ولها أسباب كثيرة منها تتعلق بنسجه التربة وتركز الاملاح في مياه الري وأخرى تتعلق بطرق الري القديمة (الإغراق) ونوع قنوات الري الغير مبطنة وارتفاع مناسيب المياه الجوفية والرشح، كل ذلك أدى الى تفاقم هذه المشكلة خصوصا في مساحات مشروع الري في مقاطعات سهل الكرمة، وبالتالي تصحر مساحات مهمة.

---

[١] جمهورية العراق وزارة النقل والمواصلات، الهيئة العامة للأنواء الجوية والرصد الزلزالي، قسم المناخ، بيانات محطة الفلوجة، (بيانات غير منشورة)، بغداد، ٢٠٢٤.

[٢] Food and Agriculture Organization of the United Nation, Version (3,6) Completed,2024.

[٣] Ahmed A.N,(2009) Estimation of the n0rmalized, NDVI Variation for selected Regions 1990 – 2001, journal of university of Anbar for pure, vol.3no.p9

[٤] علي جوهر،(٢٠٢١) ، مراقبة التغيرات في النظام الغذائي باستخدام دليل الاختلاف النباتي لقياس (NDVI) لمنطقة حوض نهر الابرش في محافظة طرطوس في سوريا، المجلة السورية للبحوث الزراعية؟،ص٣.

[٥] ابتهال تقي حسن الخاقاني،(٢٠١٤) ،استخدام الأدلة (NDVI، NDBI، NDWI) لكشف التغيرات لغطاء الأرض لمناطق مختارة من محافظة النجف للحقبة بين (٢٠٠٢ و٢٠٠٦)، باستخدام الاستشعار عن بعد، مجلة الكوفة للفيزياء، المجلد٦، العدد٢،ص١٥.

[٦] مهند رياض سلمان الحمداني،(٢٠٢٠)،استخدام تقنيات الاستشعار عن بعد في تصنيف الغطاء الأرضي واستخدام الأراضي في قضاء الكوفة، كلية الآداب، جامعة ذي قار، رسالة ماجستير غير منشورة، ص١٠٤.

[٧] Francisco deveiner topaz Andréa and Juan Antonioni,(2022), monitoring system for the management of the common Agricultural policy using, - p8.

[٨] A Comparative study of water indices and image classification Algorithms for mapping inland surface water Bodies using Landsat imagery, 2020, p115

[٩] Twente -Hengelas estrus 99. Enscheda 1514AE The Neath lands 2017-es, faculty of Gas Information science and Earth observation (ITC).

[١٠] احمد طلال،(٢٠٢٠) تدهور التربة في قضاء الخالص، رسالة ماجستير غير منشورة، جامعة ديالى، كلية التربية للعلوم الإنسانية، ص٩٠

References

1- Satellite data (landsat8), USGS, for the years (2002, 2024), sensors (ETM7, OLI8), with a resolution of (30, 10) P.M.

2- Republic of Iraq (2024). Ministry of Transport and Communications, General Organization of Meteorology and Seismic Monitoring, Climate Department, Fallujah Station Data (Unpublished Data), Baghdad.

3-Republic of Iraq (2000). Ministry of Irrigation, Administrative Map of Anbar Province, Scale(1:1000000).

4- Jawhar, Ali (2021). Monitoring Changes in Diet Using the Normalized Difference Vegetation Index (NDVI) for the Abrash River Basin area in Tartous Province in Syria. Syrian Journal of Agricultural Research.

.5- Al-Khagani, Ibtihal Taqi Hassan. (2014), The Use of Indices (NDVI, NDBI, NDWI) to Detect Changes in Land Cover for Selected Areas of Najaf Province (2002 and 2006), Using Remote Sensing, Kufa Journal of Physics, vol. 6, no. 2, p. 15

6- Al-Hamdani, Muhannad Riyadh Salman (2020). The Use of Remote Sensing Techniques in Classifying Land Cover and land Use in Kufa District (Unpublished Thesis). University of Dhi Qar.

7- Talal, Ahmed (2020). Soil Degradation in Al-Khalis District (Unpublished Thesis). University of Diyala.

8- Ahmed A.N,(2009) Estimation of the n0rmalized, NDVI Variation for selected Regions 1990 – 2001, journal of university of Anbar for pure, vol.3no.

9- A Comparative study of water indices and image classification Algorithms for mapping inland surface water Bodies using Landsat imagery, 2020.

10- Food and Agriculture Organization of the United Nation,(2023) ,Version (3,6) Completed.

11- Francisco deveiner topaz Andréa and Juan Antonioni,(2022) monitoring system for the management of the common Agricultural policy using,.

12- Twente -Hengelas estrus 99. Enscheda 1514AE The Neath lands 2017-es, faculty of Gas Information science and Earth observation (ITC).