



ISSN: 1817-6798 (Print)
Journal of Tikrit University for Humanities

available online at: www.jtuh.org/



Ikhlas Abdul-Salam Khalaf

University of Tikrit / College of Education for Humanities

Ali Makhlef Saba'

University of Tikrit / College of Education for Humanities

* Corresponding author: E-mail :
Aa231723ped@st.tu.edu.iq

Keywords:

ormalized Difference Vegetation Index (NDVI)/
Normalized Difference Water Index (NDWI)/
soil moisture/
biological soil crust/
thermal condition

ARTICLE INFO

Article history:

Received 3 Jan 2026
Received in revised form 25 Jan 2026
Accepted 27 Jan 2026
Final Proofreading 30 Mar 2026
Available online 31 Mar 2026

E-mail t-jtuh@tu.edu.iq

©THIS IS AN OPEN ACCESS ARTICLE
UNDER THE CC BY LICENSE

<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>



Journal of Tikrit University for Humanities

Indicators of Natural Resource Degradation in the Bazian Area
A B S T R A C T

This study aims to analyze indicators of natural resource degradation in Bazian region, focusing on vegetation, soil, and water, using remote sensing techniques and satellite imagery for the period 1994–2024. The results of the Normalized Difference Vegetation Index (NDVI) showed an increase in the area of semi-barren lands in 2024 compared to 1994. The Normalized Difference Water Index (NDWI) revealed a decrease in wetland areas and an increase in barren and rugged lands in 2024. The Soil Moisture Index indicated a higher soil moisture area in 2024 than in 1994, while the Biological Soil Crust Index showed an increase in the area of rich soil crust. The Thermal Condition Index indicated a decrease in the extent of drought-affected lands in 2024 compared to 1994. For the Solar Radiation Index (2024 only), lands receiving very high solar radiation constituted the largest share. The Surface Particle Size Index revealed that fine particle content was higher in 1994 than in 2024, whereas the Soil Degradation Index showed nearly equal degraded areas in both years, with a slight decrease in 2024. These findings indicate that spatial and temporal changes in degradation indicators reflect the combined impact of climatic and anthropogenic factors, highlighting the need for strategies to manage natural resources sustainably.

DOI: <http://doi.org/10.25130/jtuh.33.3.1.2026.6>

مؤشرات تدهور الموارد الطبيعية في منطقة بازيان

اخلاص عبد السلام خلف/جامعة تكريت/كلية التربية للعلوم الانسانية

علي مخلف سبع/جامعة تكريت/كلية التربية للعلوم الانسانية

الخلاصة:

تهدف هذه الدراسة إلى تحليل مؤشرات تدهور الموارد الطبيعية في منطقة بازيان، بالتركيز على النبات والتربة والمياه، باستخدام تقنيات الاستشعار عن بُعد والمرئيات الفضائية للفترة 1994–2024. أظهرت

نتائج مؤشر الاختلاف النباتي ارتفاع مساحة الأراضي شبه الجرداء في عام ٢٠٢٤ مقارنة بعام ١٩٩٤. كما بين مؤشر الاختلاف المائي انخفاض مساحة الأراضي الرطبة وارتفاع مساحة الأراضي الجرداء والوعرة في ٢٠٢٤. أظهر مؤشر رطوبة التربة زيادة المساحات الرطبة في ٢٠٢٤، بينما كشف مؤشر القشرة البيولوجية عن زيادة مساحة القشرة الغنية. أما مؤشر الحالة الحرارية فأظهر انخفاض مساحات الجفاف في ٢٠٢٤. وفي مؤشر الإشعاع الشمسي (عام ٢٠٢٤ فقط) شكلت الأراضي ذات الإشعاع الشمسي العالي جدًا النسبة الأكبر. وبين مؤشر حجوم الدقائق السطحية انخفاضها في ٢٠٢٤ مقارنة بـ ١٩٩٤، بينما أظهر مؤشر تدهور التربة تقارب المساحات المتدهورة بين الفترتين مع ميلها للانخفاض. تشير هذه النتائج إلى أن التغيرات المكانية والزمانية في مؤشرات التدهور تعكس تأثير العوامل المناخية والبشرية، مما يتطلب استراتيجيات لإدارة الموارد الطبيعية بطرق مستدامة.

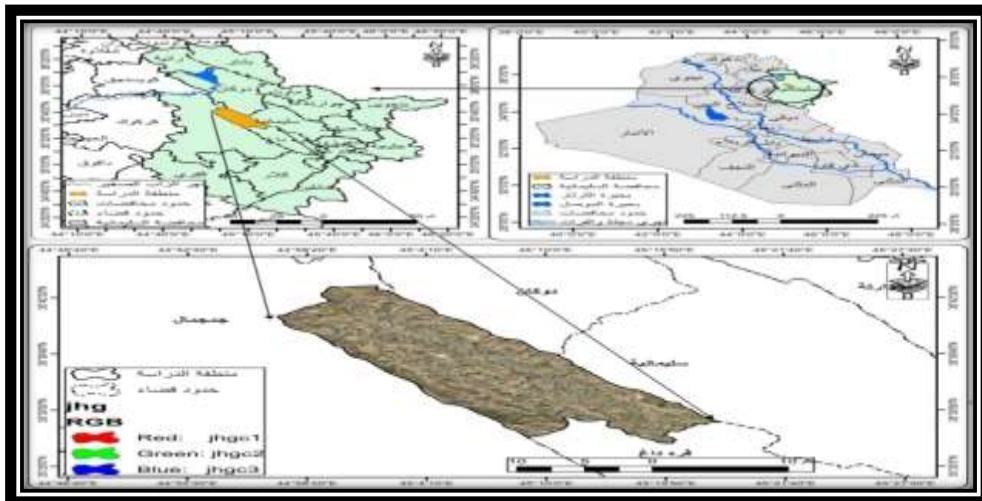
كلمات مفتاحية: مؤشر الاختلاف النباتي (NDVI) / مؤشر الاختلاف المائي (NDWI) / رطوبة التربة / القشرة البيولوجية للتربة / الحالة الحرارية

١-١- حدود منطقة الدراسة

تقع منطقة الدراسة ضمن حدود محافظة السليمانية بمساحتها البالغة (٣٦٥,٩٢) كم^٢، يحدها من جهة الشرق قضاء السليمانية ودوكان، ومن جهة الشمال والغرب قضاء جمجمال ويحدها من جهة الجنوب قضاء قره داغ جغرافياً. أما فلكياً فتقع بين خطي طول (١٠° ٥٨' ٤٤" - ٣٠° ١٨' ٤٥" شرقاً).

ودائرتي عرض (١٥° ٢٨' ٣٥" - ٣٠° ٤٣' ٣٥" شمالاً).

خريطة (١-١) موقع منطقة الدراسة بالنسبة لخريطة العراق ومحافظة السليمانية



المصدر: عمل الباحث اعتماداً على خريطة العراق الادارية بمقياس ١/١٠٠٠٠٠٠ والمربئية الفضائية landsat8 وبرنامج (arcgis10.3)

٢-١- مشكلة البحث

- ١- تزايد المساحات شبه الجرداء على حساب الغطاء النباتي.
- ٢- تراجع المساحات الرطبة وازدياد الأراضي الجرداء والوعرة.
- ٣- تغير الخصائص الفيزيائية للتربة بما يهدد استدامتها.

٣-١- فرضية البحث

- ١- هناك علاقة مباشرة بين النشاط البشري والمناخي وتزايد الأراضي شبه الجرداء.
- ٢- انخفاض المساحات الرطبة ناتج عن تغيرات مناخية وإدارة غير مستدامة للمياه.
- ٣- التغير في خصائص التربة مرتبط بعمليات التعرية وفقدان المادة العضوية.

٤-١- أهداف البحث

- ١- تقييم التغيرات المكانية والزمانية في مؤشرات تدهور الموارد الطبيعية.
- ٢- تحديد أثر العوامل المناخية والبشرية على النبات والتربة والمياه.
- ٣- تحليل التباينات بين عامي ١٩٩٤ و ٢٠٢٤ باستخدام المؤشرات الطيفية.
- ٤- اقتراح توصيات لإدارة الموارد الطبيعية بشكل مستدام.

٥-١- منهجية الدراسة:

اعتمدت الدراسة على تحليل بيانات المرئيات الفضائية للفترة ١٩٩٤-٢٠٢٤ باستخدام مؤشرات بيئية رئيسية تشمل: مؤشر الاختلاف النباتي، الاختلاف المائي، رطوبة التربة، القشرة البيولوجية، الحالة الحرارية، الإشعاع الشمسي، حجوم الدقائق السطحية، وتدهور التربة. تم معالجة البيانات باستخدام نظم المعلومات الجغرافية وتقنيات التحليل المكاني لمقارنة التغيرات المكانية والزمانية.

٢: مؤشرات تدهور الموارد الطبيعية في منطقة الدراسة

١-٢- مؤشر الاختلاف النباتي (NDVI) :

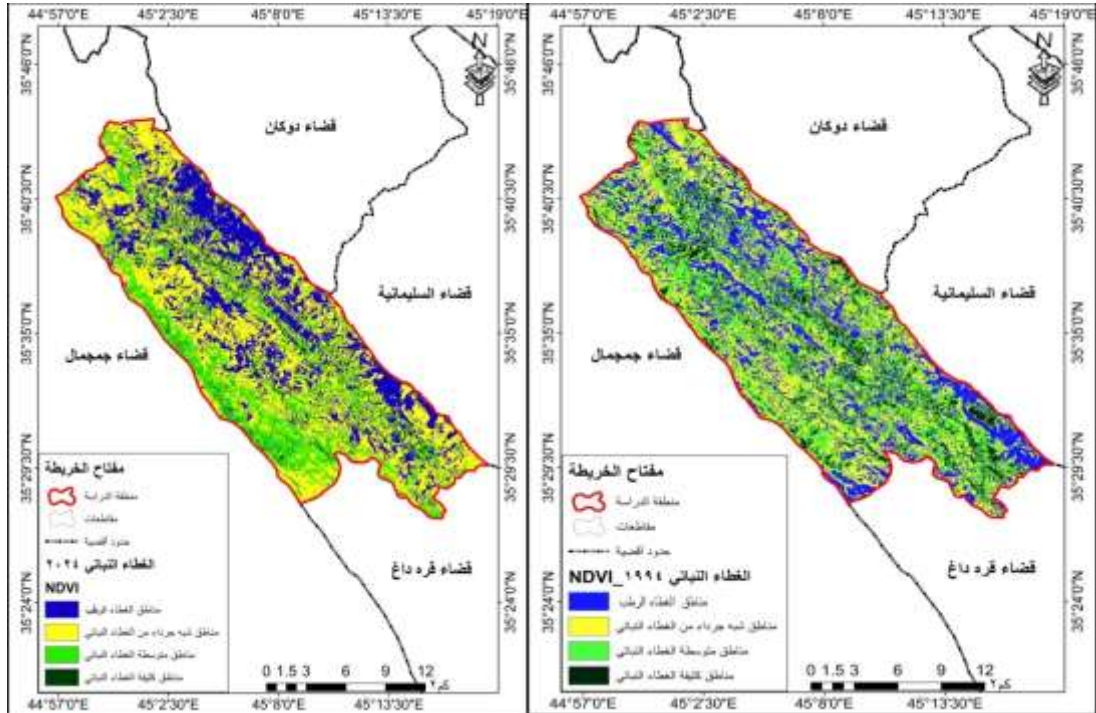
يستخدم هذا المؤشر في دراسة التدهور اذ يمثل دليلاً على كثافة الغطاء النباتي ويعتمد في حسابه على تباين خصائص تفاعل الكلوروفيل الموجودة في النبات مع الإشعاع الكهرومغناطيسي ويستخدم على نطاق واسع في مراقبة الجفاف ومراقبة الإنتاج الزراعي والتنبؤ به، والمساعدة في التنبؤ بمناطق الحرائق الخطرة. لحساب NDVI يجب ان تتوفر من بيانات الاستشعار نطاق يغطي المنطقة الحمراء من الطيف الكهرومغناطيسي ونطاق آخر يغطي المنطقة تحت الحمراء^(١). ان أغلب هذه المؤشرات تتعامل مع أكثر

من نطاق طيفي، ومختصرة على نطاقات معينة من نطاقات المرئية الفضائية تكون مخصصة للتحسس وتسجل معلومات عن النبات كالأشعة المرئية الحمراء والأشعة تحت الحمراء القريبة، وذلك لكون هذه القنوات تحتوي على (٩٠%)، من المعلومات الخاصة بالنبات⁽ⁱⁱ⁾. ويمثل هذا الدليل الفرق بين الطول الموجي (٠.٨٥ - ٠.٨٨) للحزمة تحت الحمراء (NIR) والحزمة الحمراء (Red) ذات الطول الموجي (٠.٦٤ - ٠.٦٧) مقسومة على مجموعهما لينتج منه قيم تتراوح بين (١، -١) فإذا كانت النتيجة باتجاه الموجب كان النبات أكثر كثافة وظهرت بلون أبيض فاتح واتجاهه الى علامة السالب دلالة على المعالم السطحية غير الخضراء⁽ⁱⁱⁱ⁾، ملاحظة الخريطين (٢) و(٣) وجدول (١)، وتحسب بالمعادلة الآتية :

$$NDVI = \frac{NIR.BAND4 - RED.BAND3}{NIR.BAND4 + RED.BAND3} \text{ Landsat5MSS}$$

$$NDVI = \frac{NIR.BAND5 - RED.BAND4}{NIR.BAND5 + RED.BAND4} \text{ Landsat8oli}$$

الخريطين (٢ و٣) أصناف مؤشر الاختلاف النباتي (NDVI) للمدة ١٩٩٤-٢٠٢٤



المصدر: اعتماداً على المرئيتين الفضائيتين (Landsat5MSS) و (Landsat8OIL)، بتاريخ: (١٩٩٤/٥/١٩) و(٢٠٢٤/٤/٢٠) وبرنامج (Arc Map 10.8) .

جدول (١) مساحة ونسبة الغطاء النباتي للمدة (١٩٩٤-٢٠٢٤) لمنطقة الدراسة

ت	الصف	مساحة كم ٢ ١٩٩٤	النسبة %	مساحة كم ٢ ٢٠٢٤	النسبة %
1	مناطق الغطاء الرطب	٩٦,٤٤	٢٦,٣٦	١٠٦,٧٧	٢٩,١٨
2	مناطق شبه جرداء من الغطاء النباتي	١٢٢,٠٢	٣٣,٣٦	١٧٤,٨٢	٤٧,٧٧
3	مناطق متوسطة الغطاء النباتي	٩٩,٧٣	٢٧,٢٦	٧٣,٨٩	٢٠,١٩
4	مناطق كثيفة الغطاء النباتي	٤٧,٦٢	١٣,٠٢	١٠,٤٧	٢,٨٦
	المجموع	٣٦٥,٩٢	١٠٠	٣٦٥,٩٢	١٠٠

المصدر: اعتمادا على الخريطين (٢) و(٣).

١- مناطق الغطاء الرطب: يشتمل هذا الصف الاراضي الرطبة، وبلغت مساحتها في عام ١٩٩٤، (٩٦.٤٤) كم٢، بنسبة (٢٦.٣٦) %، بينما ارتفعت مساحتها في عام ٢٠٢٤ لتبلغ (١٠٦.٧٧) كم٢، بنسبة (٢٩.١٨) %، من إجمالي مساحة المنطقة والسبب في ذلك زيادة مياه الري التي تعتمد على الآبار الجوفية نتيجة التوسع في الزراعة .

٢- مناطق شبه جرداء من الغطاء النباتي: يشمل هذا الصف المناطق ذات النباتات المتفرقة والنادرة الوجود، وبلغت مساحة هذا الصف في عام ١٩٩٤ (١٢٢.٠٢) كم٢، بنسبة (٣٣.٣٦) %، وازدادت هذه المساحة في عام ٢٠٢٤ لتبلغ (١٧٤.٨٢) كم٢، بنسبة (٤٧.٧٧) %، من إجمالي مساحة المنطقة، وهذه الزيادة بسبب التغير في درجات الحرارة وقلّة مياه الامطار

٢- مناطق متوسطة الغطاء النباتي: ويشمل هذا الصف الأراضي ذات الغطاء النباتي المتوسط الكثافة، وبلغت مساحته في عام ١٩٩٤ (٩٩.٧٣) كم٢، بنسبة (٢٧.٢٦) %، وانخفضت هذه المساحة في عام ٢٠٢٤ لتبلغ (٧٣.٨٩) كم٢ بنسبة (٢٠.١٩) %، مساحة المنطقة .

٤ - مناطق كثيفة الغطاء النباتي: يشمل هذا الصف الأراضي ذات الغطاء النباتي الكثيف، وبلغت مساحة هذا الصف في عام ١٩٩٤ (٤٧.٦٢) كم٢، بنسبة (١٣.٠٢) %، وانخفضت هذه المساحة في عام ٢٠٢٤ لتبلغ (١٠.٤٧) كم٢، بنسبة (٢.٨٦) %، من إجمالي مساحة المنطقة بسبب قلّة مياه الأمطار، وينتشر هذا الصف بالقرب من مصادر المياه .

٢-٢ مؤشر الاختلاف المائي :

يعد من المؤشرات التي تساعد في تمييز حالة ومراقبة الكتلة المائية السطحية وتمييزها عن المظاهر الأرضية الأخرى، اي يمكن من خلال هذا مراقبة مساحة المسطحات المائية والتغيرات في مستوى المياه ومراقبة الفيضانات^(١٧)، ومناطق تجمع المياه الناتجة عن السيول في المنطقة إذ إن المياه تمتلك انعكاسية عالية في المدى المرئي الاخضر) على النقيض من الأشعة تحت الحمراء القريبة (Near infrared) وموجات الأشعة القصيرة تحت الحمراء (Shortwave infrared)، ومن ثم يمكن بسهولة الكشف عن

مسطحات المائية وكذلك تميز المياه عن الظواهر الأخرى^(v). اقترح مؤشر الاختلاف المائي لأول مرة في عام (١٩٩٦) من قبل الباحث (MC Feeters) للكشف عن المسطحات المائية في أي منطقة وبيان المناطق الرطبة والجافة فيها^(vi)، والتي يمكن استخراجها وتحليلها وفق المعادلتين الآتيتين:-^(vii)

$$NDWI = \frac{(B5 + B3)}{(RB5 + B3)} \dots Land\ sat\ 8\ oli$$

$$NDWI = \frac{(B2 - B3)}{(B2 + B3)} \dots Land\ sat\ 5\ Mss$$

إذ ان:

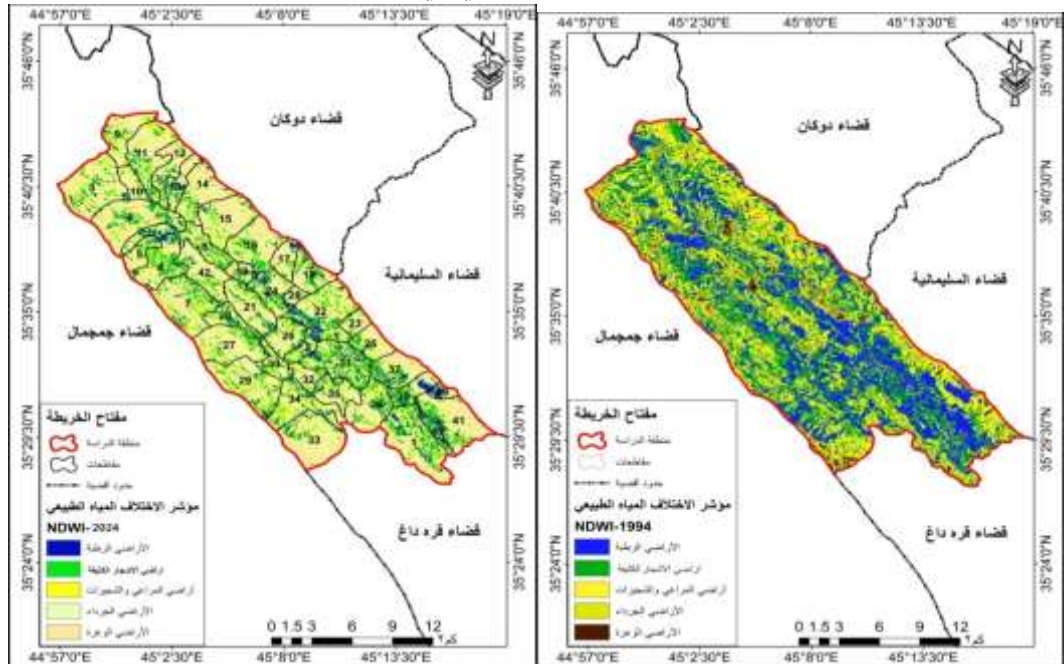
NDWI = مؤشر المسطحات المائية

Green = الطول الموجي الأخضر

NIR = الطول الموجي للأشعة تحت الحمراء.

إذ تتراوح قيم (NDWI) ما بين (+١، -١) إذ تأخذ المسطحات المائية سواء كانت بحيرات أو أنهاراً أو حتى مسطحات مائية صغيرة قيمة موجبة بينما المناطق الخالية من الغطاء المائي تأخذ قيمة الصفر و(-١)، وقد تم حساب هذا المؤشر في منطقة الدراسة للمدة (١٩٩٤-٢٠٢٤) من خلال المرئيات الفضائية، وكما موضح في الخريطين (٤) و(٥) والجدول (٢). يتضح لنا اتساع المناطق الخالية من المسطحات المائية وبنسبة أكبر من مساحة المسطحات المائية.

الخريطين (٤ و٥) مؤشر دليل الاختلاف المائي في منطقة الدراسة للمدة (١٩٩٤-٢٠٢٤)



المصدر: اعتماداً على المرئيتين الفضائيتين (Landsat5MSS) و (Landsat8OIL)،

بتاريخ: (١٩/٥/١٩٩٤) و (٢٠/٤/٢٠٢٤) وبرنامج (Arc Map 10.8).

جدول (٢) مساحة ونسب مؤشر الاختلاف المياه الطبيعي (NDWI) في منطقة الدراسة

ت	الصف	مساحة كم ^٢ - ١٩٩٤	النسبة %	مساحة كم ^٢ - ٢٠٢٤	النسبة %
1	الأراضي الرطبة	٨١,٩٧	٢٢,٤١	٢٦,٩	٧,٣٥
2	الأراضي الخضراء	١٢٠,٤١	٣٢,٩٢	٦٨,٤٥	١٨,٧١
3	أراضي المراعي والشجيرات	٨٩,٣٣	٢٤,٤٢	٧٧,٨٩	٢١,٢٩
4	الأراضي الجرداء	٥٨,٤٤	١٥,٩٨	١٠٣,١١	٢٨,١٩
5	الأراضي الوعرة	١٥,٦٦	٤,٢٨	٨٩,٤٦	٢٤,٤٦
	المجموع	٣٦٥,٩٢	١٠٠	٣٦٥,٩٢	١٠٠

المصدر: اعتماداً على الخريطين رقم (٥٤) وبرنامج (Arc Map 10.4.1)

١- **الأراضي الرطبة**: يتمثل هذا الصف من الأراضي التي تتصف بارتفاع نسبة الرطوبة في رسوبياتها السطحية المتمثلة بالوديان وما يجاورها من اراض فضلاً عن المنخفضات التي تكون لها اهمية كبيرة للوصول إلى المياه الجوفية الاستفادة منها من خلال استثمار المياه الجوفية لقرتها من السطح، وتبلغ مساحة هذا الصف في عام ١٩٩٤ (٨١,٩٧) كم^٢، بنسبة (٢٢,٤١)% ، وتنخفض في عام ٢٠٢٤ لتبلغ (٢٦.٩) كم^٢، بنسبة (٧.٣٥) %، من إجمالي مساحة منطقة .

٢- **الأراضي الخضراء**: يتمثل هذا الصف من الأراضي في تلك المناطق التي يكسوها النبات الطبيعي بشكل كثيف، وتبلغ مساحة هذا الصف في عام ١٩٩٤ (١٢٠.٤١) كم^٢ ، بنسبة (٣٢.٩٢) % ، وتنخفض في عام ٢٠٢٤ لتبلغ (٦٨.٤٥) كم^٢، بنسبة (١٨.٧١) % من إجمالي مساحة منطقة .

٣- **أراضي المراعي والشجيرات**: يتمثل هذا الصف من الأراضي بالأراضي التي تمتلك طبقة سطحية من الرواسب التي تكون بيئة مناسبة لنمو الأعشاب وتستخدم كمراعٍ للحيوانات، وتبلغ مساحة هذا الصف في عام ١٩٩٤ (٨٩.٣٣) كم^٢، بنسبة (٢٤.٤٢)% ، وتنخفض في عام ٢٠٢٤ لتبلغ (٧٧.٨٩) كم^٢، بنسبة (٢١.٢٩) % من إجمالي مساحة منطقة .

٤- **الأراضي الجرداء** يتمثل هذا الصف من الأراضي بالأراضي الصخرية، والأراضي ذات الترب الضحلة المنتشرة في السفوح العليا ضمن الأراضي الجبلية وكذلك قنوات مجاري الوديان الرئيسية التي تتصف بكونها جرداء بسبب التعرية المائية الشديدة ضمن تلك المجاري، وتبلغ مساحة هذا الصف في عام ١٩٩٤ (٥٨.٤٤) كم^٢، بنسبة (١٥.٩٨)% ، ويرتفع في عام ٢٠٢٤ لتبلغ (١٠٣.١١) كم^٢، بنسبة (٢٨.١٩) %، من إجمالي مساحة منطقة الدراسة.

٥- **الأراضي الوعرة**: يتمثل هذا الصف من الأراضي بالأراضي التي تتعرض إلى تعرية مائية بسبب تساقط الامطار مع قلة في الغطاء النباتي وشدة في الانحدار، وتبلغ مساحة هذا الصف في عام ١٩٩٤

تبلغ (١٥.٦٦) كم^٢ ، بنسبة (٤.٢٨) % ، وترتفع في عام ٢٠٢٤ لتبلغ (٨٩.٤٦) كم^٢ ، بنسبة (٢٤.٤٦) % من إجمالي مساحة منطقة .

٢-٣ - مؤشر رطوبة التربة (NDMI) : استنتاج مؤشر رطوبة التربة يتم من خلال معادلة رياضية بناءً على باندات المرئية الفضائية وتعرف رطوبة التربة على انها : مقدار المياه العالقة أو المخزونة في التربة وهذا يختلف من تربة لأخرى بناءً على خصائصها الفيزيائية وغيرها^(viii) .

لحساب NDMI يجب أن تتوفر ضمن بيانات الاستشعار نطاق يغطي المنطقة تحت الحمراء NIR من الطيف الكهرومغناطيسي ونطاق آخر يغطي الأشعة تحت الحمراء القصيرة SWIR قيمة NDMI تتدرج ما بين (١ و ٠) تمثل مناطق ذات رطوبة عالية مثل المناطق النباتية والمائية وما بين ٠ الى -١ فإنها تمثل مناطق ذات محتوى رطوبة أقل أو أنها تعاني من الجفاف فكلما قل محتوى رطوبة التربة فإن قيمته تقل عن ١ (ix) .

وبناءً على معادلة NDMI والتي يتم استخدام نطاقات محددة فيها من المرئية الفضائية والتي تختلف من قمر لآخر، وفي هذا التطبيق سيكون على مرئية لاندسات ٨ ومن ثم سنستخدم النطاق الخاص بالأشعة تحت الحمراء رقم ٥ والخاص بالأشعة تحت الحمراء القصيرة رقم ٦^(x)، ملاحظة الخريطتين (٦) و(٧) وجدول (٣) .

$$NDMI = (Band3 - Band1) / (Band3 + Band1) .$$

$$NDMI = (Band5 - Band6) / (Band5 + Band6) .$$

١- تربة عالية الرطوبة: يشمل هذا الصنف الترب العالية الرطوبة والغدقة، وتبلغ مساحة هذا الصنف في عام ١٩٩٤ (٨١.٧٣) كم^٢ ، بنسبة (٢٢.٣٤) %، وازدادت في عام ٢٠٢٤ لتبلغ (١٠٣.٥٢) كم^٢ ، بنسبة (٢٨.٣٣) %، من إجمالي مساحة منطقة .

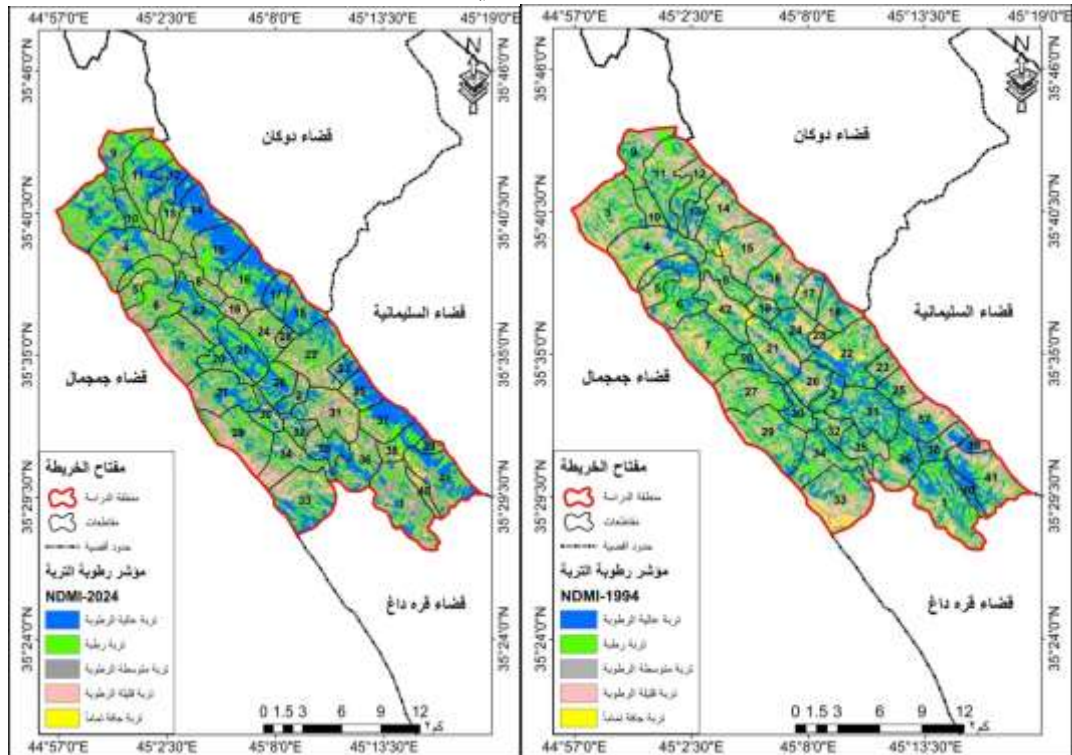
٢- تربة رطبة: ويشمل هذا الصنف الترب ذات المحتوى الرطوبي، وتبلغ مساحة هذا الصنف في عام ١٩٩٤ (١٢٦.٨) كم^٢ ، بنسبة (٣٤.٦٦) %، وتتنخفض في عام ٢٠٢٤ لتبلغ (١٢٤.٤٨) كم^٢ ، بنسبة (٣٤.٠٦) % .

٣- تربة متوسطة الرطوبة: يشمل هذا الصنف التربة المتوسطة الرطوبة، وتبلغ مساحة هذا الصنف في عام ١٩٩٤ (٩٢.٧٨) كم^٢ ، بنسبة (٢٥.٣٦) %، وازدادت مساحته في عام ٢٠٢٤ لتبلغ (٩٤.١٣) كم^٢ ، بنسبة (٢٥.٧٦) %، من إجمالي مساحة المنطقة، وإن ارتفاع مساحة هذا الصنف لكلا العامين ناتج عن التربة المزيجية ذات القابلية المتوسطة على الاحتفاظ بالرطوبة .

١- **ترب قليلة الرطوبة:** يشمل هذا الصنف الترب القليلة الرطوبة، وتبلغ مساحة هذا الصنف في عام ١٩٩٤ (٥١.١٧ كم^٢) بنسبة (١٣.٩٩) %، وازدادت مساحته في عام ٢٠٢٤ لتبلغ (٣٧.٣٨ كم^٢)، بنسبة (١٠.٢٣) %، من إجمالي مساحة المنطقة .

٢- **ترب جافة تماماً:** يشمل هذا الصنف الترب الجافة الخالية من الرطوبة، وتبلغ مساحة هذا الصنف في عام ١٩٩٤ (١٣.٣٢ كم^٢) بنسبة (٣.٦٤) %، وانخفضت مساحته في عام ٢٠٢٤ لتبلغ (٥.٩٥ كم^٢) بنسبة (١.٦٣) %، من إجمالي مساحة المنطقة، أما تباينها المكاني فهو ناتج عن التكوينات السطحية الحجرية، والرملية الغير القابلة لحفظ المياه. يلاحظ انخفاض نسبة الفارق بين عام ١٩٩٤ وعام ٢٠٢٤ وهذا ناتج عن التربة الناعمة النسجة التي تحتفظ بالماء ولذلك نشاهد أوسع انتشار لها في مناطق المنخفضات التي تتميز بتربتها الناعمة الطينية، وكذلك يلاحظ انتشار هذا الصنف بالقرب من مجاري الانهار التي تزود التربة بالرطوبة وتلعب رطوبة التربة دوراً هاماً في نشاط التفاعلات الكيميائية في التربة وكذلك نشاط الكائنات الدقيقة الحية في التربة، فضلا عن ارتفاع الرطوبة في التربة يساعد على نمو عطاء نباتي .

الخريطين (٧ و٦) مؤشر رطوبة التربة في منطقة الدراسة للمدة (١٩٩٤-٢٠٢٤)



المصدر: اعتماداً على المرئيتين الفضائيتين (Landsat5MSS) و (Landsat8OIL)، بتاريخ: (١٩/٥/١٩٩٤) و (٢٠/٤/٢٠٢٤) وبرنامج (Arc Map 10.8).

جدول (٣) مساحة ونسب مؤشر رطوبة التربة (NDMI) في منطقة الدراسة للمدة (١٩٩٠-٢٠٢٤)

ت	الصف	مساحة كم ^٢ -١٩٩٤	النسبة %	مساحة كم ^٢ -٢٠٢٤	النسبة %
1	تربة عالية الرطوبة	٨١,٧٣	٢٢,٣٤	١٠٣,٥٢	٢٨,٣٣
2	تربة رطبة	١٢٦,٨	٣٤,٦٦	١٢٤,٤٨	٣٤,٠٦
3	تربة متوسطة الرطوبة	٩٢,٧٨	٢٥,٣٦	٩٤,١٣	٢٥,٧٦
4	تربة قليلة الرطوبة	٥١,١٧	١٣,٩٩	٣٧,٣٨	١٠,٢٣
5	تربة جافة تماماً	١٣,٣٢	٣,٦٤	٥,٩٥	١,٦٣
	المجموع	٣٦٥,٩٢	١٠٠	٣٦٥,٩٢	١٠٠

المصدر: اعتماداً على الخريطين (٧ و٦) وبرنامج (Arc Map 10,3).

٢-٤ - مؤشر دليل القشرة البايولوجية (CL) :

تم الاعتماد على مؤشر القشرة البايولوجية في هذه الدراسة التي تمتاز برصد الطبقة الرقيقة من سطح التربة والتي تمتاز بوجود الاشنات والاعشاب والطحالب والبكتيريا فيها^(xi)، واستنباطها وتحليلها من خلال المعادلة الاتية^(xii).

$$CL = 1 - \frac{(Red4 - Blue2)}{(Red4 + Blue2)} \text{ Landsat 8 Oli - 2024}$$

إذ ان:

$$CL = 1 - \frac{(Red3 - Blue1)}{(Red3 + Blue1)} \text{ Landsat 5 TM - 1994}$$

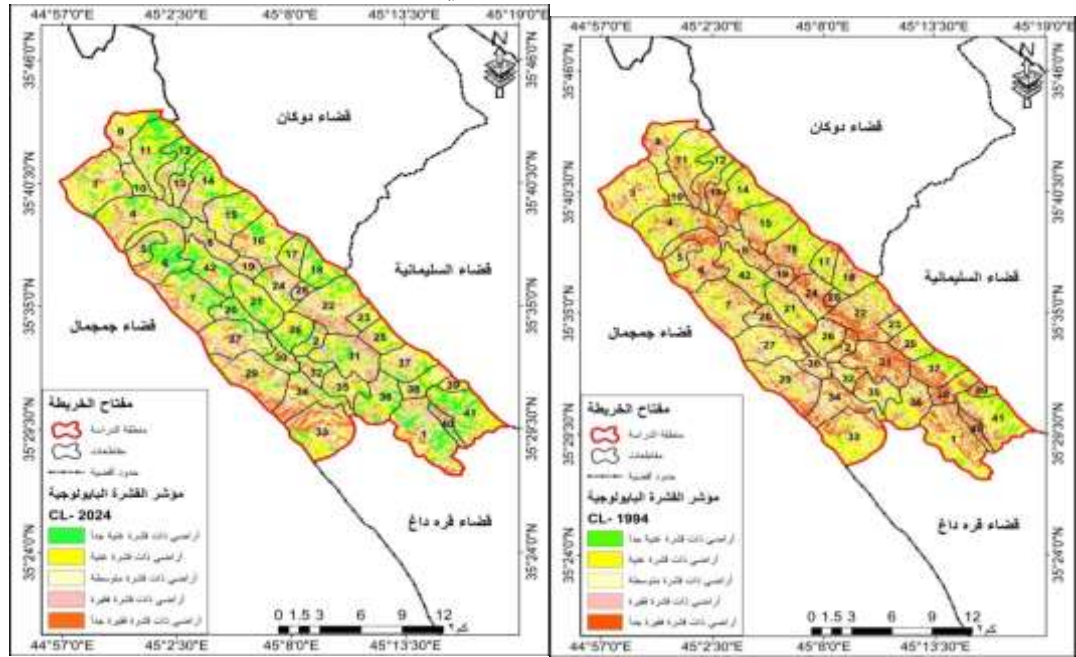
CL = مؤشر القشرة البايولوجية .

Red = هي القناة الطيفية التي تقع ضمن نطاق الطول الموجي المرئي الأحمر .

Blue = هي القناة الطيفية التي تقع ضمن نطاق الطول الموجي المرئي الأزرق .

تتراوح قيم (CL) ما بين (+١، -١) كل ما كان الناتج مرتفع وقريب من القيم الموجبة يشير إلى القشرة البايولوجية العالية والمتمثلة بالمناطق الرطبة، بينما كل ما أشار الناتج إلى القيم السالبة والصر يدل ذلك إلى القشرة البايولوجية المتوسطة والمتمثلة بالمناطق شبه الجافة والقشرة البايولوجية الضعيفة والمتمثلة بالمناطق الجافة، وقد تم تطبيق تلك المعادلة على منطقة الدراسة للمدة (١٩٩٤-٢٠٢٤) لنتمكن من تمييز مناطق القشرة البايولوجية، كما موضح في الخريطين رقم (٨) و (٩) والجدول (٤)، الذي تشير نتائجه إلى مساحة القشرة البايولوجية العالية (الرطبة) في منطقة الدراسة خلال المدة الممتدة ما بين (١٩٩٤-٢٠٢٤) .

الخريطين (٩و٨) مؤشر القشرة البيولوجية في منطقة الدراسة للمدة (١٩٩٤-٢٠٢٤)



المصدر: اعتماداً على المرئيتين الفضائيتين (Landsat5MSS) و (Landsat8OIL)،

بتاريخ: (١٩٩٤/٥/١٩) و (٢٠٢٤/٤/٢٠) وبرنامج (Arc Map 10.8).

جدول (٤) مساحة ونسب مؤشر القشرة البيولوجية (CL) في المدة (١٩٩٤-٢٠٢٤)

ت	الصف	مساحة كم ^٢ - ١٩٩٤	النسبة %	مساحة كم ^٢ - ٢٠٢٤	النسبة %
1	أراضي ذات قشرة غنية جداً	٢٠,٤٩	٥,٦٠	٦٢,٥٦	١٧,١٢
2	أراضي ذات قشرة غنية	٩٩,٣٨	٢٧,١٧	١١٠,١٩	٣٠,١٥
3	أراضي ذات قشرة متوسطة	١١٤,٧٦	٣١,٣٧	٩٥,٧٣	٢٦,٢٠
4	أراضي ذات قشرة فقيرة	٦٥,٥٣	١٧,٩١	٧٢,٧٨	١٩,٩٢
5	أراضي ذات قشرة فقيرة جداً	٦٥,٦٧	١٧,٩٥	٢٤,١٩	٦,٦٢
	المجموع	٣٦٥,٩٢	١٠٠	٣٦٥,٩٢	١٠٠

المصدر: اعتماداً على الخريطين (٩و٨) وبرنامج (Arc Map 10,3).

١- **أراض ذات قشرة غنية جداً:** يمثل هذا الصف الأراضي ذات الرطوبة العالية جداً والغطاء النباتي الكثيف الذي يساعد على وجود حياة على مدار السنة ومن ثم تطور قشرة بيولوجية غنية جداً، وينتشر هذا الصف في مجاري الانهار والمنخفضات والمناطق الزراعية المرورية، وتبلغ مساحة هذا الصف في عام ١٩٩٤ (٢٠.٤٩) كم^٢، بنسبة (٥.٦٠) %، وتزايدت في عام ٢٠٢٤ والتي بلغت (٦٢.٥٦) كم^٢، وبنسبة (١٧.١٢) %، من إجمالي مساحة المنطقة.

٢- **أراض ذات قشرة غنية:** يمثل هذا الصف الأراضي ذات الرطوبة العالية والغطاء النباتي الكثيف الذي يساعد على تطور قشرة بيولوجية غنية من الأحياء النباتية والحيوانية والفطرية وينتشر هذا الصف في مناطق واسعة وخاصة شمال وجنوب المنطقة، وتبلغ مساحة هذا الصف لعام ١٩٩٤ (٩٩.٣٨)

كم^٢، بنسبة (٢٧.١٧)%، أما في عام ٢٠٢٤ تزايدت وبلغت (١١٠.١٩) كم^٢، وبنسبة (٣٠.١٥)%، من إجمالي مساحة المنطقة .

٣- **أراض ذات قشرة متوسطة:** يمثل هذا الصنف الأراضي ذات الرطوبة المتوسطة والغطاء النباتي المتوسط مما يساعد على تطور قشرة بيولوجية متوسطة وتنتشر في مناطق واسعة ومتفرقة من المنطقة، وتبلغ مساحة هذا الصنف لعام ١٩٩٤ (١١٤.٧٦) كم^٢، بنسبة (٣١.٣٧)%، تنخفض في عام ٢٠٢٤ (٩٥.٧٣) كم^٢، وبنسبة (٢٦.٢٠)%، من إجمالي مساحة المنطقة .

٤- **أراض ذات قشرة فقيرة:** يتمثل هذا الصنف في الأراضي الجافة والتي تكون فيها القشرة البيولوجية فقيرة جداً، وينتشر هذا الصنف بصورة واسعة ومتفرقة وخاصة غرب المنطقة، وتبلغ مساحة هذا الصنف لعام ١٩٩٤ (٦٥.٥٣) كم^٢، بنسبة (١٧.٩١)%، وتزايدت في عام ٢٠٢٤ اذ بلغت (٧٢.٧٨) كم^٢، وبنسبة (١٩.٩٢)%، من إجمالي مساحة المنطقة .

٥- **أراض ذات قشرة فقيرة جداً:** يتمثل هذا الصنف في الأراضي الجافة جداً والتي لا تساعد على ديمومة الحياة، وتنتشر في المناطق البعيدة عن مجاري الانهار ومصادر المياه اذ تنتشر في الترب الجافة والخالية من الرطوبة كما في وسط وغرب المنطقة وتبلغ مساحة هذا الصنف لعام ١٩٩٤ (٦٥.٦٧) كم^٢، بنسبة (١٧.٩٥)%، وانخفضت في عام ٢٠٢٤ وبلغت (٢٧.١٩) كم^٢، وبنسبة (٦.٦٢)%، من إجمالي مساحة المنطقة.

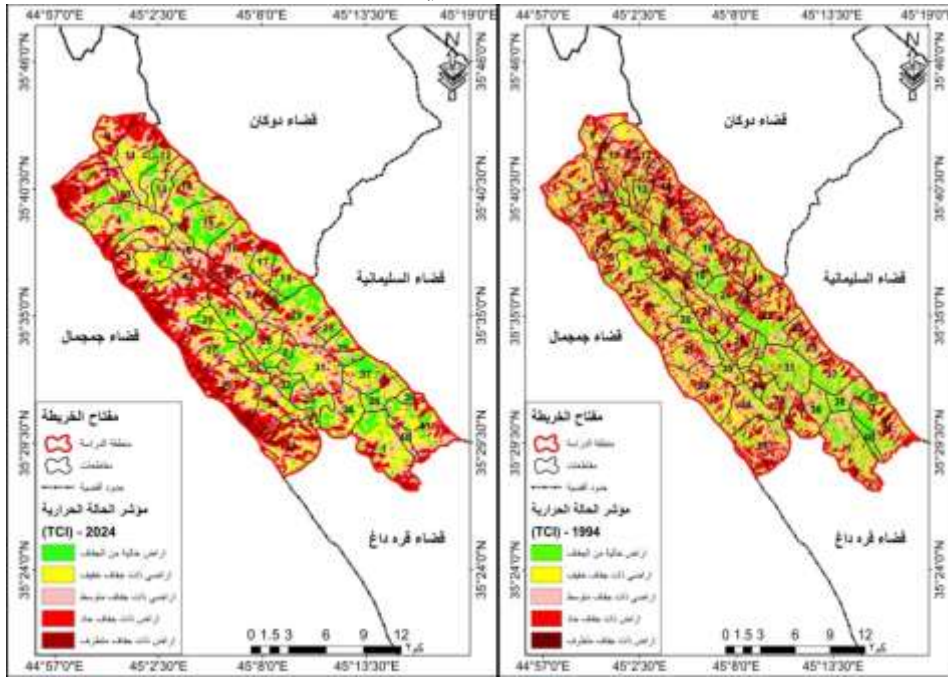
٢-٥- **مؤشر الحالة لحرارية (TCI):** يعتمد مؤشر (TCI) على القيم الفعلية لنطاق الاشعة الحرارية البعيدة (١٠.٤٠ - ١٢.٥٠)، ميكروميتر^(xiii)، اذ تبين الخريطين (١٠)، و(١١) وجدول (٥)، الأراضي التي تتعرض للإجهاد الحراري كطريقة للكشف عن الجفاف ومخاطر التدهور تم استعمال طريقة التمثيل الكمي ووسيلة المساحات وأسلوب الألوان في عملية تمثيلها، اذ صنف مؤشر الحالة الحرارية في منطقة الدراسة الى خمسة أصناف

$$TCI = (B10 - B11) / (B10 + B11) * 100 - \text{Loudsat8}$$

$$TCI = (B6 - B7) / (B6 + B7) * 100 - \text{Loudsat5}$$

١- **أراض خالية من الجفاف:** يتوزع هذا النوع في ترب ضفاف الأنهار وترب ذات الرطوبة العالية جداً وذات كثافة نباتية عالية جداً، من خلال معطيات جدول (٥)، ان مساحة هذا الصنف لعام ١٩٩٤ بلغت (٥٦.١١) كم^٢، وبنسبة (١٥.٣٤)%، أما في عام ٢٠٢٤، انخفضت بلغت (٥١.٧٨) كم^٢، وبنسبة (١٤.١٦)%، من مجموع مساحة منطقة الدراسة .

الخريطين (١١ و١٠) مؤشر الدليل الحراري في منطقة الدراسة للمدة (١٩٩٤-٢٠٢٤)



المصدر: اعتماداً على المرئيتين الفضائيتين (Landsat5MSS) و (Landsat8OIL)،

بتاريخ: (١٩٩٤/٥/١٩) و (٢٠٢٤/٤/٢٠) وبرنامج (Arc Map 10.8).

جدول (٥) مساحات مؤشر الحالة الحرارية (TCI) لمنطقة الدراسة

ت	الصف	مساحة كم ^٢ - ١٩٩٤	النسبة %	مساحة كم ^٢ - ٢٠٢٤	النسبة %
1	ارض خالية من الجفاف	٥٦,١١	١٥,٣٤	٥١,٧٨	١٤,١٦
2	ارض ذات جفاف خفيف	٩٣,٧	٢٥,٦١	١٠٩,١٣	٢٩,٨٣
3	ارض ذات جفاف متوسط	١١٣,٤٧	٣١,٠٢	١٠٤,٥٣	٢٨,٥٨
4	ارض ذات جفاف حاد	٧٤,٥٢	٢٠,٣٧	٧٢,٠٢	١٩,٧٠
5	ارض ذات جفاف متطرف	٢٨,٠١	٧,٦٦	٢٨,٢٨	٧,٧٣
	المجموع	٣٦٥,٩٢	١٠٠	٣٦٥,٩٢	١٠٠

المصدر: من عمل الباحث اعتماداً على الخريطين (١١ و١٠)

٢- **أرض ذات جفاف طفيف:** يتمثل هذا المستوى في بعض ترب ضفاف الأنهار، وترب احواض الأنهار المظورة بالغرين، ذات الرطوبة العالية وكثافة نباتية عالية، تتوزع في اجزاء كبيرة من منطقة الدراسة، يشير جدول (٥)، ان مساحة هذا الصنف في منطقة الدراسة لعام ١٩٩٤ بلغ (٩٣.٧) كم^٢، وبنسبة (٢٥.٦١) %، أما لعام ٢٠٢٤ تزايدت وبلغت (١٠٩.١٣) كم^٢، وبنسبة (٢٩.٨٣) % من مجموع مساحة منطقة الدراسة .

٣- **أرض ذات جفاف متوسط:** يتمثل هذا المستوى في مناطق متفرقة في بعض ترب احواض الأنهار المظورة بالغرين، وترب احواض الأنهار المظورة بالغرين الرديئة ذات رطوبة وكثافة نباتية متوسطة،

ويبين جدول (٥) ان مساحة هذا النوع لعام ١٩٩٤ بلغت (١١٣.٤٧) كم^٢، وبنسبة (٣١.٠٢) %، بينما عام ٢٠٢٤، انخفضت الى (١٠٤.٥٣) كم^٢، وبنسبة (٢٨.٥٨) %، من مجموع مساحة منطقة الدراسة.

٤- **أراض ذات جفاف حاد:** يتمثل هذا المستوى في بعض ترب احواض الأنهار المطمورة بالغرين الرديئة، تتمثل بالترب الجافة، وتشير معطيات جدول (٥)، ان مساحة هذا النوع في منطقة الدراسة لعام ١٩٩٤ بلغ (٢٧١.٩) كم^٢، وبنسبة مقدارها (٤٢.٨٤) %، أما عام ٢٠٢٤، بلغت (١٣٥.١٢) كم^٢، وبنسبة (٢١.٢٩) %، من مجموع مساحة منطقة الدراسة.

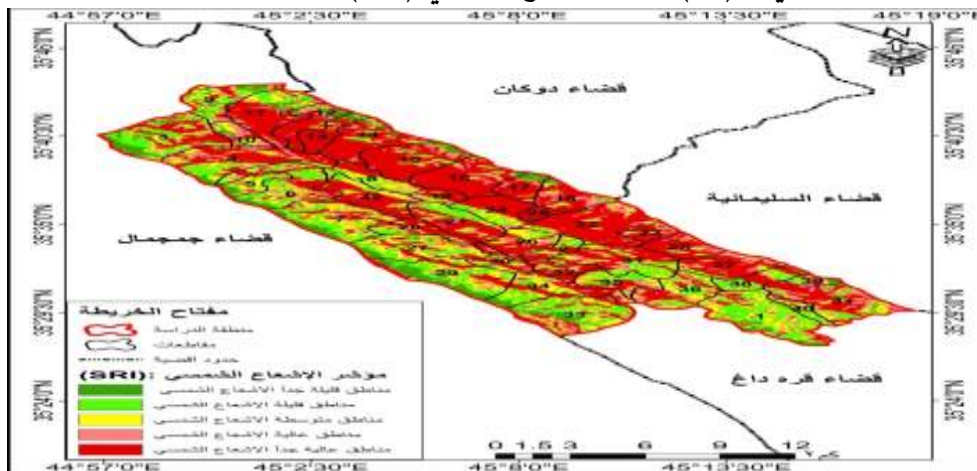
٥- **أراض ذات جفاف متطرف:** تتوزع بالترب الجافة والخالية من الغطاء النباتي، وتبين من خلال جدول (٥-٤)، ان مساحة هذا النوع في منطقة الدراسة لعام ١٩٩٤ بلغ (٢٨.٠١) كم^٢، وبنسبة (٧.٧٣) %، أما عام ٢٠٢٤، تزايدت بلغت (٢٨.٢٨) كم^٢، وبنسبة (٧.٧٣) %.

٢-٦- مؤشر الاشعاع الشمسي (SRI) :

يعد من المؤشرات المهمة في الدراسات البيئية وخاصة الجيومورفولوجية والهيدرولوجية لما له من اهمية في نشاط العمليات الجيومورفولوجية والتوازن الهيدرولوجي من خلال التبخر ويعتمد اشتقاق مؤشر الاشعاع الشمسي من نموذج الارتفاع الرقمي (DEM)، وبعد اشتقاق مؤشر الاشعاع الشمسي للمنطقة (xiv)، تبين ان هناك تباين في كمية استلام الإشعاع الشمسي في المنطقة ولذلك تم تقسيمها إلى خمسة أصناف، كما في الخريطة (١٢)، جدول (٦) .

١- **مناطق قليلة جداً للإشعاع الشمسي:** يشمل هذا الصنف الأراضي التي تستلم كميات قليلة جداً من الإشعاع الشمسي نتيجة لوقوعها في مناطق الظل الشمسي، وتبلغ مساحة هذا الصنف (٢٣.٦٥) كم^٢، وبنسبة (٦.٤٧) % من إجمالي مساحة المنطقة .

خريطة (١٢) مؤشر الاشعاع الشمسي (SRI) لمنطقة الدراسة



المصدر: من عمل الباحث اعتماداً على نموذج الارتفاع الرقمي (DEM)، برنامج (Arc Map10.8).

جدول (٦) مساحات ونسب مؤشر الاشعاع الشمسي (SRI) لمنطقة الدراسة

ت	فئات مؤشر الاشعاع الشمسي	مساحة كم ^٢	النسبة %
1	مناطق قليلة جداً الاشعاع الشمسي	٢٣,٦٥	٦,٤٧
2	مناطق قليلة الاشعاع الشمسي	٧٠,٢٥	١٩,٢١
3	مناطق متوسطة الاشعاع الشمسي	٥٧,١	١٥,٦١
4	مناطق عالية الاشعاع الشمسي	٥٤,٣٥	١٤,٨٦
5	مناطق عالية جداً الاشعاع الشمسي	١٦٠,٤٢	٤٣,٨٦
	المجموع	٣٦٥,٩٢	١٠٠

المصدر: من عمل الباحث اعتماداً على خريطة (٤-١٢).

٢- **مناطق قليلة الإشعاع الشمسي:** يشمل هذا الصنف الأراضي التي تستلم كميات قليلة ومحدودة من الإشعاع الشمسي إذ تستلم ساعات معدودة من الإشعاع، وتبلغ مساحة هذا الصنف (٧٠.٢٥) كم^٢، بنسبة (١٩.٢١) % من إجمالي مساحة المنطقة ويتوزع هذا الصنف في الجزء الغربي من منطقة الدراسة.

٣- **مناطق متوسطة الإشعاع الشمسي:** يشمل هذا الصنف الأراضي التي تستلم كميات متوسطة من الإشعاع الشمسي، إذ تستلم الإشعاع لعدة ساعات من النهار، وتبلغ مساحة هذا الصنف (٥٧.١) كم^٢، بنسبة (١٥.٦١) % من إجمالي مساحة المنطقة ويتوزع في وسط منطقة الدراسة .

٤- **مناطق عالية الإشعاع الشمسي:** يشمل هذا الصنف الأراضي التي تستلم كميات كبيرة من الإشعاع الشمسي، إذ تستلم الإشعاع لأغلب ساعات النهار ، وتبلغ مساحة هذا الصنف (٥٤.٣٥) كم^٢، بنسبة (١٤.٨٦) %، من إجمالي مساحة المنطقة، وهذا ناتج عن أغلب سفوحها مواجهة لأشعة الشمس .

٥ - **مناطق عالية جداً للإشعاع الشمسي:** يشمل هذا الصنف الأراضي التي تستلم كميات كبيرة من الإشعاع الشمسي إذ تستلم الإشعاع الشمسي لجميع ساعات النهار، وهذا ناتج عن سطحها المستوي الذي يستلم الإشعاع الشمسي لجميع ساعات النهار وتتمثل في المسطحات المائية، وتبلغ مساحة هذا الصنف (١٦٠.٤٢) كم^٢، بنسبة (٤٣.٨٦) %، من إجمالي مساحة المنطقة ويتوزع هذا الصنف في الجزء الشرقي من منطقة الدراسة.

الاستنتاجات

١. أظهرت نتائج مؤشر الاختلاف النباتي زيادة واضحة في مساحة الأراضي شبه الجرداء في عام ٢٠٢٤ مقارنة بعام ١٩٩٤، مما يعكس تدهورًا تدريجيًا في الغطاء النباتي نتيجة الضغوط المناخية والرعي الجائر والنشاط الزراعي غير المستدام.
٢. انخفاض مساحة الأراضي الرطبة وارتفاع الأراضي الجرداء والوعرة، وفق مؤشر الاختلاف المائي، يشير إلى فقدان أجزاء من النظام البيئي المائي، مما قد يؤثر سلبيًا في التنوع الأحيائي وفي استقرار النظام البيئي.
٣. أظهر مؤشر رطوبة التربة زيادة في المساحات الرطبة عام ٢٠٢٤ مقارنة بـ ١٩٩٤، وهو تحسن نسبي قد يكون مرتبطًا بفترات أمطار موسمية أو تغيرات في طرق الري، لكنه لا يعوّض الخسائر في الأراضي الرطبة الطبيعية.
٤. زيادة مساحة القشرة البيولوجية الغنية حسب المؤشر المخصص لها قد تدل على استعادة جزئية لخصوبة بعض الأراضي أو تحسن في البنية السطحية للتربة، رغم استمرار وجود مناطق متدهورة.
٥. مؤشر الحالة الحرارية أظهر انخفاضًا في مساحة الأراضي المصنفة جافة عام ٢٠٢٤ مقارنة بـ ١٩٩٤، ما قد يشير إلى تحسن محدود في ظروف الرطوبة النسبية للتربة أو تغيرات مناخية موسمية مؤقتة.
٦. سجل مؤشر الإشعاع الشمسي (عام ٢٠٢٤ فقط) أن المساحات ذات الإشعاع الشمسي العالي جدًا هي الأكبر، ما قد يفاقم معدلات البخر ويزيد الإجهاد المائي للنبات.
٧. أظهر مؤشر حجوم الدقائق السطحية أن عام ١٩٩٤ كان يحتوي على نسب أعلى من الدقائق الدقيقة مقارنة بـ ٢٠٢٤، ما يشير إلى تغيرات في بنية التربة ربما بسبب التعرية المائية أو الرياح.
٨. مؤشر تدهور التربة كشف عن تقارب في نسب الأراضي المتدهورة بين الفترتين، مع ميل بسيط لانخفاضها في عام ٢٠٢٤، مما يدل على أن التدهور لا يزال مستمرًا وإن كان بوتيرة أقل.

التوصيات

١. استصلاح الغطاء النباتي من خلال برامج التشجير وإعادة تأهيل المراعي، مع تنظيم الرعي ومنع الاحتطاب العشوائي.
٢. إدارة مستدامة للمياه عبر تحسين شبكات الري، واعتماد تقنيات الري بالتنقيط والري التكميلي، وإنشاء أحواض لتجميع مياه الأمطار للحد من فقد المياه.
٣. مكافحة التعرية وحماية التربة باستخدام مصدات الرياح، وزراعة نباتات مثبتة للتربة، وتطبيق حراثة تحفظية تحد من فقدان الجزيئات الدقيقة.
٤. مراقبة المؤشرات البيئية بشكل دوري باستخدام صور الأقمار الصناعية، وتحديث قواعد البيانات الجغرافية لتقييم فعالية خطط الإدارة.
٥. إدارة الإشعاع الشمسي العالي في المناطق المتأثرة من خلال زراعة محاصيل مقاومة للجفاف والحرارة، أو إنشاء مصدات ظل طبيعية.
٦. تعزيز القشرة البيولوجية للتربة عبر دعم نمو الأشنات والطحالب والفطريات النافعة، لما لها من دور في تحسين خصوبة التربة.
٧. تشجيع مشاركة المجتمع المحلي في برامج حماية الموارد، ورفع الوعي بأهمية المحافظة على الأراضي الرطبة والغطاء النباتي.
٨. إدماج سياسات الحد من التغير المناخي في خطط التنمية المحلية، من خلال تخفيض الانبعاثات الكربونية وزيادة المساحات الخضراء.

- (١) مثال مبدر مصلح احمد ، التمثيل الخرائطي لمظاهر التدهور في محافظة كركوك باستخدام تقنيتي نظم المعلومات الجغرافية (GIS) والاستشعار عن بعد (RS)، ١٩٨٥-٢٠١٥، أطروحة دكتوراه (غير منشورة) ، كلية التربية حنتوب ، جامعة الجزيرة ، ٢٠٢٢، ص٦٦ .
- (٢) نور الهدى جبار شنيث المالكي، وآخرون ، استخدام المؤشرات الطيفية لمعطيات الصور الفضائية Landsat LO18 لتقييم الموارد الطبيعية في سهل السندي - محافظة دهوك ، مجلة مداد الآداب ، ٢٠٢٤، ص٢٥٧ .
- (٣) أبتهاق تقي حسن، استخدام الأدلة (NDVI)،(NDBI)،(NDWI) لكشف التغيرات في غطاء الأرض لمناطق مختارة من محافظة النجف للحقبة بين (٢٠٠١-٢٠٠٦) باستخدام بيانات الاستشعار عن بعد ، مجلة الكوفة للفيزياء ، المجلد (٦) ، العدد (٢) ، ٢٠١٤، ص١٤ .
- (١) بارود ، خميس فاخر ، تطبيقات الاستشعار عن بعد في برنامج نظم المعلومات الجغرافية Arc GIS ، النسخة الأولى، كلية الآداب، الجامعة الإسلامية - غزة ، ٢٠١٩، ص٤٠٢ .
- (٢) نور الهدى جبار شنيث المالكي، وآخرون ، استخدام المؤشرات الطيفية لمعطيات الصور الفضائية Landsat LO18 لتقييم الموارد الطبيعية في سهل السندي - محافظة دهوك ، مصدر سابق ، ص٢٥٧ .
- (vi) stuart K. Mc Feeters, Using the Normalized Difference water Index (NDWI) within a Geographic Information system to Detect swimming pools For Mosquito Abatement : A Practical Approach e Sensing journal 2013 P, 3549.
- (vii) Alaa Ghadhban Khalaf, Ghadah Hasan Mohammed and Amar Abd Jaseem Monitoring Change of marshes In south of Iraq by Using Image processing Technique For Landsat Images Through Period from 1990 to 2015, Journal of Engineering and Technology, volum 34 Number 9, 2016 op 267.
- (١) مثال مبدر مصلح احمد ، التمثيل الخرائطي لمظاهر التدهور في محافظة كركوك باستخدام تقنيتي نظم المعلومات الجغرافية (GIS) والاستشعار عن بعد (RS)، ١٩٨٥-٢٠١٥، مصدر سابق، ص٦٩ .
- (٢) ايهاب علي حسين الجبوري، علي مخاف سبع، مجلة جامعة تكريت للعلوم الانسانية، اثر خصائص التربة والمياه على ظاهرة التصحر في ناحية الزاب، المجلد ٣١، العدد ٤، ٢٠٢٤، ص٣٠٤-٣٢٥ .
- (١) خميس فاخر بارود ، مصدر سابق، ص٤٠٦ .
- (xi) هالة محمد سعيد، علاء مهدي صالح الزهيري، كشف التدهور البيئي حسب المؤشرات الطيفية لبيانات القمر الصناعي لاندسات ٨ للساحل العراقي، مصدر السابق، ص١٥٦ .
- (xii) دنيا عبد الجبار ناجي الشمري، التحليل الجغرافي لظاهرة التصحر في قضاء المحاويل، رسالة ماجستير (غير منشورة)، كلية التربية للعلوم الانسانية، جامعة تكريت، ٢٠١٤، ص٨٩ .
- (١) شيماء عبد الكريم طه السعيد، تقييم جغرافي لحالة الجفاف باستخدام المؤشرات الطيفية في محافظة النجف الأشرف، دراسة في المناخ التطبيقي، رسالة ماجستير (غير منشورة) ، كلية التربية للبنات ، جامعة الكوفة ، ٢٠٢١، ص١١٣ .
- (١) نور الهدى جبار شنيث المالكي، وآخرون ، مصدر سابق ، ص٢٦٤ .

References

1. Alaa Ghadhban Khalaf, Ghadah Hasan Mohammed and Amar Abd Jaseem Monitoring Change of marshes In south of Iraq by Using Image processing Technique For Landsat Images Through Period from 1990 to 2015, Journal of Engineering and Technology, volum 34 Number 9, 2016 op 267.
2. Alfred Homere Ngandam Mfondoum and others , Assessment of Land Degradation status and Its Impact in Arid and sem – Arid Areas by correlating spectral and principal component Analysis Neo – Band , Department of Geography , University of Yaounde1 ,Cameroon , 2016 .
3. Al-Maliki, Mohammed Atkheikh Mahoud, Cartographic Representation of the Phenomenon of Degradation in Wasit Governorate Using Modern Geographical Techniques, Unpublished PhD Dissertation, College of Education, University of Basra, 2020.
4. Al-Maliki, Mohammed Atkheikh Mahoud. Cartographic Representation of the Phenomenon of Degradation in Wasit Governorate Using Modern Geographical Techniques. Unpublished PhD Dissertation, College of Education, University of Basra, 2020.
5. Baroud, Khamees Fakher, Applications of Remote Sensing in ArcGIS Geographic Information System Program, First Edition, College of Arts, Islamic University – Gaza, 2019.
6. Dunia Abdul Jabbar Naji Al-Shammari, Geographical Analysis of the Phenomenon of Desertification in Al-Mahawil District, Unpublished Master's Thesis, College of Education for Humanities, University of Tikrit, 2014.
7. Dunia Abdul Jabbar Naji Al-Shammari. Geographical Analysis of the Phenomenon of Desertification in Al-Mahawil District. Unpublished Master's Thesis, College of Education for Humanities, University of Tikrit, 2014.
8. Hala Mohammed Saeed Majeed, Alaa Mahdi Saleh Al-Zuheiri, Detection of Environmental Degradation According to Spectral Indices from Landsat-8 Satellite Data for the Iraqi Coast, Madad Al-Adab Journal, Special Conference Issue, 2018–2019, College of Arts, Al-Iraqia University, 2019.
9. Hala Mohammed Saeed Majeed, Alaa Mahdi Saleh Al-Zuheiri. Detection of Environmental Degradation According to Spectral Indices from Landsat-8 Satellite Data for the Iraqi Coast. Madad Al-Adab Journal, Special Conference Issue, 2018–2019, College of Arts, Al-Iraqia University, 2019.
10. Ibtihal Taqi Hassan, Use of NDVI, NDBI, and NDWI Indices to Detect Land Cover Changes in Selected Areas of Najaf Governorate for the Period (2001–2006) Using Remote Sensing Data, Kufa Journal of Physics, Vol. 6, No. 2, 2014.
11. Ihab Ali Hussein Al-Jabouri, Ali Mukhaf Sab', Journal of Tikrit University for Humanities, Volume 31, Issue 4, 2024 .
12. Mohammed Ahmed Kazem, Classification of Some Soils in the Eastern Shatt al-Arab Region in Basra Governorate and Evaluation of Land Suitability for Agricultural Purposes Using Remote Sensing Techniques, Unpublished PhD Dissertation, College of Agriculture, University of Basra, 2017.
13. Mohammed Ahmed Kazem. Classification of Some Soils in the Eastern Shatt al-Arab Region in Basra Governorate and Evaluation of Land Suitability for Agricultural Purposes Using Remote Sensing Techniques. Unpublished PhD Dissertation, College of Agriculture, University of Basra, 2017.

14. Muthal Mibdar Muslih Ahmed, Cartographic Representation of Degradation Features in Kirkuk Governorate Using GIS and Remote Sensing Techniques (1985–2015), Unpublished PhD Dissertation, College of Education Hantoub, University of Gezira.
15. Noor Al-Huda Jabbar Shanit Al-Maliki, et al., Use of Spectral Indices from Landsat L8 Satellite Images to Assess Natural Resources in the Al-Sindi Plain – Duhok Governorate, Madad Al-Adab Journal, 2024.
16. Shaimaa Abdul Karim Taha Al-Saidi, Geographical Assessment of Drought Status Using Spectral Indices in Al-Najaf Al-Ashraf Governorate – A Study in Applied Climatology, Unpublished Master's Thesis, College of Education for Women, University of Kufa, 2021
17. Shaimaa Abdul Karim Taha Al-Saidi. Geographical Assessment of Drought Status Using Spectral Indices in Al-Najaf Al-Ashraf Governorate – A Study in Applied Climatology. Unpublished Master's Thesis, College of Education for Women, University of Kufa, 2021.
18. stuart K. Mc Feeters, Using the Normalized Difference water Index (NDWI) within a Geographic Information system to Detect swimming pools For Mosquito Abatement : A Practical Approach e Sensing journal 2013 P, 3549.