

استخدام المؤشرات الطيفية لمعطيات الصور الفضائية Landsat OLI
لتقييم الموارد الطبيعية في سهل السندي - محافظة دهوك

م. م نور الهدى جبار شنيت المالكي

أ.د محمد عبد الوهاب حسن الاسدي

جامعة البصرة - كلية الآداب-قسم الجغرافيا ونظم المعلومات الجغرافية

أ.د . رقية احمد محمد امين

الجامعة العراقية - كلية الاداب-قسم الجغرافيا ونظم المعلومات الجغرافية

Ruqaya_Mohamed@aliraqia.edu.iq



Natural for Indicators Spectral AOL Landsat Using Governorate Duhok - Plain Sindi in Assessment Resources

Noor Al-Huda Jabbar Shaniet Al-Maliki

Dr. Mohammed Abdul Wahab Hassan Al-Asadi

College of Arts - University of Basra

Dr. Ruqaya Ahmed Mohammed Amin Al-Ani

College of Arts -AL Iraqia University

Ruqaya_Mohamed@aliraqia.edu.iq



المستخلص

تتاول البحث تقييم الأراضى فى سهل الـ سندى بالاعتماد على المرئيات الف ضائفة الـ حـديثة لـ قمر (Landsat8) با ستخدام المؤشرات الطيفية الرقمية للكشف عن الموارد الطبيعية من خلال المعادلات الاحصائية والمزج اللوني للنطاقات الطيفية الرقمية. تبين ان هناك تباين فى الموارد الطبيعية من منطقة الى اخرى ومن فترة الى اخرى، اذ تبين من المؤشرات الهيدرولوجية تراجع مؤشر اختلاف المياه الطبيعي (NDWI) فى السنوات الجافة، وكذلك تراجع مؤشر فرق رطوبة التربة (NDMI) فى المواسم الجافة، وتبين المؤشرات الحرارية مؤشر حرارة سطح الأرض (LST)، مؤشر الاشعاع الشمسي ((SRI)) ان هناك تباين فى درجة حرارة سطح الأرض من منطقة الى اخرى ومن فصل الى آخر. وتبين المؤشرات النباتية (مؤشر الاختلاف النباتي (NDVI)، مؤشر القشرة البيولوجية (CI)، ان هناك تدهور وتباين من فصل الى اخر ومن سنة الى اخرى، وتبين مؤشرات تدهور التربة مؤشر حجوم الدقائق السطحية (GSI)، مؤشر تدهور الأراضى ((LDI)) هناك تدهور فى التربة من منطقة الى اخرى وهذا ناتج عن عدة عوامل طبيعية، فضلا عن مؤشر دليل المركبات المعدنية. الكلمات المفتاحية: تقييم الأراضى، المؤشرات الطيفية والرقمية، تطبيقات الاستشعار عن بعد.

Abstract

This research examines land assessment in Al-Sandi Plain using modern satellite imagery from Landsat 8, employing digital spectral indices to detect natural resources through statistical equations and color blending of digital spectral ranges. It reveals variations in natural resources from one area to another and from one period to another. Hydrological indices show a decrease in the Natural Water Difference Index (NDWI) in dry years, as well as a decline in the Normalized Difference Moisture Index (NDMI) in dry seasons. Thermal indices, such as Land Surface Temperature (LST) and Solar Radiation Index (SRI), indicate variations in surface temperature from one area to another and from season to season. Plant indices (Normalized Difference Vegetation Index (NDVI), Chlorophyll Index (CI)) demonstrate degradation and variation from one season to another and from year to year. Soil degradation indices, such as Ground Surface Minute Volume Index (GSI) and Land Degradation Index (LDI), indicate soil deterioration from one area to another due to various natural factors, along with the Mineral Compound Indicator .

Keywords: Land Assessment, Spectral and Digital Indices, Remote Sensing Applications.

المقدمة:

إن لكل منطقة صفاتها الطبيعية الخاصة التي تميزها عن غيرها، من حيث مظاهر السطح والتربة والمناخ وموارد المياه والغطاء النباتي والموارد الطبيعية الأخرى التي تتباين في توزيعها وكمياتها، وهذه الخصائص تشكل المسرح الطبيعي الذي يمارس عليه الإنسان نشاطه، وأن كانت تجربته في أحيان معينة على العيش فيها والتكيف معها إن لم يستطع تغييرها، (الجوهري ، 2001 ، ص 18)، ليوافق الإنسان بيئته بطرائق ما بين التحدي والاستجابة بغية تأمين حياة مرفهة ومستقرة، فالأشكال الأرضية مثلاً منها ما يكون عائقاً اما الاستعمالات البشرية ومنها ما يشجع على قيامها، كما الحال بتوافر المياه أو ندرتها، ويتجلى بذلك مفهومي الحتمية والامكانية ما بين الثروات الطبيعية المتاحة وامكانية استغلالها بحسب المستوى الحضاري للإنسان. إن معرفة وجود هذه الموارد الطبيعية في الوسط البيئي الذي يعيش فيه الانسان، وحاجته إليها وطموحه بالاستفادة منها وتوفيرها بكل الاوقات يشكل محوراً مهماً في الدراسات الجيومورفولوجية التطبيقية، يعكس الارتباط بين الجغرافية الطبيعية والبشرية، والتي يسعى الباحث الجغرافي من خلالها اظهار العلاقة المترابطة بين مدى تباين أشكال سطح الأرض، والموارد الطبيعية، والنشاط البشري إلا أن تلك الأنشطة غالباً ما تكتنفها مجموعة من المخاطر البيئية والآثار السلبية، مما يتطلب تحديد وتقييم وتخطيط استغلال موارد البيئة بجدوى اقتصادية وفعالية عاليين، والتنبؤ باستجابة سطح الأرض سلباً وإيجاباً لعمليات التطوير؛ ليعطي بذلك صورة واضحة عن المنطقة وامكانياتها التنموية والمحافظة عليها من التدهور . فقد استندت الدراسة على المرئيات الفضائية الحديثة، للكشف عن الموارد الطبيعية باستخدام المؤشرات الطيفية الرقمية وتعد نظم المعلومات الجغرافية وسيلة دقيقة وحديثة للكشف عن الموارد من خلال المعادلات الاحصائية والمزج اللوني للنطاقات الطيفية الرقمية. يمكن تعريف المؤشر (INDEX) على أنها وسيلة لقياس تركيز ظاهرة ما، بحيث يلخص في قيمة واحدة تفاعل الهدف مع نطاقات طيفية محددة من الطاقة الكهرومغناطيسية، وكأنها معايرة لذلك الهدف في درجة تركيز خصائصه، والمؤشرات الطيفية التي طورت إلى هذا التاريخ عديدة جداً، ولاتزال في طور التطوير لأنواع عديدة منها فمنها ما يتعلق

بالنبات ومنها ما يتعلق بالتربة او الجيولوجيا والهيدرولوجيا وما الى غير ذلك، وتستعمل هذه المؤشرات على نطاق واسع للكشف على الأختلافات الدقيقة التي لا يمكن تمييزها في المرئيات التي تنتج عن عمليات انسبة النطاقات السابقة، أو مركبات الالوان كما إن بعض هذه المؤشرات لا يعمل على كل أنواع المتحسسات بسبب اختلاف الأطوال الموجية والاشعة الطيفية.

1- موقع منطقة الدراسة

تقع منطقة الدراسة جغرافياً في الجزء الشمالي من العراق، إذ يقع شمال مدينة الموصل بمسافة 120 كم تقريباً وتقع على أطرافه الجنوبية مدينة زاخو، يظهر السهل بشكل مثلث قاعدته عند نهر الهيزل غرباً، ويضيق نحو الشرق ويبلغ متوسط عرض السهل ما يقارب 6 كم، ويحده من الجنوب نهر الخابور وسلسلة جبال بيخير، اما من الشرق فتحده مدينة باطوفة مركز ناحية الكلي، ويعدّ نهر الهيزل الحدود الدولية بين العراق وتركيا، كما يُعدّ سهل السندي أحد أبرز السهول الواقعة ضمن الإقليم الجبلي من العراق. أما فلكياً فتقع منطقة الدراسة بين ودائرتي عرض (00-40 37) شمالاً، بين قوسي طول (00-25 42) شرقاً، هو بذلك يقع مناخياً ضمن الإقليم شبه الرطب إلى الرطب، وتبلغ مساحته حوالي (383.356) كم²، خريطة (1).

2- مشكلة البحث:

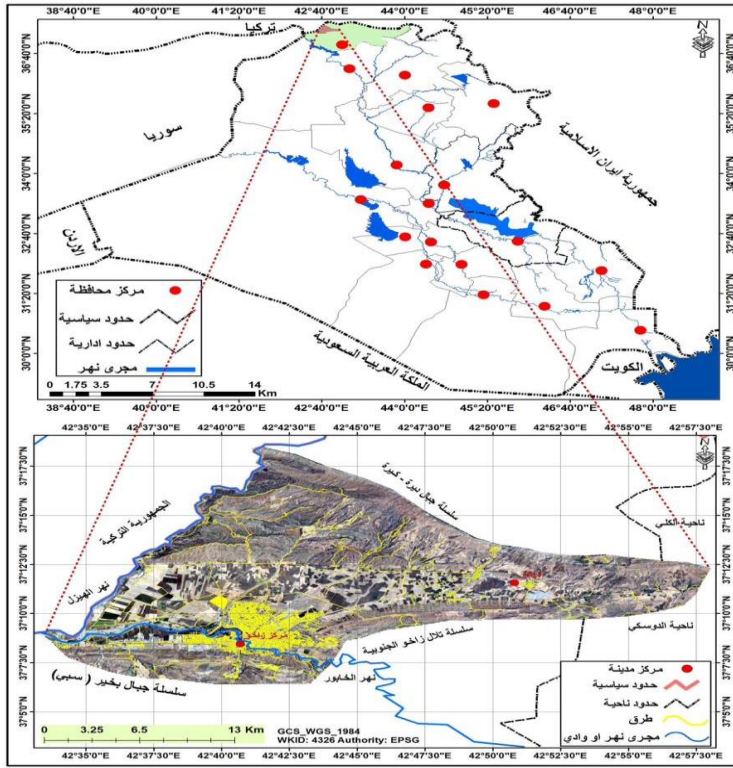
تتمثل مشكلة البحث في التدهور والتباين المكاني الموارد الطبيعية من منطقة الى اخرى ومن سنة الى اخر ومن موسم الى اخر، وما لذلك من آثار على النشاطات المختلفة والبيئة.

3- هدف البحث:

يمثل هدف البحث في الكشف عن التباين المكاني الموارد الطبيعية ومدى تدهورها من خلال النطاقات الطيفية الرقمية وتقييمها وتصنيفها.

4- فرضية الدراسة: هناك تباين في المواد الطبيعية من مكان الى اخر ومن سنة الاخرى ومن فصل الى اخر وهذا ناتج عن العوامل الطبيعية وخاصة المناخ والتربة.

خريطة (1) موقع منطقة الدراسة بالنسبة للعراق



المصدر: اعتماداً على المرئية الفضائية (Quickbird2)، والمرئية الفضائية (Landsat 8)، ونموذج الارتفاع الرقمي (DEM)، والدراسة الميدانية، ومخرجات برنامج Arc gis 10.8.

1- المؤشرات الهيدرولوجية Hydrological Indicators

1-1 مؤشر اختلاف المياه الطبيعي (Normalized Differences Water Index (NDWI))

يعدُّ 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 (بارود، 2019، ص402)، ومناطق تجمع المياه الناتجة عن السيول في المنطقة إذ إن المياه تمتلك انعكاسية عالية في المدى المرئي (الاخضر) على النقيض من الاشعة تحت الحمراء القريبة (Near infrared) وموجات الاشعة القصيرة تحت الحمراء (Shortwave infrareds)، وبالتالي يمكن بسهولة الكشف عن المسطحات المائية وكذلك تمييز المياه عن الظواهر الأخرى (علي، 2018، ص81). فإنَّ معظم الإشعاع الساقط على الأسطح المائية يمتص من قبل المياه، أو ينفذ منه وقليل منه ما ينعكس إلى الجو مرةً أخرى، فالمياه تمتص اشعاع الموجات تحت الحمراء مما يجعل التباين بينه وبين مواد الأسطح الأخرى كبيراً جداً في

المرئية الفضائية المأخوذة في نطاق اشعاع الموجات تحت الحمراء القريبة، أما الاشعاع في الموجات المرئية فمعظمه ينفذ خلال الماء وينعكس حوالي (50) % منه، ويمكن استخلاص هذا المؤشر بالمعادلة الآتية (حسن، 2014، ص15):

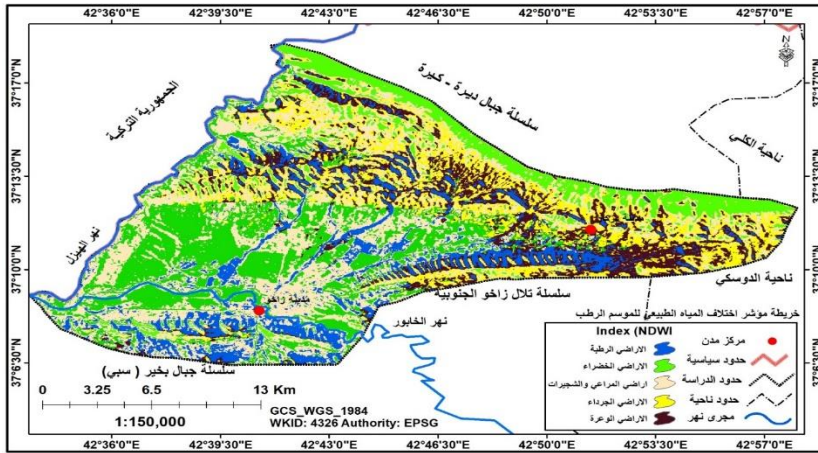
$$NDWI = \frac{Band\ Green - Band(NIR)}{Band\ Green + Band(NIR)}$$

تتراوح قيمة هذا المؤشر بين (0 - 1) حيث ان القيم التي تكون أكبر من الصفر تدل على انها (أسطح مائية)، في حين إن القيم التي تقل عن، أو تساوي الصفر هي (أسطح غير مائية) (Stuart,2013,p3549). بعد اشتقاق مؤشر الاختلاف الطبيعي للمياه من مرئية القمر الصناعي (Landsat 8) بتاريخ (2022-3-16) باعتباره موسم رطب، وبتاريخ (2022-8-15) باعتباره موسم جاف، وتبين إن هناك فرق في حجم الكتلة المائية من منطقة إلى أخرى ومن فصل إلى آخر، ولذلك تم تصنيفها إلى خمس فئات بحسب مؤشر الاختلاف الطبيعي للمياه، خريطة (2) (3)، جدول (1).

جدول (1) مؤشر اختلاف المياه الطبيعي

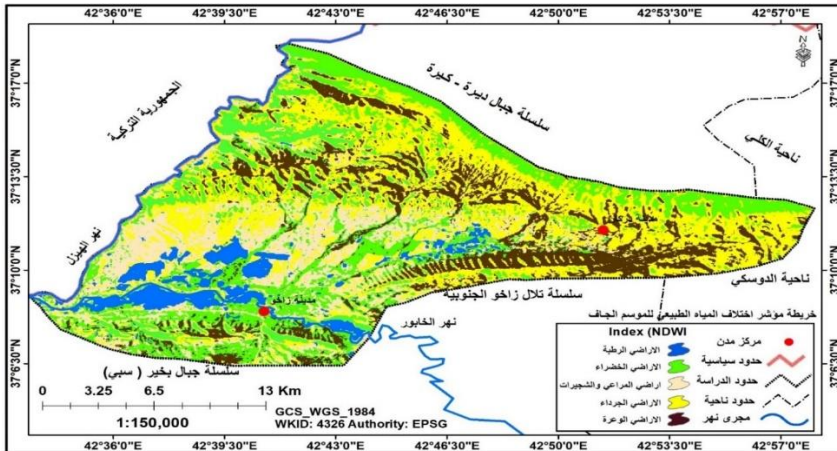
ت	مؤشر الاختلاف النباتي للموسم الرطب	المساحة كم ²	النسبة %	مؤشر الاختلاف النباتي للموسم الجاف	المساحة كم ²	النسبة %
1	الأراضي الرطبة	98.875	25.792	الأراضي الرطبة	30.453	7.944
2	الأراضي الخضراء	162.763	42.457	الأراضي الخضراء	156.65	40.86
3	أراضي المراعي والشجيرات	50.732	13.234	أراضي المراعي والشجيرات	43.76	11.415
4	الأراضي الجرداء	57.345	14.959	الأراضي الجرداء	131.74	34.36
5	الأراضي الوعرة	13.641	3.558	الأراضي الوعرة	20.74	5.41
6	المجموع	383.356	100	المجموع	383.356	100

خريطة (2) مؤشر اختلاف المياه الطبيعي NDIW للموسم الرطب في منطقة الدراسة



المصدر: اعتماداً على مخرجات برنامج Arc gis. 10.8

خريطة (3) مؤشر اختلاف المياه الطبيعي NDIW للموسم الجاف في منطقة الدراسة



المصدر: اعتماداً على مخرجات برنامج Arc gis. 10.8

1-الأراضي الرطبة: يتمثل هذا الصنف من الأراضي التي تتصف بارتفاع نسبة الرطوبة في رسوبياتها السطحية المتمثلة بالوديان وما يجاورها من اراضي فضلاً عن المنخفضات التي تكون لها اهمية كبيره للوصول إلى المياه الجوفية الاستفادة منها من خلال استثمار المياه الجوفية لقربها من السطح، وتبلغ مساحة هذا الصنف في الموسم الرطب (98.875) كم²، بنسبة (25.792) %، وتتنخفض في الموسم الجاف لتبلغ (30.453) كم²، بنسبة (7.944) % من إجمالي مساحة منطقة.

2- الأراضي الخضراء: يتمثل هذا الصنف من الأراضي بالأراضي التي يكسوها النبات الطبيعي بشكل كثيف، وتبلغ مساحة هذا الصنف في الموسم الرطب (162.763) كم²، بنسبة (42.457) %، وتتنخفض في الموسم الجاف لتبلغ (156.653) كم²، بنسبة (40.864) % من إجمالي مساحة منطقة.

3- أراضي المراعي والشجيرات: يتمثل هذا الصنف من الأراضي بالأراضي التي تمتلك طبقة سطحية من الرواسب التي تكون بيئة مناسبة لنمو الأعشاب وتستخدم كمراعي للحيوانات، وتبلغ مساحة هذا الصنف في الموسم الرطب (50.732) كم²، بنسبة (13.234) %، وتتنخفض في الموسم الجاف لتبلغ (43.761) كم²، بنسبة (11.415) % من إجمالي مساحة منطقة.

4- الأراضي الجرداء: يتمثل هذا الصنف 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 الصنف في الموسم الرطب (57.345) كم²، بنسبة (14.959) %، ويرتفع في الموسم الجاف لتبلغ (131.745) كم²، بنسبة (34.366) % من إجمالي مساحة منطقة.

5- الأراضي الوعرة: يتمثل هذا الصنف من الأراضي بالأراضي التي تتعرض إلى تعرية الأمطار والأراضي التي تتميز بوجود بنية صخرية متكونة من صخور لينة قليلة النفاذية مع قلة في الغطاء النباتي وشدة في الانحدار، وتبلغ مساحة هذا الصنف في الموسم الرطب (13.641) كم²، بنسبة (3.558) %، وترتفع في الموسم الجاف لتبلغ (20.744) كم²، بنسبة (5.411) % من إجمالي مساحة منطقة.

1-2 مؤشر فرق رطوبة التربة (Normalized Difference Moisture Index)
(NDMI)

يعدُّ من المؤشرات المهمة للكشف عن جفاف الترب وعن رطوبتها وتغدقها، وهو أفضل دليل على مقدار المياه العالقة، أو المخزونة في التربة وهذا يختلف من تربة لأخرى بناءً على خصائصها الفيزيائية وغيرها، وهو يختلف عن مؤشر فرق المياه (NDWI)

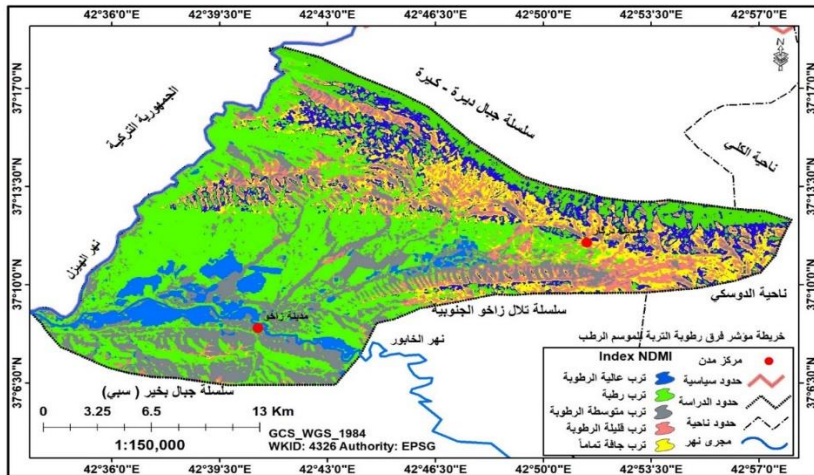
والذي يظهر المياه السطحية، ويستخرج مؤشر فرق رطوبة التربة (NDMI) باستخدام المعادلة الآتية (بارود، 2019، ص406):

$$NDMI = \frac{\text{Band Green} - \text{Band Swir 1}}{\text{Band Green} + \text{Band Swir 2}}$$

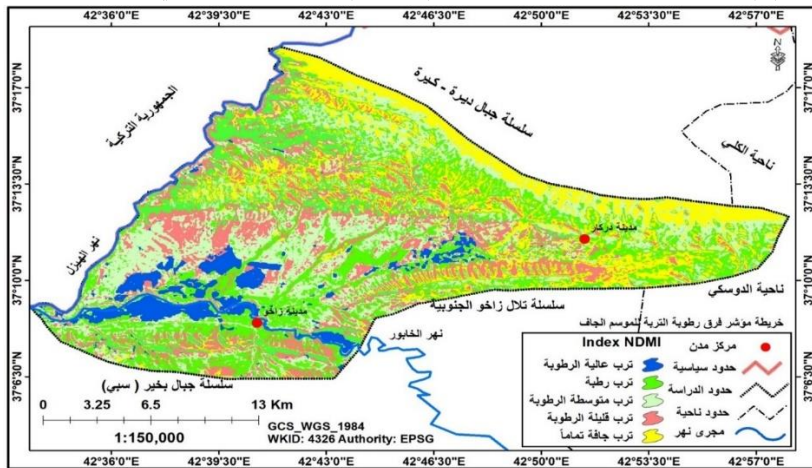
تتدرج قيم (NDMI) ما بين (1 - 1) حيث ان القيمة ما بين (0-1) تمثل مناطق ذات رطوبة عالية مثل المناطق الغدقة والتربة الرطبة، وما بين (0-1) فإنها تمثل مناطق ذات محتوى رطوبي أقل، فكلما قل محتوى رطوبة التربة فإن قيمته تقل عن (1). بعد اشتقاق مؤشر فرق رطوبة التربة (NDMI) على وفق المعادلة وباستعمال مرئية (Landsat8) بتاريخ (2022-3-14) باعتباره موسم رطب، وبتاريخ (2022-8-15) باعتباره موسم جاف، وتبين إن هناك تباين في رطوبة التربة من منطقة إلى أخرى ومن موسم إلى آخر، ولذلك تم تصنيفها إلى خمس فئات بحسب مؤشر فرق الرطوبة، جدول (2)، خريطة (4) (5).

1- ترب عالية الرطوبة: يشمل هذا الصنف الترب العالية الرطوبة والغدقة، وتبلغ مساحة هذا الصنف في الموسم الرطب (90.764) كم²، بنسبة (23.676) %، وتتنخفض في الموسم الجاف لتبلغ (40.623) كم²، بنسبة (10.597) % من إجمالي مساحة منطقة.
2- ترب رطبة: ويشمل هذا الصنف الترب ذات المحتوى الرطوبي، وتبلغ مساحة هذا الصنف في الموسم الرطب (153.876) كم²، بنسبة (40.139) %، وتتنخفض في الموسم الجاف لتبلغ (98.654) كم²، بنسبة (25.734)

خريطة (4) أصناف مؤشر رطوبة التربة (NDMI) للموسم الرطب في منطقة الدراسة



خريطة (5) أصناف مؤشر رطوبة التربة (NDMI) للموسم الجاف في منطقة الدراسة



% من إجمالي مساحة منطقة، وهذا ناتج عن قلة الأمطار في الفصل الجاف وإرتفاع درجات الحرارة مما يؤدي إلى تبخر رطوبة التربة.

3- ترب متوسطة الرطوبة: يشمل هذا الصنف التربة المتوسطة الرطوبة، وتبلغ مساحة هذا الصنف في الموسم الرطب (60.644) كم²، بنسبة (15.819) %، وازدادت مساحته في الموسم الجاف لتبلغ (70.871) كم²، بنسبة (18.487) % من إجمالي مساحة المنطقة، وإن إرتفاع مساحة هذا الصنف لكلا الموسمين ناتج عن التربة المزيجية ذات القابلية المتوسطة على الاحتفاظ بالرطوبة.

4- ترب قليلة الرطوبة: يشمل هذا الصنف الترب القليلة الرطوبة، وتبلغ مساحة هذا الصنف في الموسم الرطب (40.198) كم²، بنسبة (10.486) %، وازدادت مساحته في الموسم الجاف لتبلغ (67.044) كم²، بنسبة (17.489) % من إجمالي مساحة المنطقة.

5- ترب جافة تماماً: يشمل هذا الصنف الترب الجافة الخالية من الرطوبة، وتبلغ مساحة هذا الصنف في الموسم الرطب (37.874) كم²، بنسبة (9.880) %، وازدادت مساحته في الموسم الجاف لتبلغ (106.164) كم²، بنسبة (27.693) % من إجمالي مساحة المنطقة، أما تباينها المكاني فهو ناتج عن التكوينات السطحية الحجرية، والرملية الغير القابلة لحفظ المياه. يلاحظ انخفاض نسبة الفارق بين الموسم الرطب والموسم الجاف 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، فضلاً عن أن ارتفاع الرطوبة في التربة يساعد على نمو غطاء نباتي.

جدول (2) أصناف مؤشر رطوبة التربة (NDMI) للموسمين (الرطب والجاف) في منطقة الدراسة

ت	مؤشر فرق رطوبة التربة للموسم الرطب	المساحة كم ²	النسبة %	مؤشر فرق رطوبة التربة للموسم الجاف	المساحة كم ²	النسبة %
1	ترب عالية الرطوبة	90.764	23.676	ترب عالية الرطوبة	40.623	10.597
2	ترب رطبة	153.876	40.139	ترب رطبة	98.654	25.734
3	ترب متوسطة الرطوبة	60.644	15.819	ترب متوسطة الرطوبة	70.871	18.487
4	ترب قليلة الرطوبة	40.198	10.486	ترب قليلة الرطوبة	67.044	17.489
5	ترب جافة تماماً	37.874	9.880	ترب جافة تماماً	106.164	27.693
6	المجموع	383.356	100	المجموع	383.356	100

المصدر: اعتماداً على خريطة (4) (5)، ومخرجات برنامج Arc gis. 10.8.

3-1 المؤشرات النباتية Vegetarian Indicators

إنَّ الغطاء النباتي من الموارد الطبيعية المهمة في المنطقة، لما له من أهمية اقتصادية ورعوية فضلاً عن أهميته البيئية في حماية التربة من التعرية ومصدر المادة العضوية فيها، ولذلك سوف نتناول الغطاء النباتي من عدة مؤشرات.

1-3-1 مؤشر الاختلاف النباتي (NDVI) Normalized Difference Vegetation Index

يُعدُّ هذا المؤشر من المؤشرات الواسعة الانتشار التي تستخدم بكثرة من قبل الباحثين كمقياس لكثافة الغطاء النباتي ومعرفة حالته، بافتراض إنَّ قيم هذا المؤشر تتناسب إيجاباً مع كثافة الغطاء النباتي في مساحة عنصر الصورة (Najeeb,2009,p4). إنَّ أغلب هذه المؤشرات تتعامل مع أكثر من نطاق طيفي، ومختصرة على نطاقات معينة من نطاقات المرئية الفضائية تكون مخصصة لتحسس وتسجيل معلومات عن النبات كالأشعة المرئية الحمراء (RED) والأشعة تحت الحمراء القريب (Near Infrared)؛ وذلك لكون هذه القنوات تحتوي على (90%) من المعلومات الخاصة بالنبات (Rahman,2011,p3). واحدة من المعالجات الرقمية للتحسين الطيفي والتي تفيد بشكل مهم في مراقبة النبات، والتي تبنى على أساس العلاقة بين الأشعة تحت الحمراء القريبة والأشعة الحمراء المرئية، على افتراض أنَّ انعكاسية النبات عالية في نطاق الأشعة تحت الحمراء القريبة (Near Infrared)، وانخفاض انعكاسيته في النطاق الأحمر المرئي (RED) (الغزي، 2012، ص 6)، ويتمثل هذا المؤشر بالمعادلة التالية (Jensen,2007,p384):

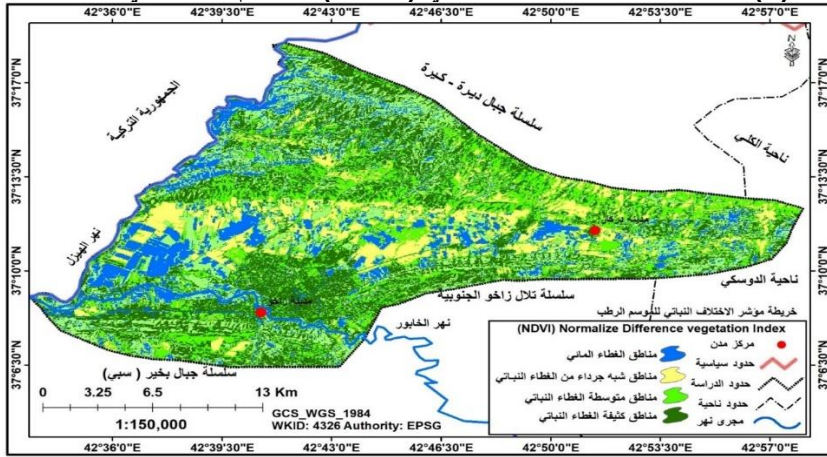
$$NDVI = \frac{NIR. Band - R. Band}{NIR. Band + R. Band}$$

إنَّ قيم هذا المؤشر تتراوح بين $(1^+ - 1^-)$ إذ تدل القيم الموجبة على إنَّ الخلية ذات غطاء نباتي، وكلما زادت القيمة الموجبة يدلُّ على خضرة النبات وكثافته، والعكس صحيح فيما يخص القيم السالبة التي تدلُّ على المعالم السطحية غير الخضراء. اشتقاق مؤشر اختلاف النباتي (NDVI) على وفق المعادلة وباستعمال مرئية (Landsat8) بتاريخ (2022-3-14) باعتباره موسم رطب، وبتاريخ (2022-8-12) باعتباره موسم جاف، وتبين إنَّ هناك تباين في الغطاء النباتي من منطقة إلى أخرى ومن موسم إلى آخر؛ ولذلك تم تصنيفها إلى أربعة اصناف حسب مؤشر اختلاف النباتي، خريطة (6) (7)، جدول (3).

1-مناطق الغطاء المائي: يشمل هذا الصنف مناطق الغطاءات المائية، وبلغت مساحة المسطحات المائية في الموسم الرطب (74.964) كم²، بنسبة (19.555) %، بينما

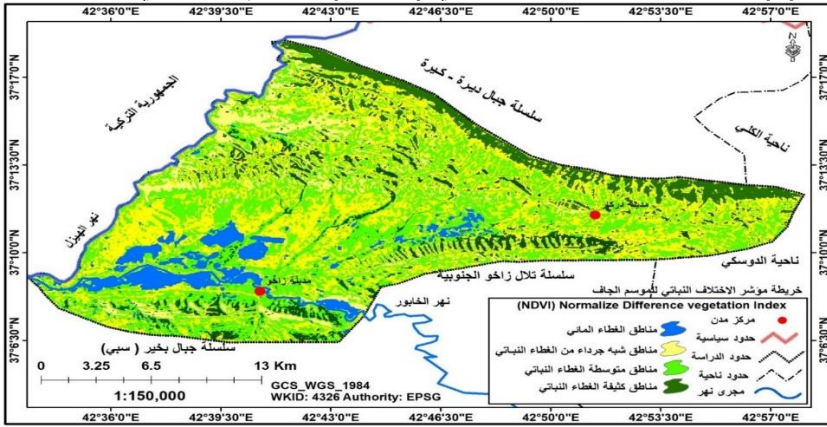
انخفضت مساحته في الموسم الجاف لتبلغ (32.761) كم²، بنسبة (8.546) % من إجمالي مساحة المنطقة.

خريطة (6) أصناف مؤشر الاختلاف النباتي (NDVI) للموسم الرطب في منطقة الدراسة



المصدر: اعتماداً على مخرجات برنامج Arc gis 10.8.

خريطة (7) أصناف مؤشر الاختلاف النباتي (NDVI) للموسم الجاف في منطقة الدراسة



المصدر: اعتماداً على مخرجات برنامج Arc gis 10.8.

جدول (3) أصناف مؤشر الاختلاف النباتي (NDVI) للموسمين (الرطب والجاف) في منطقة الدراسة

ت	مؤشر الاختلاف النباتي للموسم الرطب	المساحة كم ²	النسبة %	مؤشر الاختلاف النباتي للموسم الجاف	المساحة كم ²	النسبة %
1	مناطق الغطاء المائي	74.964	19.555	مناطق الغطاء المائي	32.761	8.546
2	مناطق شبه جرداء من الغطاء النباتي	72.684	18.960	مناطق شبه جرداء من الغطاء النباتي	150.733	39.319

33.841	129.73	مناطق متوسطة الغطاء النباتي	29.178	111.856	مناطق متوسطة الغطاء النباتي	3
18.294	70.132	مناطق كثيفة الغطاء النباتي	32.307	123.852	مناطق كثيفة الغطاء النباتي	4
100	383.356	المجموع	100	383.356	المجموع	5

المصدر: اعتماداً على خريطة (6) (7)، ومخرجات برنامج Arc gis 10.8.

2- مناطق شبه جرداء من الغطاء النباتي: يشمل هذا الصنف المناطق ذات النباتات المنفرقة والنادرة الوجود، وبلغت مساحة هذا الصنف في الموسم الرطب (72.684) كم²، بنسبة (18.960) %، وازدادت هذه المساحة في الموسم الجاف لتبلغ (150.733) كم²، بنسبة (39.319) % من إجمالي مساحة المنطقة.

3- مناطق متوسطة الغطاء النباتي: ويشمل هذا الصنف الأراضي ذات الغطاء النباتي المتوسط الكثافة، وبلغت مساحة هذا الصنف في الموسم الرطب (111.856) كم²، بنسبة (29.178) %، وازدادت هذه المساحة في الموسم الجاف لتبلغ (129.73) كم²، بنسبة (33.841) % من إجمالي مساحة المنطقة.

4 - مناطق كثيفة الغطاء النباتي: يشمل هذا الصنف الأراضي ذات الغطاء النباتي الكثيف، وبلغت مساحة هذا الصنف في الموسم الرطب (123.852) كم²، بنسبة (32.307) %، وانخفضت هذه المساحة في الموسم الجاف لتبلغ (70.132) كم²، بنسبة (18.294) % من إجمالي مساحة المنطقة وينتشر هذا الصنف بالقرب من مصادر المياه.

1-3-2- مؤشر القشرة البيولوجية (Crust Index (CI)

يمتاز مؤشر القشرة البيولوجية في رصد الطبقة الرقيقة من سطح التربة والتي تمتاز بوجود الأشنات، والاعشاب والطحالب، والبكتيريا، والفطريات وتعدُّ من المكونات الضرورية للنظام الايكولوجي من خلال دورها الرئيس في استقرار التربة وخصوبتها ونتاجية التربة وعملية تشكيل واستقرار التربة ومقاومتها لعمليات التعرية المائية، يعتمد هذا المؤشر على الفرق بين نطاق الأشعة الحمراء (Red) ونطاق الأشعة الزرقاء (Blue) على مجموعهما مطروحاً منه واحد، ويحسب على وفق المعادلة الآتية (الحربو، 2018، ص103):

$$CI = 1 - \frac{\text{Band Red} - \text{Band Blue}}{\text{Band Red} + \text{Band Blue}}$$

يمتد المدى الديناميكي لهذا المؤشر بين (0-2) وتتراوح قيمة المؤشر (1-2) عندما يكون نطاق الأشعة الزرقاء أعلى من نطاق الأشعة الحمراء، بعد استخراج مؤشر القشرة البيولوجية للمنطقة تبين إنَّ هناك تباين من منطقة إلى أخرى ولذلك تم تصنيفها إلى خمسة أصناف (Rusco,2003,p15)، خريطة (8)، جدول (4).

1-أراضي ذات قشرة غنية جداً: يمثل هذا الصنف الأراضي ذات الرطوبة العالية جداً والغطاء النباتي الكثيف الذي يساعد على وجود حياة على مدار السنة وبالتالي تطور قشرة بيولوجية غنية جداً، وينتشر هذا الصنف في مجاري الانهار والمنخفضات والمناطق الزراعية المروية، وتبلغ مساحة هذا الصنف (187.873) كم²، بنسبة (49.007) % من إجمالي مساحة المنطقة.

2-أراضي ذات قشرة غنية: يمثل هذا الصنف الأراضي ذات الرطوبة العالية والغطاء النباتي الكثيف الذي يساعد على تطور قشرة بيولوجية غنية من الأحياء النباتية والحيوانية والفطرية وينتشر هذا الصنف في مناطق واسعة وخاصة شمال وجنوب المنطقة، وتبلغ مساحة هذا الصنف (89.862) كم²، بنسبة (23.441) % من إجمالي مساحة المنطقة.

3- أراضي 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 (66.983) كم²، بنسبة (17.473) % من إجمالي مساحة المنطقة.

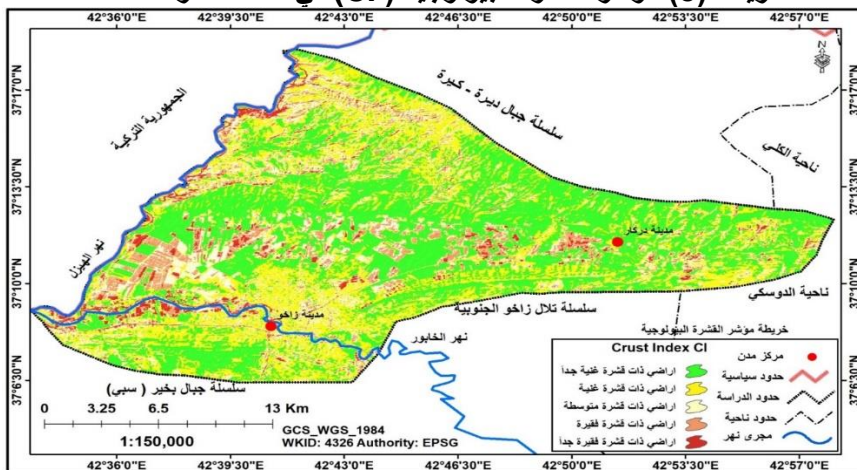
4- أراضي ذات قشرة فقيرة: يتمثل هذا الصنف في الأراضي الجافة والتي تكون فيها القشرة البيولوجية فقيرة جداً، وينتشر هذا الصنف بصورة واسعة ومتفرقة وخاصة غرب المنطقة، وتبلغ مساحة هذا الصنف (20.654) كم²، بنسبة (5.388) % من إجمالي مساحة المنطقة.

5-أراضي 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 التربة الجافة والخالية من الرطوبة كما في وسط وغرب المنطقة،

استخدام المؤشرات الطيفية لمعطيات الصور الفضائية Landsat OLI لتقييم الموارد الطبيعية

وتبلغ مساحة هذا الصنف (17.984) كم²، بنسبة (4.691) % من إجمالي مساحة المنطقة.

خريطة (8) مؤشر القشرة البيولوجية (CI) في منطقة الدراسة



المصدر: اعتماداً على مخرجات برنامج Arc gis 10.8.

جدول (4) مؤشر القشرة البيولوجية (CI) في منطقة الدراسة

النسبة %	المساحة كم ²	مؤشر القشرة البيولوجية	ت
49.007	187.873	اراضي ذات قشرة غنية جداً	1
23.441	89.862	اراضي ذات قشرة غنية	2
17.473	66.983	اراضي ذات قشرة متوسطة	3
5.388	20.654	اراضي ذات قشرة فقيرة	4
4.691	17.984	اراضي ذات قشرة فقيرة جداً	5
100	383.356	المجموع	6

المصدر: اعتماداً على خريطة (8)، ومخرجات برنامج Arc gis. 10.8.

4-1 المؤشرات الحرارية Thermal Indicators

1-4-1 مؤشر حرارة سطح الارض (LST) Land Surface Temperature

تعد حرارة سطح الارض انعكاساً للمناخ السائد، لكن هناك تباينات من منطقة إلى أخرى وهذا ناتج عن مكونات سطح الأرض، أو استعمالات سطح الارض، إذ تتميز المناطق الحضرية بارتفاع درجات الحرارة على عكس المسطحات المائية والغطاءات النباتية، كذلك تتباين تكوينات سطح الارض في امتصاصها وفقدانها للحرارة ولاستخراج هذا المؤشر تم استخدام المعادلة الآتية (الطائي، 2022، ص1831):

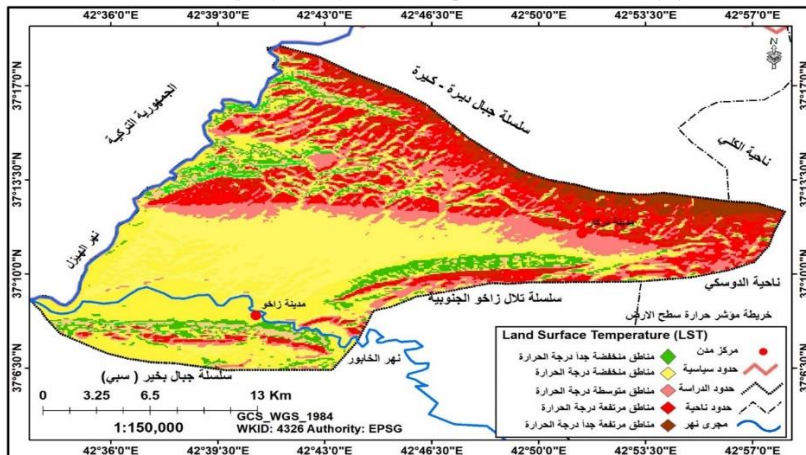
$$LST = (TB/1 + [Radiance \times TB/P] \times LN (E))$$

بعد اشتقاق درجة حرارة سطح الأرض (LST) تبين إن هناك تتباين في حرارة سطح الأرض من منطقة إلى أخرى، لذلك تم تقسيمها إلى خمس فئات بحسب درجة حرارة السطح، خريطة (9)، جدول (5).

1- مناطق منخفضة جداً درجة الحرارة: يشمل هذا الصنف المناطق ذات درجات الحرارة المتدنية، ويشغل مساحة هذا الصنف (40.984) كم²، بنسبة (10.691) % من إجمالي مساحة المنطقة، وتمثل هذه الفئة في المسطحات المائية التي تتميز ببطء امتصاصها لدرجات الحرارة.

2- مناطق منخفضة درجة الحرارة: يشمل هذا الصنف المناطق ذات درجات الحرارة السطحية المنخفضة، وتبلغ مساحة هذا الصنف (184.764) كم²، بنسبة (48.196) % من إجمالي مساحة المنطقة، وهي بذلك تشكل أكثر من ثلث مساحة المنطقة إذ تمتد في مناطق واسعة، وينتشر هذا الصنف في المناطق القريبة من المنخفضات والتي تتميز تربتها بأنها ناعمة النسجة (الغرين، الطين) والتي تتميز هذه المكونات بأنها قليلة الامتصاص للحرارة، فضلاً عن محتواها الرطوبي الذي يساعد على تخفيف درجات الحرارة في التربة.

خريطة (9) مؤشر حرارة سطح الارض (LST) في منطقة الدراسة



المصدر: اعتماداً على مخرجات برنامج Arc gis. 10.8.

جدول (5) مؤشر حرارة سطح الارض (LST) في منطقة الدراسة

ت	مؤشر حرارة سطح الأرض	المساحة كم ²	النسبة %
---	----------------------	-------------------------	----------

10.691	40.984	مناطق منخفضة جداً درجة الحرارة	1
48.196	184.764	مناطق منخفضة درجة الحرارة	2
18.517	70.985	مناطق متوسطة درجة الحرارة	3
13.812	52.951	مناطق مرتفعة درجة الحرارة	4
8.783	33.672	مناطق مرتفعة جداً درجة الحرارة	5
100	383.356	المجموع	6

المصدر: اعتماداً على خريطة (9)، ومخرجات برنامج Arc gis 10.8.

3- مناطق متوسطة درجة الحرارة: يشمل هذا الصنف الأراضي ذات الحرارة المتوسطة، وتبلغ مساحة هذا الصنف (70.985) كم²، بنسبة (18.517) % من إجمالي مساحة المنطقة، وينتشر في مناطق متفرقة من المنطقة وخاصة في الأجزاء الوسطى، وشرقية، وجنوبية.

4- مناطق مرتفعة درجة الحرارة: يشمل هذا الصنف الأراضي ذات الحرارة المرتفعة، وتبلغ مساحة هذا الصنف (52.951) كم²، بنسبة (13.812) % من إجمالي مساحة المنطقة، وينتشر في مناطق متفرقة من وخاصة الترب الرملية التي تتميز بامتصاصها للحرارة، مما يؤدي إلى ارتفاع درجات حرارة التربة وبالتالي تبخر رطوبة التربة.

5- مناطق مرتفعة جداً درجة الحرارة: ويشمل هذا الصنف الأراضي ذات درجات الحرارة المرتفعة جداً، وتبلغ مساحة هذا الصنف (33.672) كم²، بنسبة (8.783) % من إجمالي المساحة، وينتشر هذا الصنف في المناطق التي تنتشر فيها تكوينات انجانه والمقدادية وباي حسن التي تتميز بتكويناتها الحصوية، مما يساعد على امتصاص الحرارة من قبل هذه التكوينات تلعب درجة حرارة المكونات السطحية دوراً هاماً في نشاط التفاعلات الكيميائية للتربة وكذلك نشاط الكائنات الحية الدقيقة في التربة، كذلك تلعب دوراً هاماً في تبخر رطوبة التربة، مما يؤثر على الميزانية الهيدرولوجية للتربة.

1-4-2- مؤشر الاشعاع الشمسي (SRI) Solar Radiation Index

يعدُّ من المؤشرات المهمة في الدراسات البيئية وخاصة الجيومورفولوجية والهيدرولوجية لما له من أهمية في نشاط العمليات الجيومورفولوجية والتوازن الهيدرولوجي من خلال التبخر. ويعتمد اشتقاق مؤشر الاشعاع الشمسي من نموذج الارتفاع الرقمي (DEM) من خلال أداة (Area Solar Radiation)، وبعد اشتقاق

مؤشر الاشعاع الشمسي للمنطقة (الطائي، 2022، ص1832)، تبين إن هناك تباين في كمية استلام الإشعاع الشمسي في المنطقة ولذلك تم تقسيمها إلى خمسة أصناف، خريطة (10)، جدول (6).

1- مناطق قليلة جداً الإشعاع الشمسي: يشمل هذا الصنف الأراضي التي تستلم كميات قليلة جداً من الإشعاع الشمسي نتيجة لوقوعها في مناطق الظل الشمسي، وتبلغ مساحة هذا الصنف (46.876) كم²، بنسبة (12.228) % من إجمالي مساحة المنطقة.

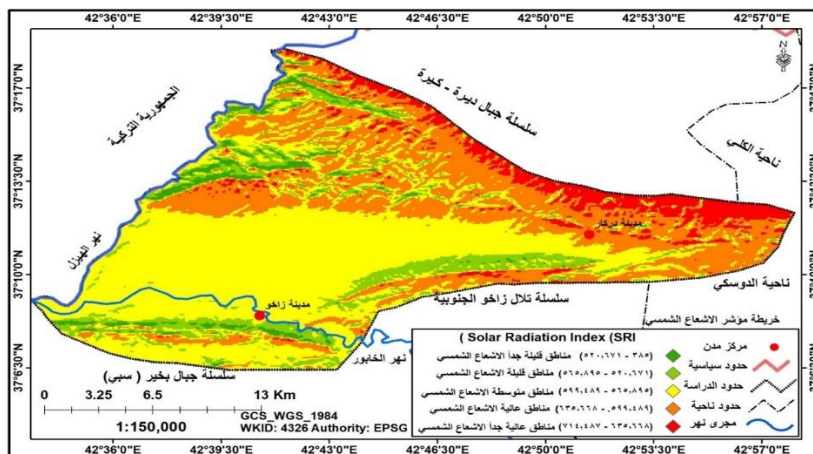
2 - مناطق قليلة الإشعاع الشمسي: يشمل هذا الصنف الأراضي التي تستلم كميات قليلة ومحدودة من الإشعاع الشمسي إذ تستلم ساعات معدودة من الإشعاع، وتبلغ مساحة هذا الصنف (25.763) كم²، بنسبة (6.720) % من إجمالي مساحة المنطقة.

3- 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 (124.892) كم²، بنسبة (32.579) % من إجمالي مساحة المنطقة.

4- 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 (145.087) كم²، بنسبة (37.847) % من إجمالي مساحة المنطقة، وهذا ناتج عن أغلب سفوحها مواجهة لأشعة الشمس.

5-مناطق عالية جداً الإشعاع 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 (40.738) كم²، بنسبة (10.627) % من إجمالي مساحة المنطقة.

خريطة (10) مؤشر الإشعاع الشمسي (SRI) في منطقة الدراسة



المصدر: اعتماداً على مخرجات برنامج Arc gis. 10.8.

جدول (6) مؤشر الإشعاع الشمسي (SRI) في منطقة الدراسة

النسبة %	المساحة كم ²	مؤشر الإشعاع الشمسي	ت
12.228	46.876	مناطق قليلة جداً الإشعاع الشمسي	1
6.720	25.763	مناطق قليلة الإشعاع الشمسي	2
32.579	124.892	مناطق متوسطة الإشعاع الشمسي	3
37.847	145.087	مناطق عالية الإشعاع الشمسي	4
10.627	40.738	مناطق عالية جداً الإشعاع الشمسي	5
100	383.356	المجموع	6

المصدر: اعتماداً على خريطة (10)، مخرجات برنامج Arc gis. 10.8.

5-1 مؤشرات التربة Soil Indicators

1-5-1 مؤشر حجم دقائق السطحية (GSI)

يعدُّ هذا الدليل أفضل الأدلة الطيفية للتنبؤ بحجوم دقائق التربة السطحية، إذ توجد علاقة ارتباط طردية مع محتوى الرمل الناعم، بينما تكون علاقة ارتباط عكسية مع محتوى التربة من حجوم دقائق الطين والغرين للطبقة السطحية في المناطق الجافة ذات الغطاء النباتي المنخفض، وهو مؤشر فعال للكشف عن درجات التملح، وإن زيادة قيم هذا المؤشر تدل على إن قوام السطح خشن اذ تشير القيم الأعلى إلى أن التربة خشنة النسجة ولا تتأثر بالتملح، ويستخرج على وفق المعادلة الآتية(المالكي، 2020، ص60):

$$GSI = \frac{(Band . Red - Band . Blue)}{(Band . Red + Band . Blue + Band . Green)}$$

بعد اشتقاق مؤشر حجوم الدقائق السطحية على وفق المعادلة، وباستعمال مرئية (8 Lands) لسنة 2020 تبين إن هناك تباين في حجوم الدقائق السطحية في المنطقة، ولذلك تقسيمها إلى خمس فئات، خريطة (11)، جدول (7).

1- **دقائق سطحية ناعمة جداً:** يشمل هذا الصنف الترب الناعمة جداً ذات النسجة الطينية، وتبلغ مساحته (91.983) كم²، بنسبة (23.994) % من إجمالي مساحة المنطقة، ويحتل هذا الصنف المرتبة الأولى من حيث المساحة إذ ينتشر في المناطق المنخفضة وفي بعض المناطق القريبة منها.

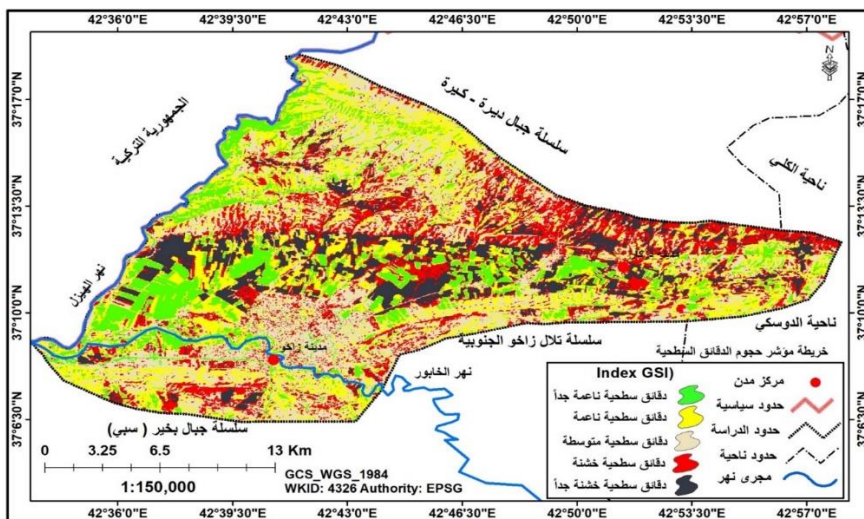
2- **دقائق سطحية ناعمة:** ويشمل هذا الصنف الترب الناعمة النسجة أي الترب المزيجية الغرينية، وتبلغ مساحته (86.454) كم²، بنسبة (22.552) % من إجمالي مساحة المنطقة، ويتمثل في الأجزاء الوسطى من المراوح الفيضية في المنطقة.

3- **دقائق سطحية متوسطة:** يشمل هذا الصنف الترب المتوسطة النسجة أي الترب المزيجية الرملية، وتبلغ مساحته (87.752) كم²، بنسبة (22.890) % من إجمالي المساحة، ويمثل مناطق واسعة ومتفرقة لكنه يسود في المراوح الفيضية في المنطقة.

4- **دقائق سطحية خشنة:** يشمل هذا الصنف الترب الخشنة النسجة، وتبلغ مساحته (61.802) كم²، بنسبة (16.121) % من إجمالي المساحة، ويتمثل هذا الصنف في الأراضي المرتفعة وأقدام التلال إذ يظهر على طول الشريط الحدودي بين العراق وتركيا.

5- **دقائق سطحية خشنة جداً:** يشمل هذا الصنف الترب الخشنة النسجة، وتبلغ مساحته (55.365) كم²، بنسبة (14.442) % من إجمالي مساحة المنطقة، ويتوزع هذا الصنف في المناطق المرتفعة والتي ذات تكوين رملية حصوية تعود لتكوين باي حسن والمقدادية، وكذلك يظهر هذا الصنف في بعض بطون الأودية الحصوية مثل: حوض وادي دار جلال وحوض وادي جلال وحوض وادي دحلك كوندل.

خريطة (11) مؤشر حجوم الدقائق السطحية (GSI) في منطقة الدراسة



المصدر: اعتماداً على مخرجات برنامج Arc gis 10.8.

جدول (7) مؤشر حجوم الدقائق السطحية (GSI) في منطقة الدراسة

النسبة %	المساحة كم ²	GSI(مؤشر حجوم الدقائق السطحية)	ت
23.994	91.983	دقائق سطحية ناعمة جداً	1
22.552	86.454	دقائق سطحية ناعمة	2
22.890	87.752	دقائق سطحية متوسطة	3
16.121	61.802	دقائق سطحية خشنة	4
14.442	55.365	دقائق سطحية خشنة جداً	5
100	383.356	المجموع	6

المصدر: اعتماداً على خريطة (11)، ومخرجات برنامج Arc gis 10.8.

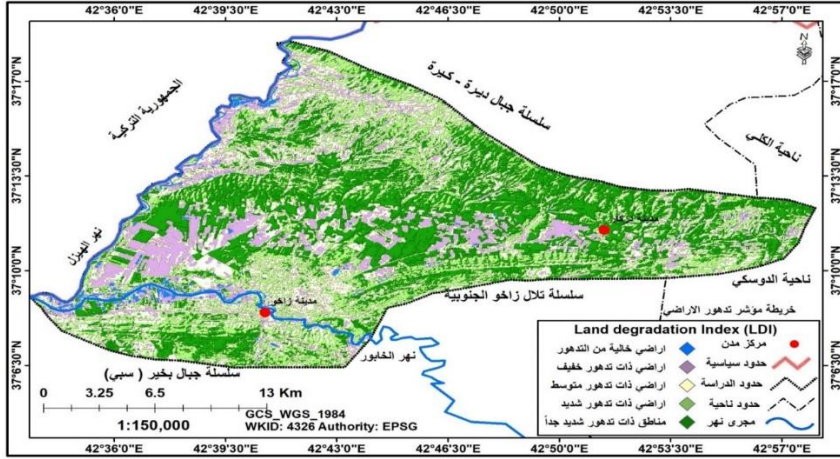
1-5-2- مؤشر تدهور الاراضي (LDI) Land degradation Index

يعدُّ من المؤشرات المهمة في كشف مخاطر التصحر عبر قياس تدهور التربة كالانخفاض المتدرج في خصوبة التربة التي عادة ما يرافق انخفاض انتاجية المحاصيل، حيث كلما ارتفعت قيمته كانت الأعرض أكثر تدهوراً، ويعتمد هذا المؤشر على نطاق (Green) التي تمثل نطاقاً امتصاص الكلوروفيل، وعلى نطاق (Blue) التي تمثل الطول الموجي الأخضر، ويحسب على وفق المعادلة الآتية(التغلي، 2018، ص47):

$$LDI = (1 / (255 (B_2 + B^3))) / (255+ (B_2+ B3))$$

بعد اشتقاق مؤشر تدهور التربة المنطقة تبين إن هناك تباين في تدهور التربة من منطقة إلى أخرى ولذلك تم تصنيفها إلى خمسة أصناف، خريطة (12)، جدول (8).

خريطة (12) مؤشر تدهور الاراضي (LDI) في منطقة الدراسة



المصدر: اعتماداً على مخرجات برنامج Arc gis 10.8.

جدول (8) مؤشر تدهور الاراضي (LDI) في منطقة الدراسة

النسبة %	المساحة كم ²	مؤشر تدهور الأراضي	ت
2.779	10.654	اراضي خالية من التدهور	1
21.068	80.764	اراضي ذات تدهور خفيف	2
11.441	43.861	اراضي ذات تدهور متوسط	3
32.300	123.823	اراضي ذات تدهور شديد	4
32.412	124.254	مناطق ذات تدهور شديد جداً	5
100	383.356	المجموع	6

المصدر: اعتماداً على خريطة (12)، ومخرجات برنامج Arc gis 10.8

1- أراضي خالية من التدهور: يمثل هذا الصنف الاراضي الخالية من التدهور وينتشر في مناطق متفرقة وخاصة مناطق كتوف الانهار والمناطق ذات الترب المزيجية ذات المحتوى الرطوبي، وتبلغ مساحة هذا الصنف (10.654) كم²، بنسبة (2.779) % من إجمالي مساحة المنطقة.

2- أراضي ذات تدهور خفيف: يمثل هذا الصنف الاراضي ذات التدهور الطفيف وينتشر في مناطق واسعة ومتفرقة وخاصة غرب ووسط المنطقة، وتبلغ مساحة هذا الصنف (80.764) كم²، بنسبة (21.068) % من إجمالي مساحة المنطقة.

3- أراضي ذات تدهور متوسط: يمثل هذا الصنف الاراضي ذات التدهور المتوسط والتي تعاني من نقص في الغطاء النباتي والمادة العضوية وتعرض بشكل طفيف الى

التعرية المائية وينتشر هذا الصنف في مناطق واسعة ومتفرقة في المنطقة، إذ يشغل (43.861) كم²، بنسبة (11.441) % من إجمالي مساحة المنطقة.

4- أراضي ذات تدهور شديد: يمثل هذا الصنف الأراضي ذات التدهور الشديد والتي تعاني قلة الغطاء النباتي وجفاف التربة وتعرض بشكل كبير إلى التعرية المائية، وتنتشر في مناطق متفرقة وخاصة المنطقة شمال المنطقة، وتبلغ مساحة هذا الصنف (123.823) كم²، بنسبة (32.300) % من إجمالي مساحة المنطقة.

5- مناطق ذات تدهور شديد جداً: يمثل هذا الصنف الأراضي التي تتعرض الى تدهور شديد جداً وتعاني من ندرة الغطاء النباتي وسيادة التعرية والجفاف التربة الشديد، وينتشر هذا الصنف في مناطق متفرقة وخاصة منطقة وسط المنطقة، وتبلغ مساحة هذا الصنف (124.254) كم²، بنسبة (32.412) % من إجمالي مساحة المنطقة.

1-5-3 مؤشر دليل المركبات المعدنية Mineral Composite

يعدُّ من المؤشرات المهمة في تمييز المعادن الطينية وهو مفيد جدا كمؤشر للتعقب عن المعادن باستعمال تقنيات الاستشعار عن بعد، إذ يعطي ميزة طبيعية عن المعادن التي يمثل الانعكاس العالي لها في (Band 5) والامتصاص العالي لها في (Band 7)، إذ يعتمد هذا المؤشر على قنوات الأشعة المرئية (الزرقاء والحمراء)، والأشعة غير المرئية (تحت الحمراء القريب، وتحت الحمراء المتوسط)، كما ان المرئيات التي ينتجها بالألوان الزائفة أيضاً، وهو لا يعمل مع المرئيات ذي المتحسس (MSS) أيضاً. وهذا المؤشر يمكن تطبيقه في المتحسسات الصناعية (TM، LDCM، ETM) ويساعد بتمييز أنواع المعادن التي غالبا ما يظهر تركزها في المناطق الزراعية التي تتعرض مساحات منها الى تركز الاملاح، من أهم الاملاح هي كلوريد الصوديوم وسلفات الصوديوم والمغنسيوم والكالسيوم، لذا يطلق على الترب المتسلحة باسم الترب الصوديوية أي تركز املاح الصوديوم إلى جانب المغنسيوم والكالسيوم وبالاعتماد على مؤشر المركبات المعدنية عبر المعادلة الآتية:

$$\text{Mineral Composite Band}=5/\text{Band},7 \text{ Band } 5/ \text{Band}4, \text{ Band}/\text{Band}1$$

بعد اشتقاق مؤشر دليل المركبات المعدنية المنطقة تبين إن هناك تباين في المركبات المعدنية من منطقة إلى أخرى ولذلك تم تصنيفها إلى سبعة أصناف، خريطة (13)، جدول (9).

1-الكالسيوم: يشمل هذا الصنف بالمناطق التي يتركز فيها عنصر الكالسيوم بكميات مرتفعة بالقشرة الأرضية بالمقارنة مع بقية العناصر، وتبلغ مساحة هذا الصنف (70.543) كم²، بنسبة (18.401) % من إجمالي مساحة المنطقة.

2-سلفات الصوديوم: يشمل هذا الصنف بالمناطق التي يتركز فيها عنصر سلفات الصوديوم، وتبلغ مساحة هذا الصنف (84.873) كم²، بنسبة (22.139) % من إجمالي مساحة المنطقة.

3-كلوريد الصوديوم: يشمل المناطق التي يتركز فيها عنصر كلوريد الصوديوم، وتبلغ مساحته (65.873) كم²، بنسبة (17.183) % من إجمالي مساحة المنطقة.

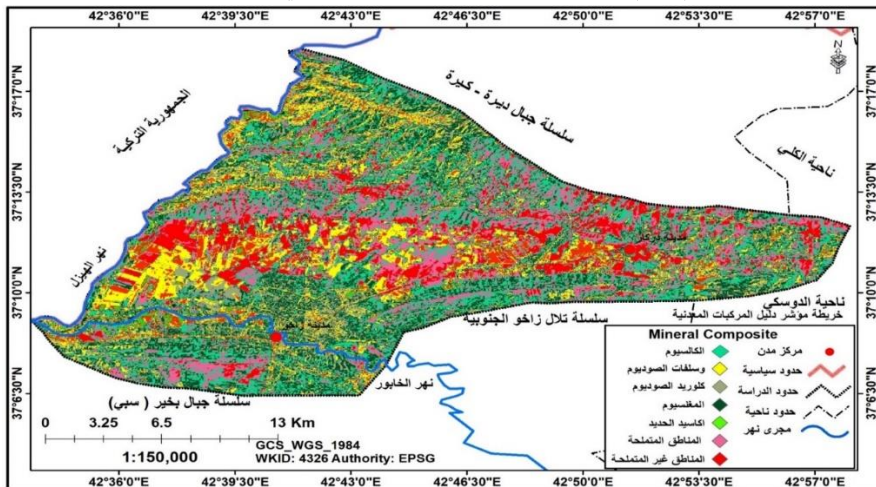
4-المغنيسيوم: يشمل هذا الصنف بالمناطق التي يتركز فيها عنصر المغنيسيوم، وتبلغ مساحة هذا الصنف (61.854) كم²، بنسبة (16.135) % من إجمالي المساحة.

5-أكاسيد الحديد: يشمل المناطق التي يتركز فيها عنصر أكاسيد الحديد، وتبلغ مساحة هذا الصنف (20.652) كم²، بنسبة (5.387) % من إجمالي مساحة المنطقة.

6-المناطق المتملحة: يشمل المناطق التي تتركز فيها كميات من الاملاح بسبب عمليات الغسل التي تتعرض لها الطبقات السطحية من التربة في المناطق المرتفعة بفعل الامطار، وتبلغ مساحته (37.874) كم²، بنسبة (9.880) % من إجمالي المساحة.

7-المناطق غير متملحة: يشمل المناطق التي تخلو الاملاح وتمثل بالمناطق الزراعية، وتبلغ مساحته (41.687) كم²، بنسبة (10.874) % من إجمالي مساحة المنطقة.

خريطة (13) مؤشر دليل المركبات المعدنية في منطقة الدراسة



المصدر: اعتماداً على مخرجات برنامج Arc gis 10.8.

جدول (9) مؤشر دليل المركبات المعدنية في منطقة الدراسة

ت	مؤشر دليل المركبات المعدنية	المساحة كم ²	النسبة %
1	الكالسيوم	70.543	18.401
2	سلفات الصوديوم	84.873	22.139
3	كلوريد الصوديوم	65.873	17.183
4	المغنيسيوم	61.854	16.135
5	اكاسيد الحديد	20.652	5.387
6	المناطق المتملحة	37.874	9.880
7	المناطق الغير المتملحة	41.687	10.874
8	المجموع	383.356	100

المصدر: اعتماداً على مخرجات خريطة (13)، وبرنامج Arc gis 10.8.

الاستنتاجات:

- 1- تباين مساحة المسطحات المائية من سنة الى اخرى ومن فصل الى اخر وهذا ناتج عن التذبذب في كمية التساقط والحرارة والتبخر.
- 2- تباين رطوبة التربة من فصل الى اخر وهذا ناتج عن التذبذب في كمية التساقط وارتفاع درجات الحرارة والتبخر نسجة التربة.
- 3- تباين حرارة سطح الأرض من مكان الى اخر وهذا ناتج نوع التكوينات السطحية وعن زاوية سقوط الاشعاع الشمسي.
- 4 هناك تباين في كثافة الغطاء النباتي والقشرة البيولوجية من مكان الى اخر ومن فصل الى اخر وهذا ناتج عن تباين الخصائص الطبيعية وخاصة المناخية.
- 5-تباين في تدهور الأراضي من مكان الى اخرى وهذا ناتج عن تباين الخصائص الطبيعية وخاصة المناخية والتربة.

المقترحات:

- 1- مراقبة الموارد الطبيعية بشكل دوري من خلال المرئيات الفضائية والدراسات الميدانية المستمرة.
- 2- المحافظة على الموارد الطبيعية من التدهور من خلال الرعي الجائر للنباتات الطبيعية وهدر المياه بكميات كبيرة.

3-المحافظة على التربة من التدهور والانجراف بفعل المياه والرياح من خلال السيطرة على المياه الجارية والحفاظ على الغطاء النباتي.

المصادر:

1. التغلبي، رؤى قيس محمود، تقييم حالة التدهور والتصحر لبعض الترب باستخدام تقنيات التحسس النائي ونظم المعلومات الجغرافية شمالي العراق رسالة ماجستير (غير منشورة)، كلية الزراعة، جامعة تكريت 2018.
2. الطائي، علي طالب حمزة، محمد عبد الوهاب حسن الاسدي، التقييم الجيوبئي للموارد الطبيعية شرقي العراق باستخدام المؤشرات الرقمية، مجلة الاستاذ للعلوم الانسانية والاجتماعية، مجلد 61، العدد4، الملحق 1، 2022.
3. الحربو، عمار خالد ابراهيم، تكامل بيانات التحسس النائي ونظم المعلومات الجغرافية في دراسة التغير للغطاء النباتي بين موسمين التون كوبري دراسة حالة، رسالة ماجستير (غير منشورة)، كلية التربية، جامعة الموصل، 2018.
4. الغزي، حسن سوادى نجيبان، استخدام تقنيات المعالجة الرقمية لمعطيات التحسس النائي في نمذجة الغطاء النباتي جنوب جدول الغراف للمدة (1977-2005)، مجلة التربية للعلوم الصرفة، المجلد 2، العدد1، 2012.
5. بارود، خميس فاخر، تطبيقات الاستشعار عن بعد في برنامج نظم المعلومات الجغرافية ArcGis، الطبعة الأولى، الجامعة (2) الاسلامية، غزة 2019.
6. علي، مصطفى حلو، دراسة تغيرات الغطاء الارضي واستعمالات الارض في محافظة ميسان باستخدام تقنياتي الاستشعار عن بعد ونظم المعلومات الجغرافية، اطروحة دكتوراه (غير منشورة)، كلية التربية، جامعة البصرة 2018.
7. حسن، ابتهاج تقي استخدام الادلة ((ndbi, ndvi))، و(ndwi) لكشف التغيرات في غطاء الارض لمناطق مختارة من محافظة النجف الاشرف للحقبة بين (2001-2006) باستخدام بيانات الاستشعار عن بعد، مجلة جامعة الكوفة، مجلد 6، العدد2، 2014.
8. الجوهري، يسري، المضمون البشري في الجغرافيا، مؤسسة شباب الجامعة الإسكندرية، 2001.
9. Grimm M. R. Jones E. Rusco and L. Montanarella. Soil Erosion Risk in Italy: a revised Usle approach. European Soil Bureau - Research Report. NO. 11، 2003 p.15
10. Ahmed AsaadNajeeb. Estimation of the Normalized Difference Vegetation Index (NDVI) Variation for Selected Regions in Iraq for two Years 1990 & 2001, Journal of University of Anbar for pure science, Vol.3, No.3, 2009. P:4

11. Md. Rejaur Rahman, A.H.M. Hedayutul Islam, Md. Ataur Rahman, NDVI Derived Sugarcane Area Identification and Crop Condition Assessment, University of Rajshahi, Rajshahi, Bangladesh. P3.
12. Stuart K. McFeeters , Using the Normalized Difference Water Index (NDWI) within A Geographic Information System to Detect Swimming Pools for Mosquito Abatement, A Practical Approach, Remote Sensing journal, No.5, 2013, P: 3549: www.mdpi.com/journal/remotesensing.
13. John R. Jensen, Remote Sensing of The Environment: An Earth Resource Perspective, second edition, Prentice Hall , Pearson Education UK, 2007, P.384.

References

1. Al-Taghlibi ,Roaa Qais Mahmoud ,Assessing the state of degradation and desertification of some soils using remote sensing techniques and geographic information systems in northern Iraq ,(Master Thesis) unpublished ,(Faculty of Agriculture ,Tikrit University .2018 ,
2. Al-Taie ,Ali Talib Hamza ,Muhammad Abdul Wahab Hassan Al-Asadi , Geoenviromental Assessment of Natural Resources in Eastern Iraq Using Digital Indicators ,Al-Ustad Journal for Humanities and Social Sciences ,Vol ,61 .No ,4 . Appendix 2022 , 1
3. Al-Harbo ,Ammar Khalid Ibrahim ,Integration of Remote Sensing Data and GIS in the Study of Vegetation Change between Two Seasons Altun Kobri ,Case Study ,(Master Thesis) unpublished ,(College of Education ,University of Mosul , .2018
4. Al-Ghazi ,Hassan Sawadi Najiban ,The Use of Digital Processing Techniques for Remote Sensing Data in Vegetation Cover Modeling South of Al-Gharraf Table for the Period ,(2005-1977) Journal of Education for Pure Sciences ,Volume ,2 Issue .2012 , 1
5. Baroud ,Khamis Fakher ,Remote Sensing Applications in the ArcGis ,First Edition , Islamic University ,(2) Gaza .2019
6. Ali ,Mustafa Helou ,Study of Land Cover Changes and Land Use in Maysan Governorate Using Remote Sensing and GIS Techniques ,(PhD Thesis)unpublished ,(College of Education ,University of Basrah .2018
7. Hassan ,Ibtihal Taqi Using Evidence) NDVI ,(NDBI ,(and) NDWI (to Detect Land Cover Changes for Selected Areas of Najaf Governorate for the Period Between (2006-2001)Using Remote Sensing Data ,University of Kufa Journal ,Vol ,6 .No . .2014 , 2
8. El-Gohary ,Yousry ,Human Content in Geography ,Alexandria University Youth Foundation.2001 ,
9. Ali ,Mustafa Helou ,Study of Land Cover Changes and Land Use in Maysan Governorate Using Remote Sensing and GIS Techniques ,(PhD Thesis)unpublished ,(College of Education ,University of Basrah .2018

10. Hassan ,Ibtihal Taqi Using Evidence) NDVI) ,(NDBI ,(and) NDWI (to Detect Land Cover Changes for Selected Areas of Najaf Governorate for the Period Between (2006-2001)Using Remote Sensing Data ,University of Kufa Journal ,Vol .6 .No . .2014 ,2
11. El-Gohary ,Yousry ,Human Content in Geography ,Alexandria University Youth Foundation.2001 ,
12. Grimm M. R. Jones E. Rusco and L. Montanarella. Soil Erosion Risk in Italy: a revised Usle approach. European Soil Bureau - Research Report. NO. 11 ,2003 p.15
13. Ahmed AsaadNajeeb. Estimation of the Normalized Difference Vegetation Index (NDVI) Variation for Selected Regions in Iraq for two Years 1990 & 2001, Journal of University of Anbar for pure science, Vol.3, No.3, 2009. P:4
14. Md. Rejaur Rahman, A.H.M. Hedayutul Islam, Md. Ataur Rahman, NDVI Derived Sugarcane Area Identification and Crop Condition Assessment, University of Rajshahi, Rajshahi, Bangladesh. P3.
15. Stuart K. McFeeters , Using the Normalized Difference Water Index (NDWI) within A Geographic Information System to Detect Swimming Pools for Mosquito Abatement, A Practical Approach, Remote Sensing journal, No.5, 2013, P: 3549: www.mdpi.com/journal/remotesensing.
16. John R. Jensen, Remote Sensing of The Environment: An Earth Resource Perspective, second edition, Prentice Hall , Pearson Education UK, 2007, P.384.
17. Abbas, A. M., Taher, M. A., Abbood, N. H., & Amin, R. M. (2024). Qualitative Assessment of Water Erosion in Zawita Town in Dohuk Governorate within Kurdistan Region in Iraq, Using the (PAP/CAR) Model. *Kurdish Studies*, 12(2), 5159-5171.