مراقبة تغاير الغطاء النباتي لقضاء الكرمة باستخدام المؤشرات الطيفية

م.م. كمال عبد على الله القيسي

جامعة الانبار- كلية التربية للعلوم الإنسانية - قسم الجغرافية

kamal_algayssi@uoanbar.edu.iq

الملخص:

يهدف البحث لإظهار تغيرات الغطاء النباتي لقضاء الكرمة خلال المدة ٢٠٢٤-٢٠٠٠ باستخدام تقنية الاستشعار عن بعد(Remote Sensing) لتقييم حالة تدهور النبات وذلك عن طريق استخدام مجموعة من المرئيات الفضائية Landsat TM, landsat8، باستخدام برنامج ARC GIS تم استخدام المعادلات و الباندات الخاصة بالنبات اذ تم توظيف المؤشرات الطيفية للنبات (NDVI.EVI2.RVI.SAVI) والتي تم استخلاص قيم الانعكاسية الطيفية منها عند أطول موجية مختلفة.

اشارت نتائج الدراسة الى ان هنالك تراجع وتدهور كبير في الغطاء النباتي اذ بلغت مساحة الغطاء النباتي عام٢٠٠٠ (٢٣٣,٤٠/كم^{٢})، الى انها تراجعت عام ٢٠٢٤ فبلغت(١٠٦,٨٥/كم^{٢})، نتيجة للأنشطة البشرية المختلفة وقلة مصادر المياه المتنوعة وما يترتب على ذلك من اثار سلبية تؤثر على الغطاء النباتي بشكل عام، وبينت الدراسة ان أكثر المناطق تغيرا الواقعة شرق وشمال المنطقة واقلها تغيرا تقع جنوب المنطقة، اذ تم انتاج خرائط رقمية تبين مناطق تغير الغطاء النباتي.

الكلمات المفتاحية: (الاختلاف الخضري. الكرمة. مؤشر النبات، الانعكاس الطيفي).

Monitoring vegetation variability for vine spending using spectral indicators

Kamal Abed Ala Alah ALgayssi

Anbar University - College of Education for Human Sciences - Department of Geography

kamal_algayssi@uoanbar.edu.iq

Abstract:

The research aims to detect the changes that have occurred in the vegetation cover of the vine during the period 2000-2024 using remote sensing technology to assess the state of degradation of vegetation cover based on a set of satellite visuals landsat8 Landsat TM, using ARC GIS program, plant equations and bands were used, where plant spectral indicators (NDVI) were employed. EVI2. RVI. SAVI), from which spectral reflectivity values were derived at different wavelengths .

The results of the study indicated that there is a significant decline and deterioration in vegetation cover, as the area of vegetation cover in 2000 reached (233.40 / km2), that it declined in 2024 to reach (106.85 / km2), as a result of various human activities and the lack of diverse water sources and the consequent negative effects that affect vegetation cover in general, and the study showed that the most changing areas located east and north of the region and the least changing are located south of the region, as digital maps were produced showing the distribution of vegetation cover For plant indicator values, the values were derived and represented by maps showing the spatial distribution of vegetation cover.

Keywords: (Vegetative variation guide. Karma. Plant index, spectral reversal).

المقدمة:

ادى اطلاق الاقمار الصناعية ذات القدرة التمييزية المكانية لجيدة وقصر المدة الزمنية بين المرئيات الفضائية المتتابعة والمساحة الهائلة التي تغطيها المرئية في نفس الوقت على احداث ثورة كبيرة في فهم الكثير من العمليات المتعلقة بتبادل الطاقة والمادة بين سطح الارض والغلاف الجوي، اذ ان حدوث تغيرات في المناخ العالمي واستخدام الأراضي/الغطاء الأرضي بمعدلات غير مسبوقة، اذ لعبت سجلات وبيانات السلسلة الزمنية دورا مهما في قياس وتوصيف استجابات سطح الأرض لتقلبات المناخ وتغيره، لما لها من دورا مهم في دراسة العمليات الأرضية وتفاعلات الغطاء النباتي والمناخ وغيرها من التطورات، اذ توفر سلسلة بيانات طويلة الأمد لمؤشر الغطاء النباتي استنادا الى أدوات مقياس الاشعة عالي الدقة اذ تعد من احدث الوسائل ملائمة المراقبة التغيرات الغطاء النباتي الذي يعد من الموارد المتجددة على سطح الأرض اذ ترتبط به الموارد الطبيعية الأخرى(الفقراء، ٢٠٢٢)، فاذا تعرض الغطاء النباتي الى تراجع فان بقية الموارد الأخرى سوف تتعرض إلى التدهور هي الأخرى(الجميلي، ٢٠١٢)، وهنا تكمن أهمية دراسة تغيرات الغطاء النباتي بواسطة التقنيات الحديثة اذ تعد من الدراسات الحيوية الهامة في ظل توسع المناطق الحضرية والزحف العمراني على حساب الاراضي الزراعية، لذا فان استخدام التقنيات الجيومكانية التي تزودنا ببيانات حديثة ومستمرة يمكن من خلالها دراسة التغاير لغطاء النباتي(شلال واخرون، ٢٠٠٧). اذ انها تقدم حلول انية وسريعة في معالجة الاثار التي تنشا بسبب التغير على سطح الارض.

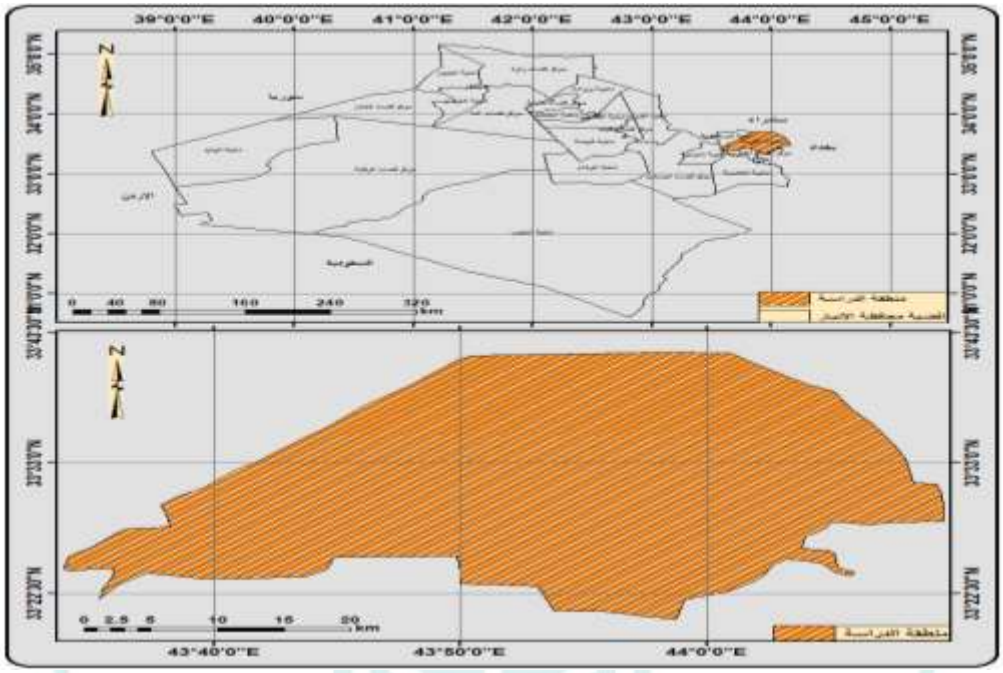
اهداف الدراسة: تهدف الدراسة الى إمكانية استخدام دليل الاختلاف الخضري الطبيعي (NDVI) وبعض المؤشرات الطيفية الأخرى لرصد التغيرات الحاصلة على الغطاء النباتي، ومعرفة المناطق التي تعرضه الى تغيير في ناحية الكرمة خلال فترة الدراسة وذلك من خلال استخدام البيانات الرقمية. (Land Sat 7)& (Land Sat8) واستخراج مساحتها خلال كل فترة ومعرفة مقدار التغاير، وإنتاج خرائط رقمية تبين التغير في أماكن تواجد النبات، وتوضيح العوامل المؤثرة في تغير الغطاء النباتي.

وتعد الدراسة الحالية مفيدة لما توفره من قاعدة بيانات تتعلق بالغطاء النباتي كما نها تعطي معلومات مبنية على اسس علمية عن التغير الدوري للغطاء النباتي.

مشكلة الدراسة: تشهد منطقة البحث تغيرا ملحوظا في الغطاء النباتي مما يؤدي الى انحساره في مناطق دون اخرى على الرغم ما تتمتع به المنطقة من عوامل تساعدها في توسع المساحات التي يغطيها الغطاء النباتي وهو مرور أحد جداول ذراع دجلة خلال منطقة الدراسة الى ان الزيادة في المساحات التي يغطيها الغطاء النباتي طفيف، لهذا تحاول الدراسة تبين حجم هذا التغير واسبابه.

منطقة الدراسة: تقع ناحية الكرمة شمال شرق مدينة الفلوجة احد مدن محافظة الأنبار غرب العراق، تقع فلكيا بين دائرتي عرض (′٤٣، ٣٣°_′٣٣,٢٢°) شمالا وخطي طول (′٠٩,٤٤°_′٣٢، ٤٣°) شرقا، يحدها من جهة لشرق محافظة بعداد ومن الجهة الجنوبية قضاء الفلوجة اما من الجهة الشمالية فيحدها قضاء سامراء اما ناحية الصقلاوية فتحدها من الشمال الغربي خريطة (١)، تبلغ مساحة منطقة الدراسة (١٣٠٢,٥١/كم^{٢})، تتوزع المزارع في المنطقة بشكل متباين، يقل وجودها في المناطق التي تكون بعيدة عن مجرى النهر، مما يؤثر على كثافة انتشار النبات وان وجدت فأنها تعتمد على مياه الابار.

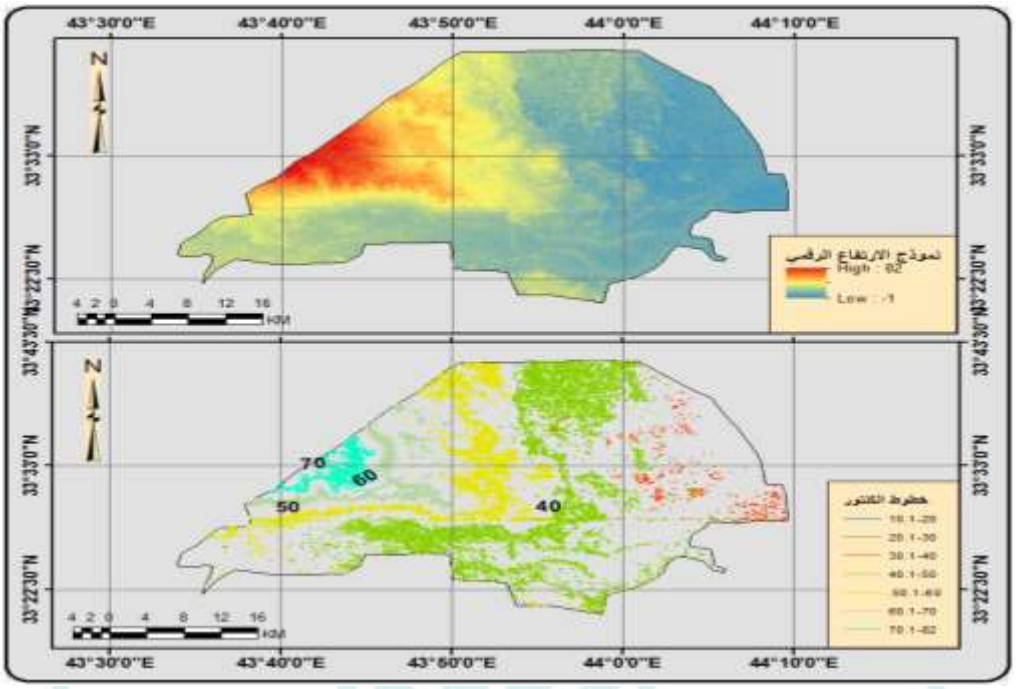
خريطة (١) منطقة الدراسة



المصدر: عمل الباحث اعتمادا على الحدود الإدارية لمنطقة الدراسة باستخدام برنامج .ARC GIS

تنحدر منطقة الدراسة بشكل عام من الشمال الغربي الى الجنوب الشرقي ولهذا الانحدار أهمية كبيرة في انحدار المياه في جدول ذراع دجلة، اذ يختلف منسوب الارتفاع بحسب امتداد وانحدار منطقة الدراسة حيث تم اشتقاق خريطة الارتفاعات من نموذج الارتفاع الرقمي (DEM) والذي يبين اختلاف المنسوب في المنطقة خريطة (٢) اذ تصل المناسيب في شمال غربي منطقة الدراسة الى٨٢/م عن مستوى سطح البحر اذ يبدئ انحدار الارض الى الجنوب الغربي حيث الارتفاع يكون اقل ١/م. عن مستوى سطح البحر خريطة (٢).

خريطة (٢) DEM وخطوط الكنتور



المصدر: عمل الباحث اعتمادا على نموذج DEM اعتمادا على برنامج Arc Gis

المنهجية والطرق الرياضية المستخدمة: استخدمت الدراسة المنهج الوصفي التحليلي من خلال دراسة التطور الذي حدث للنبات. تم استخدام بعض معادلات لاستخلاص قيم المؤشرات المستخدمة في الدراسة حيث تم اشتقاق القيم وتمثيلها بخرائط توضح التوزيع المكاني للغطاء النباتي. استخدم صور المتحسس Landsat TM, landsat8، والتي تم الحصول عليها من موقع هيئة المسح الجيولوجي الأمريكية (USGS) ذات القدرة التمييزية٣٠م، اذ تم التقاط جميع المرئيات في شهر ايار وقد حدد تاريخ التقاط المرئيات بعناية ليتوافق مع موسم نمو النبات الذي يتميز بأعلى كثافة في النمو الخضري، تم اجراء عمليات المعالجة الرقمية للمرئيات باستخدام برنامجARC GIS، اذ تم استخلاص قيم المؤشرات الطيفية المستخدمة في الدراسة بالاعتماد على (B4,B3,B2) لاندسات٧بتاريخ١٥-٨-٢٠٠٠ و(B5,B4,B3) -لاندسات ٨ بتاريخ ٢٨-٨-٢٠٢٤. تم اجراء عملية التصنيف الموجة

(Supervised Classification) لتحديد الغطاء الأرضي وحساب مساحاتها. تم تحويل القيم العددية الى قيم انعكاس وفق المعادلة الأتية:

$$\text{Surface Reflactance} = \text{DN Band}(5,4) * 0.0000275 - 0.2$$

اذ ان: (0.0000275)و(0.2) هي ثوابت يتم الحصول عليها من خلال البيانات المساعدة لبيانات لاندسات المستوى الثاني.

تم استخدام نموذج DEM لاستخلاص خطوط الكنتور والارتفاعات لمنطقة البحث. اذ تم استخدام بيانات المستوى الثاني المعالجة من تأثير الغلاف الجوي لحساب مؤشرات الدراسة التي تم اعتمادها، اذ يعتمد مؤشر الغطاء النباتي على نسبة الإشعاع الكهرومغناطيسي المنعكس من الظاهرة (الأحمر والأشعة تحت الحمراء القريبة)، اذ تمت جميع عمليات المعالجة وإنتاج الخرائط الرقمية باستخدام برامج ARC GIS.

المؤشرات النباتية:

1-مؤشر التغطية النباتية Normalized Difference Vegetatiaon index(NDVI): هو مقياس يستخدم على نطاق واسع لقياس كثافة النباتات باستخدام بيانات الاستشعار اذ يمثل الفرق بين الانعكاسات الطيفية عند الاطوال الموجية. يتم حسابه من بيانات طيفية في نطاقين محددين: الأحمر (Red) والأشعة تحت الحمراء القريبة (Near-Infrared) (الغرياني،٢٠٢٣). يعتبر هذا المقياس شائع الاستخدام، وله ترابط عالي مع الحالة الفعلية للنباتات على الأرض. يسهل تفسير المؤشر اذ تتراوح قيم NDVI بين -١ و١ قيمة NDVI تكون صفر او اقل في المناطق التي لا تحتوي على نباتات وتزيد قيمة NDVI بنسبة مع نمو النباتات(يوسفاني،٢٠٢٣). تختلف قيم ال NDVI من مكان لأخرى حسب كثافة النبات التي تحددها عوامل كثيرة منها عوامل خارجية تختص بانعكاس التربة والغلاف الجوي، كما ان الهيكل الداخلي للخلية النباتية والخصائص الفيزيائية والحيوية يلعب دور كبير في تمثيل قيمه. يبين هذا المؤشر استجابة الغطاء النباتي للممارسات الخاطئة لكشف تغاير النباتي

بسبب الاستخدام الخاطئ للأرض، إذ يعد الNDVI من أكثر المؤشرات المستخدمة للكشف عن المناطق المتدهورة نباتيا خاصة في البيئات الجافة (سلمان،٢٠٢٢).

2-مؤشر النبات المحسن الثاني(Enhanced Vegetation Index2 (EVI2: يتمتع بأفضل تشابه مع مؤشر الغطاء النباتي خاصة عندما تكون التأثيرات الجوية غير مهمة وجودة البيانات جيدة، هنالك أوجه تشابه بين مؤشر الNDVI ومؤشر الفرق الطبيعي اذ يستخدم القياس مدى (NDVI)، اذ انه يصحح بعض الظروف الجوية وضوضاء الخلفية في الغطاء النباتي ويكون أكثر حساسية في المناطق الكثيفة بالنبات، اذ يمكن حساب المؤشر كنسبة بين القيم لتقليل التشبع في معظم الحالات يتم إنتاجه، وفق المعادلة في جدول (١) (موقع هيئة المسح الجيولوجي الامريكية). يعد أحد المؤشرات المعدلة الذي يهدف الى ازالة إثر الغلاف الجوي والتضاريس في حساب قيم النبات والذي تم اجراء تعديلات عن مؤشر النبات المحسن (Evi)(المحمد واخرون،٢٠١٨).

3-مؤشر النبات النسبي Ratio Vegetation Index (RVI) او Simple Ratio (SR): يستخدم لتقدير كمية النباتي ويشير الى قيم النبات في المرئية الناتجة وتكون قيمة بين (١) او قريبة منة للأراضي الجرداء والمياه وتزداد بزيادة الغطاء النباتي حتى تصل الى اكثر من (٣٥) اذ تكون مرتفعة بسبب تأثير التضاريس والظلال(سلمان، مصدر سابق). اذ يعد من ابسط المؤشرات التي يمكن استخدامها للكشف عن حجم وكثافة الغطاء النباتي الذي يقلل من أثر التضاريس في الظلال والانحدارات.

4-مؤشر النبات المعدل للتربة Soil Adjusted Vegetation (SAVI): يعد اهم المؤشرات وتتراوح قيمة بين (١,١-) تقترب قيم المؤشر من (١) عند انعكاسية اعلى للغطاء النباتي وكلما اقتربت قيم المؤشر من (-١) دل ذلك على انخفاض انعكاسية الغطاء النباتي. يهدف الى حساب الاختلافات النباتية بالاعتماد على الانعكاسية النسبية للغطاء النباتي كما انه يساعد على انعكاس الاشعة من اوراق النباتات واجزاء من التربة (سلمان، مصدر سابق). يتميز الدليل عن غيرة من الدلائل الأخرى على انه يقلل سطوع التربة باستخدام معامل تصحيح التربة في المناطق التي يكون فيها النباتي منخفضا(محمود،٢٠٢٢)، اذ يتم حساب المؤشر وفق المعادلة في جدول (١).

جدول (١) المعادلات الرياضية المستخدمة في الدراسة

المؤشرات	المعادلات
NDVI	NDVI=(NIR−Red)/(NIR+Red)
RVI(SR)	RVI= NIR/Red
EVI2	EVI2=2*5((NIR−Red)/(NIR+2.4*Red+1))
SAVI	SAVI =((NIR−Red)/(NIR+Red+L))*(1+L) L=0.5 معامل المعايرة

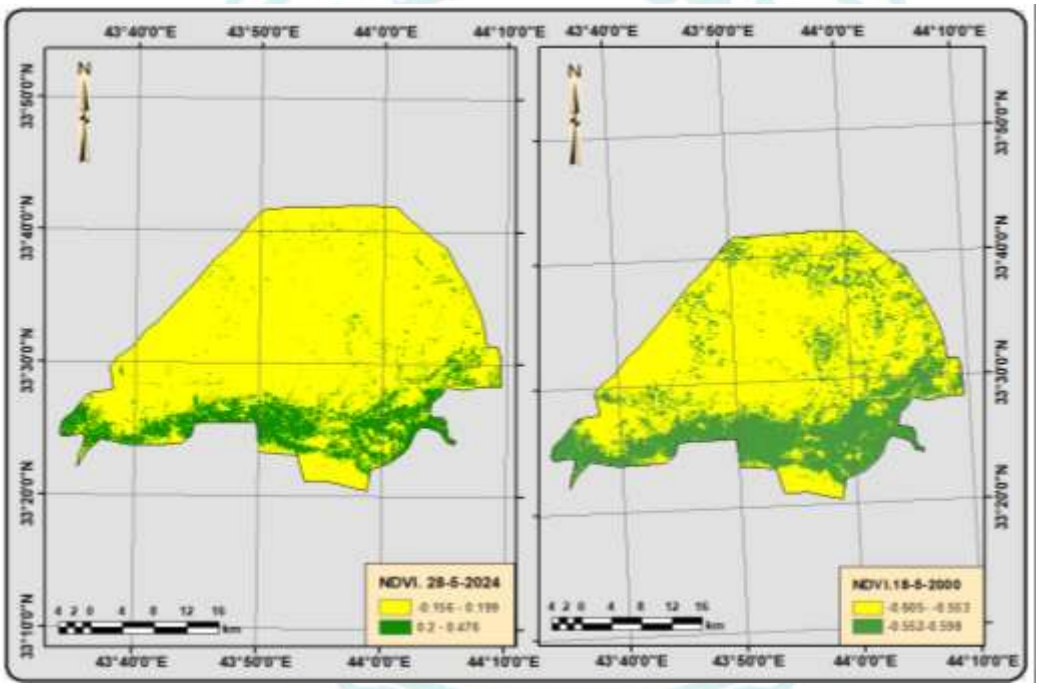
المصدر: المراجع التي استخدامه في الدراسة

المناقشة والنتائج:

١-نتائج قيم مؤشر التغطية النباتية NDVI: تم استخلاص قيم المؤشر المعادلة في الجدول (١) اذ ان حجم التغير في انتشار النبات خلال مدة الدراسة كان واضحا، اذ سجلت القيم المستخلصة من NDVI عام ٢٠٠٠ ارتفاعا واضح اذ تتراوح بين(٠,٥٩ - ٠,٦٠-) اما في عام٢٠٢٤ فسجل المؤشر قيم تتراوح بين (٠,١٥- -٠,٤٧) خريطة(٣)، اي ان هنالك فارق كبير بين القيم التي يغطيها الغطاء النباتي وتغير في شكل وخضرة وخصائص وانتشاره، اذ نلاحظ ان هنالك تراجع كبير في المساحات التي يغطيها النبات بين مدة الدراسة ففي عام ٢٠٠٠ بلغت المساحة التي يغطيها الغطاء النباتي ٢٣٣,٤٠/كم^{٢}، اما في عام٢٠٢٤ فقد بلغت المساحة ١٠٦,٨٥/كم^{٢} خريطة(٤)، وبالرجوع الى البيانات المناخية والتي تم الحصول عليها من موقع وكالة الفضاء الامريكية ناسا https://power.larc.nasa.gov/data-access-viewer/، (والتي تمتد من شهر كانون٢ الى نهاية شهر نيسان)سجلت كمية الامطار عام ٢٠٠٠ (١١٥,٠٨/ملم) اما في عام ٢٠٢٤ فقد سجلت كمية الامطار(٨٩,٣٠/ملم) تبين من ذلك ان هنالك تراجع في كمية الامطار التي هطله على منطقة الدراسة والتي لها دور كبير في نمو النباتات المختلفة وهذا احد عقبات تراجع المساحات التي يغطيها النبات. ان من اهم العوامل التي تؤثر في الغطاء النباتي خصائص التربة من حيث المسامية والنفاذية

ومحتواها العضوي. كما ان زحف الكثبان الرملية على الحقول الزراعية، فضلا عن تأثير النشاطات البشرية والتوسع العمراني على حساب الاراضي التي يغطيها النبات، اذ ان للرعي الجائر إثر سلبي في تحويل الاراضي الزراعية الى اراضي جرداء (الجميلي، الجميلي،٢٠١٣)، كما ان الاحداث الأخيرة التي مرت بها المحافظة بشكل عام والمنطقة بشكل خاص إثر سلبي على الغطاء النباتي في المنطقة. كلها عوامل ساعدت على تراجع المساحات التي يشغلها الغطاء النباتي. اذ عمل البحث على اظهار التغيرات مع مرور الزمن خلال مدتي الدراسة اذ كان التغير واضحا في توزيع الغطاء النباتي.

خريطة (٣) مؤشر ال NDVI

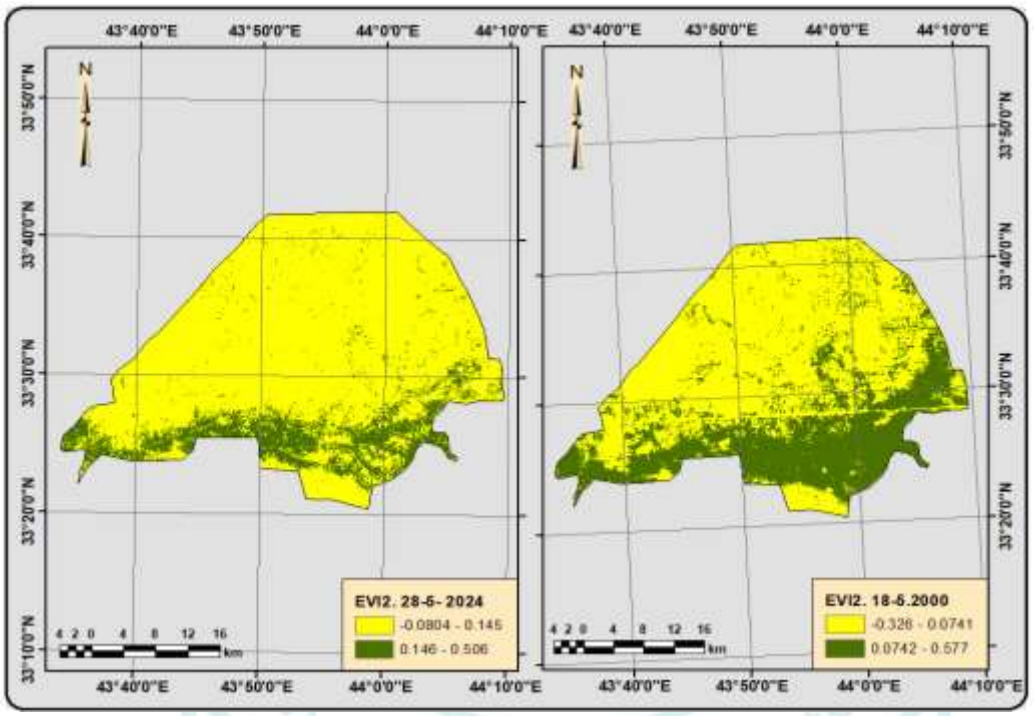


المصدر: عمل الباحث اعتمادا على مرئيات لاندسات باستخدام برنامج .ARC GIS

٢- نتائج مؤشر النبات المحسن الثاني (EVI2): بينت نتائج هذا المؤشر التغاير في المساحات التي يغطيها الغطاء النباتي والفرق بين مدتي الدراسة حيث تراوحت قيم للمؤشر بين (٠,٥٧- ٠,٣٢-) عام ٢٠٠٠ اما عام ٢٠٢٤ فقد تراوحت القيم بين (٠,٠٨- ٠,٥٠-) خريطة (٤)، نلاحظ وجود تغير في القيم المستخلصة والتي ارتفعت عام ٢٠٠٠ وانخفضت عام ٢٠٢٤. حيث نلاحظ التدهور في منطقة

الدراسة وتراجع مساحات يغطيها النبات على الرغم من ضعف تأثير العامل المناخي واختلاف كمية الامطار في المنطقة الى ان دور العوامل البشرية في المنطقة كان كبيرا ولهو الأثر الأكبر في تدهور وتوسع المساحات. اذ ان للرعي الجائر في المنطقة نصيب من هذا التغير والتدهور.

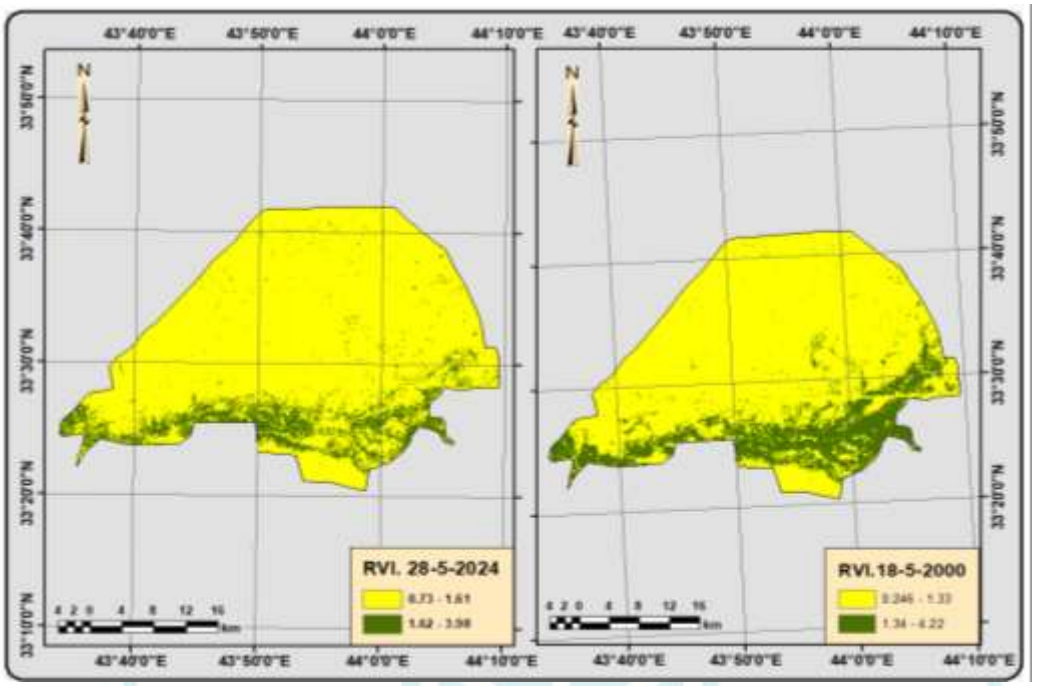
خريطة (٤) مؤشر ال EVI2



المصدر: عمل الباحث اعتمادا على مرئيات الدراسة باستخدام برنامج .ARC GIS

٣- نتائج مؤشر (RVI) او مؤشر (SR): أظهرت نتائج المرئيات ارتفاعا ملحوظا في القيم المحسوبة اذ بلغت عام ٢٠٠٠ (٠,٢٤-٤,٢٢) اما في عام ٢٠٢٤ تراوحت القيم (٠,٧٣-٣,٩٨) اذ يتضح تراجع الكثافة خلال مدة الدراسة والتغير في المساحات المغطاة بالنباتات خريطة (٥) ، تم استخلاص قيم مؤشر RVI المعادلة جدول(١) تغاير انتشار الغطاء النباتي واضحا، اذ بينت القيم المستخلصة ارتفاع واضح في عام ٢٠٠٠ عكس القيم عام٢٠٢٤ انخفاض في الكثافة والتوزيع وتراجع المساحات المزروعة وتغير في شكل وتراجع في خصائصه. حيث بينت نتائج المؤشر أماكن تركز الغطاء النباتي وتوزيعة.

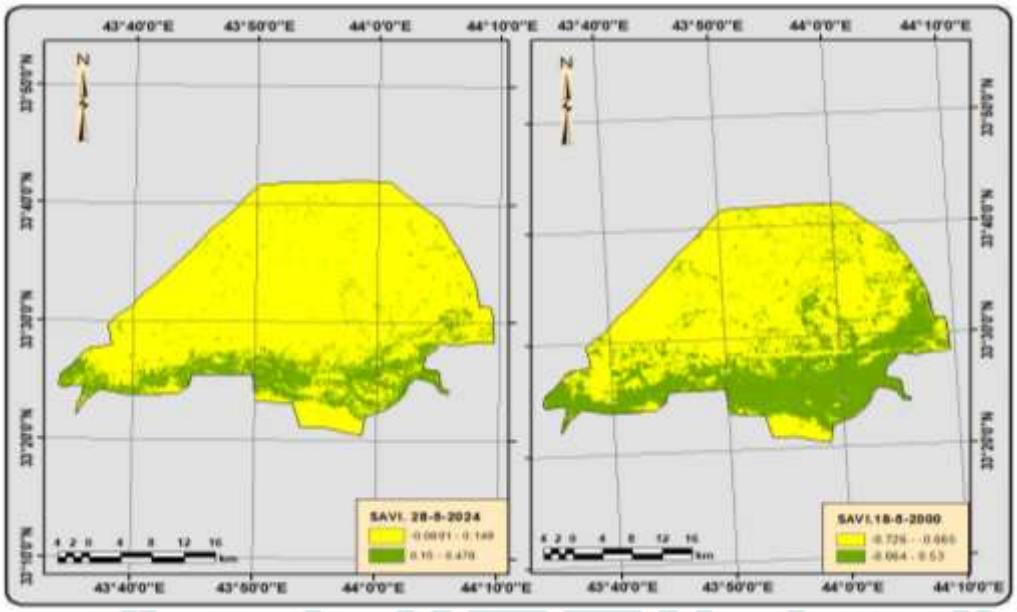
خريطة (٥) مؤشر ال RVI



المصدر: عمل الباحث اعتمادا على مرئيات الدراسة باستخدام برنامج .ARC GIS

٤- مؤشر النبات المعدل للتربة SAVI: نلاحظ هناك تقارب نسبي بين نتائج المؤشر وذلك لارتباط توزع النبات بتأثير التربة، كما ان تقارب قيم المؤشر يدل على التغير المحدود الذي كشف عنه نتائج المؤشر. أظهرت نتائج المؤشر قيمة مقاربة لقيم مؤشر ال NDVI, EVI2 يتم تفسير تقارب للقيم خلال مدة الدراسة ان التغاير محدود مقارنة بالمؤشرات السابقة. تراوحت قيم المؤشر عام ٢٠٠٠ بين (٠,٥٣-٠,٧٢-) كما تراوحت قيم المؤشر عام٢٠٢٤ بين (٠,٤٧-٠,٠٨-) نلاحظ ان هنالك تراجع في كمية المساحات التي يغطيها الغطاء النباتي اذ ان للأمطار والتربة والرعي الجائر ولأنشطة البشرية المختلفة أثر على هذا التراجع على الرغم من اختلاف كمية الامطار الهاطلة على المنطقة اذ ان للأنشطة البشرية النصيب الأكبر في تدهور البيئي، كما اظهرته النتائج تراجع مساحة النبات في المنطقة خريطة (٦).

خريطة (٦) مؤشر ال SAVI



المصدر: عمل الباحث اعتمادا مرئيات لاندسات باستخدام برنامج .ARC GIS

النتائج:

١- استخدام أكثر من مؤشر لتقييم حالة النبات في المنطقة يعطي نتائج أكثر دقة وضوح، لذا فالحاجة ملحة الاستخدام التقانات الحديثة لمراقبة التغيرات التي تطرأ على سطح الأرض والكشف عن التدهور في المناطق المختلف الظواهر.

٢- اظهرت جميع المؤشرات ان هنالك تراجع في المساحات التي يغطيها الغطاء النباتي وهنالك جملة عوامل تم ذكرها انفا ساعدت على هذا التراجع والتغير في المساحات اذ بلغت المساحة عام ٢٠٠٠ (٢٣٣,٤٠/كم^{٢}) وعام٢٠٢٤ (١٠٦,٨٥/كم^{٢}). اذ تم الكشف عن المناطق التي تعرضت للتغير حيث كانت أكثر المناطق تأثرا بالتغير الواقعة شرق وشمال منطقة الدراسة واقل المناطق تغير التي تقع جنوب منطقة الدراسة، اذ ان لهذا التغير ارتباط بقربها من مصادر المياه كما ان للأنشطة البشرية دور في تقلص المساحات المزروعة وهذا ما بينته نتائج المؤشرات.

٣- اتضح من خلال الدراسة ان اغلب التغيرات التي حدثت للغطاء النباتي ناتجة عن الأنشطة البشرية وقلة الامطار.

التوصيات:

١- يتضح من كل ما تقدم ان للتقانات الحديثة دور كبير في كشف التغيرات على الغطاء النباتي خلال مدة الدراسة والتي يمكن استخدامها لدراسة الظواهر الاخرى للكشف عن التغيرات في مناطق مختلفة مما يؤدي الى سهولة وسرعة ودقة النتائج المطلوبة.

٢- ضرورة الحد من الأنشطة البشرية التي سببت تراجع للمساحات الكبيرة التي يغطيها النبات وضرورة المحافظة على الغطاء النباتي.

٣- ضرورة توفير مصادر المياه للأراضي الصالحة للزراعة والتنوع في زراعة المحاصيل المختلفة.

٤- العمل على تثقيف الفلاحين لزيادة القدرة على استخدام طرق الري الحديث للزراعة لزيادة توسع الغطاء النباتي.

المصادر:

١- الفقراء، حامد، (2022)، دراسة الخصائص الطبيعية والتغيرات في استعمالات الأراضي في حوض الحماد باستخدام نظم المعلومات الجغرافية والاستشعار عن بعد خلال الفترة (1984-2015)، مجلة جرش للبحوث والدراسات، المجلد23، العدد2، ص 3439-3459.

٢- الجميلي، مشعل محمود، (2012) دراسة تغيرات الغطاءين النباتي والمائي في قضاء الرمادي باستخدام تقانات الاستشعار عن بعد ونظم المعلومات الجغرافية، مجلة الانبار للعلوم الزراعية، المجلد10، العدد1،.

٣- شلال، جاسم خلف و عباس مهدي الحسن و عبد الكريم محمد جاسم، (2007)، استخدام دليل الاختلافات الخضري الطبيعي (NDVI) في تحديد وتقييم حالة التدهور للغطاء النباتي في منطقة جبل سنجار/محافظة نينوى، المجلة العراقية لعلوم الأرض، مجلد7، العدد2، ص 1-14.

٤- الغرياني، باركة سعد، (2023) توظيف التقنيات الجيومكانية لاستخدام مؤشر الاختلاف الخضري الطبيعي (NDVI) لتتبع التغير في الغطاء النباتي في منطقة كعام، المؤتمر والمعرض الدولي لتقنيات الجيومكانية- ليبيا جيوتك2, ليبيا،8-6 ديسمبر، 2016.

٥- بشار فاروق عبد الكريم يوسفاني، استعمال مؤشر اختلاف الغطاء الخضري NDVIلدراسة الغطاء النباتي في قضاء تلعفر، مجلة كلية التربية للبنات، العدد21، الجزء3.

٦- سلمان، فلاح محسن، (2022) النمذجة الخرائطية للمؤشرات النباتية الطيفية في قضاء الصويرة (محافظة واسط) باستعمال تقانات الاستشعار عن بعد RS ونظم المعلومات الجغرافيةGIS، مجلة كلية التربية الأساسية، الجامعة المستنصرية،<Vol .28(No.117)2022,pp.655-679

٧- المحمد، هيفاء احمد، واخرون، (2018)، كشف وتحليل التغير في الغطاء النباتي باستخدام المؤشرات النباتية الطيفية، دراسات للعلوم الإنسانية والاجتماعية، المجلد45, العدد1.

٨- محمود، مهند جميل، (2022) تغير المظهر الأرضي لناحية هبهب دراسة في الجيومورفولوجية التطبيقية، جامعة ديالى كلية التربية للعلوم الإنسانية، أطروحة دكتوراه.

٩- الجميلي، مشعل محمود، سحر عبد جسام الجميلي، (2013) الغطاء النباتي في حوض وادي جبات باستخدام معادلة (NDVI)، مجلة جامعة الانبار للعلوم الإنسانية، العدد4، كانون الأول، المجلد الثاني.