

كشف وتحليل تغيرات الغطاء النباتي الطبيعي في قضاء دربندخان - العراق بين عامي (2010-2022) باستخدام تقنيات الاستشعار عن بعد

Detection and analysis of changes in natural vegetation in Darbandikhan district - Iraq between the years (2010-2022) using remote sensing techniques

د. طارق غسان سلهب (*) Dr.Tarek Ghassan Salhab

تاريخ القبول: 2024-5-20

تاريخ الإرسال: 2024-5-8

المستخلص

تتناول هذه الدراسة التغير في الغطاء النباتي في قضاء دربندخان من خلال الاستفادة من تكامل تقنيتي الاستشعار عن بعد (Remote Sensing)، من المرئيات الفضائية الحديثة التي يزودها القمر الصناعي (Landsat)، ونظم المعلومات الجغرافية (GIS)، من خلال برنامج 10.4 ARC MAP، فقد اعتمدت الدراسة على مجموعة من المؤشرات الطيفية،



وهي مؤشر الغطاء النباتي أضف إلى المؤشرات الجفافية (NDVI, VCI, TCI, VHI, CI, IPVI, OSAVI)، من أجل كشف التغيرات في الغطاء النباتي للمدة 2010 و 2022 وإنتاج خرائط رقمية للغطاء النباتي لمنطقة الدراسة لتحديد المناطق التي تغيرت سواء للزيادة أو النقصان، والمناطق التي لم تتغير وإنشاء قاعدة بيانات عن حالة ومساحة الغطاء النباتي، وأظهرت نتائج الدراسة أن مساحة الغطاء النباتي تغيرت خلال مدة الدراسة ووفقاً لجميع المؤشرات الطيفية، إذ أظهر البحث ارتباط الغطاء النباتي لفئات الارتفاعات (250-300, 300-350, 350-400) متر أكثر من ارتباطها لفئات الارتفاعات الأخرى في المنطقة، إذ بلغ مجموع مساحة الغطاء النباتي في فئات الارتفاعات أعلاه (353.506 كم²) من إجمالي مساحة الغطاء النباتي (364.52 كم²).

وتبين تراجع متوسط قيمة المؤشر (NDVI) من (0.29) في 2010 إلى (0.12) في 2020 والذي قدرت مساحته بـ (52.611 كم²)، كما اتفقت المؤشرات الجفافية (VHI, TCI, VCI)

* أستاذ مساعد في الجغرافيا الطبيعية - الجامعة اللبنانية

Assistant Professor in Physical Geography - Lebanese University, Email: drsalhab@hotmail.com

بينما تعرضت أغلب أراضي منطقة الدراسة إلى إجهاد حراري حاد. الكلمات المفتاحية: المؤشرات الجفافية-إجهاد رطوبي-المرئيات الفضائية- المؤشرات الطيفية

Abstract

This study deals with the change in vegetation in the Darbandikhan district by taking advantage of the integration of remote sensing technologies from modern satellite visualizations provided by the satellite (Landsat) and geographic information systems (GIS) through the ARC MAP 10.4 program. The study adopted It uses a set of spectral indicators, namely the vegetation index, as well as aridity indicators (NDVI, VCI, TCI, VHI, CI, IPVI, OSAVI) in order to detect changes in vegetation cover for the period 2010 and 2022 and produce digital maps of the vegetation cover of the study area to identify the areas that have changed. Whether for increase or decrease, areas that have not changed, and creating a database on the condition and area of vegetation cover. The results of the study showed that the area of vegetation cover changed during the period of the study and according to all spec-

التي تنمو بصورة طبيعية من دون تدخل الإنسان في إنباته، إذا ما توافرت

على أن منطقة الدراسة لا تكاد تعاني أي إجهاد رطوبي وحراري عالي جدًا في حين تعرضت الأراضي غير المزروعة في الشتاء إلى إجهاد رطوبي خفيف في موسم الصيف والذي قدرت نسبته ب (20.62%)

tral indicators, as the research showed the relationship of vegetation cover to the altitude categories (400-350, 350-300,300). -250) more than its relation to other altitude categories in the region, as the total area of vegetation in the altitude categories above reached (353,506 km² of the total area of vegetation cover (364.52 km²).

It was found that the average value of the index (NDVI) decreased from (0.29) in 2010 to (0.12) in 2020, whose area was estimated at (52,611 km²), and the drought indices (VHI, TCI, VCI) agreed that the study area hardly suffers from any moisture stress. The temperature was very high, while the uncultivated lands in the winter were exposed to light moisture stress in the summer season, which was estimated at (20.62%), while most of the lands of the study area were exposed to severe heat stress.

Keywords: drought indicators - moisture stress - satellite visualization - spectral indicators

1 - المقدمة:

يُعرّف النبات الطبيعي أنه تلك النباتات

الظروف الملائمة لذلك، بمعنى إنها مؤشر يعكس العوامل الطبيعية المؤثرة على توزيعه الجغرافي، وأبرزها عاملي المناخ والتضاريس ولا عجب من ذلك، فالنبات الطبيعي، ظاهرة طبيعية لا تقتصر أهميتها على مساهمتها في تكوين المظهر العام لأيّة منطقة من المناطق فحسب، وإنما يمتد الى ما تعكسه حقيقة الغطاء النباتي من تأثير للظروف الطبيعية التي تسهم في تحديد خصائصه من حيث امتداده، وتنوع نباتاته، أو تحديد مكوناته من أنواع النبات الطبيعي، فتباين هذه الظروف يعني غطاءات نباتية متباينة في مكوناته على العكس إذا ما تجانست الظروف الطبيعية، وتتدخل في هذا التوزيع جملة أسباب أو عوامل أوجدت هذا التنوع الطبيعي (الزكينة، 2005، ص108)، إنّ معلومات المرئيات الفضائية عن دراسة موارد الأرض تتضمن معلومات متجددة عن سطح الأرض، وبشكل مستمر وهذه المعلومات وما تضمها من خصائص متعددة تُعدّ الوسيلة الأكثر ملائمة لاكتشاف التغيرات التي تطرأ على سطح الأرض، والغطاء النباتي من الموارد المتجددة المهمة على سطح الأرض إذ ترتبط به بقية الموارد الطبيعية الأخرى فإذا ما تعرض الى تدهور، فإنّ بقية الموارد الأخرى سوف تتعرض الى التدهور هي الأخرى، ما يؤدي الى انتشار ظاهرة الجفاف والتصحّر وتقلص الرقعة

الزراعية، وتدني الإنتاجية ومن ثم تهديد الأمن الغذائي، وهنا تكمن أهمية دراسة تغيرات الغطاء النباتي بوساطة تقنيات الاستشعار عن بعد والتي تعد إحدى الحلول الفاعلة في معرفة الاتجاه العام للتغير، نظراً لما توفرها من معلومات شاملة عن سطح الأرض في وقت مناسب وتكلفة قليلة.

2- أهداف البحث: تهدف الدراسة الى ما يلي:

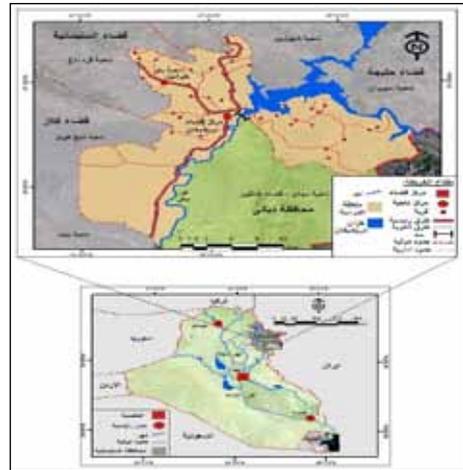
- 1- الحاجة الى دراسة الوضع الراهن للغطاء النباتي من حيث المساحة والأهمية.
- 2- كشف التغير في الغطاء النباتي لمنطقة الدراسة بين عامي (2010 - 2022).
- 3- الوصول الى معرفة مقدار التغير في حالة الغطاء النباتي، ومساحته وموضعه ومن ثمّ تقييم حال منطقة الدراسة بين عامي (2010 - 2022).
- 4- تقييم قدرة مدى دقة استخدام تقنيات الاستشعار عن بعد، ونظم المعلومات الجغرافية وأهميتها في دراسة الغطاء النباتي، و التغير فيه باستعمال المؤشرات النباتية وإنشاء خرائط للغطاء النباتي.

- 3- أسباب اختيار الموضوع: جاء اختيار منطقة الدراسة تلبية لجملة من الأمور هي:
- 1- قلة وجود دراسات للتغيير الغطاء النباتي الطبيعي تخص منطقة الدراسة.

- 2- تسعى هذه الدراسة الى استخدام التقنيات الجغرافية والمعاصرة في التحليل، والتفسير التي تتمثل بتقنيات الاستشعار عن بعد، ونظم المعلومات الجغرافية من أجل بناء قاعدة معلوماتية حول التغيير في الغطاء النباتي الطبيعي التي تعاني منها منطقة الدراسة، لتكون تلك المعلومات عوناً لمتخذي القرار في الحدّ أو التقليل من أسباب التغيير والتباين للغطاء النباتي الطبيعي في المنطقة.
- 4- الدراسات السابقة: لم تخص منطقة الدراسة بدراسات الغطاء النباتي للمنطقة، وتحديداً دراسة التغيير للغطاء النباتي الطبيعي) ولكنها درست في مجالات متنوعة بعضها جيولوجية كانت بشكل عام عن المنطقة الشمالية الشرقية للعراق، وإنّ هذه الدراسات لم تتناول منطقة الدراسة بالكامل بل شملت جزءاً بسيطاً جداً منها، ومن تلك الدراسات هي:
- 1- دراسة ليث محمود محمد الزنكنة 2005، أثر العناصر المناخية على توزيع النبات الطبيعي في العراق، فأشار الى أثر المناخ وعناصره على انتشار النبات الطبيعي.
- 2- دراسة بسمه مفتاح بركة التاوعي 2008، تناولت المشكلات البيئية بمنطقة
- تاورغاء وطرق مكافحتها، فقد اشارت الى العناصر الطبيعية وأثرها على النبات في المنطقة.
- 3- دراسة فراج غانم جبر الحمامه 2003، أثر المناخ والسطح على النبات الطبيعي في منطقة الخليل (دراسة في دينامية البيئة)، فقد أشار إلى أثر المناخ، وعناصره على الثبات الى جانب أثر السطح وأقسامه على انتشار النبات الطبيعي.
- 4- دراسة صالح علي الجوهر 2013، مشكلة التصحر في محافظة ديالى وأبعادها البيئية، فأشار هنا الى آثار التصحر وانتشاره على النبات.
- 5- دراسة نسرین صبار هاشم حسين المهداوي 2014، المراتب التصنيفية للنباتات البرية من نوات الفلقتين في منطقة الصدور- ديالى فتناولت أنواع النباتات الموجودة في المنطقة والى أي عائلة تنتمي وانتشارها في منطقة الدراسة.
- 5- حدود منطقة الدراسة: تقع منطقة الدراسة إدارياً ضمن محافظة السليمانية في جزئها الجنوبي الشرقي شرقي العراق، إذ يحدها من جهة الشمال مركز مدينة السليمانية وناحية شهرزور ومن جهة الشرق قضاء حلبجة وإيران، ومن جهة الجنوب يحدها قضاء خانقين ومن جهة الجنوب الغربي والغرب قضاء كلار

- 6- مشكلة البحث: تبرز مشكلة الدراسة وناحية قره داغ، فهي ذات طبيعة تضاريسية متجانسة من حيث السلاسل الجبلية الموجودة فيها، أضيف إلى وجود نهر ديالى الذي يخترقها من حدودها الشمالية الى حدودها الجنوبية، وتبعد من مركز محافظة السليمانية (67 كم) ومن العاصمة العراقية بغداد (276 كم)، أما بالنسبة إلى موقعها الفلكي فتقع بين دائرتي عرض (35°35'-06°08' شمال دائرة الاستواء وخطي طول (45°42' - 45°38') شرق خط غرينتش، والخريطة رقم (1)، تمثل موقع منطقة الدراسة على مرئية فضائية ضمن محافظة السليمانية والعراق، أما مساحة منطقة الدراسة فكانت على نحو (538 كم²).

خريطة رقم (1) موقع منطقة الدراسة ضمن المرئية الفضائية لمحافظة السليمانية والعراق



المصدر: خريطة العراق الإدارية ومحافظة السليمانية بمقياس 1:500000

- والتي يمكن تحديدها بما يأتي:
- 1- هل هناك تغيير في الغطاء النباتي الطبيعي بين عامي (2010-2022) لمنطقة الدراسة؟
- 2- كيف يمكن الاستفادة من استخدام تقنيات الاستشعار عن بعد لاسيما القرائن النباتية لتحديد التغيير في الغطاء النباتي الطبيعي؟
- 3- هل يمكن تصنيف الغطاء النباتي لتحديد التغيير في المساحات الخضراء والفقيرة بالنباتات؟
- 7- فرضيات البحث: تبدأ الدراسة من الفرضيات الآتية:
- 1- إمكانية تقنيات الاستشعار عن بعد ونظم المعلومات الجغرافية، ودقتها في كشف التغيير في الغطاء النباتي، وإمكانية توفر قاعدة بيانات وعمل خرائط لها تصف طبيعة الغطاء النباتي في المنطقة ومساحته.
- 2- من الممكن تحديد المساحات الأرضية لمساحات غنية أو متوسطة وفقيرة بالنباتات وتصنيفها والاستفادة منها، واستثمارها بما يخدم الإنسان والحيوان في المنطقة.
- 8- منهجية البحث: اعتمدت الدراسة على المنهج الاستقرائي، والوصفي الذي يبدأ من الجزء الى الكل متخذين

- 4- المرئيات الفضائية هي:
- المرئية الفضائية (Land Sat 7-ETM) الملتقطة في 2010/6/28
 - المرئية الفضائية (Land Sat 9) الملتقطة في 2022/6/21
 - المرئية الفضائية (Google-Sid) الملتقطة في 2010/6/28.
 - البيان الرادار (SRTM) الملتقطة في 2020/3/12.
- 9- طرق جمع المعلومات وطرق معالجتها:
- تضمنت طرق جمع المعلومات من خلال عدة مراحل وكما يأتي:
- 1- جمع الدراسات والتقارير الجغرافية السابقة حول منطقة الدراسة، أضيف إلى جمع الخرائط الطبوغرافية، والجيولوجية والمرئيات الفضائية للمنطقة، وهي:
 - 1- الخرائط الطبوغرافية هي: خريطة طبوغرافية دربندخان بمقياس 000 1:100 لسنة 1986
 - 2- الخرائط الجيولوجية هي: خريطة العراق البنيوية بمقياس 000 1:100 لسنة 1996
 - 3- خرائط المقاطعات الزراعية (الكادسترو) بمقياس 000 1:250 هي: خريطة المقاطعات الزراعية لمركز قضاء دربندخان لسنة 1983
- 4- استيراد المرئية: Import Image
- استخدمت مرئيات من بيانات الالاقط (Land Sat 7-ETM) وكذلك بيانات (OLI) المحمول على القمر الصناعي (Land sat9) للمسار (Path 168) وللصف Raw 36 للموسم الربيعي لسنة (2010 و2022)، موضح في الجدول رقم(1).

جدول رقم (1) المرئيات المستخدمة في الدراسة

التاريخ	رقمها	الدقة	القمر
2010-4-19	168 Path	30م	Land Sat 7-ETM
2022-4-22	Raw 36	30م	Land Sat OLI 9

<https://earthexplorer.usgs.gov>

هو جعل إحداثيات المرئية الفضائية الرقمية المستخدمة في الدراسة ذات قيم حقيقية مطابقة لقيم أحد المراجع العالمية (الجيوديسية)، والحصول على مرئية فضائية مصححة بشكل أقرب ما يكون إلى الواقع، وموحدة هندسيًا مع الخرائط المستخدمة، لغرض إجراء عملية المطابقة بين المرئية والخريطة، لذا فإن المرئيات المستخدمة في هذه الدراسة قد صحت طيفيًا للتخلص من التشوهات الراديومترية بواسطة برنامج (Erdas 2013)، وهندسيًا من المصدر لمرئيات (ETM7 و Landsat 9). في حين أجريت عملية تغير مسقط المرئية الفضائية (Re-Project) إلى (UTM)، بعد أن كان (Lat-long)، وباستخدام برنامج (Erdas 2013)، وفقًا لمعطيات النظام الجيوديسي (Datum wgs 84)، ومسقط مريكتور المستعرض العالمي (UTM)، وضمن نطاق (Zone 38 N).

2- عملية الموزاييك (تجميع المرئية):

ونظرًا لوقوع منطقة الدراسة في منطقة تداخل اللقطات للقمر الصناعي

تستخدم تلك البيانات الفضائية آنفة الذكر لاستخلاص حالة ووفرة الغطاء النباتي K وتقدير مساحته واكتشاف التغير عبر زمن الدراسة الى جانب تطبيق أساليب مختلفة على تلك البيانات، وذلك لمعرفة أسباب التغير في الغطاء النباتي عن طريق تحليل المرئيات الفضائية (Landsat 7 و 9) والتي تتكون من أشعة مرئية (Visible)، والأشعة تحت الحمراء القريبة (Near infrared)، والأشعة تحت الحمراء المتوسطة (Middle infrared)، وتحت الحمراء الحرارية (Thermal infrared).

ب- المعالجات الرقمية للمرئيات الفضائية المستخدمة في الدراسة:

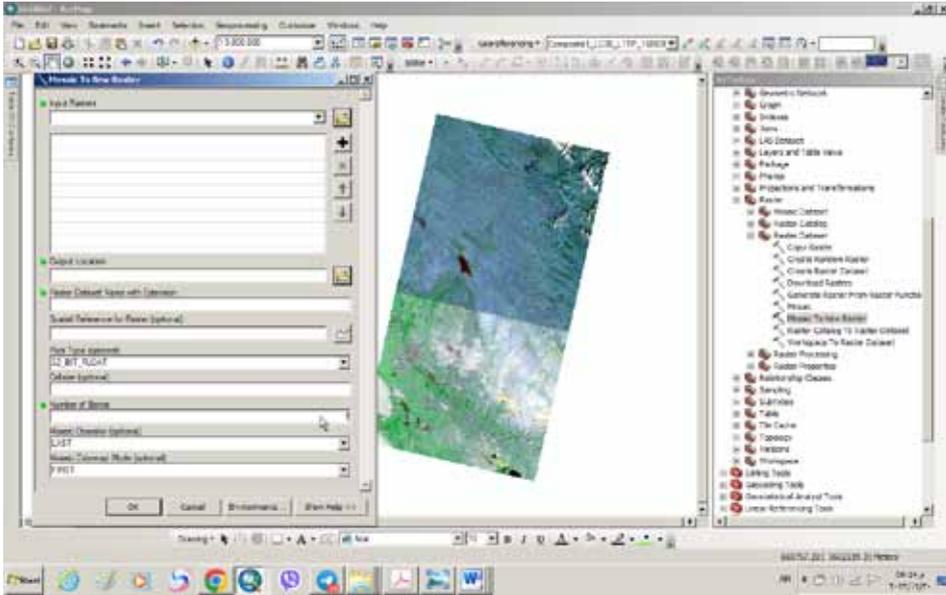
تهدف عمليات معالجة المرئيات الفضائية إلى إعداد المرئيات في أفضل صورها وأدقها، قبل تفسيرها واستنباط المعلومات منها (دواد، 2013، ص 101)، وقد تطلبت الدراسة الحالية القيام بأجراء المعالجات الآتية:

1- التصحيح الهندسي: إن الهدف الأساسي من عملية التصحيح الهندسي،

ولاندسات وثلثاثة مشاهد فضائية وبامتداد (TIFF)، فقد عُمل موازييك لهذه المشاهد التي تغطي منطقة الدّراسة، ولكل حزمة من الحزم الطيفيّة وبامتداد (IMG)، وذلك للعمل عليه في العمليات اللاحقة وبمرونة كبيرة. صورة رقم (1) الخطوات العملية لإجراء عملية الموازييك لمشاهد المرئيات الفضائية في برنامج (ARC GIS 10.4.1)

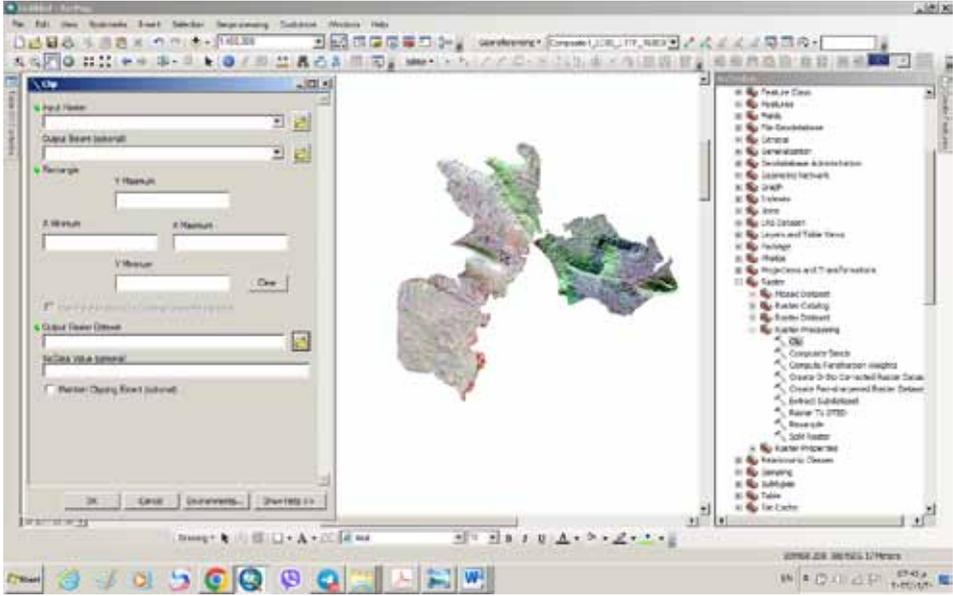
وأجريت عمليّة الموازييك في برنامج (ARC GIS 10.4.1) وحسب الخطوات الآتية، صورة رقم (1):
(ARC GIS 10.4.1_Arc toolbox_ Data Management Tools_Raster_ Raster Dataset Mosaic to Raster)

صورة رقم (1) الخطوات العملية لإجراء عملية الموازييك لمشاهد المرئيات الفضائية في برنامج (ARC GIS 10.4.1)



3- **عملية القطع:** وقد أجريت عملية القطع لمنطقة الدّراسة من المرئيات الفضائية الناتجة من عملية الموازييك واعتماداً على ملف تحديد منطقة الاهتمام (Area of interest)، وباستخدام برنامج (ARC GIS V 10.4.1) وحسب الخطوات الآتية، صورة رقم (2):
(ARC GIS 10.4.1_Arc toolbox Data Management Tools_Raster_Raster Processing Clip)

صورة رقم (2) الخطوات العملية لإجراء عملية القطع لمنطقة الدّراسة من المرئية الفضائية في برنامج (ARC GIS 10.4.1)



أقمار لاندسات تكون ذات تباين غير جيد، وعليه تحتاج إلى تحسين التباين قبل استخدامها في عملية التفسير (الغزي، 2010، ص 37) وقد تسجّل أجهزة عرض المرئيات في الحالات النموذجية للقمر الصناعي (Landsat8)، مدى يضم (4096) مستوى رمادياً، ونادراً ما تبسط معطيات أي مستشعر في مرئية واحدة على كامل هذا المدى، لذا يهدف بسط التباين إلى توسيع المدى الضيق لقيم اللعان الموجودة في المرئية الأصلية على مدى أوسع من القيم الرمادية، وتكون النتيجة مرئية جديدة قد صمّمت لإبراز التباين بين المعالم الأرضية بسهولة.

4- تحسين المرئيات الفضائية المستخدمة في الدّراسة: بعد إجراء العمليات السابقة كلّها والمتمثلة بالتّصحیح الهندسي وعملياتي الموزاييك، والقطع على المرئيات الفضائية المستخدمة في الدّراسة، ولكي يمكن استخدامها والاستفادة منها يجب أن تكون المرحلة الثانية هي إجراء بعض عمليات التّحسين على هذه المرئيات، ومن عمليات التّحسين المهمة التي استخدمت في هذه الدّراسة:

- تحسين التباين: تعد عملية تحسين التباين من أكثر العمليات المستخدمة في مجال تحسين المرئيات الفضائية، إذ إن المرئيات كافة المنتجة بسلسلة

استخدمت طريقة كشف التغيّر (Change Detection) في منطقة الدّراسة باتباع الأساليب الآتية:

1- إيجاد الاختلافات في حالة النّبائية وذلك بحساب نسبة المؤشر (NDVI) للتاريخ اللاحق الى نسبة المؤشر (NDVI) للتاريخ السّابق.

2- إيجاد الاختلافات في المساحة النّبائية بين المرئيات الفضائية.

3- إيجاد فرق الاختلافات المكانية في المواضع النّبائية وذلك بتطبيق عمليّة التراكب (overlying) بين المرئيات ذات تواريخ الالتقاط المتعددة.

تتراوح قيم هذا الدّليل بين (1-) الى (1+) ويمكن استخدامه لتفسير حالات موجودة في الطبيعة سواء أكانت أجسام نباتية أو مائيّة أو صخور أو ترب جرداء إذ تشير القيم من (1+) الى وجود غطاء نباتي كثيف من البساتين، وكلما قلّت القيمة واقتربت من الصفر كلما أشارت الحالة الى وجود غطاء نباتي مبعثر، وغير كثيف وصُنّفت قيمة (NDVI) الى ثلاث فئات حسب منطقة الدّراسة

وتحسب قيمة المؤشر الاختلاف الخضري الطبيعي (NDVI) حسب المعادلة الآتية:

$$NDVI = (NIR-RED) / (NIR+RED)$$

$$Landsat TM, NDVI = (B4-B3) / (B4+B3)$$

وقد استُخدم برنامج (Erdas 2013)، في تطبيق بعض عمليات تحسين التّباين.

5- التّفسير البصري للمرئيات الفضائية: Image Interpretation

يعرف التّفسير البصري للمرئيات الفضائية بفن فحص الصور أو المرئيات

الفضائية لغرض تعريف الأهداف، والظواهر الأرضية التي تظهر على

المرئية وتقدير أهميتها، ولتنفيذ هذه المهمة على المفسر أن يستخدم

كميات، وأنواع من المعلومات أكثر من تلك المسجلة على المرئية التي يريد

تفسيرها (Estes et al, 1974, p882)، يتوقف تفسير المرئيات الفضائية على

عدة أمور هي الحيز المكاني للمرئية ونوع التّحليل، ومقدار والتفاصيل

الدّقيقة، وخبرة المفسر ومعرفته بالمنطقة، وطبيعة المنطقة والمصادر

والمواد، سجل مفصل للظواهر الأرضية لحظة تسجيلها وتمر عملية التّفسير

المساعدة، ويتعرف المفسر في هذه العملية إلى الظواهر والمعالم ويقوم

بتعريفها. (اليقوبي، 2000، ص 89)

أولاً: كشف التغيّر في الغطاء النّبائي

Change detection in Vegetation):

(Coverage

$$\text{Landsat OLI NDVI} = (B5 - B4) / (B5 + B4)$$

إذ إن:

NDVI = قيمة مؤشر الاختلاف الخضري

NIR = الأشعة تحت الحمراء

RED = الأشعة الحمراء

ومن خلال تطبيق المعادلة تبين من وجود تغير واضح جداً في قيم هذا المؤشر، توضح جدول رقم (2) والشكل رقم (1) الغطاء النباتي لعامي (2010 و2020)، لمنطقة الدراسة، وقد صنف الغطاء النباتي في منطقة الدراسة وفقاً للحالة النباتية الى ثلاث فئات على النحو الآتي:

1- الفئة ذات الغطاء النباتي الفقير جداً، وتتكوّن هذه الفئة من الغطاء النباتي من حشائش، وأعشاب وأشواك ونباتات حولية والتي تنمو على سفوح التلال

وحول الأودية المنتشرة في تلك المناطق والتي سرعان ما تنتهي حياتها مع انتهاء موسم الأمطار والتي تتراوح قيمة مؤشر (NDVI)، فيها ما بين (0.2 - 0.15).

2- الفئة ذات الغطاء النباتي المتوسط وتضم المناطق الزراعية، والأشجار في بعض المزارع، وتكون أغلب أراضي هذه الفئة أراضي سهلية ذات ترب جيدة للإنتاج الزراعي والتي تتراوح قيمة مؤشر (NDVI) فيها ما بين (0.4 - 0.2).

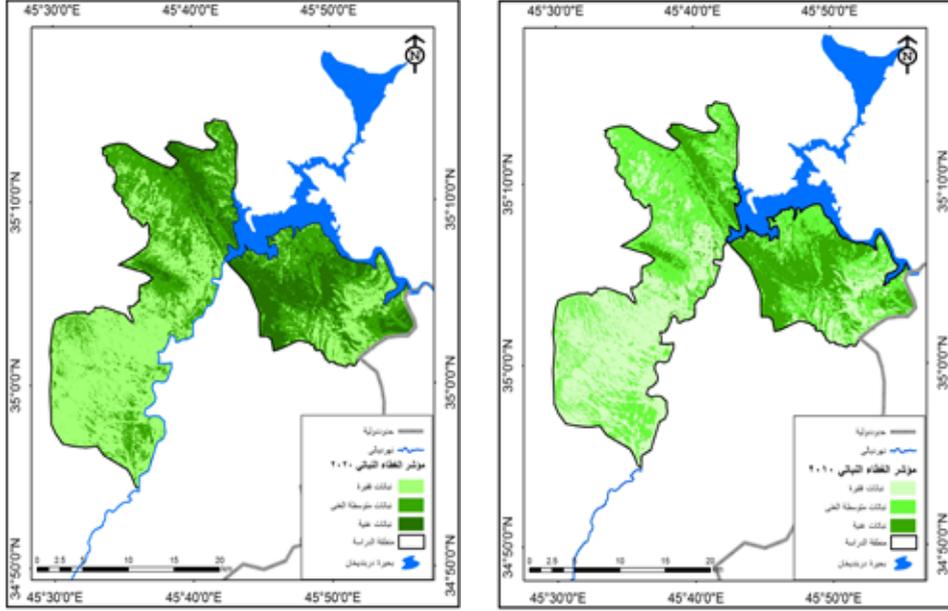
3- الفئة ذات الغطاء النباتي الغني، ويتكوّن الغطاء النباتي في هذه الفئة من مزارع الحنطة والشعير أصف إلى بعض الحشائش والأعشاب الكثيفة والتي تنمو في هذه المناطق والتي تزيد قيمة المؤشر النباتي (NDVI) فيها عن (0.4).

جدول رقم (2) مقارنة نسبة التغير في الغطاء النباتي بين 2010-2020 وفقاً لمؤشر النباتي المعدل للتربة (NDVI)

ت	اسم الصنف	2010		2020		مقدار التغير %	نوع التغير
		المساحة كم ²	نسبة %	المساحة كم ²	نسبة %		
1	نباتات فقيرة (-0.2 0.15)	206.2	38.3	250.47	47	44.27	زيادة
2	نباتات متوسطة الغنى (0.4-0.2)	221.3	41.1	200.51	37	-20.79	نقصان
3	نباتات غنية (0.4)	110.5	20.5	87.09	16	-23.41	نقصان
	المجموع	538	100	538	100		

المصدر: بالاعتماد على الشكل رقم (1)

شكل رقم (1) مقارنة بين مؤشر الاختلاف الغطاء النباتي للمدة (2010-2020)



العام 2010 إلى (47%) والتي تتمثل بالنباتات المعمرة التي استطاعت أن تتلاءم مع ظروف الجفاف، والحرارة المرتفعة والتي تنمو في أماكن متفرقة وبطون الأودية، والأراضي المنخفضة أما فئة النبات الغنيّة والتي تناقصت نسبتها من (20.5%) في العام 2010 إلى (16%) وتمثل غطاءها النباتي بالنباتات الكثيفة المزروعة في المزارع الغنيّة بالمياه، والأشجار المنتشرة في المزارع وعلى ضفاف نهر ديالو وبحيرة دربندخان، احتفظت بنوع من الرطوبة في تربتها من الموسم الشتوي الرطب، أضف إلى بعض أنواع النباتات والشجيرات التي تنمو على أطراف الأراضي الزراعية وعلى ضفاف النهر.

1- كشف التغيّر في الحالة النباتية:

Change detection in vegetation status

من خلال الجدول السابق رقم (2)، نجد أنّ الفئة النباتية المتوسطة هي الفئة الأكثر سيادة في منطقة الدراسة التي تناقصت نسبتها من (41.1%) في العام 2010 إلى (37%) في العام 2020 والتي تتمثل بالمساحات المزروعة بالمحاصيل الصيفيّة مثل الخضراوات أضف إلى محاصيل الحنطة، والشّعير المعتمد زراعتها على آبار المياه المنتشرة بشكل واسع في منطقة الدراسة على نظام المرشاة ومياه الأمطار السائدة في المنطقة، تليها فئة النباتية الفقيرة جداً، فقد زادت نسبتها من (38.3%) في

الجبليّة، وسفوحها وبعض المحاصيل الزراعيّة على المناطق التلالية كالحنطة والشّعير على مياه الأمطار.

ثانيًا: تحليل التّغير في الغطاء النباتي:

Analysis of change in vegetation cover

يتوقف توزيع الغطاء النباتي على سطح الأرض على عوامل طبيعيّة، وبشرية فالعوامل الطبيعيّة تتمثل بالتضاريس والتربة والمناخ، فيختلف نوع النبات وكثافته والتي تنمو في المناطق الجبليّة عن تلك التي تنمو في المناطق السهليّة. ولنوع التربة تأثير مباشر على النبات فهو المسؤول عن تزويد النبات بالعناصر الغذائيّة الضرورية لنموه. كما يرتبط انتشار النبات في أيّة بيئة بالدرجات الحرارة والرطوبة، فعندما تُصاب منطقة بالجفاف مثلاً فإنّ التوازن البيئي يختل نتيجة لدمار الغطاء النباتي لتلك المنطقة. أمّا العوامل البشريّة فتتمثل بالاحتطاب والرعي الجائر والعشوائيّ، واستغلال الأراضي الزراعيّة والغابيّة من أجل التوسّع العمراني، كل ذلك يؤثّر في السلسلة الغذائيّة والتوازن البيئي. إن عملية رصد كثافة الغطاء النباتي للغابات وللراعي، وتوزيعها بشكل متكرر، ومستمر عن طريق تقنية الاستشعار عن بعد ونظم المعلومات الجغرافيّة، كفيّلة بحماية هذا النّظم البيئيّة وصيانتها

ويبين الجدول السّابق أن الفئات النباتيّة المتوسطة، والغنية هي الأكثر تغيّرًا في الحالة النباتيّة في منطقة الدّراسة مقارنة مع الفئة النباتيّة الفقيرة، وهذا التّغير دليل على انقلاب في الأمطار ودرجات الحرارة وسيادة الجفاف، وارتفاع درجات الحرارة وزيادة التّبخر في المنطقة والتي لا تمنح للتربة الرّ أصف إلى طوبة الكافية لنمو النباتات والغطاء الخضري.

3- كشف التّغير في مواضع التغطية

التّباينة: Change detection in

vegetation cover locations

يلاحظ من الشّكل رقم (2) الخاصّة بكشف التّغير في مواضع التغطية النباتيّة (مؤشر الحالة النباتيّة)، أنّ مساحات الغطاء النباتي، قد تقلصت بشكل كبير نتيجة انقطاع الأمطار عن المنطقة وارتفاع درجات الحرارة فيها، لذا نجد في الخريطة السّابقة الذكر أنّ التّغيير في مساحات الغطاء النباتي بين عامي 2010 و2020 جاء نتيجة طبيعيّة تضاريس المنطقة أصف إلى صعوبة الاستفادة من مياه التّهر في إروائها المناطق الزراعيّة، واعتمادها على الآبار الارتوازية في الري وعلى الأساليب الحديثة مثل طريقة الري بالرش، وطريقة الري بالتنقيط أصف إلى اعتماد أغلب المزروعات كالأشجار المعمرة في المناطق

فالتغيرات المناخية التي مرت بها مناطق العالم أدت الى حدوث موجات من الجفاف، ما كان له أثر بالغ على الموارد المائية والغطاء النباتي، نظراً إلى خطورة الجفاف الذي لا تقتصر آثاره على منطقة محددة، فقد وضعت مؤشرات للرصد والمراقبة بلغت أكثر من (80) مؤشراً للجفاف (الرحيلي، 2014، ص2).

تعد المؤشرات الطيفية أسلوباً فاعلاً في مراقبة التغير في صحة النباتات، إذ برزت في القرن العشرين مؤشرات طيفية لتقصي الإجهاد النباتي، طبقت في عدد من الدراسات على المناطق الجافة وشبه الجافة على سبيل المثال

Chingazor. et. al. 2010. Rahman. 2009. Bhuiyan.2008. kogan.2001. Shakya2006، (الزيدي، ص162 اعتمدت في هذه الدراسة على المؤشرات الجفافية وذلك لتقييم حالة الجفاف في منطقة الدراسة، إذ استخدم مؤشر الحالة النباتية (condition index Vegetation) ومؤشر الحالة الحرارية (Temperature condition index) ومؤشر الصحة النباتية (Vegetation health index) والذي طوره كوجان (Kogan) في العام (1997م) ولتقييم حالة الإجهاد في الغطاء النباتي صُنِّفت قيم المؤشرات الى خمس فئات وحسب دراسة بويان (2008م، Bhuiyan)

والمحافظة على ما يتدهور، ومنها سياسة التنمية المستدامة ووضع الخطط التنموية للمحافظة عليها. أدى اختلاف كفاءة المؤشرات النباتية الطيفية في تقدير التغطية النباتية الى تطوير العديد من المؤشرات النباتية، بهدف الوصول الى مؤشرات نباتية قادرة على استكشاف الخلايا النباتية، والفصل بين النبات والتربة بفاعلية كبيرة (الرحيلي، 2013).

اعتمدت في هذه الدراسة على مجموعة من القرائن النباتية المشتقة عن طريق العلاقات الرياضية بين المجالات الطيفية مثل المؤشرات الجفافية، ومؤشر القشرة البيولوجية، ومؤشر نسبة الغطاء النباتي للأشعة تحت الحمراء ومؤشر الغطاء النباتي المعدل للتربة، أضيف إلى مؤشرات بشرية كالاحتطاب والرعي الجائر والحرق ووطء الغطاء النباتي. وذلك من أجل تحليل المسببات الطبيعية والبشرية وربط نتائج التحليل بحالة النبات، ومن ثم الوصول الى مدى فعالية كل مؤشر على الغطاء النباتي.

1- المؤشرات الجفافية: Drought

Indices

تشهد البيئة الطبيعية في مختلف مناطق العالم تغيراً في أنظمتها الحياتية، نتيجة تأثرها ببعض الظروف الطبيعية والعوامل البشرية السائدة في المنطقة،

والذي قسم المدى الإنتاجي للمؤشرات (1000)، الى خمس فئات جفاف وهي

كالآتي (Bhuiyan, 2008, pp907-912):

- 1- أقل من 10% جفاف متطرف
- 2- 10-20 % جفاف حاد
- 3- 20-30 % جفاف متوسط
- 4- 30-40 % جفاف خفيف
- 5- أكثر من 40% لا يوجد جفاف

الخضري الطبيعي
يبين الجدول رقم (3) وشكل رقم (2) إن
أغلب أراضي المنطقة تقع ضمن فئة الجفاف
المتوسط والتي تقدر نسبتها (39%) لعام
2010 وفي العام 2020 بلغت نسبتها (28,9%)
بمقدار تغير تناقص وصل الى (54,01)
كم² بينما سجلت فئة الجفاف الحاد نسبة
(28,3%) لعام 2010 وفي العام 2020 زادت
نسبة الجفاف الحاد وبزيادة قدرت (47,95)
كم²، بينما سجلت نسبة الجفاف المتطرف
في العام 2010 نسبة (5,23%) وفي العام
2020 سجلت نسبة (16,83%) وبمقدار تغير
نقصان وصل الى (36,83) كم² من إجمالي
مساحة منطقة الدراسة. في حين سجلت
أراضي لا يوجد جفاف في العام 2010 نسبة
وصلت الى (8,6%) بينما سجلت في العام
(2020) نسبة مقدارها (7,9%) وبمقدار نقصان
وصل الى (3,49) كم² أغلب من أراضي منطقة
الدراسة، وأما أقل نسبة فكانت من نصيب
الجفاف الخفيف اذ سجل في العام 2010
نسبة مقدارها (0,7%) وفي العام 2020 سجلت
النسبة (9,3%) وبمقدار تغير زيادة وصل الى
(46,36) كم².

أ - مؤشر الحالة النباتية (Vegetation condition index, VCI)

يستخدم هذا المؤشر لرصد المناطق التي قد تتعرض فيها النبات لإجهاد رطوبي كطريقة للكشف عن الجفاف، يعتمد هذا المؤشر على القيمة الفعلية لمؤشر الاختلاف الخضري الطبيعي (NDVI)، لزمان الدراسة، وعلى أعلى وأدنى قيمة لمؤشر الاختلاف الخضري الطبيعي (NDVI)، في زمن الدراسة وحسب المعادلة الآتية: (Kogan 1957)-pp1951,2001

$$VCI = \frac{NDVI - NDVI_{min}}{NDVI_{max} - NDVI_{min}} * 100$$

إذ إن:

VCI = مؤشر الحالة النباتية

NDVI = القيمة الفعلية لمؤشر الاختلاف

الخضري الطبيعي

NDVI max = أعلى قيمة لمؤشر

الاختلاف الخضري الطبيعي

وبملاحظة الخارطتين لعامين (2010 و2020) نجد أن أغلب أراضي منطقة الدراسة تقع ضمن فئة جفاف متوسط، وهذا دليل على أن منطقة الدراسة تعاني من إجهاد

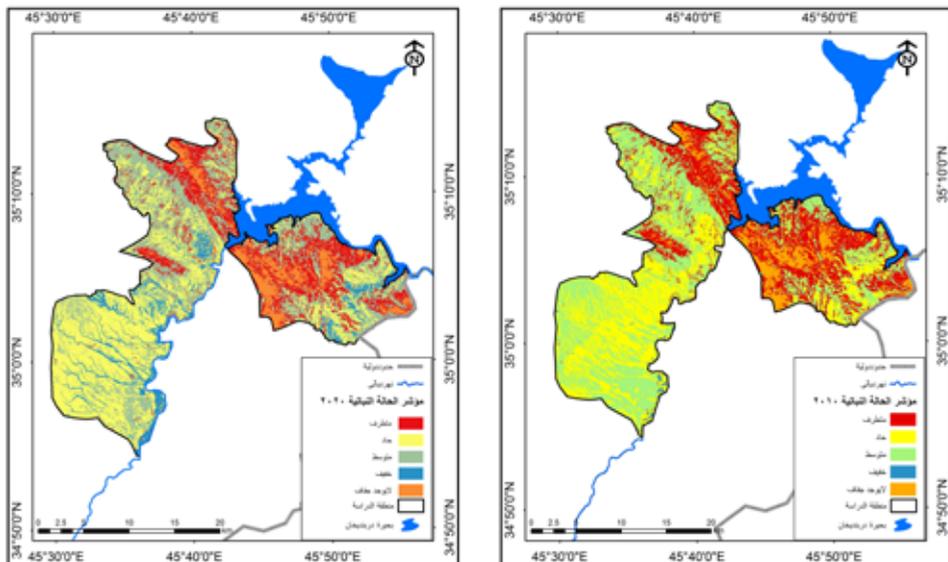
رطوبي متغير بشكل قليل، وتتوزع في أجزاء منطقة الدراسة جميعها، وأغلب هذه الأراضي تقع ضمن المناطق السكنية مثل مركز مدينة دربندخان وضفاف ديالى التي تتعرض تربتها الى انهيارات وتآكل. تنضم اليها المساحات التي لم تُزرع والتي تعرضت تربتها الى التفتت والتعرية بفعل ارتفاع درجات الحرارة والرياح كذلك سفوح التلال التي كانت تسود فيها نباتات حولية ذات الجذور القصيرة التي لا تساعد على تماسك التربة ومن ثم تعرضها الى التعرية والجفاف.

جدول رقم (3) مقارنة نسبة التغير في مؤشر الحالة النباتية (VCI) لقضاء دربندخان (2010-2020)

ت	اسم الصنف	2020		2010	
		النسبة %	المساحة كم ²	النسبة %	المساحة كم ²
1	اقل من 10 % متطرف	16.7	89.71	23.5	126.54
2	10-20 % حاد	37.2	200.28	28.3	152.33
3	20-30 % متوسط	28.9	155.66	39	209.67
4	30-40 % خفيف	9.3	49.87	0.7	3.5
5	أكثر من 40% لا يوجد جفاف	7.9	42.53	8.6	46.02
	المجموع	100	538	100	538

المصدر: بالاعتماد على الشكل رقم (2)

شكل رقم (2) مقارنة مؤشر الحالة النباتية للمدة (2010-2020)



ب- مؤشر الحالة الحرارية: (28,9%) بمقدار تغير تناقص وصل الى (54,01) كم² بينما سجلت فئة الجفاف الحاد نسبة (28,3%) لعام 2010 وفي العام 2020 زادت نسبة الجفاف الحاد، وبزيادة قدرت (47,95) كم²، بينما سجلت نسبة الجفاف المتطرف في العام 2010 نسبة (23,5%) وفي العام 2020 سجلت نسبة (16,83%) وبمقدار تغير نقصان وصل الى (36,83) كم² من إجمالي مساحة منطقة الدراسة. في حين سجلت أراضٍ لا يوجد جفاف في العام 2010 نسبة وصلت الى (8,6%) بينما سجلت في العام (2020) نسبة مقدارها (7,9%) وبمقدار نقصان وصل الى (3,49) كم² أغلب من أراضي منطقة الدراسة، وأما أقل نسبة فكانت من نصيب الجفاف الخفيف إذ سجل في العام 2010 نسبة مقدارها (0,7%) وفي العام 2020 سجلت النسبة (9,3%) وبمقدار تغير زيادة وصل الى (46,36) كم²

وبملاحظة الخريطين لعامين (2010 و2020) نجد أن أغلب أراضي منطقة الدراسة تقع ضمن فئة جفاف متوسط، وهذا دليل على أن منطقة الدراسة تعاني من إجهاد رطوبي متغير بشكل قليل، وتوزع في أجزاء منطقة الدراسة جميعها، وأغلب هذه الأراضي تقع ضمن المناطق السكنية مثل مركز مدينة دربيخان وضفاف ديبالي التي تتعرض تربتها الى انهيارات وتآكل. تنضم اليها مساحات التي لم تزرع والتي تعرضت

يعتمد هذا المؤشر على القيمة الفعلية لنطاق الأشعة الحرارية البعيدة (12.51- 10.60، مايكرومتر لزمان الدراسة، وعلى أعلى وأدنى قيمة لنطاق الأشعة الحرارية البعيدة لزمان الدراسة يوفر (TCI)، الفرصة لتحديد التغيرات الطفيفة في صحة النباتات بسبب الحرارة، والجفاف وضُتت قيم المؤشرات الى خمس فئات حسب دراسة بويان الذي قسم المدى الإنتاجي (0-100)، للمؤشرات الى خمس فئات للجفاف ويحسب (TCI) بالمعادلة الآتية (p908,2008,Bhaiyan):

$$TCI = (BT \max - BT) \setminus (BT \max - BT \min) * 100$$

إذ إن:

TCI= مؤشر الحالة الحرارية

BT= القيمة الفعلية لنطاق الأشعة

الحرارية البعيدة

BT max= أعلى قيمة لنطاق الأشعة

الحرارية البعيدة

BT min= أدنى قيمة لنطاق الأشعة

الحرارية البعيدة

يبين الجدول رقم (4) والشكل رقم(3)،

أن أغلب أراضي المنطقة تقع ضمن فئة الجفاف المتوسط والتي تقدر نسبتها (39%) لعام 2010 وفي العام 2020 بلغت نسبتها

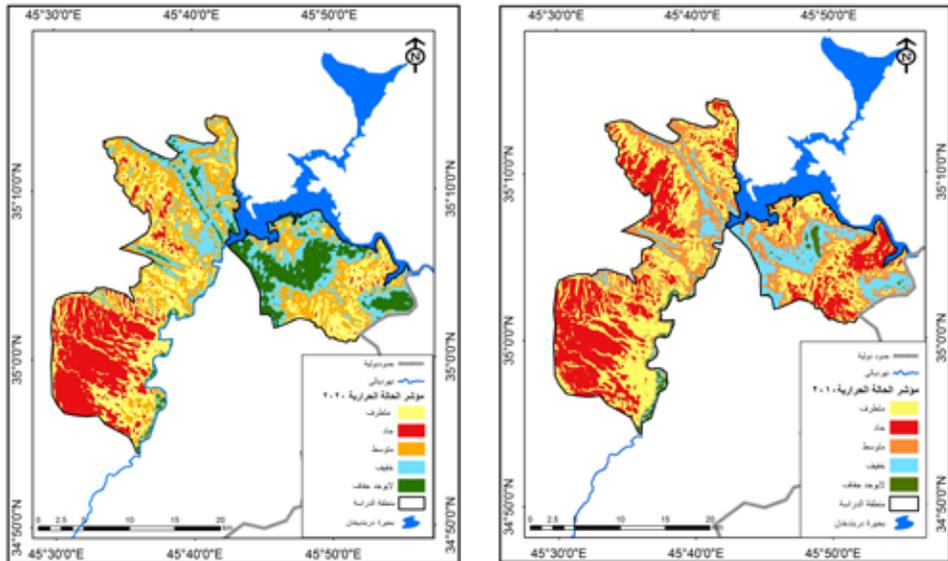
ترتبتها الى التفتت، والتعرية بفعل ارتفاع درجات الحرارة، والرياح كذلك سفوح التلال التي كانت تسود فيها نباتات حولية والجفاف. ذات الجذور القصيرة التي لا تساعد على تماسك التربة ومن ثم تعرضها الى التعرية والجفاف.

جدول رقم (4) مقارنة نسبة التغير في مؤشر الحالة الحرارية لقضاء دربندخان بين 2010-2020

نوع التغير	مقدار التغير كم ²	2020		2010		اسم الصنف	ت
		نسبة %	المساحة كم ²	نسبة %	المساحة كم ²		
نقصان	-60.86	26.41	142.07	37.72	202.93	اقل من 10 % متطرف	1
نقصان	-57.04	19.57	105.29	30.17	162.33	10-20 % حاد	2
زيادة	27.7	23.63	127.14	18.48	99.44	20-30 % متوسط	3
زيادة	37.47	18.68	100.51	11.72	63.04	30-40 % خفيف	4
زيادة	52.73	11.72	63.08	1.92	10.35	أكثر من 40% لا يوجد جفاف	5
		100	538	100	538	المجموع	

المصدر: بالاعتماد على الشكل رقم (3)

الشكل رقم (3) مقارنة مؤشر الحالة الحرارية للمدة (2010-2020)



وبملاحظة الخريطين لعامين (2010 و2020)، في الشكل رقم (4) نجد أن أغلب أراضي منطقة الدراسة تقع ضمن فئة جفاف متوسط، وهذا دليل على أن منطقة الدراسة تعاني من إجهاد رطوبي متغير بشكل قليل، وتتوزع في أجزاء منطقة الدراسة جميعها، وأغلب هذه الأراضي تقع ضمن المناطق السكنية مثل مركز مدينة درندخان وضفاف ديالى التي تتعرض تربتها الى انهيارات وتآكل. تنضم اليها مساحات التي لم تزرع والتي تعرضت تربتها الى التفتت والتعرية بفعل ارتفاع درجات الحرارة، والرياح كذلك سفوح التلال التي كانت تسود فيها نباتات حولية ذات الجذور القصيرة التي لا تساعد على تماسك التربة ومن ثم تعرضها الى التعرية والجفاف.

ج- مؤشر الصحة النباتية: (Vegetation Health Index (VI

بما أن الجفاف النباتي يمثل المرحلة الأخيرة للجفاف لذلك يمكن مراقبته، ورصده مباشرة من الغطاء النباتي، تستخرج قيمة مؤشر الصحة النباتية بالاعتماد على قيم مؤشري الحالة النباتية والحالة الحرارية وحسب المعادلة الآتية (1):

$$* TCI = 5, * VCI = 0,5, * VHI = 0$$

إذ إن: VHI = قيمة مؤشر الصحة النباتية.

Vegetation Condition Index

VCI = قيمة مؤشر الحالة النباتية

Vegetation Condition Index

TCI = قيمة مؤشر الحالة الحرارية.

0.5 Temperature Condition Index = قيمة

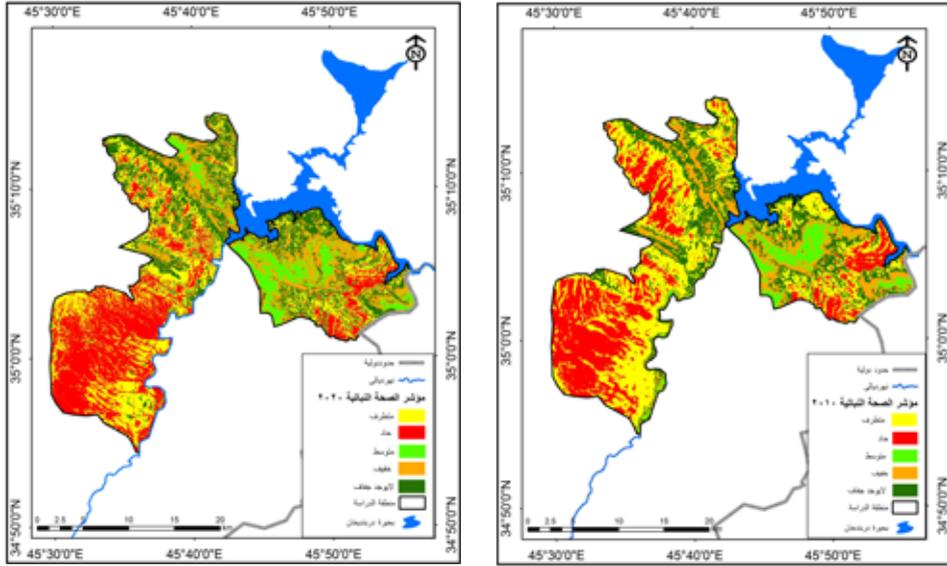
ثابتة.

جدول رقم (5) مقارنة نسبة التغير في مؤشر الصحة النباتية (VHI) للمدة (2010-2020)

نوع التغير	مقدار التغير كم ²	2020		2010		اسم الصنف	ت
		نسبة %	المساحة كم ²	نسبة %	المساحة كم ²		
نقصان	-39.69	28.4	152.77	35.77	192.46	اقل من 10 % متطرف	1
زيادة	10.69	29.1	156.57	27.12	145.88	10-20 % حاد	2
زيادة	7.3	7.3	39.02	5.9	31.72	20-30 % متوسط	3
زيادة	10.62	14.1	75.82	12.12	65.2	30-40 % خفيف	4
زيادة	11.09	21.2	113.89	19.11	102.8	أكثر من 40% لا يوجد جفاف	5
		100	538	100	538	المجموع	

المصدر: بالاعتماد على الشكل رقم (4)

شكل رقم (4) مقارنة مؤشر الصحة النباتية للمدة (2010-2020)



منطقة الدراسة أضف إلى وجود بحيرة دربندخان والذي ساعد على ذلك انخفاض أراضي منطقة الدراسة وسهولة الحصول على المياه الجوفية والذي كان سبباً في سيادة حالة الجفاف المتوسط في الغطاء النباتي، ويتضح مما سبق أيضاً انتشار الجفاف على السفوح الجبلية وعلى الأراضي المائلة التي تمنع من تشبع التربة بالرطوبة ومن ثم تشققها، وتفككها نتيجة لتعرضها الى أشعة الشمس والرياح والتي تعمل على تعريضها وسيادة الجفاف في موسم الصيف. تقلص حالة الغطاء النباتي، وتركزها في ضفاف الأنهر وعلى المساحات الزراعية التي تقع بالقرب منه كونها أخفض أراضي منطقة الدراسة، والتي تعد سبباً في تقلص مساحات الغطاء النباتي في منطقة الدراسة.

يتضح مما سبق أن حالة المطر ودرجات الحرارة كانت في مستوى جيد، ومناسب في الموسم الشتوي ما كان له أثر في بقاء حالة الغطاء النباتي في مستوى جيد، فتوفر الأمطار ودرجات الحرارة المناسبة تؤدي الى نمو الغطاء النباتي وانتشاره وكثافته، فصحة النبات تتوقف على التأثير المباشر بين الإجهاد الرطوبي والإجهاد الحراري. ومن خلال البحث عن أسباب التغير في حالة الغطاء النباتي بين عامي 2010 و2020 يتضح مما سبق أنه على الرغم من ارتفاع قيم الإجهاد الحراري، فقد قابله انخفاض في قيم الإجهاد الرطوبي وذلك يعود الى عدة أسباب منها وجود نهر ديالى مصدراً مائياً للأراضي الزراعية المنتشرة على ضفاف النهر أضف إلى انتشار الآبار الجوفية في

د-مؤشر القشرة البيولوجية: (Crust index, CI)

تُعدُّ التربة الرئيس والأساس للطبقة الحية من سطح الأرض، وطبقة التربة هي المكان التي يستخدمها النبات في غذائه عن طريق مخزون التربة المائي، كما أنّها البيت الذي يمسك جذوره (المظفر، 2016، ص3)، والتربة تكوين طبيعي معقد حدث خلال عمليات طبيعية معقدة وميكانيكية وكيميائية، واشترك فيه كل ما على سطح الأرض وكل ما تحت سطح الأرض الى عمق قليل، سواء أكانت جمادًا أم نباتًا أو حيوانًا وسواءً أكان صلبًا أم سائلًا أو كان غازًا (شريف، 1960، ص1).

تُعدُّ الكائنات الحية عاملاً مهمًا في تكوين التربة وذلك باختلاف أحجامها وأنواعها ودرجاتها، وتعدد الكائنات الحية في التربة فمثلاً مقدار ملعقة واحدة من التربة، قد يحوي حوالي (20) مليار خلية حية، هذا الى جانب كميات من الطفيليات والحشرات والديدان والزواحف صغيرة الحجم، بينما يعيش النباتات على سطح الأرض وتمتد جذوره في التربة، كما تساهم الحيوانات في إضافة بعض المواد الحيوية إلى التربة، بينما يأتي الإنسان عاملاً حيويًا مهمًا في تكوين أو تدمير التربة وذلك عن طريق تدمير الغطاء النباتي (مظفر، 2016، ص28).

اعتمد على مؤشر القشرة البيولوجية في هذه الدراسة التي تمتاز برصد الطبقة الرقيقة من سطح التربة والتي تمتاز بوجود الأشنات، والأعشاب والطحالب والبكتريا فيها، ويمثل مؤشر القشرة البيولوجية الفرق بين النطاق الرابع (Red)، والنطاق الثاني (Blue) في القمر الصناعي (Landsat9)، على مجموعهما مطروحاً منه واحد، وحسب المعادلة الآتية (karneili، 1997، p1207)

$$CI = 1 - \frac{(Red - Blue)}{(Red + Blue)}$$

إذ إنّ:

CI = مؤشر القشرة البيولوجية.

Red = نطاق الأشعة الحمراء

Blue = نطاق الأشعة الزرقاء

ويمتد المدى الدينامي في هذا المؤشر بين (صفر -2) وتتراوح قيمة المؤشر 1،2 عندما يكون نطاق الأشعة الزرقاء أعلى من نطاق الأشعة الحمراء.

وقد صُنِّفت قيم المؤشر CI الى خمس فئات حسب دراسة (Grimm et al، 2003، p15).

الفئة الأولى: ضعيفة جدًا أقل من 0.75

الفئة الثانية: ضعيفة 0.75 - 0.85

الفئة الثالثة: متوسط 0.85 - 1

الفئة الرابعة: قوية 1 - 1.15

الفئة الخامسة: قوية جدًا أكثر من 1.15

إنّ متوسط قيم مؤشر (CI) قد انخفض من (1.02)، في الموسم الشتوي الى (0.89)، وهو دليل على تعرض ترب منطقة الدراسة

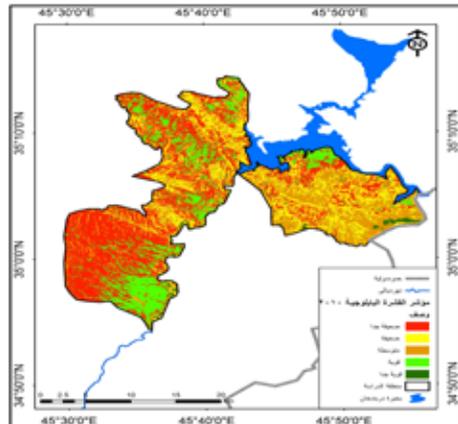
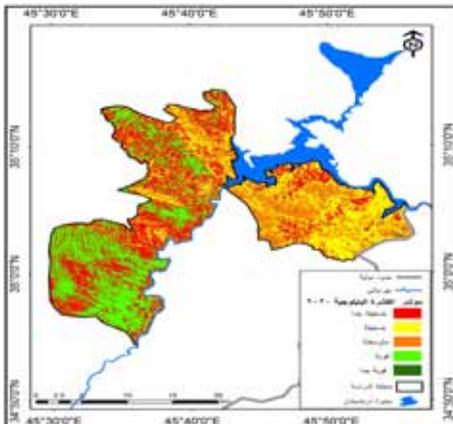
الى التفتت، والتَّعْرِية نتيجة انقطاع الأمطار وارتفاع درجات الحرارة، فقد تبين من الشكل رقم (5) والجدول رقم (6) هيمنة القشرة القويّة في موسم الشتوي على أكثر من نصف مساحة منطقة الدّراسة إذ قدرت مساحتها (291.057 كم²). أمّا في موسم الصيف فقد تقلصت فئة القشرة القويّة الى (22.363 كم²) من مساحة المنطقة الكلّية، في حين سجلت الفئتين المتوسطة والضعيفة نسبة أكثر من (94) من مساحة منطقة الدّراسة، فقد سيطرت الفئة المتوسطة وحدها على مساحة قدرها (369.542 كم²)، أمّا فئة القشرة الضعيفة فقد سيطرت على مساحة مقدارها (45.446 كم²) ولم تظهر أيّة قيمة لفئتي القشرة القوية جداً والقشرة الضعيفة جداً في منطقة الدّراسة.

جدول رقم(6) مقارنة نسبة ومساحة المؤشر القشرة البيولوجية (C) لعامي 2010-2020

نوع التغير	مقدار التغير كم ²	2020		2010		اسم الصنف	ت
		نسبة %	المساحة كم ²	نسبة %	المساحة كم ²		
نقصان	-46.68	35.6	191.75	44.32	238.43	ضعيفة جدا أقل من 0.75	1
زيادة	1.02	25.8	138.71	25.59	137.69	ضعيفة 0.75 -0.85	2
نقصان	-5.55	11.6	62.46	12.64	68.01	متوسطة 1-0.85	3
زيادة	54.66	26.2	141.01	16.05	86.35	قوية 1-1.15	4
نقصان	-3.44	0.8	4.14	1.41	7.58	قوية جدا اكثر من 1.15	5
		100	538	100	538	المجموع	

المصدر: بالاعتماد على الشكل رقم (5)

شكل رقم (5) مقارنة مؤشر القشرة البيولوجية للمدّة (2020-2010)



أغلب هذه المساحات نجدتها أراضي منحدرية، وتعاني التربة من تبدل قشرتها البيولوجية في الموسم الصيفي بسبب عوامل مناخية من انعدام الأمطار، وارتفاع درجات الحرارة والرياح التي تعمل على تعرية تربتها الجافة وتبدل قشرتها السطحية، وينضم الى هذه المساحات بعض الأراضي المنخفضة التي تفتقر إلى الغطاء النباتي المعتدل، فمن المعلوم أن التربة المكونة لهذه الأراضي هي تربة متحوّلة التي تجلبها المياه من الأراضي المرتفعة، إذ تكون هذه التربة غير متماسكة بشكل جيد، لذا فإن افتقارها إلى الغطاء النباتي يعرضها إلى التعرية عند هبوب الرياح عليها. وهي علاقة عكسية قوية تدل على أن القشرة السطحية للتربة قد تدهور في عناصرها البيولوجية خلال زمن الدراسة، وأن سبب التدهور بالدرجة الأساسية هي عناصر المناخ من ارتفاع درجات الحرارة وانقطاع الأمطار وهبوب الرياح.

هـ- مؤشر نسبة الغطاء النباتي للأشعة

تحت الحمراء: (percentage Infrared)

(IPVT vegetation index)

إن العلاقة بين نطاق الأشعة الحمراء، وتحت الحمراء القريبة دائماً عكسية في ما يتصل بالنبات وذلك لأن الأشعة الحمراء تمتص بنسبة (90%) من النبات لحاجته إليها في عملية التمثيل الضوئي، بينما يعكس النبات

ومن ملاحظة الخريطين أعلاه في الشكل رقم (5) والجدول السابق يتبين أن القشرة الضعيفة جداً شغلت أكثر مساحة وبنسبة وصلت (44.32%) لعام 2010 وتناقصت في العام 2020 إلى نسبة (35.6%) وعلى الرغم من ذلك بقيت النسبة الأكبر من حيث بقية الأنواع، أما فئة القشرة القوية في منطقة الدراسة، فوصلت إلى بنسبة (7.58%) في العام 2010 أما في العام 2020 فقد بلغت (0.8%) و تراجع عن العام 2020 إلى (3.44) كم² وهي تضم الأراضي الزراعية التي تساعد على الاحتفاظ بقوامها، وثباتها بواسطة جذور النباتات التي تمسك ذرات التربة مع بعضها البعض وتمنع الرياح من تعريتها، وكشف الطبقة السطحية من الانكشاف والتي تتكون غالبيتها من الأراضي الزراعية، ومساحات النباتات الطبيعية الثامية في الأراضي المستوية، والمنخفضة والتي تتجمع فيها المياه، أما فئة القشرة المتوسطة فقد سيطرت على نسبة (12.64%) من مجموع أراضي منطقة الدراسة لعام 2010 أما في العام 2020 فقد شغلت نسبة (11.6%)، والتي تضم المناطق السكنية، والأراضي المنحدرة الفقيرة بالغطاء النباتي والتي تتعرض تربتها إلى الانجراف أثناء سقوط الأمطار وتبدل القشرة السطحية لها، أما فئة القشرة الضعيفة (25.59%) لعام 2010 وفي العام 2020 بلغت نسبة (25.8%) وبزيادة نسبة ضئيلة جداً، ونستنتج من خلال ما تقدم أن

صُنِّفَتِ التَّغْطِيَةُ النَّبَاتِيَّةُ فِي مُؤَشِّرِ (IPVI)، إِلَى ثَلَاثِ فَنَائِ وَفَقًّا لِحَالَةِ الْغَطَاءِ النَّبَاتِيِّ، إِذْ شَمِلَتِ الْفِئَةُ الْأُولَى لِلْخَلَايَا النَّبَاتِيَّةِ مَا بَيْنَ (0.6) - (0.65)، وَالَّتِي تَغْطِيهَا النَّبَاتَاتُ الْفَقِيرَةُ، بَيْنَمَا شَمِلَتِ الْفِئَةُ الثَّانِيَّةُ الْخَلَايَا النَّبَاتِيَّةِ مَا بَيْنَ (0.65) - (0.75)، وَالَّتِي تَغْطِيهَا النَّبَاتَاتُ مَتَوَسُّطَةُ الْغِنِيِّ، وَشَمِلَتِ الْفِئَةُ الثَّلَاثَةُ الْخَلَايَا النَّبَاتِيَّةِ (أَكْبَرُ مِنْ 0.75)، وَالَّتِي تَغْطِيهَا النَّبَاتَاتُ الْغَنِيَّةُ جَدًّا.

إِنَّ قِيَمَ مُؤَشِّرِ (IPVI) تَبَيَّنَ مِنْ خِلَالِ الْجَدُولِ رَقْمَ (7) وَشَكْلِ رَقْمِ (6)، إِنَّ فِئَةَ النَّبَاتَاتِ الْفَقِيرَةِ فِي الْعَامِ 2010 قَدَرَتْ مَسَاحَتَهَا بَ (206.22 كَم) وَبِنِسْبَةِ (38.3%) مِنْ إِجْمَالِي مَسَاحَةِ الْمَنْطِقَةِ بَيْنَمَا فِي الْعَامِ 2020 فَقَدَ بَلَّغَتْ مَسَاحَتَهَا (250.46 كَم) وَنِسْبَتَهَا (44.24%) وَبِزِيَادَةِ (44.24 كَم) عَنْ الْعَامِ 2010، بَيْنَمَا تَرَاجَعَتْ فِئَةُ النَّبَاتَاتِ الْمَتَوَسُّطَةُ الْغَنِي فَقَدَ كَانَتْ فِي الْعَامِ 2010 (221.31 كَم) بِنِسْبَةِ (41.1%) أَيْ شَغَلَتْ الْجِزَاءَ الْأَكْبَرَ مِنْ مَسَاحَةِ مَنطِقَةِ الدَّرَاسَةِ، وَفِي الْعَامِ 2020 تَقَلَّصَتْ، وَأَصْبَحَتْ (200.51 كَم) وَبِنِسْبَةِ (37.3%) أَيْ بِنَقْصَانِ وَصَلَ إِلَى (20.8 كَم) مِنْ إِجْمَالِي مَسَاحَةِ الْمَنْطِقَةِ، أَمَّا فِئَةُ النَّبَاتَاتِ الْغَنِيَّةِ فَقَدَ تَرَاجَعَتْ هِيَ الْأُخْرَى مِنْ (110.53 كَم) وَبِنِسْبَةِ (20.5%) فِي الْعَامِ 2010 إِلَى (87.09 كَم) وَبِنِسْبَةِ وَصَلَتْ إِلَى (16.2%) أَيْ تَنَاقَصَتْ إِلَى مَقْدَارِ (23.44 كَم) فِي الْعَامِ 2020.

نِسْبَةُ عَالِيَةٍ مِنَ الْأَشْعَةِ تَحْتَ الْحَمْرَاءِ الْقَرِيبَةِ لِعَدَمِ حَاجَتِهَا لَهَا، وَقَدْ تَصَلَّ بِنِسْبَةِ (90%) بِفَعْلٍ خَاصِيَّةِ الْإِنْعِكَاسِ الْمِضَافِ (Additive reflection)، أَيْ كَلَّمَا زَادَ النَّبَاتُ خُضْرَةَ وَكثَافَةَ، زَادَتْ قِيَمَةُ الْإِنْعِكَاسِ الطَّيْفِيِّ فِي الْأَشْعَةِ تَحْتَ الْحَمْرَاءِ الْقَرِيبَةِ، وَقَلَّتْ فِي الْأَشْعَةِ الْحَمْرَاءِ وَعَلَى هَذَا يُمْكِنُ اسْتِخْدَامُ هَذَيْنِ النَّطَاقَيْنِ بِصُورَةٍ عَدَّةٍ فِي تَرْكِيبِ الْمَوْشُرَاتِ الطَّيْفِيَّةِ النَّبَاتِيَّةِ تَطَوَّرَ كَرِيْبَيْنِ (Crippen، 1990م)، مُؤَشِّرِ نِسْبَةِ الْغَطَاءِ النَّبَاتِيِّ لِلْأَشْعَةِ تَحْتَ الْحَمْرَاءِ (IPVI)، فَقَدْ اقْتَرَحَ أَنَّ طَرْحَ الْأَشْعَةِ الْحَمْرَاءِ مِنَ الْأَشْعَةِ تَحْتَ الْحَمْرَاءِ فِي بَسْطِ مَعَادِلَةِ الْمَوْشُرِ NDVI لَا ضَرُورَةَ لَهُ، وَيَتَسَاوَى مُؤَشِّرُ (IPVI) وَطَيْفِيًّا مَعَ الْمَوْشُرِ (NDVI)، إِلَّا أَنَّهُ أَسْرَعُ مِنْهُ فِي حِسَابِ الْبَيَانَاتِ الْكَبِيرَةِ إِذْ يَقْتَصِرُ الْمَدَى الدِّيْنَامِي لَهُ عَلَى الْقِيَمِ الْمَوْجِبَةِ (0-1)، وَبِذَلِكَ يَلْغِي الْقِيَمِ السَّالِبَةَ الَّتِي يَظْهَرُهَا الْمَوْشُرُ NDVI فِي حَالَةِ عَدَمِ وَجُودِ الْغَطَاءِ النَّبَاتِيِّ، وَيَتَمَّ حِسَابُ مُؤَشِّرِ (IPVI)، كَمَا فِي الْمَعَادِلَةِ الْآتِيَةِ (Crippen، 1990، pp71-73):

$$IPVI = 0.5 * (NDVI) + 1$$

إِذْ إِنَّ:

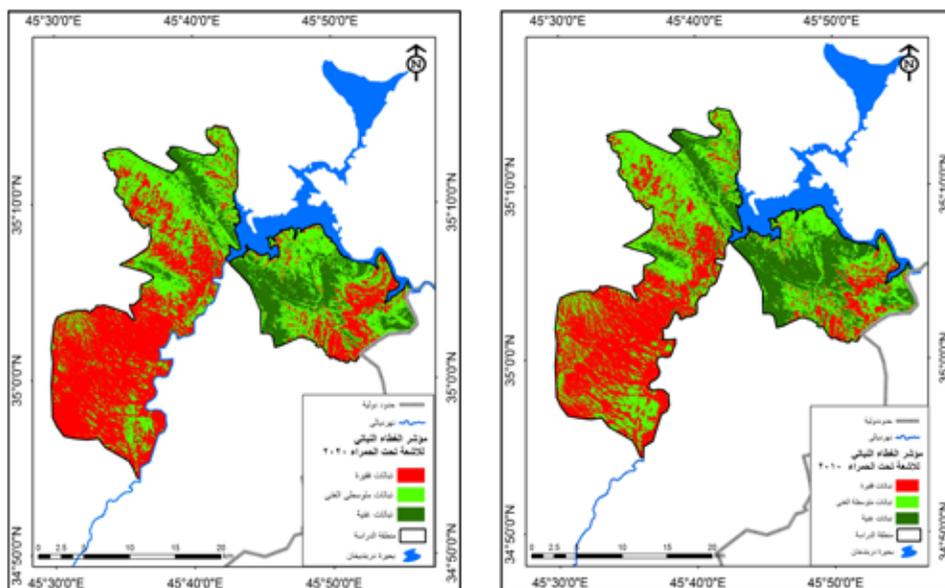
IPVI = مؤشِّرُ نِسْبَةِ الْغَطَاءِ النَّبَاتِيِّ لِلْأَشْعَةِ تَحْتَ الْحَمْرَاءِ
Infrared Percentage Vegetation Index
NDVI = مؤشِّرُ الْإِخْتِلَافِ الْخَضْرِيِّ الطَّبِيعِيِّ
Normalized Difference Vegetation Index

جدول رقم (7) مقارنة نسبة ومساحة المؤشر النباتي بالأشعة تحت الحمراء (IPVI) للمدة (2010-2020)

نوع التغير	مقدار التغير كم ^٢	2020		2010		اسم الصنف	ت
		نسبة %	المساحة كم ^٢	نسبة %	المساحة كم ^٢		
زيادة	44.24	46.6	250.46	38.3	206.22	نباتات فقيرة	1
نقصان	-20.8	37.3	200.51	41.1	221.31	نباتات متوسطة الغنى	2
نقصان	-23.44	16.2	87.09	20.5	110.53	نباتات غنية	3
		100	538	100	538	المجموع	

بالاعتماد على الشكل رقم (6)

شكل رقم (6) مقارنة مؤشر الأشعة تحت الحمراء للغطاء النباتي في منطقة الدراسة



ومن ملاحظة الخريطين وما نتج عنهما من الجدول، والشكل أعلاه نجد أنّ فئة النباتات المتوسطة تظهر بشكل واسع في الأراضي التي تتصف بالانحدار مع التركيز، أمّا فئة النباتات الغنيّة، فقد سيطرت مساحة الغطاء النباتي وتتركز في المنطقة السهل الوسطى التي تمتاز بأراضيها المنخفضة نسبيًا، في حين تظهر فئة النباتات الفقيرة جدًا بشكل واسع في سفوح التلال، والأراضي الهامشية وعلى أطراف الأودية، والأجزاء المتأكلة من جوانب الأنهر في منطقة الدراسة حيث نجد مساحات الغطاء النباتي قد تدهورت وتقلصت بشكل كبير، وأصبح الغطاء النباتي يقتصر على بعض الأراضي الخصبة التي تتوفر فيها المياه

طور روند بوكس وزملائه العام (1996م. al, ET.Rondeaux المؤشر النباتي المعدل للتربة (OSAVI)، وقد قاموا بوضع قيمة ثابتة (L) وهي (0.16)، بدلاً من القيمة المتغيرة في المؤشر SAVI الذي طوره هويت العام (1988 Heateral)، يتميز هذا المؤشر من غيره من المؤشرات التي سبقته أنه أكثر فاعلية في تقليص تأثير سطوح التربة في المناطق ذات التغطية الجزئية للنباتات، ويتراوح المدى الديناميكي لهذا المؤشر بين (1، -1) ويحسب وفق المعادلة الآتية (Rondeaux, 1996, pp.95-107)

$$OSAVI = Red (Nir \setminus Nir + Red) * 1 + L$$

إذ إنّ:

OSAVI = مؤشر الغطاء النباتي المعدل للتربة. Nir = الأشعة تحت الحمراء القريبة. Red = الأشعة الحمراء. L = القيمة الثابتة لخط التربة ويساوي بالقيمة (0.16)، تبين من خلال الجدول رقم (8) والشكل رقم (7) أنّ فئة النباتات الفقيرة في العام 2010 قدرت مساحتها ب(206.22 كم²)، وبنسبة (38.24%) وبزيادة مساحة المنطقة، بينما في العام 2020 فقد بلغت مساحتها (250.46 كم²) ونسبتها (44.24%) وبزيادة (44.24 كم²)، عن العام 2010، بينما تراجعت فئة النباتات المتوسطة الغنى فقد كانت في العام 2010 (221.31 كم²) بنسبة (41.1%) أيّ شغلت الجزء الأكبر من مساحة منطقة الدراسة، وفي

سواء مياه الري على ضفاف نهر ديالى، أو الآبار المحفورة في الأراضي المنخفضة والغنية بالمياه الجوفية. ففي الخريطة الأنفة الذكر نجد أنّ فئة النباتات المتوسطة قد تقلصت بشكل كبير، ويكاد يقتصر على بعض الأشجار والمزارع الغنية بالمياه أضف إلى فئة النباتات الغنية هي الأخرى تقلصت مساحة أراضيها، في حين فئة النباتات الفقيرة جداً زادت في العام 2020 عما كانت عليه في العام 2010، ويتكوّن أغلب غطائها من نباتات معمرة والتي استطاعت أن تقاوم درجات الحرارة المرتفعة وقلة الأمطار والجفاف.

و-مؤشر النباتي المعدل للتربة:

Adjusted Soil Optimized (OSAVI) Index Vegetation

على الرّغم من عدم أهمية تأثير التربة في المؤشرات النباتية في المناطق الزراعية ذات التغطية النباتية الكثيفة، فإنّ حدّتها تبرز كلما قلّ مقدار التغطية النباتية، وذلك في المناطق التي تسود فيها المحاصيل الزراعيّة قليلة الخضرة، والمبعثرة التي تتزايد المساحة المتباعدة بينها، بحيث يصعب الفصل بين انعكاس التربة وانعكاس المحاصيل ضمن الخلية الواحدة، ما يؤدي الى حدوث خطأ في تقدير مقدار التغطية النباتية في المنطقة (الرحيلي، 2015، ص36)

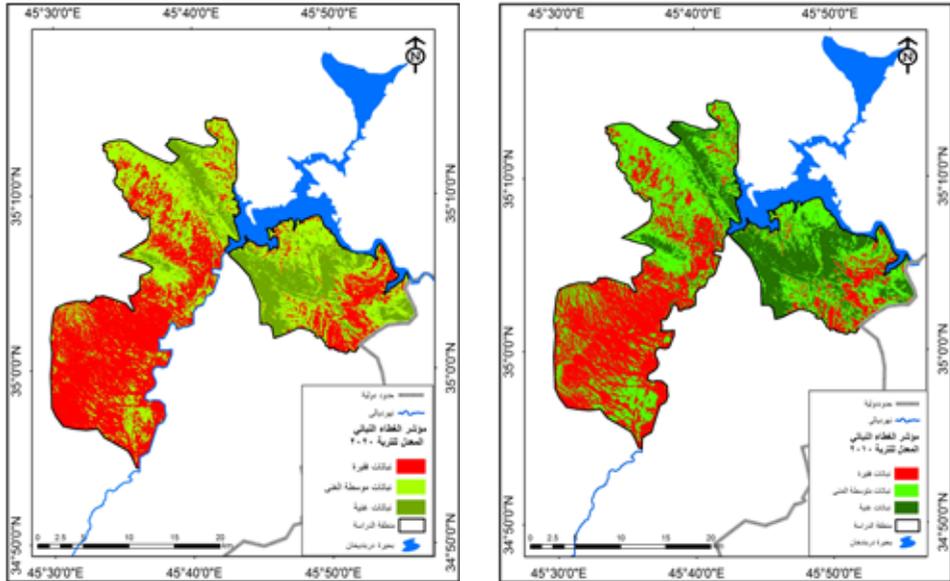
العام 2020 تقلصت وأصبحت (200.51 كم²) من (110.53 كم²) وبنسبة (20.5%) في العام وبنسبة (37.3%) أي بنقصان وصل الى (20.8) 2010 الى (87.09 كم²) وبنسبة وصلت الى (16.2%) أي تناقصت الى مقدار (23.44 كم²) النباتات الغنية فقد تراجعت هي الأخرى في العام 2020.

جدول رقم (8) نسبة ومساحة المؤشر النباتي بالأشعة تحت الحمراء (IPVI) في منطقة الدراسة

نوع التغيير	مقدار التغيير كم ²	2020		2010		اسم الصنف	ت
		نسبة %	المساحة كم ²	نسبة %	المساحة كم ²		
زيادة	44.24	46.6	250.46	38.3	206.22	نباتات فقيرة	1
نقصان	-20.8	37.3	200.51	41.1	221.31	نباتات متوسطة الغنى	2
نقصان	-23.44	16.2	87.09	20.5	110.53	نباتات غنية	3
		100	538	100	538	المجموع	

المصدر: بالاعتماد على الشكل رقم (7)

شكل رقم (7) مقارنة مؤشر النباتي المعدل للتربة للمدة (2020-2010)



مطابقة مدى المؤشرات الطيفية مع بعضها إلا أنها كانت مترابطة الى حد كبير جداً مع بعضها ومع المؤشر الرئيسي (NDVI) في الدراسة.

ومن مجمل ما سبق نستنتج أن هناك تبايناً في مدى المؤشرات الطيفية حتى في المدة الزمنية نفسها، وعلى الرغم من عدم

- 6- أن قشرة منطقة الدراسة قد تحولت من قوية الى متوسطة ومن ثم فقيرة، فتربة المنطقة تعرضت الى التدهور في عناصرها الحيوية، وأن سبب التدهور بالدرجة الأساس هو عناصر المناخ من انقطاع الأمطار، وارتفاع درجات الحرارة وسرعة الرياح فظهرت قشرة ضعيفة في بعض أجزاء منطقة الدراسة.
- 7- كشفت الدراسة تطابق مؤشر (IPVI, OSAVI) مع المؤشر الرئيس للدراسة (NDVI) في كون الغطاء النباتي في منطقة الدراسة يقع ضمن الفئة النباتية المتوسطة، إذ إن أجزاء واسعة من أراضي منطقة الدراسة مزروعة بمحاصيل القمح، والشعير والذرة والخضراوات والتي تصنف ضمن الفئة المتوسطة عند دراستها بهذه المؤشرات النباتية.
- 9- أشارت النتائج الى فعالية استخدام الاستشعار عن بعد نظم المعلومات الجغرافية في الدراسة هذه من خلال المؤشرات النباتية الطيفية، فقد توافقت جميع المؤشرات مع نتائج المؤشر الرئيس (NDVI) في أن منطقة الدراسة قد تقلصت مساحتها من الغطاء النباتي بين عامي 2010 و2020.
- الاستنتاجات: من خلال الدراسة والتحليل الجغرافي توصلنا إلى عدد من الاستنتاجات وهي:
- 1- الفئة النباتية المتوسطة الفئة السائدة هي في المنطقة، وإن هناك علاقة ارتباط قوية وسالبة بين تقلص مساحات الغطاء النباتي وقيم (NDVI)، كما اتضحت من الدراسة حدوث نماء خضري في المنطقة على الرغم من انقطاع الأمطار، وارتفاع درجات الحرارة وزيادة التبخر معتمداً على الطرق الحديثة في الري المتمثل بنظام المرشاة وشبكات الأنابيب.
- 5- اتفقت المؤشرات الجفافية (VCI, TCI, VHI) على أن منطقة الدراسة لا تكاد تعاني أي إجهاد رطوبي، وحراري عالي جداً في حين تعرضت الأراضي غير المزروعة في الشتاء الى إجهاد رطوبي خفيف في موسم الصيفي والذي قدرت نسبته ب (20.62%)، بينما تعرضت أغلب أراضي منطقة الدراسة الى إجهاد حراري حاد. وتوصلت الدراسة الى أن الصحة النباتية تتوقف على التأثير المباشر بين الإجهاد الرطوبي والحراري لذلك سجلت الصحة النباتية أغلب أراضي منطقة الدراسة ضمن الجفاف المتوسط.

المصادر والمراجع

أولاً:- الكتب

- 1- أبو سمور حسن، علي غانم، المدخل إلى علم الجغرافية الطبيعية، دار صفا للنشر والتوزيع، الجامعة الاردنية، عمان، ط1، 1998.
- 2- جودة حسنين جودة، الجغرافية الطبيعية للزمن الرابع والعصر المطير في الصحاري الاسلامية، ط2، دار المعرفة الجامعية للطباعة والنشر، الاسكندرية، 1991.
- 3- الخليل عمر محمد، مبادئ الاستشعار عن بعد، الطبعة الأولى، شعاع للنشر والعلوم، سوريه - حلب، 2011.
- 4- دواد جمعة محمد، مقدمة في الصور الجوية والمرئيات الفضائية، النسخة الأولى، المملكة العربية السعودية، مكة المكرمة، 2013.
- 5- السعدي مكي محمد عزيز رياض ابراهيم، جغرافية السكان، مطبعة جامعة بغداد، 1984.
- 6- شرف عبد العزيز طريح، الجغرافية المناخية و النباتية، الطبعة الأولى، الكويت، 1978.
- 7- شريف عبد العزيز طريح، الجغرافية الطبيعية اشكال سطح الارض، مؤسسة الثقافة الجامعية الاسكندرية، ط4، 1984.
- 8- شريف عبد العزيز طريح، الجغرافية الطبيعية أشكال سطح الأرض، مؤسسة الثقافة الجامعية، الاسكندرية، 1981.
- 9- الشمري احمد صالح، نظم المعلومات الجغرافية من البداية، الطبعة الأولى، بغداد، 2007.
- 10- الصالح محمد عبد الله، رؤية الاستشعار عن بعد جمع بياناتها وتحليلها، الطبعة الأولى، مطابع جامعة الملك سعود، الرياض، 1992.
- 11- عبدالهادي عبد رب النبي محمد، مرجع الاستشعار عن بعد علم وتطبيق، دار الجامعة للطباعة، الاسكندرية، ط1، 2000.
- 12- العزاوي علي عبد عباس، نظم المعلومات الجغرافية اسس (GIS) وتطبيقات، دار ابن الاثير للطباعة والنشر، جامعة الموصل، 2009.
- 13- العودات محمد عبده وأخرون، الجغرافية النباتية، النشر العلمي والمطابع جامعة الملك سعود، ط 2، 1997.
- 14- المظفر صفاء مجيد، جغرافية التربة، كلية الآداب، جامعة الكوفة، 2009.

ثانياً: الرسائل والأطاريح الجامعية:

- 1- الكعبي مرتضى مظفر ساهر، التحليل المكاني لتغير استعمالات الأرض السكنية في مدينة البصرة باستخدام الاستشعار عن بعد RS ونظم المعلومات الجغرافية GIS، أطروحة دكتوراه، غير منشورة، كلية التربية للعلوم الإنسانية، جامعة البصرة، 2017.
- 2- أيار باسل سليم، دراسة زلزالية لمنطقة دربندخان، رسالة ماجستير، كلية العلوم، جامعة بغداد، قسم علوم الارض، 1998.
- 3- الجبوري خالد صطح عطية، أثر التغيرات المناخية تنمية الغطاء النباتي الطبيعي في محافظة نينوى، أطروحة دكتوراه غير منشورة، كلية التربية جامعة الموصل، 2017.
- 4- الرحيلي بسمه بنت سلامة، التكافؤ الوظيفي بين المؤشرات النباتية الطيفية عند تقدير التغطية النباتية من بيانات الأقمار الصناعية في منطقتي الهدا والشفا شمال جبال السروات، المجلة المصرية للتغير البيئي، العدد3، 2013.
- 5- الزبيدي حليلة بنت علي بن ابراهيم، توظيف المؤشرات الطيفية لكشف وتحليل التغير في التغطية النباتية للأجزاء الغربية من مدينة الطائف.
- 6- الزنكنة ليث محمود محود، أثر العناصر المناخية على التوزيع الجغرافي للنبات الطبيعي في العراق، اطروحة دكتوراه، جامعة بغداد، كلية الآداب، 2005.
- 7- الطائي سحر سعيد قاسم، نموذج جغرافي بالمنطق المضرب للغطاء النباتي لمنطقة جبل سنجار أطروحة دكتوراه غير منشورة، كلية التربية جامعة الموصل، 2008.
- 8- المحمدي مكي غازي عبد لطيف، استخدام تقنيات الاستشعار عن بعد ونظم المعلومات الجغرافية في التصنيف والتحليل المكاني لاستعمالات الأرض في قضاء الأعظمية/دراسة كارتوجرافية تحليلية، أطروحة دكتوراه، كلية التربية (ابن رشد)، جامعة بغداد، 2006.
- 9- الموسوي حسن حميد كاطح، استخدام تقنية الاستشعار عن بعد في مسح تصنيف التربة في المناطق المتاخمة لغرب بحيرة الرزازة، اطروحة دكتوراه، كلية الزراعة، جامعة بغداد، 2001، غير منشورة.
- 10- اليعقوبي سليم ياوز جمال، اعداد خرائط استعمالات الارض الزراعية باستخدام تقنيات الاستشعار عن بعد منطقة الدراسة قضاء يعقوبية رسالة ماجستير (غير منشورة)، كلية التربية ابن رشد، جامعة بغداد، 2000.

ثالثاً: الدوريات والمنشورات والبحوث الحكومية:

- 1- الرحيلي بسمه بنت سلامة كفاءة المؤشرات النباتية في تقدير المحاصيل الزراعية من مرئيات القمر الصناعي سبوت 5 في

- منطقة الهدا المجلة المصرية للتغير البيئي،
 2- الرحيلي بنت سلامة بسمة، التكافؤ الوظيفي بين المؤشرات النباتية الطيفية عند تقدير التغطية النباتية من بيانات الأقمار الصناعية في منطقتي الهدا والشفا شمال جبال السروات مجلة المصرية للتغير البيئي، العدد5، 2013
 3- الغامدي سعد أبوراس، تأثير خصائص التضاريس في التغطية النباتية لمنطقة بلاد زهران بجبال السروات (دراسة منهجية في الاستشعار عن بعد ونظم المعلومات الجغرافية)، مجلة الامام محمد بن سعود الاسلامي (مجلة العلوم الانسانية والاجتماعية)، العدد 13، 2009،

رابعًا: المنشورات الحكومية

- 1- الهيئة العامة للمسح الجيولوجي، سلسلة الخرائط الجيولوجية قياس 1000000/1 لوحة رقم 3، ط1، خارطة العراق الجيولوجية، الكراس التوضيحي، 1997
https://magazine-geo.blogspot.com/2016/10/blog-post_24.html.
 2- سعد ابوراس الغامدي، معالجة المرئيات الرقمية (www.dr.aburas.com)
 3- وزارة التخطيط، الجهاز المركزي للإحصاء، نتائج الحصر والترقيم للأعوام (2010-2022)،
 4- مديرية إحصاء السليمانية، نتائج الحصر والترقيم للأعوام (2010-2022)،
 5- وزارة التخطيط، الجهاز الإحصاء المركزي للإحصاء، نتائج التقديرات العام للسكان، محافظة السليمانية للأعوام (2010-2022).

خامسًا: الكتب باللغة الإنكليزية.

- 1- Rondeaux, G.; Steven, M. and Barret, F. Optimization of Soil-Adjusted Vegetation Indices. Remote Sensing of Environment, 1996.
 2- Crippen, R.E. Calculating the vegetation index faster. Remote Sens. Environ. Forman RTT, Godron, M. 1986. Landscape ecology. Wiley, New York, No. 34, 1990
 3- Karnieli A...Development and implementation of spectred crust index over dune sands (INT). Remote sensing. 1997. Vol.18, no. 6.
 4- Grimm, M., R. Jones, E. Rusco and L. Montanarella. Soil Erosion Risk in Italy: a revised Use approach. European Soil Bureau - Research Report. NO. 11, 2003.
 5- Bhuiyan, C. Desert Vegetation during Droughts: Response and Sensitivity. The International Archives of the Photogrammetry, Remote Sensing and Spatial Information Sciences.2008. Vol. XXXVII. Part B8.
 7- Kogan, F. Operational space technology for global assessment. Bulletin of the American Meteorological Society. 2001. vol.82. No.9. 1951-1957
 8- C.Bhaiyan, Desert Vegetation during Droughts: Response and Sensitivity. School of Environmental Sciences Jawaharlal Nehru University, Indian, 2008.
 9- Ayad Mohammad Fadhil Drought mapping using. Geoformation technology for some sites in Iraqi Kurdistan region. Publisher Taylor francis Londo n, 2011.