تحليل ديناميكية الغطاء النباتي باستخدام مؤشر NDVI في محلية كبكابية، ولاية شمال دارفور، السودان خلال الفترة (2000–2025)

د. حافظ عبدالرحمن يوسف ابكر
استاذ مساعد بقسم الجغرافيا بكلية الآداب/ جامعة الفاشر – السودان
hafiz.yousif2020@gmail.com

الملخص:

تهدف هذه الدراسة إلى تحليل ديناميكية الغطاء النباتي في محلية كبكابية بولاية شمال دارفور خلال الفترة (2000–2025)، في ظل ما تشهده المنطقة من تغيرات مناخية وضغوط بشرية متزايدة أثرت على استدامة الموارد الطبيعية. وتتمثّل مشكلة البحث في نقص الدراسات الدقيقة التي توضح أنماط التغير الزماني والمكاني للغطاء النباتي، ومدى تأثره بالعوامل البيئية المختلفة. وعليه سعت الدراسة إلى تحقيق عدة أهداف من أبرزها: تحليل التغيرات في الغطاء النباتي باستخدام مؤشر NDVI، ورصد الاتجاهات الزمنية والفراغية للتدهور أو التحسن، وتقييم تأثير العوامل المناخية والبشرية، إضافة إلى دعم التخطيط البيئي المستدام. اعتمدت الدراسة على المنهج التحليلي الكمي باستخدام تقنيات الاستشعار عن بعد ونظم المعلومات الجغرافية (GIS)، حيث تمّ تحليل مرئيات فضائية متعددة من أقمار Landsat (5)، 7، 8 وحساب مؤشر NDVI لرصد التغيرات. كما تمّ استخدام برنامج ArcGIS في معالجة البيانات ورسم الخرائط وتحليل الأنماط المكانية. وأظهرت النتائج سيادة الفئات النباتية الضعيفة وتراجع الغطاء النباتي الجيد، مما يعكس اتجاهًا عامًا نحو التدهور البيئي. وأوصت الدراسة بضرورة تطبيق استراتيجيات إدارة مستدامة للموارد الطبيعية، وتنظيم الرعي، وتعزيز برامج إعادة التشجير، إلى جانب الاعتماد على تقنيات الاستشعار عن بعد في المراقبة البيئية المستمرة، بما يسهم في دعم اتخاذ القرار وتحقيق التنمية المستدامة في المنطقة.

الكلمات المفتاحية: الغطاء النباتي، NDVI، المرئيات الفضائية، محلية كبكابية.

تاريخ الاستلام:
2026/03/07
تاريخ القبول:
2026/04/14
تاريخ النشر:
2026/07/01

OPEN ACCESS

حقوق النشر: © 2026 للمؤلف (للمؤلفين). والناشر مجلة ليبيا للدراسات الجغرافية. هذه المقالة منشورة بنظام الوصول المفتوح، ويتم توزيعها وفق شروط وأحكام ترخيص المشاع الإبداعي الدولي:

CC BY-NC-SA 04

Vol. 6, Issue.2, July 2026, pp121-142
ISSN : 2789-4843 (Online) 3080-0463 (print)
المجلد 6 العدد 2 ، يوليو 2026م

Journal of Libya for Geographical Studies
مجلة ليبيا للدراسات الجغرافية

Analysis of Vegetation Cover Dynamics Using the NDVI in Kabkabiya Locality, North Darfur State, Sudan, During the Period 2000–2025

Dr. Hafiz Abdelrahman Yousif Abkar
Assistant Professor, Department of Geography, Faculty of Arts
University of Al-Fashir - Sudan
hafiz.yousif2020@gmail.com

Abstract:

This study aims to analyze the dynamics of vegetation cover in Kabkabiya Locality, North Darfur State, during the period 2000–2025, in light of the climatic changes and increasing human pressures that have affected the sustainability of natural resources in the region. The research addresses the lack of detailed studies examining the spatial and temporal patterns of vegetation cover change and the extent to which these changes are influenced by environmental factors. Accordingly, the study seeks to achieve several objectives, including analyzing vegetation cover changes using the Normalized Difference Vegetation Index (NDVI), monitoring temporal and spatial trends of vegetation degradation or improvement, assessing the impacts of climatic and anthropogenic factors, and supporting sustainable environmental planning. The study adopts a quantitative analytical approach based on Remote Sensing and Geographic Information Systems (GIS) techniques. Multi-temporal satellite imagery acquired from Landsat 5, Landsat 7, and Landsat 8 was analyzed, and NDVI was calculated to detect and evaluate vegetation cover changes over the study period. ArcGIS software was employed for data processing, map production, and spatial pattern analysis. The results revealed the predominance of sparse vegetation classes and a decline in healthy vegetation cover, indicating an overall trend toward environmental degradation. The study recommends the implementation of sustainable natural resource management strategies, regulation of grazing activities, enhancement of reforestation programs, and the continued use of remote sensing technologies for environmental monitoring. Such measures can support informed decision-making processes and contribute to achieving sustainable development in the study area.

Keywords: Vegetation Cover, NDVI, Satellite Imagery, Kabkabiya Locality, Remote Sensing.

Received: 07/03/2026

Accepted: 14/04/2026

Published: 01/07/2026

OPEN ACCESS

Copyright © 2026 by the author(s). Published by the Journal of Libya for Geographical Studies. This article is an open-access article distributed under the terms and conditions of the Creative Commons Attribution International License:

CC BY-NC-SA 04

المقدمة:

يُعدّ الغطاء النباتي مؤشرًا بيئيًا رئيسيًا يعكس صحة النظم الإيكولوجية واستدامة الموارد الطبيعية، إذ يلعب دورًا حيويًا في تنظيم المناخ، ودورة الكربون، والحفاظ على التنوع البيولوجي. وتشهد المناطق القاحلة وشبه القاحلة مثل ولاية شمال دارفور تحديات بيئية متزايدة نتيجة التغيرات المناخية المتسارعة، والجفاف الدوري، والنشاطات البشرية المكثفة التي تؤثر مباشرة على الغطاء النباتي واستقرار الأراضي.

وفي هذا السياق أصبح استخدام تقنيات الاستشعار عن بعد، وخاصة مؤشر الفرق النباتي الطبيعي (NDVI) أداة فعّالة لتقييم ومتابعة التغيرات في الغطاء النباتي عبر الزمن. ويوفر مؤشر NDVI قدرة عالية على رصد كثافة ونشاط النباتات، وتحديد المناطق المتدهورة أو المتجددة، مما يتيح فحص ديناميكيات الغطاء النباتي بدقة زمنية ومكانية واسعة.

وتركّز هذه الدراسة على محلية كبكابية، ولاية شمال دارفور، السودان، التي تمثّل أنموذجًا للمناطق القاحلة المعرضة لضغوط بيئية شديدة. تهدف الدراسة إلى تحليل ديناميكية الغطاء النباتي خلال الفترة من 2000 إلى 2025 باستخدام مؤشرNDVI وتقنيات نظم المعلومات الجغرافية (GIS)، للكشف عن الأنماط الزمنية للتغير، وتقييم تأثير العوامل المناخية والبشرية على الغطاء النباتي.

وتأتي هذه الدراسة لتسد فجوة معرفية مهمة في رصد التغيرات البيئية في شمال دارفور، وتوفر قاعدة علمية قوية لدعم استراتيجيات الإدارة المستدامة للموارد الطبيعية، وصياغة سياسات التكيف مع التغير المناخي، والحفاظ على النظم الإيكولوجية في مناطق شبه القاحلة.

وأجمعت الدراسات البيئية أنّ تدهور الموارد الطبيعية في الأراضي الجافة وشبه الجافة كان نتيجة لاستغلال الإنسان المتزايد لمكوناتها بصورة تفوق معدلات تجديدها (مُحَمَّد، 2005).

وأظهرت طرق وتقنيات الاستشعار عن بُعد ونظم المعلومات الجغرافية فاعلية عالية وجدوي في دراسة الأغطية الأرضية؛ حيث تتميز هذه التقنيات الحديثة بمراقبة الظاهرات المتغيرة مع إمكانية إجراء المسح لمساحات كبيرة وبالتالي اختصار للزمن والجهد والتكلفة (Mansour etal, 2013).

مشكلة البحث:

يُعدّ الغطاء النباتي مؤشرًا حيويًا للصحة البيئية واستدامة الموارد الطبيعية في المناطق القاحلة

وشبه القاحلة. وتشهد محلية كبكابية في ولاية شمال دارفور تغيرات كبيرة في الغطاء النباتي نتيجة التغيرات المناخية والجفاف المتكرر والنشاطات البشرية. ومع ذلك هناك نقص في الدراسات الدقيقة التي توضّح طبيعة هذه التغيرات وأنماطها عبر الزمن والمكان. ومن هنا جاءت هذه الدراسة للإجابة على التساؤلات الآتية:

1. ما هو نمط التغير الزمني والفراغي للغطاء النباتي في محلية كبكابية في الفترة من 2000 إلى 2025؟
2. ما هي المناطق الأكثر تأثرًا بالتدهور أو التحسن في الغطاء النباتي؟
3. كيف تؤثر العوامل المناخية والبشرية على ديناميكيات الغطاء النباتي في المنطقة؟
4. كيف يمكن استخدام مؤشرات الاستشعار عن بُعد مثل NDVI لدعم التخطيط المستدام وإدارة الموارد الطبيعية في محلية كبكابية؟

أهداف البحث:

1. تحليل التغيرات في الغطاء النباتي بمحلية كبكابية خلال الفترة من 2000 إلى 2025 باستخدام مؤشر NDVI.
2. رصد الاتجاهات الزمنية والفراغية للتدهور أو التحسن في الغطاء النباتي وتحديد المناطق الأكثر تأثرًا.
3. تقييم تأثير العوامل المناخية والبشرية على ديناميكيات الغطاء النباتي في المنطقة.
4. توفير قاعدة علمية لدعم التخطيط البيئي المستدام وإدارة الموارد الطبيعية في مناطق شمال دارفور القاحلة وشبه القاحلة.

أهمية البحث:

تنبع أهمية هذه الدراسة من كون منطقة الدراسة تقع ضمن المناطق شبه القاحلة في ولاية شمال دارفور، حيث يتأثر الغطاء النباتي بشكل كبير بالتغيرات المناخية الموسمية، والجفاف المتكرر، والنشاطات البشرية. ويتميز الغطاء النباتي في محلية كبكابية بتباين مكاني وزمني واضح، ما يجعل دراسة ديناميكياته باستخدام مؤشرات الاستشعار عن بُعد أمرًا ضروريًا لفهم التغيرات البيئية وإدارة الموارد الطبيعية بشكل مستدام. لذلك تبرز أهمية هذه الدراسة بتقديم تقييم دقيق للتغيرات في الغطاء النباتي خلال الفترة (2000–2025)، ودعم التخطيط البيئي في المنطقة.

منهجية البحث:

اعتمد البحث على المنهج التحليلي الكمي في دراسة ديناميكية الغطاء النباتي بمحلية كبكابية، وذلك باستخدام بيانات الأقمار الصناعية وتقنيات الاستشعار عن بعد. وشملت المنهجية معالجة الصور الفضائية، وحساب مؤشر الفرق النباتي الطبيعي (NDVI) ، تحليل التغيرات الزمنية والفراغية للغطاء النباتي، وتطبيق أدوات نظم المعلومات الجغرافية (GIS) لرسم الخرائط وتحليل الاتجاهات ومناطق التدهور والتحسن في الغطاء النباتي.

مصادر الدراسة:

1. صور الأقمار الصناعية متعددة السنوات من منصات Landsat 5 و Landsat 8.
2. أنموذج الفرق النباتي الطبيعي NDVI لحساب مؤشرات كثافة الغطاء النباتي.
3. برنامج نظم المعلومات الجغرافية ArcMap 10.7 لتحليل البيانات ورسم الخرائط.

الدراسات السابقة:

– **دراسة شولي (2008)** بعنوان دراسة غطاءات الأراضي في منطقة نابلس باستخدام تقنية الاستشعار عن بُعد تهدف هذه الدراسة إلى تحليل أنماط التباين في الغطاء النباتي لمحافظة نابلس وجوارها، في استخدام تقنيات الاستشعار عن بُعد ونظم المعلومات الجغرافية. وتوصّلت هذه الدراسة إلى عدد من النتائج تمثّلت في قدرة الاستشعار عن بُعد في إنتاج خرائط دقيقة لغطاءات الأراضي، إضافة إلى إظهار الدور الحيوي لهذه التقنية في بيئات ذات تنوع طبوغرافي معقد كالمناطق الجبلية،حيث يصعب في هذه المناطق اجراء العمل الميداني لصعوبة الحصوزل إليها، وأظهرت الدراسة أنّ الزيتون كنمط من غطاءات الأرض الرئيسية يشغل أعلى نسبة من مساحة الصورة المصنفة؛ وذلك لإمكانية زراعته في بيئات مختلفة كالمناطق الجبلية والسهلية.

– **دراسة التومي (2022)** بعنوان التغيرات المكانية والزمنية لغطاء الأراضي لمنطقة محددة من الجبل الأخضر باستخدام الاستشعار عن بُعد ونظم المعلومات الجغرافية، وخلُصت الدراسة إلى زيادة في مساحة الغطاء النباتي بشكل عام وبخاصة مساحة الأراضي الزراعية البعلية مقارنة بالزراعة المروية، كما ازدادت مساحة الغابات كذلك.

– **دراسة الحميري (2019)** بعنوان استخدام تقنيتي الاستشعار عن بُعد ونظم المعلومات الجغرافية في رسم خريطة تغيرات الغطاء النباتي في محافظة بابل، وخلُصت إلى أنّ منطقة

الدراسة صُنفت إلى فئات، تمثّلت في النباتات الفقيرة والتي احتلت أكبر مساحة في الموسمين الصيفي والشتوي، تليها النباتات الغنية بأقل مساحة في الموسمين.

– **دراسة أبوحمرة (2023)** بعنوان استخدام تقنيتي الاستشعار عن بُعد ونظم المعلومات الجغرافية في رصد ومراقبة مؤشر الأخضر النباتي NDVI في بلدية سرت، وتوصّلت الدراسة إلى أنّ المنطقة شهدت الفترة من 2003– 2013 تراجعًا في مساحة الغطاء النباتي قدرت بحوالي 208،6كم مربع، وفي الفترة ما بين 2003– 2013 شهدت مساحة الغطاء النباتي تحسنًا كبيرًا، حيث وصلت الزيادة في مساحة الغطاء النباتي إلى حوالي 861،6كم مربع.

– **دراسة Alwesabi (2012)** بعنوان استخدام بيانات تمّ جمعها من القمر الصناعي Modis لتقييم الجفاف في الصومال خلال المدة 2000 – 2011 معتمدةً على مؤشر الغطاء النباتي NDVI، وتوصّلت الداسة إلى أنّ الجفاف في 2010 – 2011 كان الأكثر تاثيرًا بين جميع سنوات الدراسة التي شملت معظم أنحاء جنوب الصومال.

منطقة الدراسة:

تقع منطقة الدراسة بين دائرتي عرض 14' ،16° ،13' ،25° شمالًا، وبين خطي طول 30' ،24° ،30' ،23° شرقًا، وهذا الموقع يجعلها ضمن المناطق الواقعة في نطاق الساحل الأفريقي الذي يتميز بالهشاشة والتحول المناخي. إذ ينتشر فيها المناخ الجاف وشبه الجاف في مساحات واسعة في الجهات الشمالية منها، الشيء الذي أثر في نوعية وكمية الغطاء النباتي.

وتميز منطقة كبكابية بتضاريس متنوعة بين المرتفعات الجبلية في الشرق والشمال، والسهول والأراضي المنبسطة في الوسط والغرب، إضافة إلى شبكة من الأودية مثل وادي برقو ووادي باري.وتسهم الأودية والسهول الفيضية في توفير تربة خصبة ومياه سطحية تدعم الزراعة وارتفاع الكثافة النباتية.

في المقابل تؤدي الانحدارات الشديدة في المناطق الجبلية إلى ضعف التربة وسرعة الجريان السطحي، مما يقلل من الغطاء النباتي. وبذلك ترتبط الديناميكية النباتية ارتباطًا مباشرًا بالتباين التضاريسي، حيث يزداد الغطاء في السهول والأودية ويضعف في المرتفعات.

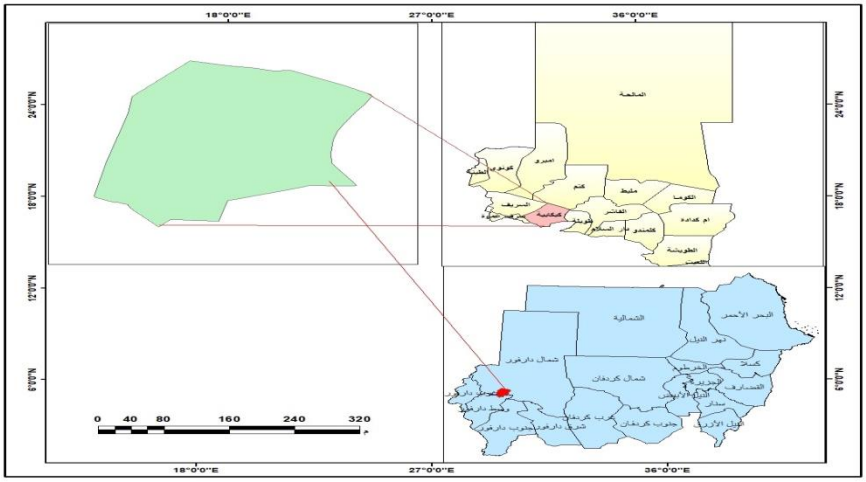
وتتسم تربة منطقة كبكابية بتنوع واضح يشمل تربة القردود في السهول المنبسطة، وتربة سفوح الجبال، والتربة الرسوبية على مجاري الأودية، إضافة إلى تربة القوز الرملية في الأجزاء الشمالية.

وتختلف هذه الترب من حيث الخصوبة والقدرة على الاحتفاظ بالرطوبة، حيث تُعدّ الترب الرسوبية والفيضية في الأودية الأكثر خصوبة، بينما تعاني الترب الجبلية والرملية من ضعف الرطوبة وسرعة الانجراف، ما يحد من إنتاجيتها الزراعية.

أمّا الغطاء النباتي فينتمي إلى نطاق السافنا الجافة، ويتنوع بين نباتات جبلية، وأخرى نهرية على ضفاف الأودية، ونباتات السهول الأكثر انتشارًا. وتتميز نباتات الأودية بكثافة عالية وديمومة نسبية بفضل توفر المياه والتربة الخصبة، بينما تقل الكثافة في المناطق الجبلية والرملية بسبب قسوة الظروف البيئية وضعف التربة، وتكون نباتات السهول أكثر عرضة للتدهور بفعل النشاط البشري.

ويُظهر التفاعل بين التربة والغطاء النباتي دورًا محوريًا في التغير الديناميكي للغطاء النباتي في المنطقة، إذ تتحكم خصائص التربة (الخصوبة، العمق، والاحتفاظ بالرطوبة) في كثافة وتوزيع النباتات. كما تسهم التربة الرسوبية في تعزيز الغطاء النباتي الكثيف والمتوسط على طول الأودية، بينما تؤدي الترب الرملية والجبلية إلى تراجع الغطاء النباتي وظهور الفئات الضعيفة أو المتفرقة. وبالتالي فإنّ التباين في خصائص التربة يمثّل عاملًا أساسيًا في تفسير التغيرات المكانية والزمانية في الغطاء النباتي داخل منطقة الدراسة.

الشكل (1) موقع منطقة الدراسة.



المصدر: عمل الباحث اعتمادًا على برنامج ARC Gis 10.7.

المناخ:

مناخ منطقة الدراسة ذو خصوصية حيث نجده يختلف عن العروض المدارية له وذلك لتاثيره بكتلة جبل مرة التي تقع إلى الجنوب والجنوب الشرقي منها، فضلًا عن المنطقة كلها امتداد لسلسلة جبل مرة، وفي هذا الصدد ذكر (إبراهيم، 2019، ص67) أنّ كمية الأمطار التي تهطل بمنطقة الدراسة أعلى بكثير من تلك التي تسقط في المناطق المحاذية لها في دوائر العرض مثلًا الفاشر التي تقع على دائرة عرض 13' ،38° متوسط الأمطار فيها 286 ملم، بينما أم كدادة التي تقع على عرض 13' ،36° معدل الأمطار فيها 262ملم في السنة، حيث إنّ متوسط الأمطار في كبكابية التي تقع على دائرة عرض 13' ،39° هي 365 ملم أي بمعدل يزيد 79 ملم عن مدينة الفاشر، و103 ملم عن مدينة أم كدادة وهاتين المدينتين تقعا في نفس العروض تقريبًا.

تحليل ديناميكية الغطاء النباتي باستخدام مؤشر NDVI خلال الفترة (2000–2025) في محلية كبكابية:

توفر تقنية الاستشعار عن بُعد بيانات يمكن الاستفادة منها عن طريق تحليلها ومعالجتها بالبرامج المتخصصة بنُظُم المعلومات الجغرافية، وبالتالى يمكن الاعتماد عليها باستخدام معادلة التغطية النباتية(Normalized Differences Vegetation IndexNDVI)؛ لدراسة التغيرات الحادثة للغطاء النباتى خلال فترات زمنية متباعدة، والتي ستستخرج من خلال القطاعات المرئية الفضائية للفترات الزمنية (2000- 2005- 2010- 2015- 2020 - 2025) حسب المعادلة:

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

حيث إنّ:

NIR= نطاق الأشعة التحت الحمراء القريبة (Band 5) في قمر Landsat L8 بينما (Band 4) فى قمر Landsat 5.

RED= نطاق الأشعة الحمراء (Band 4) في قمر Landsat L8. بينما (Band 3) فى قمر Landsat 5

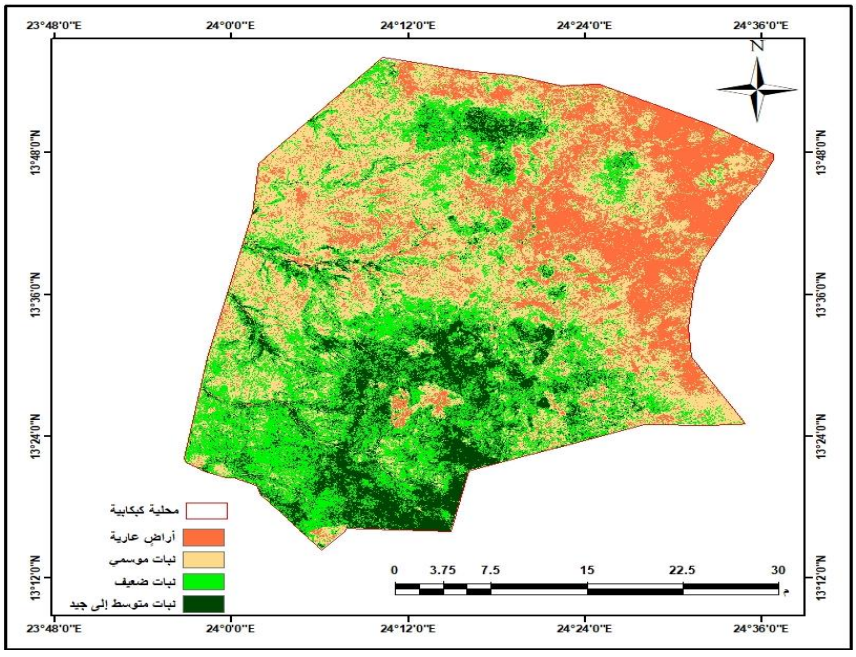
وتمّ اختيار أزمنة متباعدة لمراقبة التغير بالغطاء النباتى خلال فترات زمنية مختلفة، ومن مراقبة القيمة الناتجة لمؤشر النبات.

الجدول (1): المرئيات الفضائية المستخدمة في الدراسة،

القمر الصناعي (Platform)	المتحسس (Sensor)	التاريخ (Date)
Landsat 5	TM	2000 / 10/ 24
Landsat 7	ETM+	2005/ 11/ 7
Landsat 5	TM	2011 / 1 / 31
Landsat 8	OLI	2015 /9 /24
Landsat 8	OLI	2020/10/ 7
Landsat 8	OLI	2025/ 10/ 13

المصدر :من إعداد الباحث بالاعتماد على بيانات USGS، 2025.

الخريطة (1) مؤشر النبات NDVI بالإعتماد على مرئية الفضائية Landsat 5 (2000).



المصدر: المرئية الفضائية للقمر الصناعي Landsat 5 (2000).

الجدول (2) مساحة ونسب مؤشر الغطاء الخضري NDVI لعام 2000.

الفئة	التصنيف القياسي	المساحة	النسبة المئوية
–0.006–0.08	مياه/أراضٍ عارية	588 كم²	%15.9
0.08–0.11	نبات ضعيف جدًا	1382 كم²	%37.5
0.11–0.14	نبات ضعيف	1086 كم²	%29.4
0.14–0.40	نبات متوسط إلى جيد	634 كم²	%17.2

المصدر: الخريطة (1) باستخدام برنامج ArcGis 10.8.

يعكس جدول تصنيف مؤشر NDVI لمحلية كبكابية تباينًا واضحًا في حالة الغطاء الأرضي، حيث يُظهر أنّ المنطقة يغلب عليها الطابع النباتي الضعيف مع وجود مساحات محدودة ذات غطاء نباتي أفضل. ويمكن تفسير النتائج على النحو الآتي:

يتضح من الجدول أنّ الفئة الأولى (−0.006 – 0.08)، التي تمثّل المياه والأراضي العارية، تشغل مساحة قدرها 588كم² بنسبة 15.9%، وهي نسبة ليست صغيرة، ما يشير إلى وجود أجزاء معتبرة من المحلية تعاني من انكشاف سطحي للتربة أو ضعف شديد في الغطاء النباتي، وترتبط هذه الفئة بالعمران، أو التربة المكشوفة، أو مناطق جافة تتأثر بموسمية الأمطار.

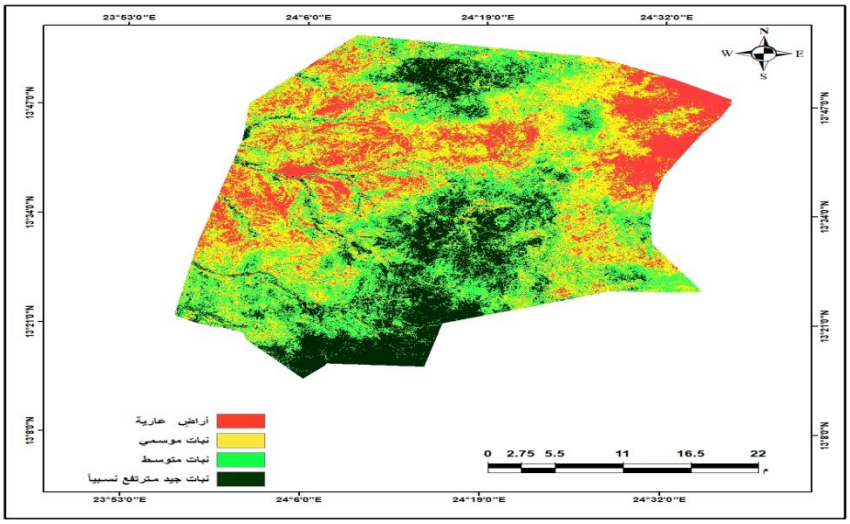
أمّا الفئة الثانية (0.08–0.11)، وهي نبات ضعيف جدًا، فسجلت أعلى نسبة من المساحة حيث بلغت 1382كم²(37.5%) ، مما يدل على أنّ هذه الفئة تمثّل النمط السائد في المنطقة. وهذا يعكس وجود غطاء نباتي متدهور أو هش، غالبًا ما يرتبط بالمراعي الفقيرة أو الأراضي المتأثرة بالضغط البشري مثل الرعي الجائر وقطع الأشجار، إضافة إلى تأثير التذبذب المناخي.

وفي الفئة الثالثة (0.11–0.14)، والتي تمثّل نبات ضعيف، بلغت المساحة 1086كم² بنسبة 29.4%، وهي أيضًا نسبة مرتفعة نسبيًا، مما يشير إلى أنّ جزءًا كبيرًا من المنطقة يتمتع بغطاء نباتي محدود لكنه أفضل نسبيًا من الفئة السابقة، ويعكس مناطق زراعية موسمية أو شجيرات متفرقة في مراحل نمو غير مكتملة.

أمّا الفئة الرابعة (0.14– 0.40)، التي تمثّل نباتًا متوسط إلى جيد، فبلغت 634كم² بنسبة 17.2 %فقط، وهي أقل الفئات النباتية من حيث الانتشار الجيد، مما يدل على محدودية المناطق ذات الغطاء النباتي الجيد نسبيًا، والتي تكون مرتبطة بأراضٍ زراعية نشطة أو مناطق منخفضة تتجمع فيها الرطوبة بشكل أفضل.

بشكل عام، يتضح أن محلية كبكابية يغلب عليها الغطاء النباتي الضعيف إلى الضعيف جدًا (66.9%)، مقابل نسبة أقل من الغطاء المتوسط (17.2%)، مما يعكس حالة من التدهور البيئي النسبي وضعف في كثافة الغطاء النباتي، ويرجح أنّ ذلك ناتج عن عوامل مناخية (تذبذب الأمطار والجفاف) وعوامل بشرية (الرعي الجائر وتوسع الاستخدامات الأرضية).

الخريطة (2) مؤشر النبات NDVI بالإعتماد على مرئية الفضائية Landsat 5 (2005)



المصدر: المرئية الفضائية للقمر الصناعي Landsat 5 (2005).

الجدول (2) مساحة ونسب مؤشر الغطاء الخضري NDVI لعام 2005.

الفئة	التصنيف القياسي	المساحة	النسبة المئوية
0.05 – 0.19	أراضٍ عارية	666كم^2	%18.8
0.19 – 0.23	نبات ضعيف	1172كم^2	31.1%
0.23 – 0.28	نبات متوسط	1145كم^2	31%
0.28 – 0.42	نبات متوسط إلى جيد	705كم^2	19.1%

المصدر: الخريطة (2) باستخدام برنامج ArcGis 10.8.

تشير نتائج تحليل مؤشر الغطاء النباتي (NDVI) لعام 2005 في محلية كبكابية إلى تباين واضح في أنماط الغطاء الأرضي، مع هيمنة الفئات النباتية الضعيفة إلى المتوسطة، مما يعكس حالة بيئية انتقالية تتأثر بالعوامل الطبيعية والبشرية.

ويتضح من الجدول أنّ فئة الأراضي العارية (0.05–0.19) سجلت مساحة قدرها 666 كم^2 بنسبة 18.8%، وهي نسبة معتبرة تشير إلى وجود مساحات واسعة نسبيًا من الأراضي المكشوفة أو المتدهورة نباتيًا، وترتبط هذه الفئة بمناطق شديدة الجفاف أو مناطق ضغط بشري مثل الرعي الجائر والاحتطاب والتوسّع العمراني المحدود.

أمّا فئة النبات الضعيف (0.19–0.23) فقد بلغت 1172كم^2 بنسبة 31.1%، وهي أعلى الفئات من حيث الانتشار، ما يدل على أنّ الغطاء النباتي الضعيف يمثّل النمط السائد

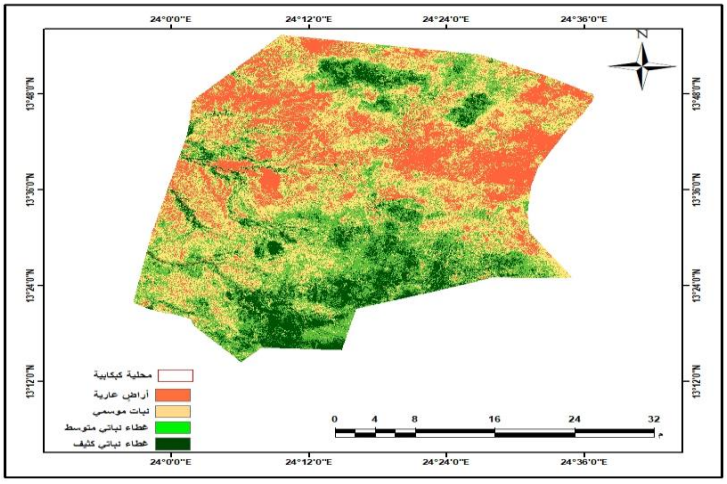
في المنطقة خلال عام 2005. ويعكس ذلك هشاشة النظام البيئي واعتماده على أمطار موسمية غير منتظمة، إضافة إلى احتمالية تدهور المراعي الطبيعية نتيجة الاستغلال المستمر.

في المقابل سجلت فئة النبات المتوسط (0.23–0.28) مساحة 1145كم^2 بنسبة 31%، وهي نسبة قريبة جدًا من الفئة السابقة، مما يشير إلى وجود توازن نسبي بين المناطق ذات الغطاء النباتي الضعيف وتلك التي بدأت تشهد تحسنًا نسبيًا في الكثافة النباتية، مثل الأراضي الزراعية الموسمية أو مناطق المراعي ذات الرطوبة الأفضل.

أمّا فئة النبات المتوسط إلى الجيد (0.28–0.42) فقد بلغت 705كم^2 بنسبة 19.1%، وهي أقل انتشارًا مقارنة بالفئات الأخرى، لكنها تعكس وجود جيوب بيئية أكثر استقرارًا نسبيًا ترتبط بالمناطق الزراعية أو الأودية أو المناطق التي تتمتع بظروف رطوبة أفضل.

وبصورة عامة يظهر توزيع NDVI لعام 2005 أنّ محلية كبكابية كانت تغلب عليها الفئات الضعيفة إلى المتوسطة (حوالي 62.1%)، مقابل نسبة أقل من الغطاء الجيد نسبيًا (19.1%)، مما يدل على أنّ المنطقة في تلك الفترة كانت في حالة توازن هش للغطاء النباتي، يتسم بسيادة النباتات الضعيفة مع وجود تحسن محدود في بعض الأجزاء، وهو ما يعكس تأثير التذبذب المناخي في إقليم دارفور، إلى جانب الضغوط البشرية مثل الرعي والزراعة المطرية غير المستقرة.

الخريطة (3) مؤشر النبات NDVI بالإعتماد على مرئية الفضائية Landsat 5 (2010).



المصدر: المرئية الفضائية للقمر الصناعي Landsat 5 (2010).

الجدول (3) مساحة ونسب مؤشر الغطاء الخضري NDVI لعام 2010

الفئة	التصنيف القياسي	المساحة	النسبة المئوية
-0.03 – 0.125	أراضٍ عارية / مياه	918كم²	24.9%
0.12 – 0.16	نبات ضعيف جدًا	1318كم²	35.7%
0.16 – 0.20	نبات ضعيف	1006كم²	27.3%
0.20 – 0.41	نبات متوسط إلى جيد	447كم²	12.1%

المصدر: الخريطة (3) باستخدام برنامج ArcGis 10.8.

تشير نتائج تحليل مؤشر الغطاء النباتي (NDVI) لعام 2010 في محلية كبكابية إلى أنّ الحالة البيئية للغطاء النباتي تتسم بضعف عام وسيادة الفئات النباتية المتدهورة، مع محدودية واضحة في المناطق ذات الغطاء النباتي المتوسط إلى الجيد، مما يعكس استمرار الضغط البيئي والتذبذب المناخي في المنطقة.

ويتضح من الجدول أنّ فئة الأراضي العارية/المياه (-0.03 – 0.125) بلغت مساحتها 918كم² بنسبة 24.9%، وهي نسبة مرتفعة نسبيًا، وتشير إلى اتساع نطاق المناطق غير المغطاة نباتيًا، سواء بسبب طبيعة التربة الجافة أو تأثيرات بشرية مثل إزالة الغطاء النباتي أو الاستخدامات العمرانية والزراعية غير المستقرة. كما تعكس هذه الفئة مناطق تتأثر بموسمية الأمطار وتذبذب الرطوبة السطحية.

أمّا فئة النبات الضعيف جدًا (0.12–0.16) فسجلت أعلى نسبة في المنطقة بمساحة 1318كم² وبنسبة 35.7%، مما يدل على أنّ هذا النمط يمثّل الغطاء النباتي السائد خلال عام 2010. ويعكس ذلك حالة من التدهور النسبي في الغطاء النباتي، حيث تسود المراعي الفقيرة أو الأراضي ذات الإنتاج النباتي المحدود، وهو ما يرتبط غالبًا بضعف الهطول المطري وتدهور خصوبة التربة والضغط الرعوي.

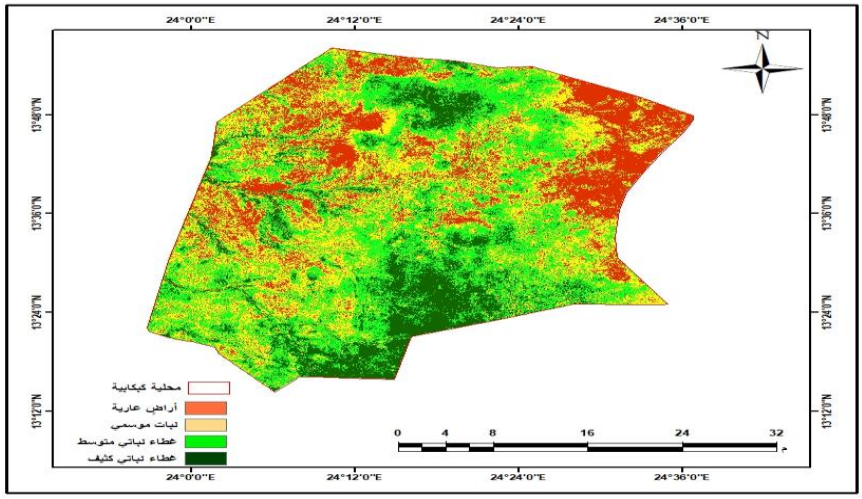
في حين سجلت فئة النبات الضعيف (0.16–0.20) مساحة قدرها 1006كم² بنسبة 27.3%، وهي نسبة معتبرة أيضًا، وتشير إلى وجود مناطق ذات غطاء نباتي محدود لكنه أفضل نسبيًا من الفئة السابقة، وتمثّل هذه الفئة مناطق زراعية موسمية أو شجيرات ومراعي في حالة نمو جزئي.

أمّا فئة النبات المتوسط إلى الجيد (0.20–0.41) فبلغت 447كم² فقط بنسبة 12.1%، وهي أقل الفئات انتشارًا، مما يدل على محدودية المناطق ذات الغطاء النباتي الجيد

نسبيًا، وانحصارها في مناطق محددة تتمتع بظروف بيئية أفضل مثل الأودية أو الأراضي الزراعية القريبة من مصادر المياه.

وبصورة عامة يتبيّن أنّ محلية كبكابية في عام 2010 كانت يغلب عليها الغطاء النباتي الضعيف إلى الضعيف جدًا(63%) ، مقابل نسبة محدودة من الغطاء المتوسط إلى الجيد (12.1%)، مما يعكس حالة من التدهور البيئي الواضح مقارنة بالسنوات الأفضل، ويرجح أنّ ذلك مرتبط بتذبذب الأمطار، وتدهور التربة، وتزايد الضغوط البشرية مثل الرعي الجائر واستمرار التوسّع الزراعي غير المستدام.

الخريطة (4) مؤشر النبات NDVI بالإعتماد على مرئية الفضائية Landsat 8 (2015).



المصدر: المرئية الفضائية للقمر الصناعي Landsat 8 (2015).

الجدول (4) مساحة ونسب مؤشر الغطاء الخضري NDVI لعام 2015.

الفئة	التصنيف القياسي	المساحة	النسبة المئوية
-0.12 – 0.18	مياه/أراضٍ عارية	746كم^2	%20.2
0.18 – 0.24	نبات ضعيف	1180كم^2	%32
0.24 – 0.30	نبات متوسط	1190كم^2	%32.3
0.30 – 0.54	نبات متوسط إلى كثيف	573كم^2	%15.5

المصدر: الخريطة (4) باستخدام برنامج ArcGis 10.8.

تشير نتائج تحليل مؤشر الغطاء النباتي (NDVI) لعام 2015 في محلية كبكابية إلى وجود توازن نسبي في توزيع فئات الغطاء النباتي، مع استمرار هيمنة الفئات الضعيفة إلى المتوسطة، مقابل محدودية واضحة في المناطق ذات الغطاء النباتي الكثيف، مما يعكس حالة بيئية انتقالية تميل إلى الاستقرار النسبي مقارنة بالسنوات التي يسود فيها التدهور.

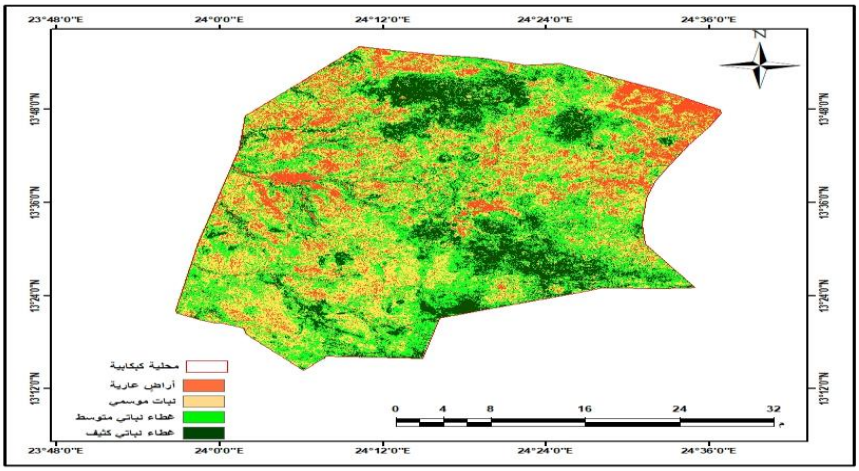
ويتضح من الجدول أنّ فئة المياه/الأراضي العارية (0.18 – 0.12-) بلغت مساحتها 746كم^2 بنسبة 20.2%، وهي نسبة تشير إلى وجود مساحات معتبرة من الأراضي غير المغطاة نباتيًا، وتعكس هذه الفئة مناطق جافة، أو تربة مكشوفة، أو استخدامات بشرية غير نباتية، مع تأثير واضح للتذبذب الموسمي في الأمطار.

أمّا فئة النبات الضعيف (0.24–0.18) فسجلت مساحة قدرها 1180كم^2 بنسبة 32%، وهي من الفئات المسيطرة في المنطقة، مما يدل على أنّ جزءًا كبيرًا من محلية كبكابية يعاني من غطاء نباتي هش أو متدهور نسبيًا، وغالبًا ما يرتبط ذلك بضعف خصوبة التربة وتذبذب الموارد المائية واستمرار الضغوط البشرية مثل الرعي والزراعة المطرية غير المستقرة.

في المقابل سجلت فئة النبات المتوسط (0.30–0.24) أعلى نسبة تقريبًا بمساحة 1190 كم^2 وبنسبة 32.3%، وهو ما يشير إلى تحسن نسبي في الغطاء النباتي في أجزاء واسعة من المنطقة، حيث تمثّل هذه الفئة مناطق مراعي أو زراعة موسمية ذات إنتاج نباتي متوسط، ما يعكس وجود ظروف بيئية أفضل نسبيًا مقارنة بالفئات الأدنى.

أمّا فئة النبات المتوسط إلى الكثيف (0.54–0.30) فبلغت 573كم^2 بنسبة 15.5 % فقط، وهي أقل الفئات انتشارًا، لكنها تمثّل جيوبًا بيئية ذات غطاء نباتي جيد نسبيًا، غالبًا ما ترتبط بالمناطق القريبة من مصادر المياه أو الأراضي الزراعية الأكثر استقرارًا. وبشكل عام يظهر توزيع NDVI لعام 2015 أنّ محلية كبكابية تتسم بسيادة الفئات الضعيفة إلى المتوسطة (64.3%)، مقابل نسبة أقل من الغطاء المتوسط إلى الكثيف (15.5%)، مما يشير إلى أنّ المنطقة في هذه الفترة كانت في حالة تحسن نسبي واستقرار بيئي محدود مقارنة بالسنوات السابقة، رغم استمرار تأثير العوامل المناخية (تذبذب الأمطار) والبشرية (الضغط الرعوي والتوسّع الزراعي غير المنظم).

الخريطة (5) مؤشر النبات NDVI بالإعتماد على مرئية الفضائية Landsat 8 (2020).



المصدر: المرئية الفضائية للقمر الصناعي Landsat 8 (2020).

الجدول (5) مساحة ونسب مؤشر الغطاء الخضري NDVI لعام 2020.

الفئة	التصنيف القياسي	المساحة	النسبة المئوية
-0.13 – 0.18	مياه/أراضٍ عارية	558 كم^2	%15.1
0.18 – 0.23	نبات ضعيف	1251 كم^2	%34
0.23 – 0.28	نبات متوسط	1262 كم^2	%34.2
0.28 – 0.48	نبات متوسط إلى جيد	617كم^2	%16.7

المصدر: الخريطة (5) باستخدام برنامج ArcGis 10.8.

تشير نتائج تحليل مؤشر الغطاء النباتي (NDVI) لعام 2020 في محلية كبكابية إلى أنّ الحالة البيئية للغطاء النباتي تتسم بتوازن نسبي مع تحسن محدود في بعض الفئات، مقابل استمرار سيادة الغطاء النباتي الضعيف إلى المتوسط، مما يعكس مرحلة من الاستقرار البيئي النسبي مقارنة بالسنوات السابقة، مع بقاء التأثر بالعوامل المناخية والبشرية.

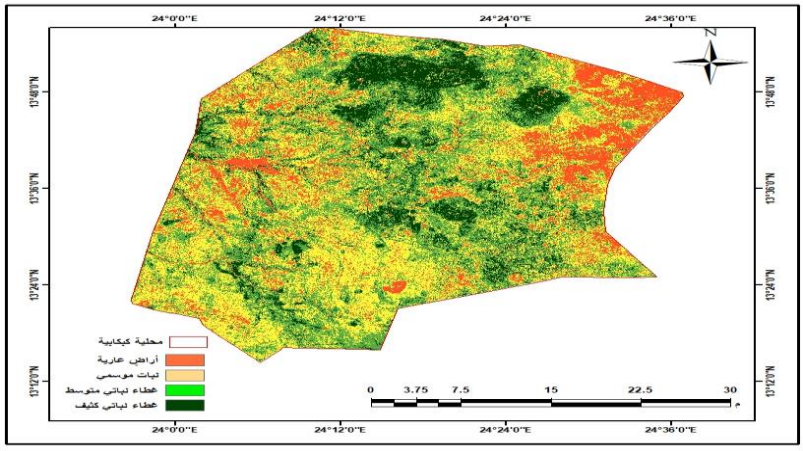
ويتضح من الجدول أنّ فئة المياه/الأراضي العارية (-0.13–0.18) بلغت مساحتها 558 كم^2 بنسبة 15.1%، وهي أقل من بعض السنوات السابقة، مما يشير إلى تراجع نسبي في المساحات غير المغطاة نباتيًا، وهو مؤشر إيجابي يعكس تحسنًا محدودًا في الغطاء الأرضي أو زيادة في النشاط النباتي الموسمي خلال فترة الدراسة. أمّا فئة النبات الضعيف (0.18–0.23) فسجلت مساحة 1251كم^2 بنسبة 34%، وهي نسبة مرتفعة وتدل على أنّ هذه

الفئة لاتزال تمثّل أحد الأنماط السائدة في المنطقة، مما يعكس استمرار ضعف الغطاء النباتي في أجزاء واسعة من المحلية، ويرتبط ذلك غالبًا بتذبذب الأمطار، واستمرار الضغط الرعوي، وتدهور خصوبة التربة في بعض المواقع.

وفي المقابل بلغت فئة النبات المتوسط (0.23–0.28) مساحة 1262كم^2 بنسبة 34.2%، وهي أعلى الفئات من حيث الانتشار، مما يشير إلى تحسن نسبي في الغطاء النباتي واتساع المناطق ذات الكثافة النباتية المتوسطة، والتي تمثّل مراعي أكثر استقرارًا أو أراضي زراعية موسمية ذات إنتاج نباتي أفضل مقارنة بالفئات الأدنى. أمّا فئة النبات المتوسط إلى الجيد (0.28–0.48) فبلغت 617كم^2 بنسبة 16.7%، وهي نسبة معتدلة تعكس وجود جيوب بيئية ذات غطاء نباتي جيد نسبيًا، وغالبًا ما ترتبط بالمناطق القريبة من مصادر المياه أو الأراضي الزراعية الأكثر استقرارًا من حيث الرطوبة والتربة.

وبشكل عام يظهر توزيع NDVI لعام 2020 أنّ محلية كبكابية تتسم بسيادة الفئات الضعيفة إلى المتوسطة (68.2%)، مقابل نسبة أقل من الأراضي العارية (15.1%) والغطاء النباتي الجيد نسبيًا (16.7%)، مما يشير إلى أنّ المنطقة في هذه الفترة شهدت تحسنًا بيئيًا محدودًا واستقرارًا نسبيًا في الغطاء النباتي مقارنة بالسنوات السابقة، مع استمرار تأثير العوامل المناخية (تذبذب الأمطار) والعوامل البشرية (الرعي الجائر والتوسّع الزراعي غير المنظم).

الخريطة (6) مؤشر النبات NDVI بالإعتماد على مرئية الفضائية Landsat 8 (2025)



المصدر: المرئية الفضائية للقمر الصناعي Landsat 8 (2025).

الجدول (6) مساحة ونسب مؤشر الغطاء الخضري NDVI لعام 2025.

الفئة	التصنيف القياسي	المساحة	النسبة المئوية
-0.11 – 0.17	مياه/أراضٍ عارية	568 كم²	%15.4
0.17 – 0.21	نبات ضعيف جدًا	1385 كم²	%37.5
0.21 – 0.25	نبات ضعيف	1276 كم²	%34.6
0.25 – 0.45	نبات متوسط إلى جيد	459كم²	%12.5

المصدر: الخريطة (6) باستخدام برنامج ArcGis 10.8.

تشير نتائج تحليل مؤشر الغطاء النباتي (NDVI) لعام 2025 في محلية كبكابية إلى أنّ الغطاء النباتي مازال يتسم بسيادة الفئات الضعيفة جدًا والضعيفة، مقابل محدودية واضحة في المناطق ذات الغطاء النباتي المتوسط إلى الجيد، مما يعكس استمرار حالة الضغط البيئي وضعف التعافي النباتي رغم بعض الاستقرار النسبي في توزيع الفئات.

ويتضح من الجدول أنّ فئة المياه/الأراضي العارية (-0.11–0.17) بلغت مساحتها 568 كم² بنسبة 15.4%، وهي تمثّل أقل نسبيًا من الفئات المتدهورة، مما يشير إلى تراجع محدود في مساحة الأراضي غير المغطاة نباتيًا مقارنة بالفئات الأخرى، ويعكس ذلك تحسنًا طفيفًا في النشاط النباتي الموسمي أو استقرارًا نسبيًا في بعض المناطق. أمّا فئة النبات الضعيف جدًا (0.17–0.21)فسجلت أعلى نسبة في المنطقة بمساحة 1385كم² وبنسبة 37.5%، وهي الفئة المسيطرة، مما يدل على أنّ معظم محلية كبكابية تعاني من غطاء نباتي شديد الضعف. ويعكس ذلك هشاشة النظام البيئي واستمرار تأثير العوامل المناخية مثل تذبذب الأمطار والجفاف، إضافة إلى العوامل البشرية مثل الرعي الجائر والضغط على الموارد الطبيعية.

في المقابل بلغت فئة النبات الضعيف (0.21 – 0.25) مساحة 1276كم² بنسبة 34.6%، وهي أيضًا نسبة مرتفعة، مما يشير إلى أنّ جزءًا كبيرًا من المنطقة يقع ضمن نطاق الغطاء النباتي المحدود، حيث يوجد تحسن طفيف مقارنة بالفئة السابقة، لكنه لايزال ضمن نطاق التدهور النسبي، ويرتبط غالبًا بالمراعي الموسمية والزراعة المطرية غير المستقرة.

أمّا فئة النبات المتوسط إلى الجيد (0.25 – 0.45) فبلغت 459كم² بنسبة 12.5 % فقط، وهي أقل الفئات انتشارًا، مما يدل على محدودية واضحة في المناطق ذات الغطاء النباتي الجيد نسبيًا، والتي غالبًا ما تتركز في مناطق محددة مثل الأودية أو الأراضي الزراعية القريبة من مصادر المياه.

وبصورة عامة يظهر توزيع NDVI لعام 2025 أنّ محلية كبكابية يغلب عليها الغطاء النباتي الضعيف جدًا إلى الضعيف(72.1%) ، مقابل نسبة منخفضة من الغطاء المتوسط إلى الجيد (12.5%)، مما يعكس استمرار حالة التدهور البيئي النسبي مع وجود تحسن محدود مقارنة ببعض السنوات السابقة، إلّا أنّ النظام البيئي لازال يعاني من هشاشة واضحة نتيجة التغيرات المناخية (عدم انتظام الأمطار وارتفاع فترات الجفاف) والعوامل البشرية (التوسّع الزراعي غير المنظم والضغط الرعوي).

الجدول (7) أصناف ومساحات الغطاء الخضري NDVI للسنوات المختارة.

الفئة / السنة	مياه/أراضٍ عارية		نبات ضعيف جدًا		نبات ضعيف		نبات متوسط إلى جيد	
	المساحة	%	المساحة	%	المساحة	%	المساحة	%
2000	588	15.9	1382	37.5	1086	29.4	634	17.2
2005	666	18.1	—	—	1172	31.1	705	19.1
2010	918	24.9	1318	35.7	1006	27.3	447	12.1
2015	746	20.2	—	—	1180	32.0	573	15.5
2020	558	15.1	—	—	1251	34.0	617	16.7
2025	568	15.4	1385	37.5	1276	34.6	459	12.5
التغير % (2000–2025)	-	↓ 0.5	-	↔ 0.0	-	↑ 5.2	-	↓ 4.7

المصدر: عمل الباحث معتمدًا على الجداول السابق.

تشير نتائج تحليل مؤشر الغطاء النباتي المعياري (NDVI) لمحلية كبكابية خلال الفترة من 2000 إلى 2025 إلى وجود تغيرات مكانية وزمانية واضحة في أنماط توزيع الغطاء الأرضي والنباتي، تعكس اتجاهات متفاوتة بين الاستقرار والتدهور. فقد سجلت فئة المياه/الأراضي العارية تذبذبًا في نسبتها المئوية بين السنوات، إذ تراوحت من 15.1% إلى 24.9% مع انخفاض طفيف في عام 2025 إلى 15.4% مقارنة بعام 2000 (15.9%)، وبنسبة تغير إجمالية بلغت نحو ↓0.5%، مما يشير إلى استقرار نسبي مع تغيرات ظرفية مرتبطة غالبًا بالعوامل المناخية الموسمية وتذبذب معدلات الأمطار.

في المقابل أظهرت فئة النبات الضعيف جدًا استقرارًا شبه تام خلال فترة الدراسة بنسبة بلغت 37.5% في عامي 2000 و2025، مما يعكس استمرار وجود مساحات واسعة تعاني من ضعف شديد في الغطاء النباتي دون تحسن يُذكر، وهو ما قد يرتبط بهشاشة بيئية مزمنة وضعف فعالية التدخلات التنموية. كما شهدت فئة النبات الضعيف زيادة ملحوظة من

29.4% إلى 34.6% خلال الفترة نفسها، بنسبة تغير بلغت ↑5.2%، وهو ما يدل على اتجاه تدريجي نحو تدهور الغطاء النباتي وانتقال بعض المناطق من الفئات الأعلى جودة إلى فئات أدنى نتيجة عوامل مثل الضغط البشري، والرعي الجائر، وتذبذب الأمطار.

أمّا فئة النبات المتوسط إلى الجيد فسجلت انخفاضًا واضحًا من 17.2% إلى 12.5%، بنسبة تغير بلغت ↓4.7%، مما يعكس تقلص المساحات ذات الغطاء النباتي الجيد وتدهور جودته بمرور الزمن. وبصورة عامة تشير النتائج إلى أنّ محلية كبكابية شهدت خلال فترة الدراسة اتجاهًا عامًا نحو تدهور تدريجي في الغطاء النباتي، يتمثّل في زيادة الفئات الضعيفة مقابل تناقص الفئات المتوسطة إلى الجيدة، مع بقاء الفئات شديدة الضعف في حالة استقرار نسبي، وهو ما يعكس حالة من الهشاشة البيئية المتزايدة التي تتطلب إدارة مستدامة للموارد الطبيعية وتعزيز إجراءات الحماية البيئية.

نتائج الدراسة:

1. أظهرت نتائج مؤشر NDVI أنّ الفئات النباتية الضعيفة (ضعيف جدًا + ضعيف) تمثّل النمط السائد في محلية كبكابية طوال فترة الدراسة، حيث تجاوزت نسبتها في معظم السنوات 60%، ووصلت إلى نحو 72.1% في عام 2025، مما يعكس انخفاضًا عامًا في كثافة الغطاء النباتي.

2. سجلت هذه الفئة نسبة ثابتة تقريبًا (37.5%) بين عامي 2000 و2025، مما يدل على استمرار مساحات واسعة في حالة تدهور نباتي شديد دون تحسن ملحوظ.

3. ارتفعت نسبة النبات الضعيف من 29.4% عام 2000 إلى 34.6% عام 2025 (↑5.2%)، مما يشير إلى تحول تدريجي في بنية الغطاء النباتي نحو فئات أقل جودة.

4. انخفضت هذه الفئة من 17.2% إلى 12.5% (↓4.7%)، وهو مؤشر واضح على تقلص المساحات ذات الإنتاجية النباتية الجيدة.

5. تراوحت نسبتها بين 15.1% و24.9%، مع استقرار نسبي في نهاية الفترة (15.4%)، مما يعكس تأثير التغيرات المناخية الموسمية.

6. حيث سجلت أعلى نسبة للأراضي العارية (24.9%) وأدنى نسبة للغطاء النباتي الجيد (12.1%)، مما يشير إلى ظروف بيئية غير ملائمة خلال تلك الفترة.

7. أظهرت البيانات توازنًا نسبيًا بين الفئات النباتية، مع زيادة في فئة النبات المتوسط، مما يعكس تحسنًا مؤقتًا في الظروف البيئية.

8. تشير التحليلات الزمنية إلى تحول تدريجي من الفئات النباتية الجيدة إلى الفئات الضعيفة، نتيجة تداخل العوامل المناخية والبشرية، مما يعكس هشاشة النظام البيئي في المنطقة.

التوصيات:

1. تطبيق استراتيجيات مستدامة للحد من تدهور الغطاء النباتي، خاصة في المناطق ذات الكثافة النباتية الضعيفة.

2. وضع سياسات لإدارة المراعي وتحديد السعات الرعوية بما يتناسب مع قدرة النظام البيئي، خصوصًا في المناطق المتدهورة، باستخدام أنواع نباتية محلية مقاومة للجفاف.

3. إدخال تقنيات زراعية حديثة تقلل من تدهور التربة وتحافظ على رطوبتها.

4. مراقبة التغيرات البيئية باستخدام الاستشعار عن بُعد لضمان المتابعة المستمرة لحالة الغطاء النباتي واتخاذ قرارات مبنية على بيانات حديثة.

5. تعزيز الوعي البيئي لدى المجتمعات المحلية حول أهمية الحفاظ على الغطاء النباتي والحد من الأنشطة الضارة مثل قطع الأشجار.

6. إجراء دراسات مناخية تفصيلية لفهم العلاقة بين تذبذب الأمطار وتغيرات NDVI بشكل أدق.

7. دعم السياسات البيئية والتخطيط الإقليمي بدمج نتائج الدراسة في خطط التنمية المستدامة واتخاذ قرارات مبنية على الأدلة العلمية.

المصادر والمراجع :

- إبراهيم، مبارك مُحَّد (2019). **معوقات الإنتاج الزراعي بمحلية كبكابية**، رسالة دكتوراة (غير منشورة)، كلية الدراسات العليا، جامعة الفاشر.

- أبوحمرة، علي عطية (2023). **استخدام تقنيتي الاستشعار عن بُعد ونظم المعلومات الجغرافية في رصد ومراقبة مؤشر الاخضرار النباتي (NDVI) في بلدية سرت** .مجلة ليبيا للدراسات الجغرافية، العدد الخامس.

- التومي، نورية مفتاح (2022). **دراسة التغيرات المكانية والزمنية للغطاء الأرضي لمنطقة محددة في الجبل الأخضر باستخدام تقنيات الاستشعار عن بُعد ونظم المعلومات الجغرافية**، رسالة ماجستير (غير منشورة)، جامعة طرابلس.

– الحميري، مُحَمَّد عباس (2019). **استخدام تقنيتي الاستشعار عن بُعد ونظم المعلومات الجغرافية في رسم خريطة تغيرات بين موسمين**، بابل نموذجًا. العدد (29).

– شولي، منار (2008). **دراسة غطاءات الأراضي في منطقة نابلس باستخدام تقنية الاستشعار عن بُعد**، رسالة ماجستير (غير منشورة)، جامعة النجاح الوطنية، نابلس، فلسطين.

– مُحَمَّد، يعقوب عبد الله (2005). **تدهور الموارد الطبيعية والبيئية في دارفور**، مجلة دراسات المستقبل، المجلد الأول، العدد الأول.

- Alwesabi, M. S. (2012). MODIS NDVI satellite data for assessing drought in Somalia during the period 2000–2011 (Master's thesis). Lund University, Sweden.
- Mansour, K., Mutanga, O., & Everson, T. (2013). Spectral discrimination of increaser species as an indicator of rangeland degradation using field spectrometry. Journal of Spatial Science, 58 (1).