



**تحليل ديناميكية الغطاء النباتي بمحلية عديلة (السودان)
خلال الفترة (2000–2025) باستخدام مؤشر (NDVI)**

د. حافظ عبدالرحمن يوسف ابكر

استاذ مساعد بقسم الجغرافيا / كلية الاداب / جامعة الفاشر

hafiz.yousif2020@gmail.com

المستخلص

هدفت الدراسة إلى تحليل ديناميكية الغطاء النباتي بمحلية عديلة خلال الفترة (2000–2025) باستخدام تقنيات الاستشعار عن بعد ونظم المعلومات الجغرافية، وذلك في ظل التغيرات المناخية المتكررة و النشاطات البشرية المتمثلة في الرعي الجائر والتوسع الزراعي، والتي أسهمت في إحداث تغيرات مكانية وزمانية في كثافة وتوزيع الغطاء النباتي اعتمدت الدراسة على المنهج التحليلي الكمي، من خلال معالجة وتحليل مرئيات الأقمار الصناعية Landsat للأعوام 2000، 2005، 2010، 2015، 2020، و2025 باستخدام برنامج ArcGIS 10.7، وتطبيق مؤشر الغطاء النباتي المعياري (NDVI) لرصد التغيرات المكانية والزمانية في الغطاء النباتي. وأظهرت النتائج وجود تحسن عام في حالة الغطاء النباتي خلال فترة الدراسة، حيث انخفضت مساحة التربة العارية من 1354.9 كم² بنسبة 34.3%، عام 2000 إلى 809 كم² بنسبة 20.5% عام 2025، بانخفاض قدره 40.2%، في حين ارتفعت مساحة الغطاء النباتي المنخفض إلى المتوسط بنسبة 47.6%، كما سجل الغطاء النباتي المتوسط إلى الكثيف أعلى معدل نمو بلغ 351.1%. ورغم هذا التحسن الملحوظ، استمرت النباتات الضعيفة في تمثيل الفئة السائدة، مما يعكس استمرار هشاشة النظام البيئي وتأثره بالتقلبات المناخية والأنشطة البشرية. وتوصي الدراسة بضرورة تعزيز برامج إدارة الموارد الطبيعية، وتنظيم الرعي، والتوسع في مشروعات إعادة تأهيل الأراضي المتدهورة، وتبني نظم للرصد البيئي المستمر بالاعتماد على تقنيات الاستشعار عن بعد ونظم المعلومات الجغرافية لضمان استدامة الغطاء النباتي والحد من مظاهر التدهور البيئي مستقبلاً.

المعلومات:

تاريخ إرسال الورقة:

2026/06/1م

تاريخ قبول الورقة:

2026/07/14م

تاريخ نشر الورقة:

2026/10/8م

الغطاء النباتي ، مؤشر الغطاء النباتي المعياري ، المرئيات الفضائية ، محلية عديلة.

الكلمات المفتاحية:

Spatiotemporal Analysis of Vegetation Dynamic in Adila Locality, Sudan, from 2000 to 2025 Using the Normalized Difference Vegetation Index (NDVI)

Abstract

This study aimed to analyze the dynamics of vegetation cover in Adila Locality, Sudan, during the period 2000–2025 using Remote Sensing (RS) and Geographic Information Systems (GIS) techniques. The study was conducted in the context of recurrent climate variability and human activities, particularly overgrazing and agricultural expansion, which have contributed to significant spatial and temporal changes in the density and distribution of vegetation cover. A quantitative analytical approach was adopted through the processing and analysis of Landsat satellite imagery acquired for the years 2000, 2005, 2010, 2015, 2020, and 2025 using ArcGIS 10.7. The Normalized Difference Vegetation Index (NDVI) was applied to assess and monitor spatial and temporal changes in vegetation cover throughout the study period. The results revealed an overall improvement in vegetation conditions. The area of bare land decreased from 1,354.9 km² (34.3%) in 2000 to 809.0 km² (20.5%) in 2025, representing a reduction of 40.2%. Meanwhile, the area classified as sparse to moderate vegetation increased by 47.6%, whereas moderate to dense vegetation exhibited the highest growth rate, reaching 351.1%. Despite this notable improvement, sparse vegetation remained the dominant land-cover category, reflecting the continued fragility of the ecosystem and its vulnerability to climate variability and anthropogenic pressures. The study recommends strengthening natural resource management programs, regulating grazing activities, expanding land restoration and rehabilitation projects, and implementing continuous environmental monitoring systems based on Remote Sensing and GIS technologies to ensure the sustainable management of vegetation cover and mitigate future environmental degradation.

Keywords: Vegetation Cover; Normalized Difference Vegetation Index (NDVI); Remote Sensing; Geographic Information Systems (GIS); Landsat; Adila Locality; Sudan.

المقدمة:

تُعدّ دراسة الغطاء النباتي من الموضوعات الحيوية المهمة، خاصةً في ظل التوسّع الحضري المتزايد، والذي يُعدّ نتيجة مباشرة للنمو السكاني وما يصاحبه من ارتفاع الطلب على التوسع العمراني بالإضافة إلى التوسع الزراعي لتلبية احتياجات السكان. وفي هذا السياق، أسهم استخدام صور الأقمار الصناعية في رصد وتحليل التغيرات التي تطرأ على مساحة الغطاء النباتي، الأمر الذي يتيح للجهات المعنية إمكانية اتخاذ التدابير اللازمة للحد من تناقصه، والعمل على حمايته، لا سيما من مخاطر الزحف العمراني.

تعتمد مؤشرات الغطاء النباتي على قياسات الانعكاس الطيفي للأشعة الكهرومغناطيسية، خاصة في نطاق الأشعة الحمراء (Red) والأشعة تحت الحمراء القريبة (Near Infrared - NIR)، حيث ترتبط هذه الانعكاسات بالخصائص الحيوية للنباتات. إذ تمتص النباتات السليمة الأشعة الحمراء بشكل كبير نتيجة وجود الكلوروفيل، في حين تعكس الأشعة تحت الحمراء القريبة بدرجة عالية بسبب التركيب الداخلي لأوراق النبات.

يُعدّ مؤشر الفرق المعياري للغطاء النباتي (NDVI) من أهم المؤشرات المستخدمة، حيث يعتمد على مقارنة الفرق بين انعكاس الأشعة تحت الحمراء القريبة وانعكاس الأشعة الحمراء. ويُسهّم هذا المؤشر في تحديد كثافة وصحة الغطاء النباتي، إذ ترتفع قيمته في المناطق ذات الغطاء النباتي الكثيف والصحي، وتنخفض في المناطق الجافة أو الخالية من النباتات، مما يبرز التباين المكاني للغطاء النباتي.

عليه، تهدف هذه الدراسة إلى تحليل ديناميكية الغطاء النباتي في محلية عديلة خلال الفترة (2000–2025) باستخدام مؤشر NDVI بالاعتماد على بيانات الأقمار الصناعية وتقنيات نظم المعلومات الجغرافية، وذلك للكشف عن الأنماط المكانية والاتجاهات الزمنية للتغير، وتوفير قاعدة بيانات علمية تسهم في دعم جهود التخطيط البيئي والإدارة المستدامة للموارد الطبيعية في المنطقة.

أ/ أهمية البحث:

تكمن أهمية هذه الدراسة في كونها تُسهم في فهم ديناميكية الغطاء النباتي في واحدة من المناطق شبه الجافة التي تعاني من ضغوط بيئية متزايدة. كما توفّر مؤشرات كمية دقيقة يمكن الاعتماد عليها في تقييم التغيرات البيئية ودعم متخذي القرار في مجال إدارة الموارد الطبيعية. إضافة إلى ذلك، تعزز الدراسة من استخدام تقنيات الاستشعار عن بعد و GIS في الأبحاث الجغرافية التطبيقية، مما يُسهم في تطوير أدوات الرصد البيئي على المستويين المحلي والإقليمي.

ب/ أهداف البحث :

1. قياس مقدار التغيّر في مساحة الغطاء النباتي خلال الفترة الزمنية من (عام 2000 م - 2025 م).
2. تحليل اتجاهات التغير في الغطاء النباتي، سواء بالزيادة أو النقصان، خلال فترة الدراسة.

3. توظيف تقنيات الاستشعار عن بُعد ونظم المعلومات الجغرافية في معالجة وتحليل مرئيات القمر الصناعي Landsat.

4. استخدام مؤشر الغطاء النباتي (NDVI) لرصد التغيرات المكانية ورسم خرائط توضح توزيع الغطاء النباتي واستخراج نسب التغير في منطقة الدراسة.

ت/ مشكلة البحث:

تُعاني محلية عديلة من تذبذب ملحوظ في كثافة الغطاء النباتي نتيجة لتغيرات مناخية متكررة، خاصة عدم انتظام الأمطار، إلى جانب الضغوط البشرية مثل الرعي الجائر والتوسع الزراعي. وقد أدى ذلك إلى ظهور مؤشرات على تدهور الغطاء النباتي، مما يستدعي تحليلاً علمياً دقيقاً لرصد هذه التغيرات وتفسير ديناميكيتها خلال الفترة من (2000–2025) م ومن هنا جاءت هذه الدراسة للإجابة على التساؤلات الآتية:

1. هل هناك تغيرات طرأت على الغطاء النباتي في محلية عديلة خلال الفترة (2000–2025)؟
2. هل توجد اتجاهات زمنية واضحة (تدهور أو تحسن) في الغطاء النباتي وفقاً لقيم NDVI؟
3. ما التباين المكاني في توزيع الغطاء النباتي داخل منطقة الدراسة؟
4. إلى أي مدى تسهم تقنيات الاستشعار عن بعد و GIS في تفسير ديناميكية الغطاء النباتي في المنطقة؟

ث/ المنهجية تشمل المناهج والمصادر:

اتبعت الدراسة على المنهج التحليلي الكمي باستخدام بيانات الاستشعار عن بعد وتقنيات نظم المعلومات الجغرافية. حيث يتم جمع صور الأقمار الصناعية من سلسلة Landsat للفترة من 2000 إلى 2025، ومعالجتها باستخدام برامج متخصصة مثل ArcGIS.10.7 .

يُحسب مؤشر الغطاء النباتي (NDVI) لكل فترة زمنية، ومن ثم يُجرى تحليل زمني ومكاني لرصد اتجاهات التغير في الغطاء النباتي. كما تُستخدم الأساليب الإحصائية لتحليل الاتجاهات العامة، وإنتاج خرائط موضوعية توضح التوزيع المكاني وكثافة الغطاء النباتي داخل منطقة الدراسة، بما يتيح تقييم التغيرات البيئية بشكل دقيق وشامل.

ج/ مصادر الدراسة:

1. صور الأقمار الصناعية متعددة السنوات من منصات Landsat 5 و Landsat 8 .
2. برنامج نظم المعلومات الجغرافية ArcMap 10.7 لتحليل البيانات ورسم الخرائط.

ح/ حدود الدراسة:

أولاً: الحدود المكانية:

تقتصر الدراسة على محلية عديلة، الواقعة بولاية شرق دارفور في جمهورية السودان، بوصفها منطقة الدراسة التي سيتم فيها تحليل التغيرات المكانية والزمانية للغطاء النباتي.

ثانياً: الحدود الزمانية:

تُغطي الدراسة الفترة الممتدة من عام 2000م إلى عام 2025م، وذلك لرصد وتحليل ديناميكية الغطاء النباتي والتغيرات التي طرأت عليه خلال هذه المدة.

خ/ الدراسات السابقة:

1. دراسة شولي (2008) بعنوان: "دراسة غطاءات الأراضي في منطقة نابلس باستخدام تقنية الاستشعار عن بعد" هدفت إلى تحليل أنماط التباين في الغطاء النباتي لمحافظة نابلس وجوارها باستخدام تقنيات الاستشعار عن بعد (Remote Sensing) ونظم المعلومات الجغرافية (GIS) وتوصلت إلى قدرة هذه التقنيات على إنتاج خرائط دقيقة لغطاءات الأراضي، وإبراز دورها في المناطق الجبلية صعبة الوصول، كما أظهرت أن الزيتون يمثل النمط السائد من حيث المساحة.

2. دراسة Alwesabi (2012م) بعنوان: "استخدام بيانات القمر الصناعي MODIS لتقييم الجفاف في الصومال" خلال الفترة (2000–2011)، بالاعتماد على مؤشر الغطاء النبات (NDVI)، حيث توصلت إلى أن الجفاف في الفترة 2010–2011 كان الأكثر تأثيراً وشمولاً لمعظم أنحاء جنوب الصومال.

3. دراسة بغداددي (2012) بعنوان: "تطبيقات نظم المعلومات الجغرافية والاستشعار عن بعد في رصد تغيرات الغطاء النباتي بمنخفض الواحات البحرية" والتي اعتمدت على مؤشر NDVI لإنتاج خرائط ثنائية البعد وتحليل اتجاهات التغير في الغطاء النباتي من حيث الزيادة أو النقصان.

4. دراسة المحبس (2016) بعنوان: "مراقبة التغير في الغطاء النباتي في بلدية قصر بن غشير، باستخدام صور Landsat" للفترة (1989–2009)، حيث ركزت على طبيعة التغير والعوامل المؤثرة، وأظهرت النتائج تدهوراً في الغطاء النباتي بنسبة 22% نتيجة التوسع العمراني والنمو السكاني.

5. دراسة الحميري (2019) بعنوان: "استخدام تقنيتي الاستشعار عن بعد ونظم المعلومات الجغرافية في رسم خريطة تغيرات الغطاء النباتي في محافظة بابل" وخلصت إلى تصنيف الغطاء النباتي إلى فئات، حيث احتلت النباتات الفقيرة المساحة الأكبر في الموسمين الصيفي والشتوي مقارنة بالنباتات الغنية.

6. دراسة Lkhagvadorj Nanzad et al., (2019)، هدفت إلى تحليل مؤشر (NDVI) لرصد الجفاف وعلاقته بالعوامل المناخية في منغوليا خلال الفترة (2000–2016)، وأظهرت النتائج تعرض البلاد لموجات جفاف تراوحت بين الخفيفة والشديدة، خاصة في السنوات 2001، 2002، 2004، 2005، 2006، 2007، و2009.

7. دراسة الغريب (2023) بعنوان: التغيرات الموسمية للغطاء النباتي بمنطقة بني وليد" وهدفت إلى تحليل التغير بين الموسمين الشتوي والصيفي لعام 2022، حيث أظهرت النتائج انخفاضاً في مساحة الغطاء النباتي من 2,043,937 هكتار في الشتاء إلى 2,033,298 هكتار في الصيف، نتيجة العوامل الطبيعية والضغط البشري.

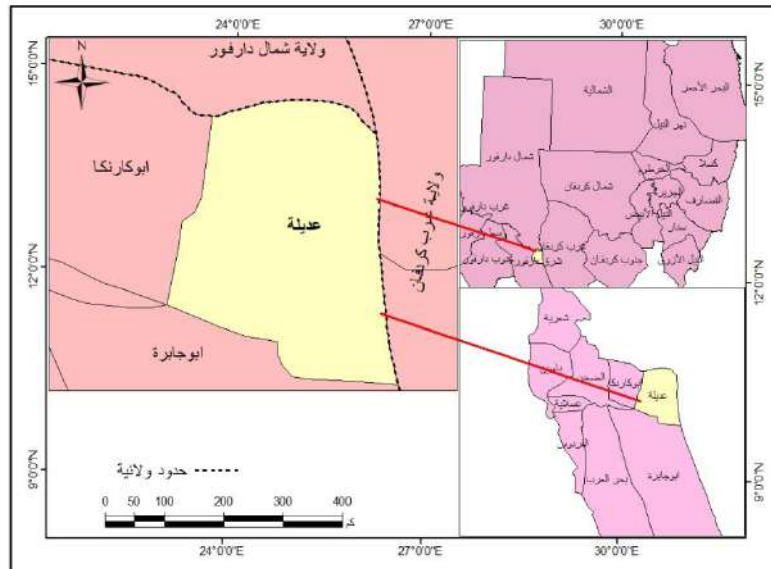
8. دراسة أبوحمر (2023) بعنوان: "استخدام تقنيتي الاستشعار عن بعد ونظم المعلومات الجغرافية في رصد مؤشر الغطاء النباتي (NDVI) في بلدية سرد" حيث بينت النتائج تراجع الغطاء النباتي خلال الفترة (2003–2013)، ثم تحسناً ملحوظاً لاحقاً بزيادة بلغت حوالي 861.6 كم².

يتضح من استعراض الدراسات السابقة: أنها أكدت أهمية تقنيات الاستشعار عن بُعد ونظم المعلومات الجغرافية في رصد وتحليل التغيرات المكانية والزمانية للغطاء النباتي، وإبراز كفاءة مؤشر الغطاء النباتي (NDVI) في تقييم حالته والكشف عن تأثير العوامل الطبيعية والبشرية في ديناميكيته. كما أظهرت الدراسات تنوعاً في مناطق التطبيق والفترات الزمنية، مع اتفاقها على فاعلية البيانات الفضائية في إنتاج معلومات مكانية دقيقة تدعم التخطيط وإدارة البيئة. وتستفيد الدراسة الحالية من تلك الدراسات في اختيار المنهجية وأدوات التحليل، مع اختلافها في نطاقها المكاني، إذ تركز على محلية عديلة بولاية شرق دارفور (السودان) خلال الفترة (2000–2025)، بما يسهم في إثراء الدراسات التطبيقية في البيئات السودانية.

منطقة الدراسة:

تقع محلية عديلة في إقليم شرق دارفور بالسودان، عند الإحداثيات: $27^{\circ}54'27''$ شمالاً و $30^{\circ}30'24''$ شرقاً، وتبلغ مساحتها نحو 3,943 كم². ويتميز موقعها الجغرافي بوقوعه ضمن نطاق المناطق شبه الجافة، حيث تتأثر المنطقة بتذبذب الأمطار الموسمية وارتفاع درجات الحرارة، مما يجعل الغطاء النباتي هشاً ومتقلباً. وتسهم هذه الظروف المناخية، إلى جانب طبيعة التضاريس والتربة، في التأثير المباشر على كثافة الغطاء النباتي وأنماطه؛ إذ تقل النباتات الطبيعية في المناطق الأكثر جفافاً، بينما تتركز الزراعة والغطاء النباتي الأكثر كثافة بالقرب من الأودية والمناطق التي تتوافر فيها مصادر المياه. كما يجعل الموقع الجغرافي، إلى جانب اتساع مساحة المحلية، المنطقة عرضة للتأثيرات البشرية، مثل الرعي والزراعة التقليدية، الأمر الذي قد يؤدي إلى تدهور الغطاء النباتي إذا لم تُدار الموارد الطبيعية وفق مبادئ الإدارة المستدامة.

خريطة (1) موقع منطقة الدراسة



المصدر: عمل الباحث اعتماداً على برنامج ARC Gis 2024.

المناخ:

تقع محلية عديلة ضمن إقليم شرق دارفور بالسودان، وتتميز بمناخ شبه جاف، حيث يُعد المطر العنصر المناخي الأكثر تأثيراً في تحديد خصائص الغطاء النباتي وتوزيعه المكاني. ويتراوح متوسط الأمطار السنوي في المحلية بين (450–500 ملم)، ويبلغ نحو 468 ملم، ويتركز معظم الهطول خلال الفترة من يونيو إلى سبتمبر، في حين تمتد فترة الجفاف لبقية أشهر السنة. كما يبلغ متوسط درجة الحرارة السنوية نحو 28°C ، وتتراوح درجات الحرارة العظمى بين 34°C – 38°C خلال فصل الصيف، بينما تتراوح الصغرى بين 18°C – 22°C خلال فصل الشتاء. وتعتمد كمية الأمطار ونمط توزيعها على حركة الفاصل المداري والرياح الغربية الرطبة، مما ينعكس بصورة مباشرة على كثافة الغطاء النباتي وأنماطه، كما يؤثر في الأنشطة البشرية، ولا سيما الزراعة المطرية والرعي التقليدي. وتبدأ العواصف الرعدية المحلية، المعروفة باسم العكاص، عادةً بعد الظهر وتمتد حتى المساء، ويُطلق على أمطار الليل اسم أمطار السراية، بينما تُعرف أمطار الصباح الباكر باسم أمطار الضحوية، وتسهم هذه الهطولات في تعزيز نمو النباتات الطبيعية. أما الهطولات الخفيفة المستمرة، فتساعد على المحافظة على رطوبة التربة، في حين تُعد أمطار التلاف، التي تهطل عادةً في شهر نوفمبر، آخر أمطار الموسم، وتؤثر في رطوبة المحاصيل خلال فترة الحصاد. وقد أدى التباين في كميات الأمطار، مقترناً بارتفاع درجات الحرارة وزيادة معدلات التبخر، إلى تباين واضح في كثافة الغطاء النباتي؛ إذ تزداد كثافته في المناطق الأعلى مطراً والقريبة من مجاري الأودية، بينما تتناقص كثافته في المناطق الأكثر جفافاً، مما يجعل الغطاء النباتي هشاً وسريع التأثر بالتغيرات المناخية والضغط البشري.

ديناميكية الغطاء النباتي في محلية عديلة خلال الفترة (2000–2025):

يُعد الاستشعار عن بعد من العلوم الأساسية، التي شقت طريقها بسرعة فائقة في السنوات الأخيرة، وتُعد صور الأقمار الصناعية (المأخوذة ضمن نظام الاستشعار عن بعد) أحد المصادر المهمة والمتطورة للحصول على بيانات، عن أي منطقة على سطح الكرة الأرضية.

وتُستخدم هذه الصور بشكل متكامل مع نظم المعلومات الجغرافية (GIS) لرسم خرائط تغير الغطاء النباتي بمختلف المقاييس لمناطق واسعة نسبياً، حيث يمكن من خلالها تحديد نسبة التغير في الغطاء النباتي ومراقبة التوسع أو الانكماش في المساحات النباتية عبر الزمن. كما تتيح هذه الخرائط تحليل الأسباب الطبيعية والبشرية المؤثرة في التغير، مثل تفاوت كمية الأمطار، الجفاف، نوعية التربة، الرعي، الزراعة، والتوسع العمراني، مما يجعلها أداة حديثة وفعالة لدعم الدراسات البيئية وإدارة الموارد الطبيعية.

من أجل إتمام هذه الدراسة، تم اختيار ست صور فضائية من ثلاثة أجيال من سلسلة Landsat، حيث شملت: صورتين من الجيل الخامس للمستشعر TM، وصورة من الجيل السابع للمستشعر ETM+، وثلاث صور من الجيل الثامن للمستشعر OLI. وقد تم اختيار السنوات بشكل متناسق مع فترة الدراسة وهي 2000، 2005، 2010، 2015، 2020، 2025.

خطوات العمل:

1. جمع الصور الفضائية لكل سنة محددة.
2. معالجة الصور وتصحيحها إشعاعياً وجوياً.
3. قص المرئية حيث تم قص منطقة الدراسة الأصلية (منطقة الخضراء) باستخدام ملف الشكل shape file منطقة الدراسة لتصبح جاهزة لعمليات التحليل.
4. الكشف عن حالة الغطاء النباتي من خلال المؤشر الخاص بترميز نباتات الغطاء النباتي NDVI والذي تم حساب قيمته باستخدام المعامل التالي:

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

حيث أن:

NIR = نطاق الأشعة تحت الحمراء القريبة (Band 5) في قمر Landsat L8

بينما (Band 4) في قمر Landsat5

RED = نطاق الأشعة الحمراء (Band 4) في قمر Landsat L8.

بينما (Band 3) في قمر Landsat5

مؤشرات الغطاء النباتي: Vegetation Indices (VI) :

تشتق مؤشرات الغطاء النباتي (VI) من الانعكاس الطيفي للأوراق ومظلات الأشجار، كما تُقاس بواسطة أجهزة استشعار الاستشعار عن بُعد، وتُستخدم للكشف عن التغيرات في الغطاء النباتي، وهي مؤشرات تصف مدى خضرة الغطاء النباتي أو كثافته النسبية وصحته في صور الأقمار الصناعية، وقد ترتبط بكمية الإشعاع النشط ضوئياً الذي يمتصه الغطاء النباتي، وبالتالي بالعمليات الفسيولوجية مثل التمثيل الضوئي التي تحدث في الغطاء العلوي للأشجار. (Huete, 2012) وقد طُورت مؤشرات الغطاء النباتي لاستخراج إشارة النبات فقط، إلا أن خلفية التربة، وظروف الرطوبة، وزاوية سمت الشمس، وزاوية رؤية المستشعر، والغلاف الجوي قد تُغير قيم مؤشرات الغطاء النباتي بطرق معقدة (Jackson & Huete, 1991)، حيث طُور أكثر من أربعين مؤشراً للغطاء النباتي خلال العقدين الماضيين باستخدام تقنية الاستشعار عن بُعد، لتقييم استجابة الغطاء النباتي واحد من آثار العوامل المذكورة أعلاه. (Bannari et al., 1995; Gandhi et al., 2015)

5. إنتاج خرائط لتغير الغطاء النباتي على مدار السنوات المختارة.

6. تحليل النتائج لتحديد نسب التغير والأسباب الطبيعية والبشرية المؤثرة على الغطاء النباتي.

تحليل ديناميكية الغطاء النباتي بمحلية عديلة (السودان) خلال الفترة (2000–2025) باستخدام مؤشر (NDVI)
د. حافظ عبدالرحمن يوسف ابكر

جدول (1): المرئيات الفضائية المستخدمة في الدراسة

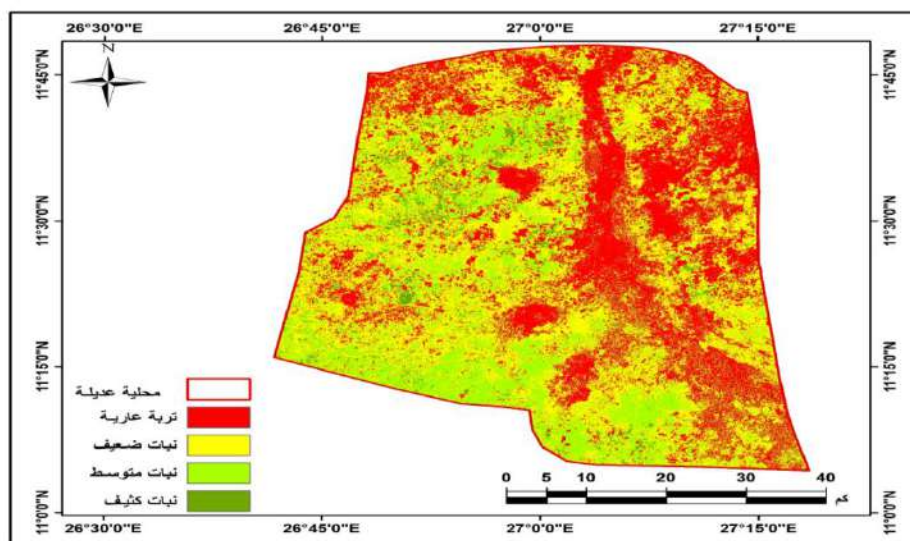
القمر الصناعي (Platform)	المتحسس (Sensor)	التاريخ (Date)
Landsat 5	TM	2000 / 10 / 24
Landsat 7	ETM+	2005 / 11 / 7
Landsat 5	TM	2010 / 1 / 31
Landsat 8	OLI	2015 / 9 / 24
Landsat 8	OLI	2020 / 10 / 7
Landsat 8	OLI	2025 / 10 / 13

المصدر: من إعداد الباحث بالاعتماد على بيانات USGS ، 2025

مناقشة وتحليل نتائج الغطاء النباتي لسنوات الدراسة:

قيم مؤشر الغطاء النباتي لعام 2000 :

خريطة (1) التوزيع المكاني لقيم مؤشر الغطاء النباتي NDVI بمحلية عديلة عام 2000



المصدر:

المرئية الفضائية للقمر الصناعي Landsat 5 (2000)

جدول (1) مساحة ونسب مؤشر الغطاء الخضري NDVI لعام 2000

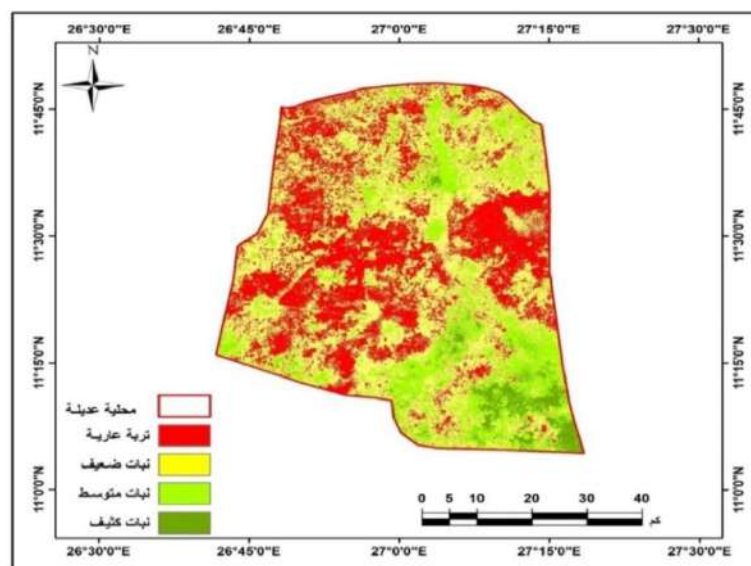
الفئة	التصنيف القياسي	المساحة	النسبة المئوية
0.03 – 0.11	تربة عارية	1354.9 كم ²	34.3%
0.11 – 0.13	نباتات ضعيفة	1674.6 كم ²	42.5%
0.13 – 0.17	نبات متوسط	819.4 كم ²	20.8%
0.17 – 0.39	نبات كيف	94.1 كم ²	2.4%
المجموع		3.943	100%

المصدر: الخريطة (1) باستخدام برنامج ArcGis 10.8

تكشف نتائج تحليل مؤشر الغطاء النباتي (NDVI) بمحلية عديلة بولاية شرق دارفور عن ديناميكية بيئية تتسم بسيادة الغطاء النباتي منخفض الكثافة وهيمنة الظروف شبه الجافة، وذلك استناداً إلى التصنيف الوارد في الجدول. حيث تُظهر الفئة (0.11–0.03) المصنفة كثرة عارية انتشاراً واسعاً بمساحة 1354.9 كم² (34.3%)، مما يعكس حالة من التدهور البيئي المرتبط بالجفاف وضعف الغطاء النباتي، بينما تمثل الفئة (0.13–0.11) الخاصة بالنباتات الضعيفة النسبة الأكبر بمساحة 1674.6 كم² (42.5%)، وهو مؤشر واضح على أن الغطاء النباتي السائد يتسم بالهشاشة واعتماده الكبير على التذبذب المطري. في المقابل، تشير الفئة (0.17–0.13) المصنفة كغطاء نباتي متوسط إلى وجود نشاط نباتي موسمي يغطي 819.4 كم² (20.8%)، ويرتبط غالباً بالمراعي الطبيعية التي تتحسن مؤقتاً خلال موسم الأمطار، في حين تظل الفئة (0.39–0.17) ذات الغطاء النباتي الكثيف محدودة جداً بمساحة 94.1 كم² (2.4%)، ما يدل على ندرة المناطق المستقرة بيئياً ذات الإنتاجية النباتية العالية. ويعكس هذا التدرج في القيم الطيفية لمؤشر NDVI نمطاً ديناميكياً غير متوازن، حيث تتركز الكتلة الحيوية في نطاقات ضعيفة إلى متوسطة، مقابل انكماش واضح في الغطاء الكثيف، مما يشير إلى حساسية النظام البيئي للتغيرات المناخية والضغط البشري مثل الرعي الجائر والتوسع الزراعي التقليدي. وعليه، فإن ديناميكية الغطاء النباتي في المنطقة تتسم بعدم الاستقرار والتقلب الموسمي، مع اتجاه عام نحو التدهور، الأمر الذي يستدعي تدخلات مستدامة لإدارة الموارد الطبيعية وتحسين مرونة النظام البيئي.

تحليل ديناميكية الغطاء النباتي بمحلية عديلة (السودان) خلال الفترة (2000–2025) باستخدام مؤشر (NDVI)
د. حافظ عبدالرحمن يوسف ابكر

خريطة (2) التوزيع المكاني لقيم مؤشر الغطاء النباتي NDVI بمحلية عديلة عام 2005



المصدر: المرئية الفضائية للقمر الصناعي Landsat 5 (2005)

جدول (2) مساحة ونسب مؤشر الغطاء الخضري NDVI لعام 2005

النسبة المئوية	المساحة	التصنيف القياسي	الفئة
32.8%	1291.9 كم ²	تربة عارية	-0.006 – 0.08
43.8%	1729.8 كم ²	نباتات ضعيفة	0.08 – 0.10
19.2%	755.6 كم ²	نبات متوسط	0.10 – 0.13
4.2%	165.7 كم ²	نبات كثيف	0.13 – 0.32
100%	3.943		المجموع

المصدر: الخريطة (2) باستخدام برنامج ArcGis 10.8

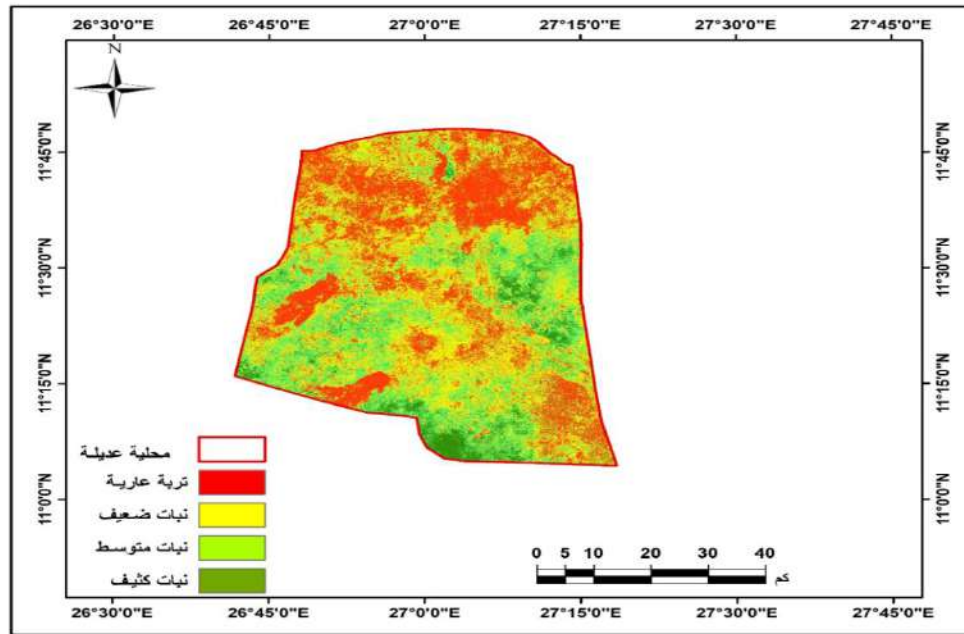
يعكس الجدول بنية مكانية واضحة لديناميكية الغطاء النباتي بمحلية عديلة، حيث يتسم التوزيع بسيادة الفئات منخفضة الكثافة النباتية مقابل محدودية الغطاء الكثيف، وهو ما يشير إلى حالة من التدهور النسبي في النظام البيئي النباتي.

تُظهر فئة التربة العارية (32.8%) بمساحة (1291.9 كم²) حضوراً مرتفعاً نسبياً، وهو مؤشر دال على انكشاف سطح الأرض وتراجع الغطاء النباتي، ويرتبط ذلك غالباً بعوامل مثل التعرية الريحية والمائية، والضغط البشري الناتج عن الرعي الجائر أو التوسع الزراعي غير المستدام. ويعزز هذا الاستنتاج ارتفاع نسبة النباتات

الضعيفة التي تمثل الفئة الغالبة (43.8%) بمساحة (1729.8 كم²)، ما يعكس انتشار غطاء نباتي هش منخفض الكثافة، غير قادر على أداء وظائفه البيئية بكفاءة، مثل تثبيت التربة أو الحفاظ على التوازن الهيدرولوجي.

في المقابل، تشغل النباتات متوسطة الكثافة نسبة (19.2%) بمساحة (755.6 كم²)، وهي نسبة محدودة نسبياً، تشير إلى وجود مناطق انتقالية قد تمثل إما نطاقات في طور التعافي البيئي أو مناطق لم تتعرض بعد لضغوط بيئية مكثفة. أما النبات الكثيف فلا يتجاوز (4.2% بمساحة 165.7 كم²)، وهي نسبة ضئيلة للغاية تعكس تركيز الغطاء النباتي الجيد في نطاقات ضيقة ومعزولة، مما يدل على تراجع واضح في جودة الغطاء النباتي واستمراره المكانية.

خريطة (3) التوزيع المكاني لقيم مؤشر الغطاء النباتي NDVI بمحلية عديلة عام 2010



المصدر: المرئية الفضائية للقمر الصناعي Landsat 5 (2010)

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

النسبة المئوية	المساحة	التصنيف القياسي	الفئة
%29.4	1157.7 كم ²	تربة عارية	0.02 – 0.09
%37.9	1492.9 كم ²	نباتات ضعيفة	0.09 – 0.10
%26.3	1033.2 كم ²	نبات متوسط	0.10 – 0.12
%6.5	259.2 كم ²	نبات كثيف	0.12 – 0.24
%100	3.943		المجموع

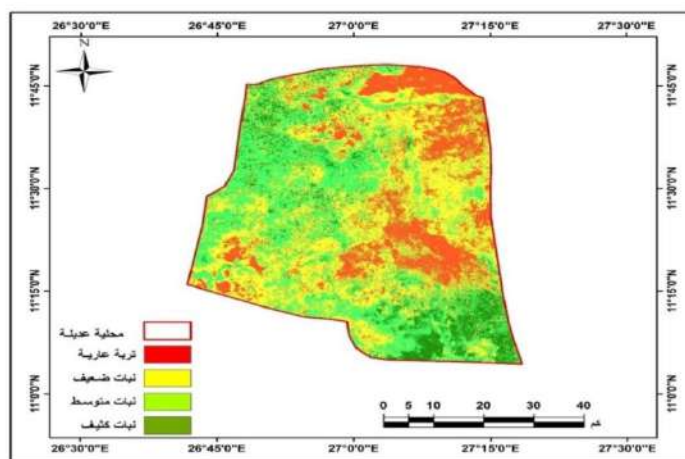
المصدر: الخريطة (3) باستخدام برنامج ArcGis 10.8

يبين جدول مؤشر الغطاء النباتي (NDVI) بمحلية عديلة لعام 2010 أن الغطاء النباتي يتسم بسيادة الفئات ذات الكثافة النباتية المنخفضة إلى المتوسطة، حيث استحوذت فئة النباتات الضعيفة على أكبر نسبة من مساحة المحلية بلغت (37.9%) بمساحة قدرها (1492.9 كم²)، تلتها فئة التربة العارية بنسبة (29.4%) وبمساحة (1157.7 كم²)، في حين شكلت النباتات متوسطة الكثافة نسبة (26.3%) بمساحة (1033.2 كم²)، بينما جاءت النباتات كثيفة الغطاء في المرتبة الأخيرة بنسبة محدودة بلغت (6.5%) فقط من إجمالي المساحة.

وتعكس هذه النتائج واقعاً بيئياً يتسم بضعف الكثافة النباتية في معظم أجزاء المحلية، حيث تشير النسب المرتفعة لفئتي التربة العارية والنباتات الضعيفة، واللتي تمثلان معاً نحو (67.3%) من إجمالي المساحة، إلى تأثر المنطقة بعوامل مناخية وبيئية تحد من نمو الغطاء النباتي، مثل تذبذب الأمطار الموسمية وارتفاع معدلات التبخر، فضلاً عن تأثير الأنشطة البشرية المتمثلة في الرعي الجائر والتوسع الزراعي التقليدي واستغلال الموارد الطبيعية. كما تدل نسبة النباتات متوسطة الكثافة على وجود مناطق تتمتع بظروف بيئية أفضل نسبياً، خاصة في الأودية والمنخفضات التي تتوافر فيها الرطوبة والتربة الأكثر خصوبة.

أما محدودية مساحة النباتات الكثيفة، التي لم تتجاوز (6.5%) من مساحة المحلية، فتشير إلى أن الغطاء النباتي الجيد يتركز في نطاقات جغرافية ضيقة ترتبط غالباً بمصادر المياه الموسمية أو المناطق الأقل تعرضاً للضغط البشرية. وبصفة عامة، تكشف نتائج مؤشر NDVI لعام 2010 عن هيمنة الغطاء النباتي الضعيف والمتوسط على المشهد البيئي بمحلية عديلة، الأمر الذي يعكس هشاشة النظام البيئي وحساسيته للتغيرات المناخية والأنشطة البشرية، ويؤكد الحاجة إلى تبني سياسات وإجراءات لإدارة الموارد الطبيعية والمحافظة على الغطاء النباتي وتعزيز استدامته في المنطقة.

خريطة (4) التوزيع المكاني لقيم مؤشر الغطاء النباتي NDVI بمحلية عديلة عام 2015



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

جدول (4) مساحة ونسب مؤشر الغطاء الخضري NDVI لعام 2015

الفئة	التصنيف القياسي	المساحة كم ²	النسبة المئوية %
0.00 - 0.20	تربة عارية	770	19.5
0.20 - 0.24	نباتات ضعيفة	1564	39.7
0.24 - 0.28	نبات متوسط	1261	32
0.28 - 0.49	نبات كثيف	348	8.8
المجموع		3.943	%100

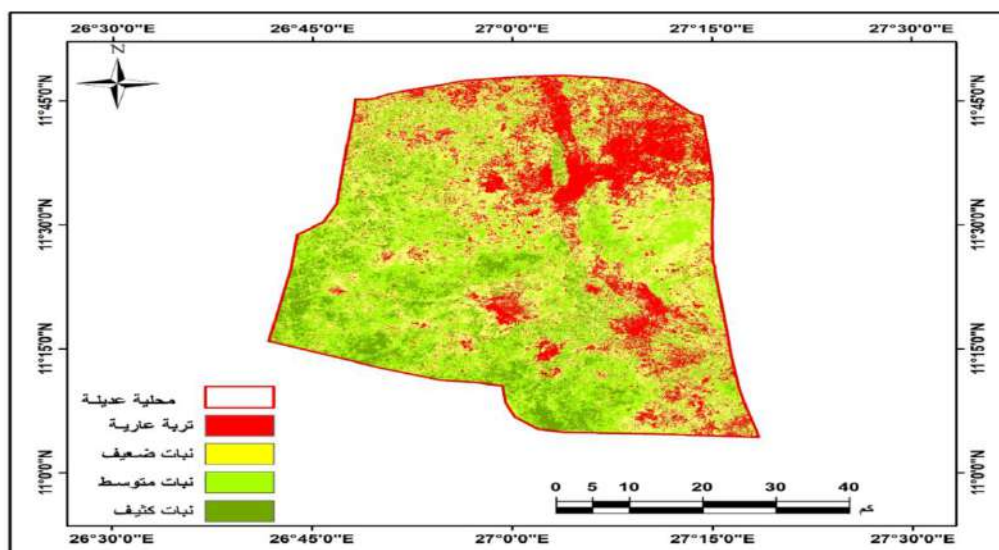
المصدر: الخريطة (4) باستخدام برنامج ArcGis 10.8

تشير نتائج مؤشر الغطاء النباتي (NDVI) بمحلية عديلة لعام 2015 إلى تحسن ملحوظ في حالة الغطاء النباتي مقارنة بالفترات السابقة، حيث تراجعت مساحة التربة العارية إلى (770 كم²) بنسبة (19.5%) من إجمالي مساحة المحلية، بينما ارتفعت نسبة المساحات المغطاة بالنباتات بمختلف كثافتها لتشكّل ما يقارب (80.5%) من المساحة الكلية. وقد استحوذت فئة النباتات الضعيفة على النسبة الأكبر بلغت (39.7%) بمساحة (1564 كم²)، تلتها فئة النباتات متوسطة الكثافة بنسبة (32%) وبمساحة (1261 كم²)، في حين سجلت فئة النباتات الكثيفة نسبة (8.8%) بمساحة (348 كم²).

تُعكس هذه المؤشرات تحسناً في الظروف البيئية والمناخية السائدة خلال عام 2015، إذ يشير الانخفاض الواضح في مساحة التربة العارية إلى زيادة نشاط الغطاء النباتي وانتشاره على أجزاء واسعة من المحلية، وهو ما يمكن ربطه بتحسّن معدلات الأمطار الموسمية وتوافر الرطوبة اللازمة لنمو النباتات الطبيعية والمحاصيل الزراعية. كما أن ارتفاع نسبة النباتات متوسطة الكثافة والكثيفة يدل على وجود مناطق تمتلك ظروفاً بيئية أكثر ملاءمة من حيث خصائص التربة وتوافر المياه السطحية والموسمية، خاصة في الأودية والمناطق المنخفضة التي تعمل على تجميع مياه الأمطار.

تحليل ديناميكية الغطاء النباتي بمحلية عديلة (السودان) خلال الفترة (2000–2025) باستخدام مؤشر (NDVI)
د. حافظ عبدالرحمن يوسف ابكر

خريطة (5) التوزيع المكاني لقيم مؤشر الغطاء النباتي NDVI بمحلية عديلة عام 2020



المصدر:

المريئية الفضائية للقمر الصناعي Landsat 8 (2020)

جدول (5) مساحة ونسب مؤشر الغطاء الخضري NDVI لعام 2020

الفئة	التصنيف القياسي	المساحة كم ²	النسبة المئوية %
0.00 - 0.13	تربة عارية	874.6	22.2
0.13 - 0.15	نباتات ضعيفة	1334.2	33.8
0.15 - 0.17	نبات متوسط	1274.2	32.3
0.17 - 0.37	نبات كثيف	460	11.7
المجموع		3.943	%100

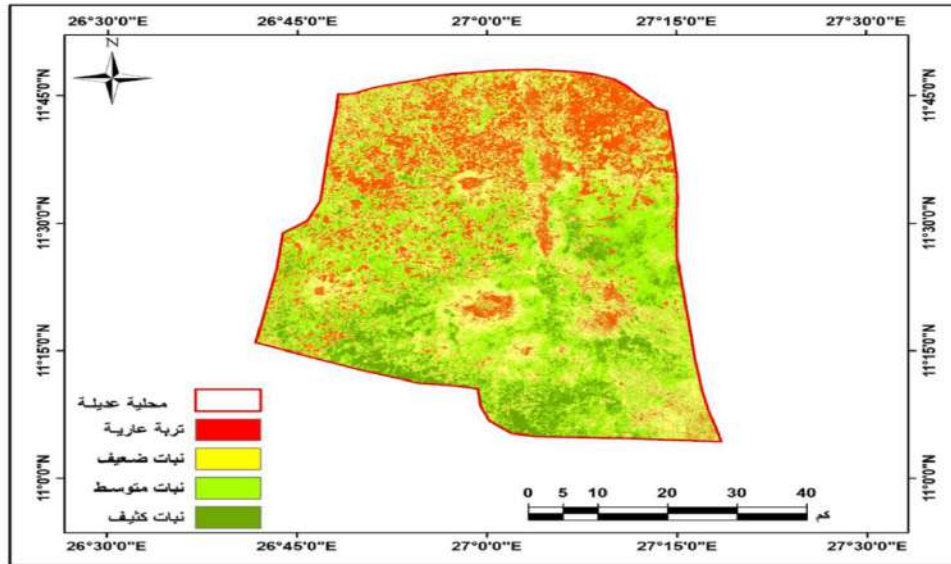
المصدر: الخريطة (5) باستخدام برنامج ArcGis 10.8

وضّح توزيع قيم مؤشر الغطاء النباتي (NDVI) بمحلية عديلة لعام 2020 أن الغطاء النباتي ما زال يمثل المظهر السائد على مساحة المحلية، حيث بلغت نسبة الأراضي المغطاة بالنباتات بمختلف كثافتها نحو (77.8%) من إجمالي المساحة، مقابل (22.2%) فقط للتربة العارية. وقد سجلت فئة النباتات الضعيفة أعلى نسبة بلغت (33.8%) بمساحة (1334.2 كم²)، تلتها مباشرة فئة النباتات متوسطة الكثافة بنسبة (32.3%) وبمساحة (1274.2 كم²)، بينما بلغت نسبة النباتات كثيفة الغطاء (11.7%) بمساحة (460 كم²)، وهي أعلى نسبة تسجلها هذه الفئة خلال فترة الدراسة حتى عام 2020.

تُشير هذه النتائج إلى تحسن نسبي في الحالة البيئية والإنتاجية الحيوية للمحلية، حيث يعكس الارتفاع الملحوظ في مساحة النباتات متوسطة وكثيفة الكثافة زيادة في كفاءة الغطاء النباتي وقدرته على استغلال الموارد المائية المتاحة. كما تدل زيادة مساحة النباتات الكثيفة إلى وجود مناطق شهدت نمواً نباتياً أكثر استقراراً، ويرتبط ذلك غالباً بتحسين كميات الأمطار الموسمية وتوزيعها المكاني والزمني، فضلاً عن تركيز الغطاء النباتي الكثيف في الأودية والمجاري الموسمية والمناطق ذات التربة الطينية التي تتمتع بقدرة أكبر على الاحتفاظ بالرطوبة.

من الناحية الجغرافية، تكشف النتائج عن تحول تدريجي في بنية الغطاء النباتي من سيادة النباتات الضعيفة نحو اتساع نطاق النباتات المتوسطة والكثيفة، وهو ما يعكس تحسناً في خصائص البيئة الطبيعية مقارنة بالفترات السابقة. إلا أن استمرار وجود أكثر من خمس مساحة المحلية ضمن فئة التربة العارية يشير إلى بقاء بعض المناطق عرضة لمظاهر التدهور البيئي الناتجة عن التذبذب المطري، والرعي الجائر، والاحتطاب، والتوسع الزراعي غير المنظم، وهي عوامل تؤثر بصورة مباشرة في استدامة الغطاء النباتي.

خريطة (6) التوزيع المكاني لقيم مؤشر الغطاء النباتي NDVI بمحلية عديلة عام 2025



المصدر: المرئية الفضائية للقمرة الصناعي Landsat 8 (2025)

تحليل ديناميكية الغطاء النباتي بمحلية عديلة (السودان) خلال الفترة (2000–2025) باستخدام مؤشر (NDVI)
د. حافظ عبدالرحمن يوسف ابكر

جدول (6) مساحة ونسب مؤشر الغطاء الخضري NDVI لعام 2025

الفئة	التصنيف القياسي	المساحة كم ²	النسبة المئوية%
0.04 - 0.19	تربة عارية	809	20.5
0.19 - 0.22	نباتات ضعيفة	1500	38
0.22 - 0.26	نبات متوسط	1209	30.7
0.26 - 0.44	نبات كثيف	425	10.8
المجموع		3.943	%100

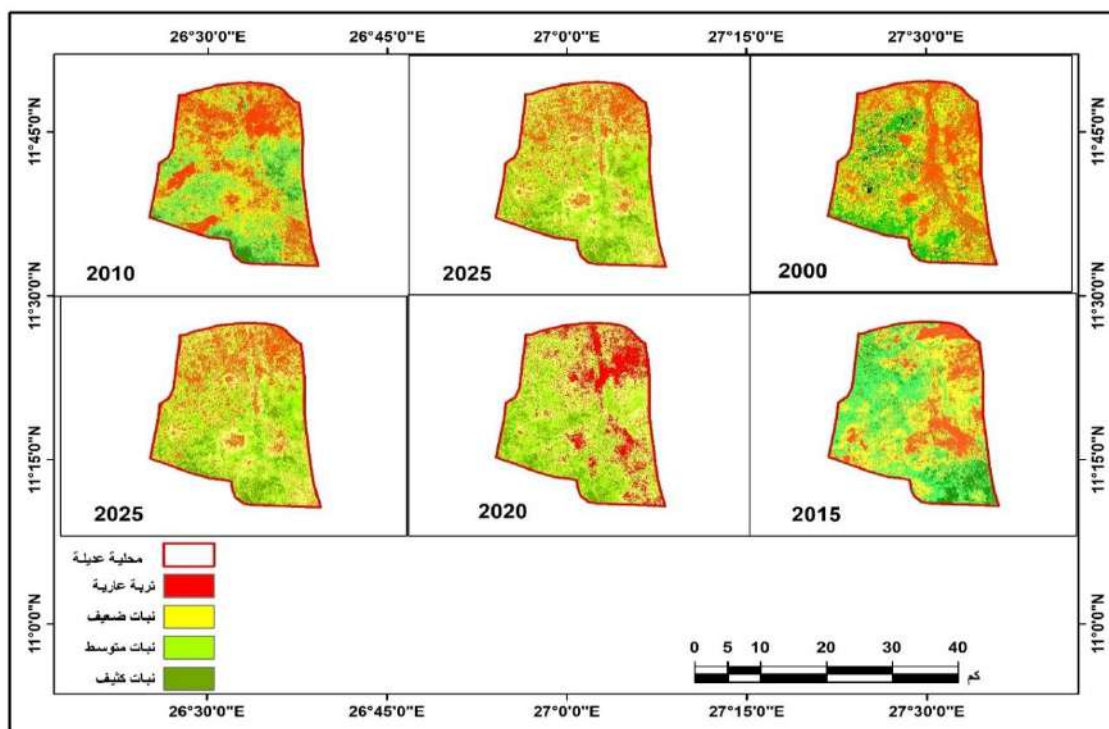
المصدر: الخريطة (6) باستخدام برنامج ArcGis 10.8

تُشير نتائج مؤشر الغطاء النباتي (NDVI) بمحلية عديلة لعام 2025 إلى استمرار هيمنة الغطاء النباتي على المشهد البيئي للمحلية، حيث بلغت نسبة المساحات المغطاة بالنباتات بمختلف درجات كثافتها نحو (79.5%) من إجمالي مساحة المحلية، مقابل (20.5%) فقط للتربة العارية. وقد سجلت فئة النباتات الضعيفة أعلى نسبة بلغت (38%) بمساحة (1500 كم²)، تلتها فئة النباتات متوسطة الكثافة بنسبة (30.7%) وبمساحة (1209 كم²)، بينما بلغت نسبة النباتات كثيفة الغطاء (10.8%) بمساحة (425 كم²)، في حين اقتصرت التربة العارية على مساحة (809 كم²).

تُعكس هذه النتائج استقراراً نسبياً في بنية الغطاء النباتي مقارنة بالسنوات السابقة، إذ ما زالت النباتات الضعيفة تشكل المكون الرئيس للغطاء النباتي بالمحلية، وهو ما يدل على أن أجزاء واسعة من المنطقة تقع ضمن نطاقات السافانا الفقيرة والمتوسطة التي تتأثر بدرجة كبيرة بالتغيرات المناخية الموسمية. كما أن ارتفاع نسبة النباتات متوسطة الكثافة إلى أكثر من ثلث مساحة المحلية تقريباً يشير إلى تحسن نسبي في الظروف البيئية وتوفر الرطوبة والتربة المناسبة لنمو الغطاء النباتي في عدد من المواقع، خاصة في الأودية والمنخفضات والمناطق الزراعية الموسمية.

من الناحية الجغرافية، فإن انخفاض نسبة التربة العارية إلى (20.5%) يؤكد استمرار تحسن الغطاء النباتي مقارنة بالعام 2010، حيث يعكس ذلك زيادة قدرة النظام البيئي على استغلال الموارد المائية المتاحة وتقليل مساحات الأراضي المكشوفة. ومع ذلك، فإن التراجع الطفيف في نسبة النباتات الكثيفة مقارنة بعام 2020 (من 11.7% إلى 10.8%) قد يشير إلى تعرض بعض المناطق لضغوط بيئية وبشرية، مثل التذبذب في كميات الأمطار، والرعي المكثف، والتوسع الزراعي، الأمر الذي أدى إلى تحوّل أجزاء من الغطاء النباتي الكثيف إلى غطاء نباتي متوسط أو ضعيف الكثافة.

خريطة (7) التوزيع المكاني لتغيرات الغطاء النباتي بمحلية عديلة خلال الفترة 2000-2025م.



المصدر: عمل الباحث اعتماداً على برنامج ARC Gis

جدول (7) اصناف ومساحات الغطاء الخضري NDVI للسنوات المختارة

الفئة	2000	2000 %	2005	2005 %	2010	2010 %	2015	2015 %	2020	2020 %	2025	2025	التغير % (2000-2025)
تربة عارية	1354.9	34.3	1291.9	32.8	1157.7	29.4	770.0	19.5	874.6	22.2	809.0	20.5	↓ 40.2
نباتات ضعيفة	1674.6	42.5	1729.8	43.8	1492.9	37.9	1564.0	39.7	1334.2	33.8	1500.0	38.0	↓ 10.3
نبات متوسط	819.4	20.8	755.6	19.2	1033.2	26.3	1261.0	32.0	1274.2	32.3	1209.0	30.7	↑ 47.6
نبات كثيف	94.1	2.4	165.7	4.2	259.2	6.5	348.0	8.8	460.0	11.7	425.0	10.8	↑ 351.1

المصدر: عمل الباحث معتمداً علي الجداول السابق

يكشف الجدول عن تحولات مكانية وزمنية واضحة في بنية الغطاء النباتي بمحلية عديلة خلال الفترة (2000-2025)، حيث شهدت المنطقة تغيراً تدريجياً من هيمنة الفئات منخفضة الكثافة النباتية نحو تزايد الفئات ذات

الكثافة المتوسطة والعالية، وهو ما يعكس تحسناً عاماً في حالة الغطاء النباتي خلال فترة الدراسة. فقد انخفضت مساحة التربة العارية والرمال من (1354.9 كم²) بنسبة (34.3%) عام 2000 إلى (809 كم²) بنسبة (20.5%) عام 2025، مسجلة تراجعاً قدره (40.2%)، وهو ما يدل على تقلص المساحات المكشوفة لصالح التوسع النسبي للغطاء النباتي. ويُعزى ذلك إلى تحسن الظروف المناخية في بعض السنوات، ولا سيما توافر الأمطار الموسمية، إضافة إلى زيادة استغلال الأراضي في الأنشطة الزراعية والرعية التي ساهمت في رفع قيم مؤشر الغطاء النباتي.

كما تبين النتائج أن فئة النباتات الضعيفة جداً ظلت الفئة السائدة خلال معظم سنوات الدراسة، إذ تراوحت نسبتها بين (33.8%) و(43.8%) من إجمالي مساحة المحلية، رغم انخفاضها من (42.5%) عام 2000 إلى (38%) عام 2025. ويشير ذلك إلى استمرار سيطرة نباتات السافانا الفقيرة والأعشاب الموسمية ذات الكثافة المحدودة، الأمر الذي يعكس الطبيعة شبه الجافة للمنطقة وتأثيرها المستمر بالتذبذب المطري والضغط البشري، خاصة الرعي الجائر والاحتطاب والتوسع الزراعي التقليدي.

في المقابل، سجلت فئة الغطاء النباتي المنخفض إلى المتوسط زيادة ملحوظة من (819.4 كم²) بنسبة (20.8%) عام 2000 إلى (1209 كم²) بنسبة (30.7%) عام 2025، بارتفاع بلغ (47.6%). ويُعد هذا التطور مؤشراً إيجابياً على تحسن الكثافة النباتية في مساحات واسعة من المحلية، ويعكس زيادة قدرة النظام البيئي على استغلال الموارد المائية المتاحة وتحسن ظروف نمو النباتات الطبيعية والمحاصيل الموسمية. كما شهدت هذه الفئة نمواً متسارعاً خلال الفترة الممتدة بين عامي 2010 و2020، وهو ما يشير إلى مرحلة تعافٍ بيئي ملحوظة في المنطقة.

أما فئة الغطاء النباتي المتوسط إلى الكثيف فقد سجلت أعلى معدل نمو خلال فترة الدراسة، حيث ارتفعت مساحتها من (94.1 كم²) بنسبة (2.4%) عام 2000 إلى (425 كم²) بنسبة (10.8%) عام 2025، محققة زيادة بلغت (351.1%). وتُعد هذه النتيجة دلالة قوية على تحسن الحالة البيئية والإنتاجية الحيوية للأرض، إذ ترتبط هذه الفئة عادة بالمناطق التي تتمتع بظروف بيئية أكثر ملاءمة من حيث الرطوبة والتربة الخصبة وتوافر المياه السطحية والموسمية. كما تشير إلى توسع المناطق ذات الكثافة النباتية المرتفعة مقارنة ببداية فترة الدراسة، رغم تسجيل انخفاض طفيف في عام 2025 مقارنة بعام 2020، وهو ما قد يرتبط بالتقلبات المناخية السنوية أو بتزايد الضغط البشري على الموارد الطبيعية.

بوجه عام، تعكس نتائج الجدول اتجاهات عامة نحو تحسن الغطاء النباتي بمحلية عديلة خلال الفترة (2000–2025)، تمثل في انخفاض مساحات الأراضي العارية وتراجع النباتات الضعيفة مقابل زيادة ملحوظة في فئات الغطاء النباتي المتوسط والكثيف. ويشير هذا التحول إلى ارتفاع الإنتاجية الحيوية للنظام البيئي وتحسن كفاءة استخدام الموارد الطبيعية، إلا أن استمرار هيمنة النباتات الضعيفة على نسبة كبيرة من مساحة المحلية يؤكد أن البيئة ما تزال هشة نسبياً ومعرضة للتأثر بالتغيرات المناخية والأنشطة البشرية. وعليه، فإن الحفاظ على هذا

التحسن يتطلب تبني استراتيجيات فعالة لإدارة الموارد الطبيعية، وتنظيم الرعي، والحد من إزالة الغطاء النباتي، بما يضمن استدامة النظام البيئي وتعزيز قدرته على مواجهة التغيرات المناخية مستقبلاً.

الخاتمة:

أولاً: النتائج: توصلت الدراسة للنتائج التالية:

1. سجل الغطاء النباتي بمحلية عديلة اتجاهًا عامًا نحو التحسن خلال الفترة (2000–2025)، تمثل في تراجع مساحات الأراضي العارية وزيادة مساحات الغطاء النباتي بمختلف درجات كثافته، مما يعكس تحسناً في الإنتاجية الحيوية للنظام البيئي.
2. انخفضت مساحة التربة العارية بصورة ملحوظة بنسبة 40.2%، حيث تراجعت من (1354.9 كم²) عام 2000 إلى (809 كم²) عام 2025، وهو ما يشير إلى تقلص مظاهر التدهور الأرضي والتصحّر في أجزاء واسعة من المحلية.
3. استمرت فئة النباتات الضعيفة في تمثيل النمط النباتي السائد بالمحلية طوال فترة الدراسة، إذ تراوحت نسبها بين (33.8%–43.8%)، مما يعكس سيادة بيئة السافانا الفقيرة وتأثيرها المستمر بالتقلبات المناخية والضغط البشرية.
4. شهد الغطاء النباتي انخفاض ومتوسط الكثافة نمواً ملحوظاً بنسبة 47.6%، حيث ارتفعت مساحته من (819.4 كم²) إلى (1209 كم²)، وهو مؤشر على تحسن الكثافة النباتية واتساع نطاق المناطق القادرة على دعم النشاط الحيوي النباتي.
5. حققت فئة الغطاء النباتي المتوسط إلى الكثيف أعلى معدل تغير إيجابي خلال فترة الدراسة بزيادة بلغت (351.1%)، مما يدل على تحسن ملحوظ في جودة الغطاء النباتي وارتفاع كفاءة استغلال الموارد المائية والتربة.
6. مثل عام 2015 نقطة تحول بيئية مهمة، حيث انخفضت نسبة الأراضي العارية إلى أقل مستوى لها (19.5%)، بالتزامن مع ارتفاع واضح في مساحات النباتات المتوسطة والكثيفة، الأمر الذي يعكس تحسناً في الظروف المناخية والإيكولوجية السائدة خلال تلك الفترة.
7. سجل عام 2020 أعلى نسبة للغطاء النباتي الكثيف (11.7%) خلال فترة الدراسة، مما يشير إلى وصول النظام البيئي إلى مرحلة تعافٍ نسبي وارتفاع مؤشرات الصحة النباتية مقارنة بالسنوات السابقة.
8. رغم التحسن العام، لا تزال البيئة الطبيعية بمحلية عديلة تتسم بدرجة من الهشاشة البيئية نتيجة استمرار هيمنة النباتات الضعيفة ووجود أكثر من خمس مساحة المحلية ضمن فئة الأراضي العارية، وهو ما يجعلها عرضة للتدهور عند حدوث تغيرات مناخية أو ضغوط بشرية متزايدة.

9. أثبتت تقنيات الاستشعار عن بعد ونظم المعلومات الجغرافية كفاءة عالية في رصد وتحليل التغيرات المكانية والزمانية للغطاء النباتي، وأظهرت قدرتها على توفير مؤشرات دقيقة تدعم التخطيط البيئي وإدارة الموارد الطبيعية بصورة علمية .

ثانياً: التوصيات: توصي الدراسة بالتالي:

1. إعداد وتنفيذ برنامج متكامل لإدارة الغطاء النباتي يهدف إلى حماية المناطق التي شهدت تحسناً ملحوظاً في كثافة الغطاء النباتي ومنع تدهورها مستقبلاً .
2. تنظيم الرعي التقليدي ووضع نظام للرعي الدوراني للحد من الضغوط الواقعة على المراعي الطبيعية وتقليل تدهور الغطاء النباتي.
3. التوسع في برامج التشجير وإعادة تأهيل الأراضي المتدهورة، مع التركيز على المناطق التي ما زالت مصنفة ضمن فئة التربة العارية أو الغطاء النباتي الضعيف .
4. تعزيز حصاد مياه الأمطار وتنمية الموارد المائية المحلية لدعم استدامة الغطاء النباتي في المناطق شبه الجافة وتحسين قدرة النباتات على مقاومة فترات الجفاف .
5. حماية الأودية والمجاري الموسمية والمناطق ذات الغطاء النباتي الكثيف باعتبارها بؤراً رئيسية للتنوع الحيوي ومراكز طبيعية لتجدد الغطاء النباتي .
6. إدماج تقنيات الاستشعار عن بعد ونظم المعلومات الجغرافية ضمن منظومة المراقبة البيئية الدورية لرصد التغيرات في الغطاء النباتي والتدخل المبكر عند ظهور مؤشرات التدهور .
7. وضع سياسات للحد من القطع الجائر للأشجار والاحتطاب غير المنظم وتشجيع استخدام بدائل مستدامة لمصادر الطاقة المنزلية .
8. إجراء دراسات تفصيلية لربط تغيرات الغطاء النباتي بالعوامل المناخية والهيدرولوجية واستخدامات الأرض بهدف فهم العوامل المؤثرة في ديناميكية الغطاء النباتي بصورة أدق .
9. تعزيز مشاركة المجتمعات المحلية في برامج إدارة الموارد الطبيعية من خلال نشر الوعي البيئي وتبني أساليب الاستغلال المستدام للأراضي والمراعي .
10. إنشاء قاعدة بيانات جغرافية متكاملة للموارد الطبيعية بمحلية عديلة لدعم متخذي القرار وتوجيه خطط التنمية البيئية المستدامة على أسس علمية دقيقة.

المراجع :

أ/ المراجع العربية:

1. أبوحمر، علي عطية (2023م). استخدام تقنيتي الاستشعار عن بعد ونظم المعلومات الجغرافية في رصد ومراقبة مؤشر الاخضرار النباتي (NDVI) في بلدية سرد، مجلة ليبيا للدراسات الجغرافية، العدد الخامس .
2. الغريب، أسامة محمد، (2023)، كشف التغيرات الموسمية للغطاء النباتي بمنطقة بني وليد باستخدام تقنية الاستشعار عن بعد ونظم المعلومات الجغرافية، المجلة الأفريقية للدراسات المتقدمة في العلوم الإنسانية والاجتماعية، المجلد 2، العدد 1 .
3. الحميري، محمد عباس (2019م). استخدام تقنيتي الاستشعار عن بعد ونظم المعلومات الجغرافية في رسم خريطة تغيرات بين موسمين، بابل نموذجاً. العدد (29) .
4. المحبس، رشا المهدي محمد (2012)، مراقبة التغير في الغطاء النباتي باستخدام الاستشعار عن بعد ونظم المعلومات الجغرافية، في بلدية قصر بن غشير، مجلة التعليم عن بعد والتعليم المفتوح، المجلد 4، العدد 6 .
5. بغدادي، محمود إبراهيم دسوقي (2012)، تطبيقات نظم المعلومات الجغرافية والاستشعار عن بعد في رصد تغيرات الغطاء النباتي بمنخفض الواحات البحرية، رسالة دكتوراه غير منشورة، جامعة المنصورة، بغداد .
6. منار، شولي (2008)، دراسة غطاءات الأراضي في منطقة نابلس باستخدام تقنية الاستشعار عن بعد، رسالة ماجستير غير منشورة، جامعة النجاح الوطنية، نابلس، فلسطين.

ب/ المراجع الاجنبية:

1. Lkhagvadorj Nanzad, Jiahua Zhang, Battsetseg Tuvdendorj, Mohsen Nabil, Sha Zhang, Yun Bai, NDVI anomaly for drought monitoring and its correlation with climate factors over Mongolia from 2000 to 2016, Journal of Arid Environments, Vol 164, 2019.
2. Alwesabi, mohammed. S, Modis NDVI Stellite data for assessing drought insomalial during the period 2000 – 2011 Masters thesis, Lund University. Sweden, 2012.
3. Bannari, A., Morin, D., Bonn, F., & Huete, A. R. (1995). A review of vegetation indices. Remote Sensing Reviews, 13(1–2), 95–120.
3. Huete, A. R. (2012). Vegetation indices, remote sensing, and forest monitoring. Geography Compass, 6(9), 513–532.
4. Jackson, R. D., & Huete, A. R. (1991). Interpreting vegetation indices. Preventive Veterinary Medicine, 11(3–4), 185–200.
5. <https://www.usgs.gov/landsat-missions>.