

تحليل ديناميكي لتغيرات الغطاء النباتي في طرابلس الكبرى ليبيا (2016-2025) باستخدام مؤشر ARVI وقناع NDVI ضمن بيئة الاستشعار عن بعد ونظم المعلومات الجغرافية

*سعاد محمد صهييب¹ مختار محمود العالم²

ARTICLE INFO

Vol. 7 No. 3 Dec., 2025

Pages (A 64- 70)

Article history:

Revised form 07 October 2025

Accepted 30 November 2025

Author affiliation

1. Libyan Centerfor for Climate Change Research
 2. Faculty of Agriculture , Soil and Water Department, University of Tripoli
- suadm3691@gmail.com

Keywords:

Greater Tripoli, Vegetation Cover, Remote Sensing, Change Indicators (NDVI, ARVI), Geographic Information Systems (GIS).

المخلص

يهدف البحث إلى كشف وتحليل التغير في كثافة الغطاء النباتي لمدينة طرابلس وضواحيها خلال الفترة (2016-2025)، باستخدام تقنية الاستشعار عن بعد ونظم المعلومات الجغرافية (GIS) حيث تم استخدام صور فضائية للقمر الصناعي (Sentinel-2)، تم تحميلها مجاناً من موقع Copernicus Browser التابع للاتحاد الأوروبي وتمت معالجتها وتحليلها من خلال برنامج ArcGis Pro، واعتمدت الدراسة على استخدام مؤشر الغطاء النباتي المقاوم للغلاف الجوي (ARVI) باستخدام قناع ال (NDVI) باستخدام باند B3 و G8 و R7، ومطابق التصوير اللوني للمحيطات والأراضي (OLCI) حيث تم في هذه الدراسة دمج مؤشر (ARVI) مع قناع مبني على مؤشر الغطاء النباتي المعياري (NDVI)، بحيث تعطي القيم الصفيرية للأراضي الجرداء وتحافظ القيم الموجبة على تمثيلها للغطاء النباتي بدرجاته المختلفة هذه المعالجة أنتجت نتائج أكثر دقة في عزل المناطق الخالية من النبات وفي الوقت ذاته احتفظت بميزة (ARVI) في مقاومة تأثير الغلاف الجوي. أظهرت الدراسة وجود تدهور كبير للغطاء النباتي في مدينة طرابلس الكبرى خلال مدة الدراسة حسب معطيات مؤشر (ARVI)، إذ شغل مستوى الأراضي ذات الغطاء النباتي المعدوم المساحة الأكبر من بين المستويات بنسبة 91% لعام (2017) و 92% لعام (2018 و 2019 و 2022) و 93% لعام (2016 و 2025) و 94% لعام (2021 و 2023 و 2024) و 95% لعام (2020)، لذلك أوصت الدراسة بضرورة تواصل المؤسسات المعنية بالحفاظ على الغطاء النباتي بليبيا لتبادل الخبرات والمشروعات البحثية لتحقيق الحماية البيئية المستدامة للغطاء النباتي ومكافحة التغيرات المناخية.

Dynamic Analysis of Vegetation Cover Changes in Greater Tripoli, Libya (2016–2025) Using ARVI and NDVI Mask within a Remote Sensing and GIS Environment

*Suad Mohammed Suhayb¹, Mukhtar Mahmud Elaalem²

This research aims to detect and analyze the change in vegetation cover density in the city of Tripoli and its suburbs during the period (2016–2025) using remote sensing and (GIS). Sentinel-2 satellite images, which were freely downloaded from the European Union's Copernicus Browser website, were used, and the data was processed and analyzed with ArcGIS Pro software. The study adopted the use of the Atmospherically Resistant Vegetation Index (ARVI) with a Normalized Difference Vegetation Index (NDVI) mask, using bands B3, G8, and R7, and the Ocean and Land Colour Imager (OLCI). This methodology integrated the ARVI index with a mask based on the NDVI, which assigned zero values to bare lands while preserving positive values to represent vegetation at various densities. This processing yielded more accurate results in isolating non-vegetated areas while maintaining ARVI's key feature of resistance to atmospheric effects. The study revealed a significant deterioration of vegetation cover in Greater Tripoli during the study period, based on the ARVI index data. The level of bare land occupied the largest area among all land cover types, with a percentage of 91% in 2017, 92% in 2018, 2019, and 2022, 93% in 2016 and 2025, 94% in 2021, 2023, and 2024, and 95% in 2020, Therefore, the study recommended that institutions concerned with preserving vegetation cover in Libya must integrate and communicate to exchange expertise and research projects to achieve sustainable environmental protection for vegetation and combat climate change.

© 2025

Content on this article is an open access licensed under creative commons CC BY-NC 4.0.



المقدمة

المكتظة بالسكان.

دراسة – (Zhang & Wang, 2020) تأثير التغير في الغطاء النباتي على درجة الحرارة السطحية في الصين:

استُخدم في هذه الدراسة صور الأقمار الصناعية لقياس مؤشرات الغطاء النباتي (NDVI) ودرجات الحرارة السطحية في منطقة شمال الصين. تم تحليل العلاقة بين التغيرات في الغطاء النباتي ودرجة الحرارة عبر سنوات، وقد خلصت الدراسة إلى أن انخفاض الغطاء النباتي أدى إلى ارتفاع درجات الحرارة بشكل واضح في المناطق الحضرية مقارنة بالمناطق الريفية.

دراسة – (Alharbi & Al-Musharraf, 2021) تحليل التغيرات في الغطاء النباتي في المدن الكبرى باستخدام GIS):

تم استخدام تقنيات GIS في هذه الدراسة لدراسة التغيرات في الغطاء النباتي في مدينة الرياض، المملكة العربية السعودية. تبين أن هناك تراجعاً ملحوظاً في الغطاء النباتي بسبب التوسع العمراني والتحول البيئي، مما أدى إلى ارتفاع درجات الحرارة بشكل متسارع في المنطقة. واستخدم الباحثون أيضاً تقنيات الاستشعار عن بعد لتحديد مناطق الحرارة المرتفعة، التي كانت غالباً في المناطق ذات الغطاء النباتي المنخفض.

دراسة – (El-Sherif et al., 2021) تحليل الغطاء النباتي في طرابلس باستخدام بيانات الاستشعار عن بعد:

تناولت هذه الدراسة استخدام تقنيات الاستشعار عن بعد لدراسة التغيرات في الغطاء النباتي في طرابلس وضواحيها. تم تحليل صور Landsat و Sentinel-2 لدراسة تأثير التغيرات على درجات الحرارة. وقد أظهرت النتائج أن فقدان الغطاء النباتي في المدينة أدى إلى زيادة درجات الحرارة بشكل تدريجي في بعض المناطق، خاصة في المناطق ذات الكثافة السكانية العالية.

دراسة – (Singh et al., 2022) العلاقة بين الغطاء النباتي ودرجة الحرارة في المناطق الحضرية باستخدام الاستشعار عن بعد في الهند:

استُخدم في هذه الدراسة صور القمر الصناعي (Sentinel-2) لدراسة العلاقة بين الغطاء النباتي ودرجات الحرارة في عدة مدن هندية. أظهرت النتائج أن تدهور الغطاء النباتي في المناطق الحضرية أدى إلى زيادة الحرارة السطحية، وكانت هناك علاقة واضحة بين انخفاض NDVI وارتفاع درجات الحرارة، مما يسلط الضوء على أهمية المساحات الخضراء في التخفيف من آثار التغيرات المناخية في المدن.

توكلت أهمية الدراسة في التركيز على تدهور الغطاء النباتي في مدينة طرابلس في محاولة لتوفير حلول يقيية تعتمد على نظم المعلومات الجغرافية والاستشعار عن بعد لمعالجة التحديات المناخية والحرارية وتسهيل الضوء على الدور المحوري للغطاء النباتي في التخفيف من حدة الظواهر المناخية المتطرفة. تشير الأدلة إلى أن الغطاء النباتي في طرابلس وضواحيها قد تقلص بشكل كبير في السنوات الأخيرة لعدة عوامل، مما يستدعي دراسة شاملة لتتبع وفهم التغيرات وتأثيراتها.

تعد ظاهرة التوسع العمراني العشوائي من أكثر التهديدات التي تواجه البيئة المحلية، حيث تؤدي إلى فقدان الأراضي الصالحة للزراعة وتدهور الغطاء النباتي والتربة.

وما يميز هذه الدراسة عن غيرها في دمج المؤشرين (ARVI) و (NDVI) للاستفادة من نقاط قوة كل منهما وإنشاء مؤشر مركب يجمع بين ميزة التمييز الدقيق بين النبات والتربة، مما ينتج عنه نتائج أكثر دقة وموثوقية من استخدام المؤشرين بمفردهما.

المواد والطرق:

يقع إقليم طرابلس الكبرى في الجزء الشمالي الغربي من البلاد، على الساحل المطل على البحر الأبيض المتوسط ويضم بلديات مهمة مثل طرابلس المركز، سوق الجمعة، حي الأندلس، أبو سليم، عين زارة، والقره بولي. تعد طرابلس أكبر المدن الليبية من حيث السكان، يحدها من

بواجه عالمنا اليوم تحديات بيئية متزايدة ناجمة عن النمو الحضري السريع وآثار التغيرات المناخية ومن أبرزها مشكلة التغيرات في الغطاء النباتي التي تزداد حدة في البيئات الحضرية والذي يعد جزءاً أساسياً من النظم البيئية الحضرية والضواحي حيث يدعم التنوع البيولوجي ويساعد في تنظيم المناخ ويحسن جودة الهواء كما يضيف قيمة جمالية في المدن. يُعد التوسع العمراني، الذي غالباً ما يحدث على حساب الأراضي الزراعية والغطاء النباتي الطبيعي، أحد الدوافع الرئيسية لتدهور الغطاء النباتي في العديد من المدن حول العالم. يؤدي هذا التوسع إلى تدمير الموائل الطبيعية، وزيادة التلوث، وتُفاقم التغيرات المناخية، التي تتميز بارتفاع درجات الحرارة وانخفاض معدلات هطول الأمطار، وزيادة في تكرار الجفاف وتدهور التربة، مما يؤثر سلباً على الغطاء النباتي. وتزداد هذه المشكلة تعقيداً بفعل الأنشطة البشرية مثل استغلال الأراضي بشكل غير منظم وإزالة الغابات (Bashir & Zaidan, 2017).

تُعد مدينة طرابلس، عاصمة ليبيا الواقعة على الساحل المتوسطي مثلاً بارزاً للمدن التي تواجه هذه التحديات حيث تشهد نمواً سكانياً وعمرانياً سريعاً، مما يجعلها عرضة لضغوط كبيرة على غطائها النباتي المحدود أصلاً بسبب مناخها المتوسطي وشبه الجاف. إن فهم ديناميكيات تغير الغطاء النباتي في هذه المنطقة أمر بالغ الأهمية لاتخاذ قرارات مستنيرة في مجالات التخطيط الحضري، وإدارة الموارد الطبيعية، والحفاظ على البيئة. يساهم هذا البحث في توفير قاعدة بيانات معلوماتية وخرائطية حديثة حول حالة الغطاء النباتي ومساحته، وهو ما يُعد ضرورياً لتطوير استراتيجيات مستدامة والتخفيف من المخاطر البيئية المحتملة.

يتناول هذا البحث تحليل ديناميكي لتغيرات الغطاء النباتي المقاوم للغلاف الجوي في طرابلس وضواحيها خلال الفترة (2016–2025) باستخدام بيئة متكاملة من تقنية الاستشعار عن بعد ونظم المعلومات الجغرافية بالاعتماد على استخدام مؤشرات التغير (ARVI, NDVI).

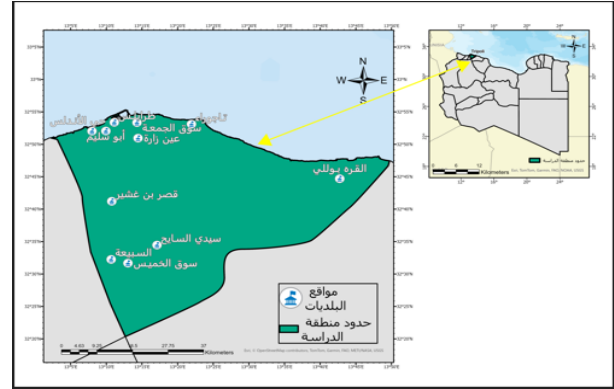
يعد مؤشر الغطاء النباتي المقاوم للغلاف الجوي Atmospherically Resistant Vegetation Index (ARVI) من المؤشرات المطورة لمعالجة أثر الغبار والضباب والجسيمات العالقة في الجو على دقة مؤشرات الغطاء النباتي، وهو ما يجعله أكثر ملائمة للبيئات المتأثرة بالظروف الجوية غير المستقرة. غير أنه من أبرز عيوب هذا المؤشر أنه قد يعطي قيم موجبة للأراضي الجرداء مما يضعف قدرته على تغيير الغطاء النباتي الحقيقي عن الأسطح غير المزروعة (Kaufman & Tanre, 1992). وللتغلب على هذه المشكلة تم في هذه الدراسة دمج مؤشر (ARVI) مع قناع مبني على مؤشر الغطاء النباتي المعياري Normalized Difference Vegetation Index (NDVI)، بحيث تعطي القيم الصفرية للأراضي الجرداء وتحافظ القيم الموجبة على تمثيلها للغطاء النباتي بدرجاته المختلفة، وعليه يمكن اعتبار هذا التحليل غير المؤلف إضافة منهجية متميزة، كونه يجمع بين دقة التقدير الطيفي ومصادقية الفصل بين مختلف أنواع الأغشية الأرضية لاسيما الغطاء النباتي والأراضي الجرداء.

وتتمثل الأهداف الأساسية لهذه الدراسة في بيان أهمية تقنية الاستشعار عن بعد ونظم المعلومات الجغرافية في تحليل التغيرات المكانية والزمانية للغطاء النباتي باستخدام مؤشري (NDVI) و (ARVI)، وتحديد درجة تدهوره خلال عقد من الزمن مع ربط هذه التغيرات بالضغوط العمرانية والبيئية، كما تسعى الدراسة إلى تقديم توصيات لدعم التخطيط الحضري المستدام.

وتتمثل الأهداف الأساسية لهذه الدراسة في بيان أهمية تقنية الاستشعار عن بعد ونظم المعلومات الجغرافية في تحليل التغيرات المكانية والزمانية للغطاء النباتي باستخدام مؤشري (NDVI) و (ARVI)، وتحديد درجة تدهوره خلال عقد من الزمن مع ربط هذه التغيرات بالضغوط العمرانية والبيئية، كما تسعى الدراسة إلى تقديم توصيات لدعم التخطيط الحضري المستدام.

دراسة – (Bashir et al., 2019) تأثير فقدان الغطاء النباتي في طرابلس على البيئة المحلية: تناولت هذه الدراسة التأثيرات البيئية الناتجة عن تدهور الغطاء النباتي في طرابلس، وأظهرت النتائج وجود علاقة وثيقة بين فقدان المساحات الخضراء وارتفاع درجات الحرارة. كما اقترحت الدراسة استراتيجيات لتشجيع الزراعة الحضرية وإعادة التشجير للتقليل من تأثيرات الحرارة في المناطق

الشرق منطقة تاجوراء، ومن الغرب جنزور، وجنوب السواني. وتبلغ مساحة منطقة الدراسة حوالي 243450 هكتار.



خريطة (1): الموقع الجغرافي لمنطقة الدراسة

مقارنة بين مؤشرات التغير (*ARVI*) و (*NDVI*):

NDVI و *ARVI* هما من بين المؤشرات الشائعة في الاستشعار عن بعد التي تستخدم لتحليل صحة النباتات والكائنات البيئية. على الرغم من أن كليهما يستخدم الأطوال الموجية في النطاقات الأحمر والأشعة تحت الحمراء القريبة، إلا أن هناك بعض الاختلافات المهمة بينهما.

أولاً: مؤشر الغطاء النباتي المقاوم للغلاف الجوي (*ARVI* Atmospherically Resistant Vegetation Index)

هو مؤشر يستخدم لتحليل بيانات الاستشعار عن بعد في المناطق ذات التلوث الجوي العالمي وتحسين دقتها، ويستخدم بشكل رئيسي في تقدير صحة النباتات والتربة الزراعية، ويعتبر أكثر استقراراً في الظروف الجوية القاسية ويتمتع بميزة إضافية في أنه يحاول تصحيح التأثيرات الناتجة عن التربة العارية أو الأجسام غير النباتية، وذلك باستخدام أطوال موجية أكثر دقة لتقليل تأثير التربة أو الماء على القراءة (Liu et al, 2004).

يتم حسابه باستخدام بيانات الطيف التي تشمل الأطوال الموجية للأشعة تحت الحمراء القريبة، الأحمر، والأزرق، الموضحة في المعادلة الآتية:

$$ARVI = \frac{(NIR - (Red - B))}{(NIR + (Red - B))}$$

حيث:

NIR = نطاق الأشعة تحت الحمراء القريبة.

Red = نطاق الأشعة الحمراء.

B = نطاق الأشعة الزرقاء.

تستخدم هذه الصيغة لتقليل التأثيرات على القياسات، حيث تم تطويره خصيصاً لتقليل التأثيرات الجوية مثل الغبار والسحب والتداخلات بين الأطوال الموجية المختلفة، من خلال استخدام النطاق الأزرق في الحساب لتصحيح تلك التأثيرات، مما يجعل *ARVI* أكثر دقة في الظروف الجوية غير الملائمة، ويمكن حسابه باستخدام نفس المصادر ل (*NDVI*) إلا أنه يتطلب بيانات إضافية في نطاق الأشعة الزرقاء، مما قد يعقد بعض العمليات الحسابية (Liu et al, 2004).

ثانياً: مؤشر الاختلاف النباتي الطبيعي (*NDVI* Normalized Difference Vegetation Index)

هو المؤشر الأكثر استخداماً في مراقبة الغطاء النباتي، تقييم الغابات، ومراقبة التغيرات البيئية، ويعكس التباين بين امتصاص النبات للضوء الأحمر وانعكاسه في الأشعة تحت الحمراء القريبة، ويكون مناسب أكثر للمناطق ذات الغطاء النباتي الكثيف، لكن قد يعاني من تأثيرات التربة العارية أو المواد غير النباتية (مثل الماء أو الرمال)، وقد يتأثر بتغيرات الغلاف الجوي مثل الغيوم والضباب أو تأثيرات السحب والغبار، مما قد يؤدي إلى نتائج غير دقيقة في بعض الظروف (Liu et al, 2004). يمكن حساب *NDVI* باستخدام المعادلة الآتية:

$$NDVI = \frac{(NIR - Red)}{(NIR + Red)}$$

حيث:

NIR = الأشعة تحت الحمراء القريبة.

Red = الأشعة الحمراء.

يمكن حساب *NDVI* باستخدام معظم الأقمار الصناعية مثل *Landsat* و *MODIS* و *Sentinel-2*.

منهجية البحث

اعتمدت الدراسة منهجاً تحليلياً تطبيقياً على مدينة طرابلس الليبية وضواحيها وفق الآتي:

استخدم في هذا البحث لوصف التغير في الغطاء النباتي بمدينة طرابلس الكبرى في فترات زمنية متعددة بعد معالجة الصور الفضائية لتصحيحها وتحسينها ومن ثم استخراج مؤشرات التغير المستخدمة بهذه الدراسة وتحليل تغيراتها المكانية والزمنية. واستخدم هذا المنهج في مقارنة تغيرات الغطاء النباتي السنوية ودراستها بمرور الزمن بعد جمع صور أقمار صناعية متعددة للتواريخ للفترة (2016 – 2025).

استخدام التحليل المدمج لمؤشري (*NDVI*) و (*ARVI*):

تتمثل مشكلة طريقة العمل بهذا البحث في أن مؤشر الغطاء النباتي المقاوم للغلاف الجوي (*ARVI*) يفسر الأراضي الجرداء والتربة المكشوفة والمباني كغطاء نباتي بسبب ارتفاع قيمة الانعكاس، مما يؤدي إلى قراءات غير دقيقة. تم تقديم حل لهذه المشكلة وهو استخدام مؤشر الغطاء النباتي الطبيعي (*NDVI*) كقناع أو مرشح بحيث يعطي قيمة منخفضة جداً أو صفراً للمناطق الحالية من النباتات مثل الأراضي المكشوفة والمباني، لذا فإن تطبيق معادلة برمجية (بلغه بايثون) تجمع بين المؤشرين يمكن أن يصبح عيوب (*ARVI*) ويزيد من دقة التحليل، لذلك تم تحميل مؤشر الغطاء النباتي (*NDVI*) بنفس الأيام المختارة في السنة لمؤشر (*ARVI*) حيث تم تطبيق تلك الخطوات لكل سنة على حدة (أي تم تنزيل بيانات كلا المؤشرين لكل سنة وتم قصها على منطقة الدراسة وطبقت المعادلة السابقة الذكر) وهذا التحليل يعتبر متقدم ويعطي نتائج دقيقة.

النتائج والمناقشة:

لحساب درجة تدهور الغطاء النباتي في منطقة الدراسة تم تقسيم الغطاء النباتي إلى عدد من الفئات حسب معطيات الجدول (1) كالآتي:

جدول (1) مقدار مؤشر الاختلاف الخصري الطبيعي (*NDVI*)

النوع	الفئات
غطاء نباتي معدوم	< 0
غطاء نباتي قليل الكثافة	0.2 – 0.0
غطاء نباتي متوسط الكثافة	0.7 – 0.3
غطاء نباتي كثيف	1 – 0.8

aHMED f. mAHDI aND aMAL m SALAH evaluation of land degradation of mymona project in misan government by 2020. p 1767. pLANT ARCHIVES VOLUME 20 nO. 1 using remote sensing

نلاحظ من الخرائط والجدول أن منطقة الدراسة قسمت وفقاً لقيم المؤشر (*NDVI*) إلى أربع مستويات وهي:

1. مستوى الأراضي ذات الغطاء النباتي المعدوم

يتضح من الجدول (1) والشكل (2) و (3) أن مستوى الأراضي ذات الغطاء النباتي المعدوم شغل أكثر مساحة للغطاء النباتي في منطقة الدراسة إذ تراوحت ما بين (200511.9)

3. مستوى الأراضي ذات الغطاء النباتي المتوسط الكثافة
تراوحت مساحته ما بين (1292.1 و 3434.1 هكتار) ونسب (0.5 و 1.4%) خلال الفترة (2016 – 2025).

4. مستوى الأراضي ذات الغطاء النباتي الكثيف
هذا المستوى من الغطاء النباتي يكاد يكون معدوم في منطقة الدراسة فقد تراوحت مساحته ما بين (106.2 و 582.9 هكتار) ونسب بلغت (0.0 و 0.2%) للفترة الزمنية من 2016 إلى 2025، كما يتضح من الخرائط والأعمدة البيانية أن تدهور الغطاء النباتي زادت مساحته بعد عام (2019).

و 232014.1 هكتار) ونسبة بلغت (82% و 95%) على التوالي للسنوات (2016-2025).

2. مستوى الأراضي ذات الغطاء النباتي القليل الكثافة
شغل هذا المستوى معظم منطقة الدراسة من حيث المساحة والنسبة فقد بلغت مساحتها عام (2019) نحو (38806.5 هكتار) ونسبة بلغت (15.9%) من المساحة الكلية للمدينة، اما خلال عامي (2017 و 2022) بلغت نحو (17750.6 و 17364.1 هكتار) ونسبة بلغت (7.3 و 7.1%) على التوالي، ثم اخذت بالانخفاض خلال الأعوام (2020 و 2021 و 2023 و 2024) لتبلغ نحو (10037.6 و 11394.3 و 12453.4 و 11755.1 هكتار) ونسب (4.1 و 4.7 و 5.1 و 4.8%) على التوالي.

جدول (2) تغير نسبة مؤشر الاختلاف الخضري الطبيعي (NDVI) ومساحته في طرابلس الكبرى للفترة (2016 – 2020)

المستويات	2020		2019		2018		2017		2016		السنوات
	النسبة (%)	المساحة (هكتار)	النسبة (%)	المساحة (هكتار)	النسبة (%)	المساحة (هكتار)	النسبة (%)	المساحة (هكتار)	النسبة (%)	المساحة (هكتار)	
غطاء نباتي معدوم	95.3	232014.1	82.4	200511.9	92.0	223999.8	91.4	222478.8	93.0	226435.6	
غطاء نباتي قليل الكثافة	4.1	10037.6	15.9	38806.5	6.7	16218.5	7.3	17750.6	5.9	14481.2	
غطاء نباتي متوسط الكثافة	0.5	1292.1	1.4	3434.1	1.1	2774.8	1.1	2773.3	1.0	2279.5	
غطاء نباتي كثيف	0.0	106.2	0.2	582.9	0.2	379.8	0.2	385.5	0.1	220.6	
المجموع	100	243450	100	243450	100	243450	100	243450	100	243450	

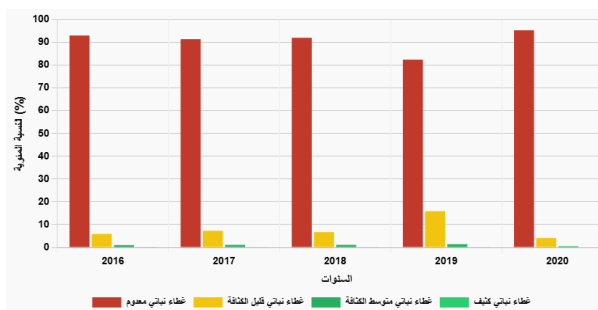
المصدر: من عمل الباحثة بالاعتماد على صور فضائية (Sentinel-2) وبرنامج (Arc gis pro)



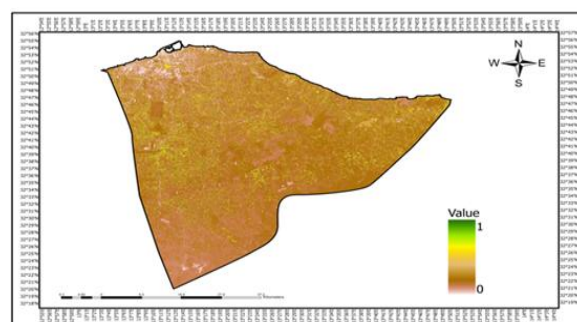
خريطة (3): مؤشر الغطاء النباتي المقاوم للغلاف الجوي (ARVI) باستخدام قناع (NDVI) لعام (2017)



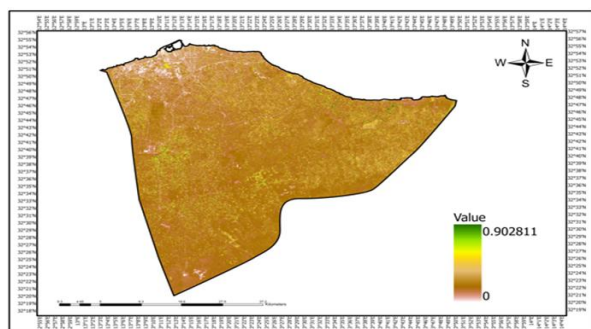
خريطة (4): مؤشر الغطاء النباتي المقاوم للغلاف الجوي (ARVI) باستخدام قناع (NDVI) لعام (2018)



شكل (1): النسبة المئوية لمؤشر الغطاء النباتي في طرابلس الكبرى (2016 – 2020)



خريطة (2): مؤشر الغطاء النباتي المقاوم للغلاف الجوي (ARVI) باستخدام قناع (NDVI) لعام (2016)



خريطة (6): مؤشر الغطاء النباتي المقاوم للغلاف الجوي (*ARVI*) باستخدام قناع (*NDVI*) لعام (2020)



خريطة (5): مؤشر الغطاء النباتي المقاوم للغلاف الجوي (*ARVI*) باستخدام قناع (*NDVI*) لعام (2019)

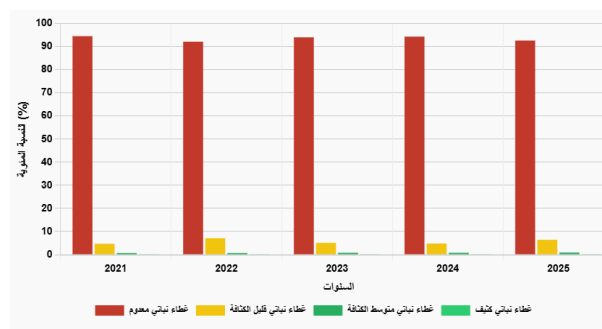
جدول (3) تغير نسبة مؤشر الاختلاف الحضري الطبيعي (*NDVI*) ومساحته في طرابلس الكبرى للفترة (2021 – 2025)

2025		2024		2023		2022		2021		المستويات السنوات
النسبة (%)	المساحة (هكتار)	النسبة (%)	المساحة (هكتار)	النسبة (%)	المساحة (هكتار)	النسبة (%)	المساحة (هكتار)	النسبة (%)	المساحة (هكتار)	
92.6	225436.96	94.3	229514.9	94.0	228913.9	92.1	224123.1	94.5	230064.3	غطاء نباتي معدوم
6.4	15572.3	4.8	11755.1	5.1	12453.4	7.1	17364.1	4.7	11394.3	غطاء نباتي قليل الكثافة
0.9	2267.8	0.8	1976.5	0.8	1882.2	0.7	1778.4	0.7	1821.1	غطاء نباتي متوسط الكثافة
0.1	185.4	0.1	199.5	0.1	202.5	0.1	186.2	0.1	170.9	غطاء نباتي كثيف
100	243450	100	243450	100	243450	100	243450	100	243450	المجموع

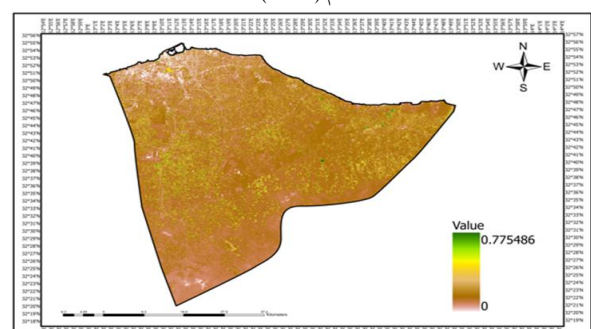
المصدر: من عمل الباحثة بالاعتماد على صور فضائية (Sentinel-2) وبرنامج (Arc gis pro)



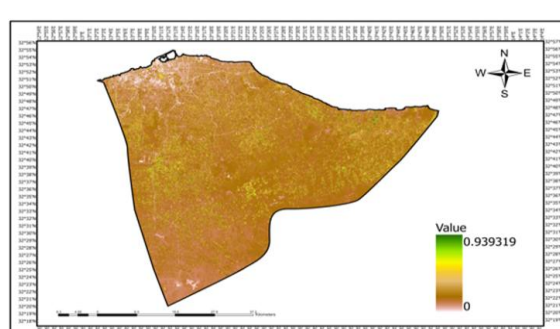
خريطة (8): مؤشر الغطاء النباتي المقاوم للغلاف الجوي (*ARVI*) باستخدام قناع (*NDVI*) لعام (2022)



شكل (2): النسبة المئوية لمؤشر الغطاء النباتي في طرابلس الكبرى (2021 – 2025)



خريطة (9): مؤشر الغطاء النباتي المقاوم للغلاف الجوي (*ARVI*) باستخدام قناع (*NDVI*) لعام (2023)



خريطة (7): مؤشر الغطاء النباتي المقاوم للغلاف الجوي (*ARVI*) باستخدام قناع (*NDVI*) لعام (2021)

الاستراتيجيات البيئية الفعالة. وهذا التغير يؤدي إلى تدهور الغطاء النباتي وتفاقم العوامل المناخية، مثل فترات الجفاف المتكررة وارتفاع درجات الحرارة، خاصة في هذه البيئة شبه الجافة. تُساهم الممارسات البشرية المختلفة، بما في ذلك إدارة الأراضي والأنشطة الزراعية، في هذه الديناميكيات. تُشير الآثار المترتبة على تغير الغطاء النباتي في طرابلس إلى تحديات بيئية واجتماعية واقتصادية كبيرة. ففقدان الغطاء النباتي يُسهم في تفاقم ظاهرة الجزر الحرارية الحضرية، ويُقلل من التنوع البيولوجي، ويُسرّع من تدهور التربة والتصحر، ويُعقد إدارة الموارد المائية. كما أن هذه التغيرات تُهدد الأمن الغذائي وتؤثر سلباً على صحة ورفاهية السكان، مما يُقلل من جودة الحياة الحضرية. كما تؤكد الدراسة على ضرورة دمج نظم المعلومات الجغرافية والاستشعار عن بعد في عمليات التخطيط البيئي والعمراني لطرابلس، لما توفره من دقة وسرعة في كشف التغيرات. كما توصي الدراسة بضرورة إعادة تأهيل المساحات الخضراء، وإنشاء حدائق حضرية جديدة، وتشجيع الزراعة داخل المدن كجزء من خطة طويلة المدى لمواجهة آثار التغير المناخي المحلي وتحسين جودة الحياة في المدينة.

الشكر والتقدير

الشكر موصول إلى م. رغد الأسطى للقيام بالتحليل الإحصائي - قسم نظم المعلومات الجغرافية، والله ولي التوفيق.

المراجع:

- جاسم، حوراء، نسرين الجصاني، حسين الشمري. 2021. دور تقنيتي الاستشعار عن بعد ونظم المعلومات الجغرافية في كشف وتحليل التغير في الغطاء النباتي في محافظة النجف الاشرف باستخدام مؤشري (NDVI و ARVI). مجلة الآداب. ملحق (2) العدد 139.

Alharbi, F., & Al-Musharraf, H. (2021). Analysis of vegetation changes in Riyadh using GIS technology. *Journal of Urban Environmental Studies*, 15(2), 121-135.

Bashir, A., & Zaidan, M. (2017). Monitoring vegetation changes in Tripoli using GIS. *Libyan Journal of Environmental Studies*, 11(3), 189-198.

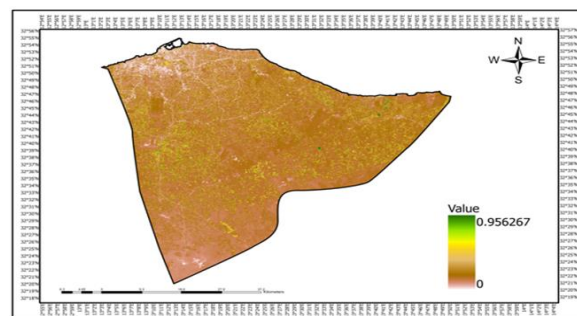
Bashir, A., Zaidan, M., & Ali, H. (2019). Impact of vegetation loss in Tripoli on the local environment. *Environmental Science and Technology*, 28(4), 543-558.

El-Sherif, M., Osman, A., & Hafez, F. (2021). Vegetation cover analysis in Tripoli using remote sensing data. *International Journal of Environmental Monitoring*, 32(2), 205-217.

Kaufman, Y. J., & Tanre, D. (1992). Atmospherically resistant vegetation index (ARVI) for EOS-MODIS. *IEEE Transactions on Geoscience and Remote Sensing*, 30(2), 261-270.

Liu, G.-R., Liang, C.-K., Kuo, T.-H., Lin, T.-H., & Huang, S.-J. (2004). Comparison of the NDVI, ARVI and AFRI vegetation index, along with their relations with the AOD using SPOT 4 vegetation data. *Terrestrial, Atmospheric and Oceanic Sciences*, 15(1), 15-31.

Mahdi, A. F., & Salah, A. M. (2020). EVALUATION OF



خريطة (10): مؤشر الغطاء النباتي المقاوم للغلاف الجوي (ARVI) باستخدام قناع (NDVI) لعام (2024)



خريطة (11): مؤشر الغطاء النباتي المقاوم للغلاف الجوي (ARVI) باستخدام قناع (NDVI) لعام (2025)

التوصيات

بناءً على هذه النتائج، تُقدم الدراسة التوصيات التالية لصناع القرار والجهات المعنية بالتخطيط الحضري والإدارة البيئية المستدامة في طرابلس:

- يجب دمج بيانات الغطاء النباتي في المخططات العمرانية الرئيسية لتوجيه التنمية المستدامة، وحماية المساحات الخضراء القائمة، وتشجيع التوسع الرأسي للمباني بدلاً من الزحف الأفقي على الأراضي الزراعية والطبيعية.
- تنفيذ مبادرات لزيادة المساحات الخضراء الحضرية وإعادة تأهيلها، وزراعة الأنواع النباتية المحلية المقاومة للجفاف وإنشاء حدائق حضرية جديدة، وتطوير الأسطح الخضراء والجدران الخضراء للتخفيف من تأثير الجزر الحرارية.
- إدارة الموارد المائية باعتماد ممارسات ري مستدامة، وتطوير أنظمة لجمع مياه الأمطار وإعادة استخدامها لدعم الغطاء النباتي الحضري في بيئة تعاني من ندرة المياه.
- زيادة الوعي العام بأهمية الغطاء النباتي وخدماته البيئية، وتشجيع المجتمعات المحلية على المشاركة في مبادرات التشجير والحفاظ على البيئة.
- الاستمرار في تتبع تغيرات الغطاء النباتي باستخدام تقنيات الاستشعار عن بعد ونظم المعلومات الجغرافية لما توفره من دقة وسرعة في كشف التغيرات.

الخلاصة

من خلال هذه الدراسة، تتضح الحاجة إلى التركيز على البيئة الحضرية، خصوصاً في المدن التي تعاني من تدهور الغطاء النباتي مثل طرابلس الكبرى، في محاولة لتوفير حلول بيئية تعتمد على تقنية الاستشعار عن بعد ونظم المعلومات الجغرافية لمعالجة التحديات المناخية والحرارية.

قدمت هذه الدراسة تحليلاً شاملاً للتغيرات في الغطاء النباتي بمدينة طرابلس الكبرى باستخدام تقنية الاستشعار عن بعد ونظم المعلومات الجغرافية. كشفت النتائج عن أنماط مكانية وزمانية واضحة في تغير الغطاء النباتي، حيث توصلت الدراسة إلى أن المدينة شهدت تراجعاً ملحوظاً في الغطاء النباتي خلال العقود الأخيرة، نتيجة التوسع العمراني غير المخطط والسرّيع وغياب

- sensing approach. *Climate Change and Environmental Research*, 20(3), 233-248.
- Zhang, X., & Wang, H. (2020). Impact of vegetation loss on surface temperature in China. *Environmental Pollution*, 264, 114755. <https://doi.org/10.1016/j.envpol.2020.114755>.
- LAND DEGRADATION OF MYMONA PROJECT IN MISAN GOVERNMENT BY USING REMOTE SENSING. *Plant Archives*, 20(1), 1767.
- Singh, A., Patel, R., & Shankar, M. (2022). Vegetation and surface temperature in Indian cities: A remote