LJEEST

ISSN 2710-5237
www.srcest.org.ly/jou

المجلة الليبية لعلوم وتكنولوجيا البيئة

Libyan Journal of Ecological & Environmental Sciences and Technology(LJEEST)

DOI: https://doi.org/10.63359/jyfne871

# تقييم الغطاء النباتي في محمية الكوف، ليبيا باستخدام تقنيات الاستشعار عن بعد ونظم المعلومات الجغرافية (2015-2023)

نجاة محمد المسماري[1] خميس إدريس العجيل[2]

ARTICLE INFO

*Vol. 7 No. 2 August, 2025*

Pages (A29-35)

*Article history:*
Revised form 15 June 2025
Accepted 14 July 2025

*Authors affiliation*
*1- Department of Spatial Information Systems & Remote Sensing - Faculty of Natural Resources and Environmental Sciences, Omar Al-Mukhtar University.*
*najat.almesmari@omu.edu.ly*
*2- Department of Wildlife - Faculty of Natural Resources and Environmental Sciences, Omar Al-Mukhtar University.*
*khamees.alagaeel@omu.edu.ly*

***Keywords:***
*Vegetation, Remote Sensing, GIS, density, National Park.*

© 2025
Content on this article is an open access licensed under creative commons CC BY-NC 4.0.

**الملخص**

تهدف هذه الدراسة إلى تقييم الوضع الراهن للغطاء النباتي في منتزه الكوف الوطني ومعرفة التغييرات التي طرأت عليه خلال الفترة الزمنية الممتدة من 2015 إلى 2023. تم استخدام تقنيتي الاستشعار عن بعد ونظم المعلومات الجغرافية، بالاعتماد على مرئيات القمر الصناعي Landsat 8 ومؤشر الاختلاف النباتي المعياري (NDVI) بواسطة برنامج نظم المعلومات الجغرافية QGIS، للكشف عن التغيرات في الغطاء النباتي على مساحة قدرت بحوالي 5000 هكتار تقريباً من المنتزه. أظهرت نتائج تحليل قيم مؤشر NDVI انخفاضاً من 0.7043 في 2015 سنة إلى 0.6318 في سنة 2023. صنفت منطقة الدراسة إلى ثلاث فئات: غطاء نباتي قليل الكثافة وغطاء نباتي متوسط الكثافة وغطاء نباتي كثيف. بيّن تحليل النتائج للفترة الزمنية المدروسة حدوث تراجع في المساحات التي صنفت غطاء نباتي قليل الكثافة وغطاء نباتي متوسط الكثافة بنسبة تغير -18.5% و - 2.34% على التوالي، مما قابله زيادة في المساحات التي صنفت كغطاء نباتي كثيف بنسبة تغير 14.99. نشير نتائج الدراسة وجود تغير في الكثافة والمساحة والانتشار للغطاء النباتي بمنطقة الدراسة. سجلت انتهاكات واعتداءات على الغطاء النباتي وتعرض أجزاء واسعة للقطع واستخدمت في تجارة الفحم.

## Assessment Of Vegetation Cover In The El-Kouf National Park, Libya, Using Remote Sensing And GIS Technologies (2015-2023)

Najat Mohammed Almesmari[1] Khamees Edrees Alageel[2]

This study aims to assess the current status of vegetation cover in the El-Kouf National Park and to identify the changes that occurred between 2015 and 2023. Remote sensing and Geographic Information Systems (GIS) technologies were employed, utilising Landsat 8 imagery and the Normalised Difference Vegetation Index (NDVI) through QGIS software, to detect vegetation cover changes over an area estimated at approximately 5,000 hectares of the park. The NDVI analysis showed a reduction from 0.7043 in 2015 to 0.6318 in 2023. The study area was classified into three categories: low-density vegetation, medium-density vegetation, and high-density vegetation. The analysis of the results for the studied years indicated a decrease in areas classified as low-density and medium-density vegetation, with a change rate of -18.5% and -2.34%, respectively, while areas classified as high-density vegetation increased by 14.99%. The study findings indicate changes in the density, extent, and distribution of vegetation cover in the study area. Violations and encroachments on the vegetation cover were recorded, including illegal logging and charcoal production.

## المقدمة

تعرف المحميات على أنها مساحات من الأراضي أو المياه الساحلية أو الداخلية تتميز بما تتضمنه من كائنات حية نباتية، أو حيوانية وأسماك، أو ظواهر طبيعية ذات قيمة ثقافية وعلمية وسياحية وجمالية، وذكر الحديثي وعبدالنبي (2014) بأنها منطقة محدده جغرافياً تصمم وتدار من أجل الوصول إلى أهداف معينة. وعرفت من قبل الاتحاد الدولي لصون الطبيعة (IUCN) على أنها منطقة من الارض أو البحر تدار بشكل خاص لحماية وصيانة التنوع الحيوي والموارد الطبيعية والحضارية ذات العلاقة والتي تتم إداراتها عبر وسائل قانونيه أو وسائل أخرى فعالة، ولا تعني فكرة المحميات بالضرورة أماكن مغلقة و أنما هدفها هو منع النشاط الانساني للمناظر والمكونات الطبيعية النادرة مع الحفاظ على التوازن بين الممارسات التقليدية و الابقاء على ميزة الموقع (دعبس، 1999)، وتتنوع المحميات فمنها ما هي مخصصة للغابات ، البراري ، أشجار ونباتات المناطق الاستوائية، أشجار ونباتات الشواطئ البحرية الخاصة والتي تحتضن أنواع وأصناف نباتات مميزة ؛ كما أن لها دوراً هاماً في تعزيز السياحة البيئة والتنمية المستدامة Alkuhaily, (2024).

تعد محمية الكوف أول المحميات في ليبيا وقدرت مساحتها حوالي 100000هكتار من الأراضي الجبلية والساحلية وتمثل 30% من مساحة الجبل الأخضر وتقلصت مساحتها إلى حوالي 8000 هكتار فقط وذلك لظروف المنطقة الاجتماعية. وفي الآونة الأخيرة تأثرت بعده عوامل طبيعية مختلفة ومتنوعة نظراً لموقعها الجغرافي والتي أثرت سلباً على المكونات النباتية والحيوانية. تم إنشاء هذه المحمية لاستغلالها تجارياً ولغرض السياحة والترويح الخلوي والبحث العلمي والحفاظ على التنوع الحيوي أيضاً، كما أن وجود هذه المحميات دليل على الوعي البيئي (منيسي، 2008).

تستخدم التقنيات الحديثة في رصد ومعرفة التغيرات في الغطاء النباتي كتقنية الاستشعار عن بعد ونظم المعلومات الجغرافية حيث إن الصور الفضائية توفر تغطية كاملة وشاملة مساحية وزمنية ودائمة للأراضي المتدهورة والتصحر مما يساعد على مراقبة التغيرات الحادثة في المنطقة (الغرياني، 2016). فالاستشعار عن بعد هو علم دراسة الظاهرات والظواهر الأرضية عن بعد دون الاتصال المباشر معها وقد استخدم دندراوي (2015) تقنية الاستشعار عن بعد في استخراج وتحليل مؤشرات نباتية في محمية صباح الأحمد بالكويت حيث أظهرت النتائج بأن هذه التقنيات استخدمت كأداة فعالة وسريعة في الحصول على أفضل النتائج وأرخص التكاليف واختزال الجهد والوقت.

استخدمت تقنية الاستشعار عن بعد ونظم المعلومات الجغرافية في الكشف عن التغير في الغطاء النباتي في محافظة النجف في المدة الزمنية (1984-2018) من خلال المعالجة الرقمية لخمس مرئيات فضائية للقمر الصناعي Landsat 8 من خلال استخدام مؤشر (NDVI) ومؤشر الغطاء النباتي المعدل للتربة (SAVI). أظهرت دراسة على الغطاء النباتي في محافظة النجف وجود انحسار كبير فيه خلال مدة الدراسة، بحيث بلغ مستوي الأراضي ذات الغطاء النباتي قليل الكثافة المساحة الأكبر للأعوام 1984-2018 والتي تقع ضمن منطقة الهضبة الغربية (جاسم وأخرون، 2021). وهدفت دراسة .Al-Mazoughi & Aoun (2021) إلى تقييم ورصد التغير في الغطاء النباتي في منطقة الشمال الشرقي من سهل جفارة؛ وقد اعتمد في الدراسة على حساب مؤشرNDVI لبيانات المرئيات الفضائية للقمر الصناعي لاند سات Landsat للسنوات (2008-2014-2020) حيث تم تصنيف المنطقة بناء على قيم المؤشر NDVI إلى أربعة أصناف تمثل كثافة الغطاء النباتي لمنطقة الدراسة، (غطاء غير نباتي، وغطاء نباتي قليل الكثافة، وغطاء نباتي متوسط الكثافة، وغطاء نباتي كثيف) وقد وجد من خلال تحليل النتائج للفترة الزمنية من سنة 2008 إلى 2020 تناقص المساحات التي صنفت كغطاء نباتي كثيف و متوسط الكثافة وغطاء نباتي قليل الكثافة بنسبة تغير (-5.3%) و (-36%) و (-27.9%) على التوالي ، الأمر الذي ترتب عليه زيادة في المساحات التي صنفت كغطاء غير نباتي بنسبة تغير (51.3%) وأُرجع هذا التدهور للأنشطة بشرية.

درس Al-Dubaihi (2023) التغير في كثافة الغطاء النباتي لروضة خريم خلال الفترة 1998-2022 باستخدام تقنية الاستشعار عن بعد ونظم المعلومات الجغرافية حيث تم استخدام المرئيات الفضائية للقمر الصناعي لاند سات "Landsat" 5 و8. حيث اعتمدت الدراسة على دراسة مؤشرNDVI وعلاقة ذلك بمعدلات التساقط في نطاق الدراسة وتوصلت هذه الدراسة إلى أن التغطية النباتية بروضة خريم شهدت تغيراً سلبياً بشكل عام خلال فترة الدراسة، حيث بلغت نسبة التغير بشهر يناير 8.4% ويونيو 49.4%. لذلك أوصت الدراسة بضرورة تكامل وتواصل المؤسسات بالحفاظ على الغطاء النباتي.

وضمت دراسة اجراها المطلق (2022) ثلاث محميات طبيعية وهي محمية حرة الحرة، ومحمية الوعول، ومحمية محازة الصيد في المملكة العربية السعودية باستخدام الأساليب التقنية المكانية —كنظم المعلومات الجغرافية والاستشعار عن بعد — فقد تأثر الغطاء النباتي بالعوامل الجغرافية مثل درجة الحرارة والارتفاع، والتساقط المطري، و وعورة السطح وغيرها. كما أوضحت هذه الدراسة تأثير التباين التضاريسي في المحميات الثلاثة حيث يتميز السطح باستوائه في محمية حرة الحرة بينما يتميز سطح محمية الوعول بوعورته من الأودية الجافة بينما يتميز باستوائه مع انحدار في الجهة الغربية في محمية محازة الصيد. ومن ناحية أخري فقد سجل مؤشر NDVI تراجعاً لهذا الغطاء في عام (2020) عن عام (2015) لمحمية حرة الحرة ومحمية الوعول في حين تزايدت مساحة الغطاء النباتي في عام (2020) عن عام (2015) لمحمية محازة الصيد وهناك تفاوت متوسط في درجات الحرارة ومعدل الأمطار السنوي للمحميات الثلاثة.

تتعرض المحميات الطبيعية والمنتزهات الوطنية في ليبيا لأخطار كثيرة بسبب الظروف السائدة والإهمال حيث وجد بأن 6 من أصل 20 محمية ومتنزهاً تحولت إلى أراضي مشاعة، وتعد محميات الجبل الأخضر الأهم في ليبيا وتضم عدد كبير من المتنزهات الطبيعية ولكن غياب تطبيق القوانين والسلطة الرقابية شجع على التعدي عليها. وذكر **الحديثي وعبد النبي** (2014) بأن محمية الكوف تتمتع بمعظم معايير إنشاء المحمية حيث تم إنشاؤها في عام 1973 م إلا أن إدارتها كانت تفتقر للكفاءة وغير متخصصة مما أدى إلى اختفاء أي وظيفة للمحمية عبر الزمن وتعرضها للاعتداء المتزايد ويعد تقييم ومعرفة الوضع الحالي وما وصل إليه الغطاء النباتي والتنوع الحيوي بمحمية الكوف من الضروريات الملحة من أجل الوقوف على حالتها ووضع الخطط التنموية اللازمة وذلك من خلال استخدام تقنيات الاستشعار عن بعد التي تغطي مساحات واسعة خلال فترة وجيزة.

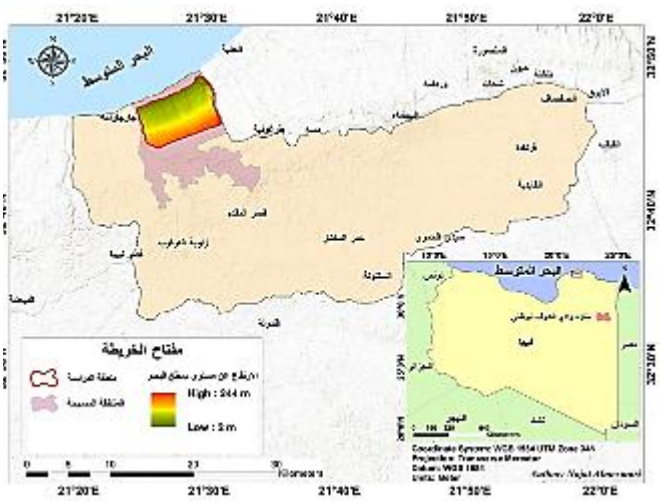
ومع ضرورة الاعتماد على المحميات الطبيعية و والمنتزهات الوطنية كواجهة لحفظ التنوع الحيوي النباتي جاءت فكرة إنشاء أول منتزه وطني في ليبيا بمنطقة الجبل الأخضر وهو منتزه وادي الكوف الذي انشاء عام 1977 ثم تلاه مجموعة أخري من المنتزهات والمحميات التي تم اختيارها في مواقع مختلفة ومتباينة جغرافياً ومناخياً وطبوغرافياً حيث بلغ عددها حوالي 12 محمية ومنتزه منها محمية الهيشة الجديدة ومحمية بير عياط ومحمية مسلاته ومحمية نالوت ومحمية زلطن ( البحيرة ) بينما ضمت مجموعة من المنتزهات منها منتزه وادي الكوف و منتزه أبو غيلان ومنتزه صرمان ومنتزه صبراته ومنتزه النقازة ومنتزه الاحياء البرية بطرابلس ومنتزه القربولي بمساحة قدرت بحوالي 303900 هكتار (**دعبس ، 1999**) غير أنها تقع جميعاً في المنطقة الغربية من ليبيا ولم تحظ منطقة الجبل الأخضر بإقامة أي نوع من المحميات باستثناء منتزه الكوف.

هذه الدارسة تأتي لتحديد مساحة منتزه وادي الكوف الوطني في إطار جغرافي في أهم منطقة من مناطق ليبيا وهي منطقة الجبل الأخضر ، وترجع اهمية المحميات الطبيعية في كونها تضم مخزونا طبيعيا للحيوانات والنباتات ، كما يحافظ دورها البيئي على تواجد الكائنات الحية وحمايتها من التدهور والانقراض وتعتبر مناطق المحميات الطبيعية والمنتزهات الوطنية هي الأساس في ضمان استمرار التنوع الحيوي الطبيعي (**عودة ، 2005**) وحفظ الجينات الوراثية للحياة البرية ، كما تسهم هذه المنتزهات في صيانة الموارد وتدعم التنمية وذلك عن طريق ضمان صيانة الكفاءة الإنتاجية للبيئة الطبيعية وبالتالي استمرار الاستفادة من المياه والمنتجات النباتية والحيوانية ، ومع كل هذه المقومات التي ذكرت إلا أن منطقة الدراسة تفتقر إلى الحماية والمراقبة المتمثلة في إقامة مثل هذه المنتزهات للحفاظ على التنوع البيئي بها ، وتحاول هذه الدراسة المبنية على الخرائط التخطيطية أن تبرز المقومات الجغرافية التي استنزفت في هذه المنطقة وأدت الى فقدان الانواع الحية التي كان لها الاثر الواضح على الاخلال بالتوازن الطبيعي .

تهدف هذه الدراسة إلى تقييم الوضع الراهن والكشف عن التغير في الغطاء النباتي في محمية الكوف التي حدثت خلال الفترة الزمنية الممتدة بين 2015 إلى 2023 باستخدام تقنية الاستشعار عن بعد ونظم المعلومات الجغرافية.

## المواد والطرق:

يقع منتزه وادي الكوف في المصطبة الأولى والثانية من الجبل الاخضر بين دائرتي عرضَ 30°32- 50°32 شمالاً وخطي طولَ 20°21 – 30°21 شرقاً، ويخترق الطريق العام مروراً بالمرج إلى البيضاء كما تقع مدينة شحات في الحدود الشمالية للمنتزه (**بوعوينه،2011**). يبدأ الوادي من مستوي سطح البحر ليصل إلى 800م فوق سطح البحر في عدد من المصاطب أو المدرجات الجنوبية مشكلاً سهلاً ساحلياً ضيقاً وهضبة متوسطة ثم هضبة عليا (**الزربي والعائب، 2016**). وتبلغ المساحة المسيجة 8000 هكتار وقد شملت الدراسة مساحة قدرت بنحو 5000 هكتار تقريباً من ضمن هذه المساحة المسيجة ويتراوح ارتفاعها من 2- 244م فوق سطح البحر (الشكل .




**الشكل (1): خريطة لمنطقة الدراسة**

تم انشاء ملف مساحي Polygon ليمثل مساحة لمنطقة الدراسة من ضمن المنطقة المسيجة لمحمية وادي الكوف بصيغة (Shape file)، وذلك بعد تنفيذ عملية الارجاع الجغرافي لخريطة ممسوحة ضوئياً للبيئة النباتية لمنتزه الكوف الوطني – المنطقة المسيجة المعدة من قبل المركز العربي لدراسات المناطق الجافة والأراضي القاحلة "اكساد" (**اكساد، 1980**) وترقيم المساحة المراد دراستها، وذلك باستخدام برنامج لنظم المعلومات الجغرافية. تم اقتطاع منطقة الدراسة من الصورة الفضائية، لأن المرئيات الفضائية المستخدمة تغطي مساحة كبيرة (185كم عرض × 180كم طول) لذا أجريت هذه العملية لتقليل حجم البيانات بدلاً من تحليل بيانات الصورة الفضائية كاملة.

تم في هذه الدراسة استخدام مرئيات من بيانات ملتقطة بواسطة القمر الصناعي Landsat 8 ويمتلك القمر مستشعرين ضوئيين الأول Operational Land Imager (OLI) والثاني Thermal Infrared Sensor (TIRS) الحراري وبدقة مكانية 30م للسنوات 2015 و2023 (جدول رقم 1)، وقد تم مراعاة أن تكون المرئيات ملتقطة في نفس الشهر من السنة لتفادي الاختلافات الفصلية للغطاء النباتي وأن تكون خالية من السحب كلما أمكن ذلك.

**الجدول (1): خواص القمر الصناعي المستخدم في الدراسة الحالية**

| القمر الصناعي | نوع المستشعر | عدد القطاعات الطيفية | مسار القمر الصناعي | | تاريخ الالتقاط | الدقة المكانية | الدقة الزمنية |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | Path | Row | | | |
| Landsat 8* | OLI / TIRS | 11 | 37 | 183 | 2015.05.06<br>2023.05.12 | 30 | 16 |

*متوفر على موقع هيئة المسح الجيولوجي الأمريكية (USGS)

استخدم المنتج Landsat 8 Collection 2 -Tier – 1- Level 2. وهذا المنتج يحتوي على مجموعة من البيانات المصححة من تأثيرات الغلاف الجوي (Atmospheric Correction) لانعكاس السطح (Surface Reflectance "SR") ودرجة حرارة سطح الأرض (Surface Temperature "ST") المستمدة من البيانات التي تنتجها مستشعرات Landsat 8 OLI / TIRS. تحتوي هذه الصور على خمس نطاقات مرئية وقريبة من الأشعة تحت الحمراء (VNIR) ونطاقي أشعة تحت حمراء قصيرة الموجة (SWIR) ، ونطاق حراري واحد للأشعة تحت الحمراء (TIR). كما أنها تحتوي على نطاقات وسيطة تُستخدم في حساب منتجات ST، بالإضافة إلى نطاقات تقييم الجودة (Quality Assessment "QA"). وبيانات هذا المنتج مصححة هندسياً (Tire1). تم الحصول على النطاقات الطيفية لهذه المنتجات من منصة ( Google Earth Engine (GEE.

وقد تم الاعتماد على بيانات النطاقات الطيفية الحمراء ("Red "SR_B4) وتحت الحمراء القريبة("Near Infrared "SR_B5) في هذه الدراسة. تم تطبيق عامل قياس Scale factor وإزاحة إضافية offset على هذه النطاقات لاستخلاص انعكاس السطح الفعلية طبقًا لـ **Lemesios & Petropoulos (2024)** وذلك باستخدام لمعادلة التالية:

$$\text{الانعكاسية الاشعاعية} = B^* \times 0.0000275 - 0.2$$

**تطبيقات الاستشعار عن بعد: استخلاص مؤشر الاختلاف النباتي المعياري (NDVI)**

يمكن الربط بين الكتلة الحيوية للنباتات وقيم الدليل النباتي الذي يحسب من تناسب نطاق الأشعة الحمراء ونطاق الأشعة تحت الحمراء القريبة (حسين والنجم، 2020)، بحيث يتم إيجاد الفرق في المؤشر للسنوات المقارنة (لسنة 2015 و2023) لمرئيات Landsat 8 لتقدير حجم التغير، ويحسب مؤشر الاختلاف النباتي المعياري تبعاً للمعادلة التالية:

$$NDVI = \frac{NIR - R}{NIR + R}$$

تتراوح قيمة NDVI بين +1 و – 1، إذ أن القيم السالبة تمثل ظواهر مختلفة مثل المياه وغيرها والصفر يمثل عدم تزايد كثافة الغطاء النباتي والقسم الموجبة تشير إلى وجود غطاء نباتي بنسب مختلفة إلى أن تصل القيمة إلى (+1) ليدل على غطاء نباتي كثيف جداً (**حسين والنجم، 2020**).

اعتمدت الدراسة على برنامج QGIS version.3.34.13-Prizren في حساب قيم NDVI لمنطقة الدراسة لسنة 2015 كسنة أساس وسنة 2023 للمقارنة.

**تصنيف قيم NDVI وحساب مساحات الغطاء النباتي:**

قسمت قيم NDVI في هذه الدراسة إلى ثلاث فئات حسب ما ذكرت العديد من الدراسات (حسين والنجم، 2020، Al-Mazoughi & Aoun ،2021، الغريب، 2023) كما موضح بجدول رقم (2) لمراقبة وكشف التغيرات الحاصلة في مساحات الغطاء النباتي من خلال حساب نسبة التغير لكل فئة من الفئات، إذ أن معرفة هذه التغيرات تكشف لنا مقدار التغير سواءً كان سلباً أو إيجاباً، ثم العمل على رسم خرائط لها. كما تم رصد التغيرات في مساحات الغطاء النباتي وذلك بإيجاد الفروق المساحية لفئات الغطاء النباتي وحساب نسبة التغير لها.

**الجدول (2): تصنيف قيم NDVI للدراسة الخاصة بمنتزه الكوف الوطني**

| قيم NDVI | فئة الغطاء النباتي |
|---|---|
| 0.1- 0 | غطاء غير نباتي |
| 0.2-0.1 | غطاء نباتي قليل الكثافة |
| 0.4-0.2 | غطاء نباتي متوسط الكثافة |
| أكبر من 0.4 | غطاء نباتي كثيف |

**التحليل الاحصائي:**

تم تحليل البيانات باستخدام البرنامج الاحصائي RStudio version 2024.04.2 Build 764، حيث تم تطبيق التحليل الوصفي على قيم مؤشرات NDVI خلال سنوات 2015 إلى 2023 وحساب الوسيط والانحراف المعياري والمتوسط لكل سنة؛ كما تم إجراء اختبار T للعينات المرتبطة (Paired T-Test) لعدد 55,544 نقطة مكانية (بكسل) وهو اختبار مناسب لمقارنة القيم المترابطة زمنياً لنفس المواقع، وقد استخدم لاختبار ما إذا كان هناك فرقًا ذا دلالة إحصائية بين القيم المترابطة للسنتين المدروستين (NDVI 2015، NDVI 2023).

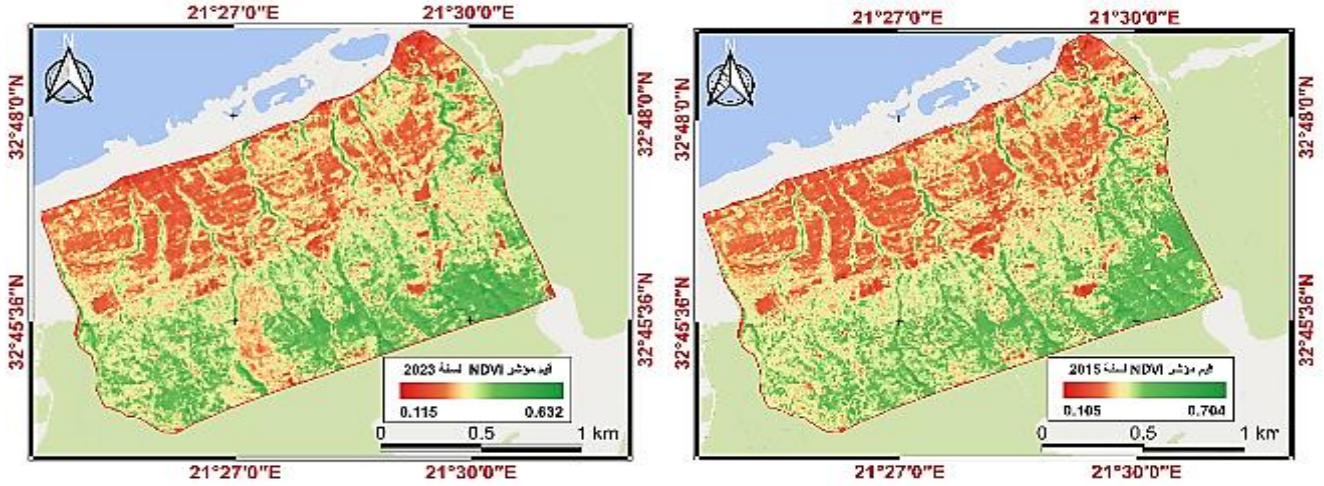
**النتائج والمناقشة:**

تم في هذه الدراسة استخلاص قيم مؤشر الاختلاف النباتي المعياري (NDVI) بواسطة برنامج نظم المعلومات الجغرافية QGIS v.3.34 ولفترتين زمنيتين هما سنة 2015، 2023. وذلك للتمييز البصري والرقمي، وتصنيف الغطاء النباتي حسب الكثافة.

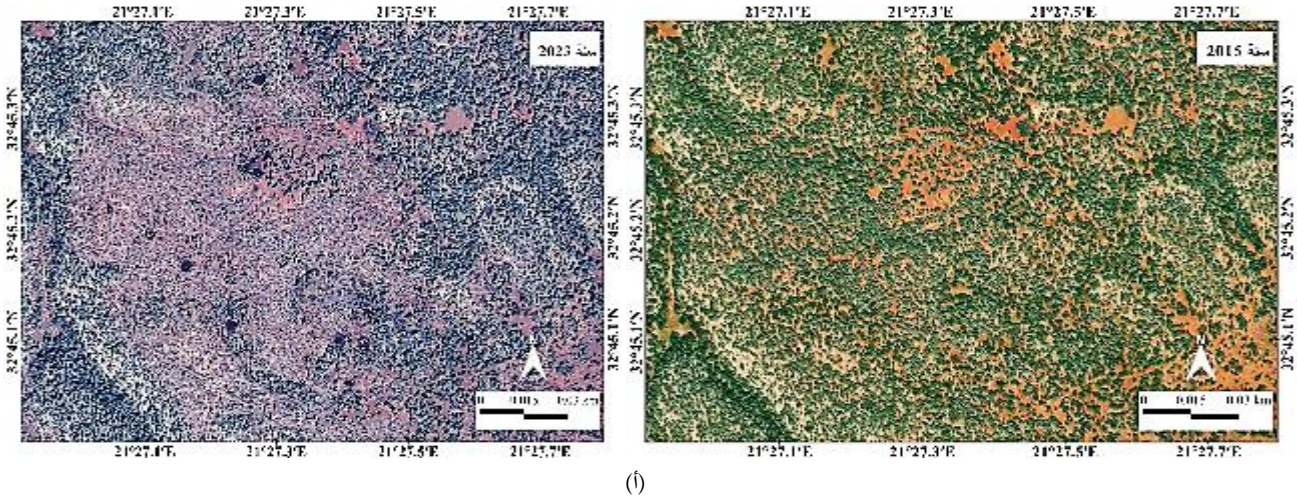
**استخلاص مؤشر الاختلاف النباتي المعياري (NDVI):**

تم استخلاص قيم مؤشر الاختلاف النباتي المعياري (NDVI) باستخدام QGIS للعام 2015 و2023، وقد كان التغير واضحاً في مساحة وكثافة انتشار وتوزيع الغطاء النباتي في الفترة بين 2015-2023. حيث أشارت قيم (NDVI) في عام 2015 إلى ارتفاع واضح في الكثافة النباتية فكانت أعلى قيمة للغطاء النباتي هي 0.7043 وأدنى قيمة هي 0.1054؛ بينما كانت أعلى قيمة في 2023 هي 0.6318 وأدنى قيمة هي0.1151 **خطأ! لم يتم العثور على مصدر المرجع.**). حيث كان التغير واضح في الكثافة ومساحة الانتشار للغطاء النباتي بمنطقة الدراسة.

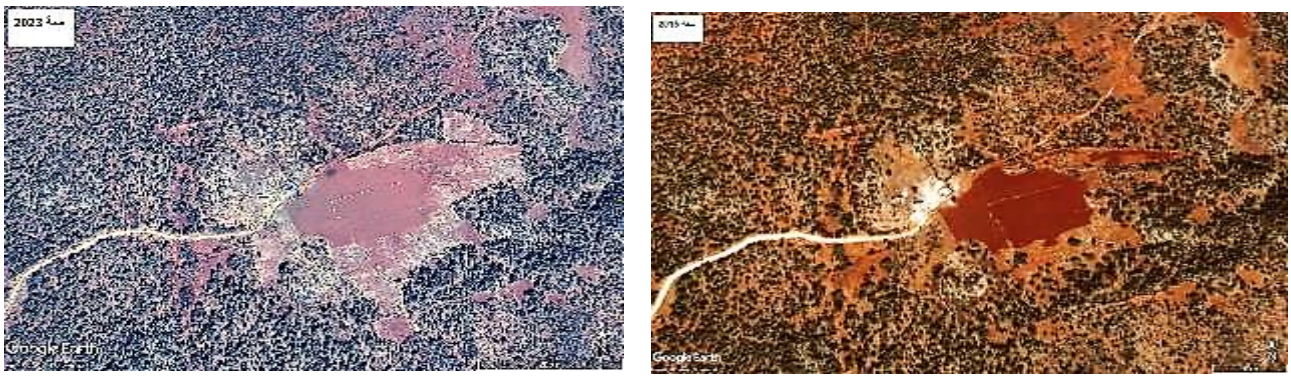
تشير نتائج القيم العليا لـ NDVI على انخفاض في كثافة الغطاء النباتي من 0.7043 إلى 0.6318 بين الفترات المدروسة، وقد تكون هذه التغيرات نتيجة لعوامل طبيعية أو نتيجة للأنشطة بشرية الشكل (). وهذا يتفق مع **Al – Mazoughi & Aoun (2021)** حيث وجدا أن الأنشطة البشرية كانت السبب في تدهور الغطاء النباتي في الشمال الشرقي من سهل جفارة. ومع **Almesmari (2019)** التي أشارت إلى تقلص مساحة الغطاء النباتي الطبيعي بالجبل الأخضر بنسبة 7.1% من المساحة الكلية وأعزت ذلك لأسباب منها الأنشطة البشرية متمثلة في التوسع الزراعي والعمراني.




**الشكل (2): مؤشر الاختلاف النباتي المعياري NDVI لمنطقة الدراسة للمرئية الفضائية للاند سات لسنة 2015 ولسنة 2023**




(أ)




(ب)

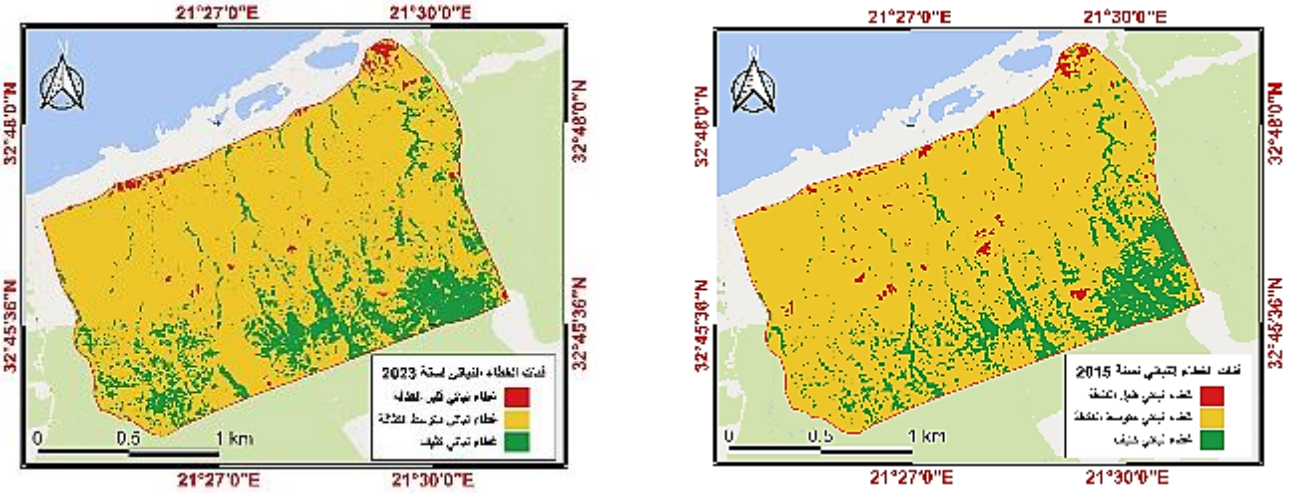
**الشكل (3): آثار النشاطات البشرية في منطقة الدراسة: (أ) قطع الأشجار وتحويلها إلى فحم، (ب) أنشطة زراعية المصدر: قوقل ايرث (Google Earth) للسنوات المدروسة**

وبشكل عام أظهر مؤشر NDVI قيم مرتفعة أكبر من 0.60 للسنوات المدروسة كدليل على كثافة الغطاء النباتي بمنطقة الدراسة. وهذا يتفق مع ما أشار إليه **دندراوي (2015)** بأن NDVI هو أفضل المؤشرات المستخدمة في مراقبة الغطاء النباتي لمحمية الصباح بالكويت، ومع **Istanbuly & Thabeet (2020)** اللذان أشارا بأن استخدام هذه التقنية تعتبر من الطرق المفيدة لرصد وإدارة الغطاء النباتي لأراضي الغابات رغم أن نتائج قيم NDVI لدراستهما كانت أقل من 0.5.

**تصنيف وحساب مساحات كثافة الغطاء النباتي:**

يلاحظ من القيم الدنيا لمؤشر NDVI للسنتين أنها أكبر من الصفر (0.105 و0.115) للعامين 2015 و 2023 على التوالي، وهذا يشير إلى أن الغطاء النباتي بمنطقة الدراسة لم يتعرض لفقد أو تحول مساحات منه إلى أراضي جرداء (قاحلة، غطاء غير نباتي) طبقاً لتصنيف قيم NDVI جدول رقم (2)، لذا تم تصنيف قيمها في هذه الدراسة إلى ثلاث فئات.

بينت نتائج التحليلات لأنماط الغطاء النباتي الملتقطة بتاريخ 2015.05.06 و 2023.05.12 باستخدام التصنيف الرقمي لأنماط الانتشار المكاني المساحي، والتي من خلالها تم استنباط كثافة الغطاء النباتي لثلاث فئات (شكل رقم 4).




**الشكل (4): تصنيف مؤشر الاختلاف النباتي المعياري NDVI لمنطقة الدراسة للمرئية الفضائية لاند سات لسنة 2015 ولسنة 2023**

بعد تصنيف قيم المؤشر النباتي (NDVI) تم حساب مساحات اصناف كثافة الغطاء النباتي (جدول رقم 3) كالتالي:

1. **الفئة الأولى:** غطاء نباتي قليل الكثافة والتي تتراوح قيم مؤشر NDVI فيها ما بين 0.1–0.2، بلغت مساحتها 84.60 هكتار في عام 2015، و 68.94 هكتار في عام 2023.
2. **الفئة الثانية:** غطاء نباتي متوسط الكثافة والتي تتراوح قيم مؤشر NDVI فيها ما بين 0.2–0.4، بلغت مساحتها 4160.88 هكتاراً في عام 2015 و4063.59 هكتار في عام 2023.
3. **الفئة الثالثة:** غطاء نباتي كثيف والتي قيم مؤشر NDVI فيها أكبر من 0.4، بلغت مساحتها 753 هكتار في عام 2015و866.43 هكتار في عام 2023.

وتبين من خلال النتائج بأن فئة الغطاء النباتي متوسط الكثافة قد شغل النسبة الأعلى من المساحة (83.23% و81.29%) للعام 2015، 2023 على التوالي (جدول رقم 3 وشكل رقم 4).

**الجدول (3): مساحة فئات كثافة الغطاء النباتي والتغير الفعلي في المساحة بالهكتار ونسبته للسنوات 2015–2023 في منطقة الدراسة**

| فئة الغطاء النباتي | سنة 2015 | | سنة 2023 | | التغير بين السنوات 2015 و2023 | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | المساحة (هكتار) | المساحة (%) | المساحة (هكتار) | المساحة (%) | التغير الفعلي* (بالهكتار) | نسبة التغير** (%) |
| غطاء نباتي قليل الكثافة | 84.60 | 1.69 | 68.94 | 1.38 | 15.66- | 18.51- |
| غطاء نباتي متوسط الكثافة | 4160.88 | 83.23 | 4063.59 | 81.29 | 97.29- | 2.34- |
| غطاء نباتي كثيف | 753.48 | 15.07 | 866.43 | 17.33 | 112.95 | 14.99 |
| **المجموع** | **4998.96** | **100** | **4998.96** | **100** | | |

**المصدر: المرئيات الفضائية للقمر الصناعي لاند سات ومؤشر NDVI**

* **التغير الفعلي = مساحة الفئة سنة 2023– مساحة الفئة سنة 2015**

** **نسبة التغير = (التغير الفعلي ÷ المساحة الاصلية للفئة "سنة 2015") × 100**

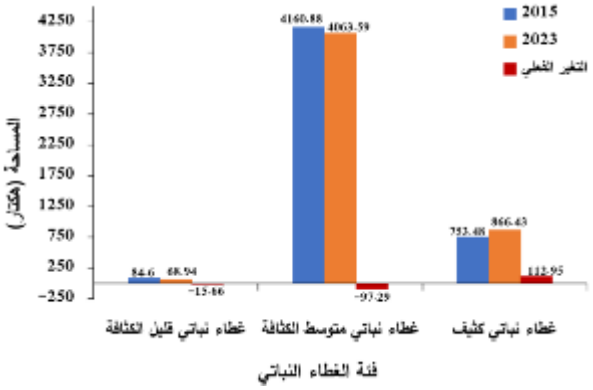
**رصد التغيرات في مساحات الغطاء النباتي:**

تعد أساليب رصد التغير Detection Change والتي تعرف بالتغير في أغطية الأرض واستعمالات الأراضي بمقارنة المرئيات الفضائية ذات الاختلاف الزمني، من الوسائل المهمة في دراسة وتقييم حالة الغطاء النباتي، تم كشف ورصد التغير في مساحات الغطاء النباتي بين 2015، 2023 في منطقة الدراسة بإيجاد الفروق المساحية لفئات الغطاء النباتي وحساب نسبة التغير لها (جدول رقم 3 وشكل رقم 5) كالتالي:

1. **الغطاء النباتي قليل الكثافة:** قد تناقصت مساحة هذه الفئة خلال السنة 2023 عن سنة 2015 بمقدار 15.66 هكتاراً وبنسبة تغير قدرها -18.5% من المساحة الكلية لفئة الغطاء النباتي قليل الكثافة.

**2. الغطاء النباتي متوسط الكثافة:** قد تناقصت مساحة هذه الفئة خلال السنة 2023 عن سنة 2015 بمقدار 97.29 هكتار وبنسبة تغير قدرها -2.34% من المساحة الكلية لفئة الغطاء النباتي متوسط الكثافة.

**3. الغطاء النباتي الكثيف:** وقد زادت مساحة هذه الفئة خلال الفترة الزمنية من 2015 إلى سنة 2023 بمقدار 112.95 هكتار وبنسبة تغير بلغت 14.99% من المساحة الكلية لفئة الغطاء النباتي الكثيف.



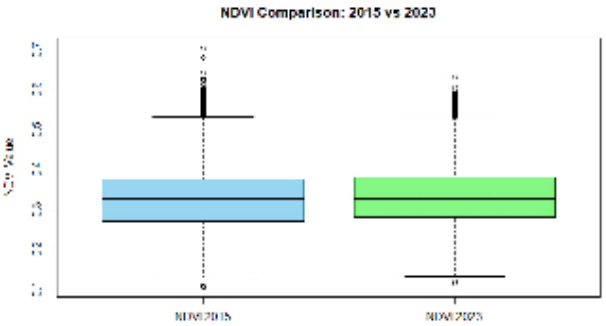

**الشكل (5): مساحة الغطاء النباتي والتغير في منطقة الدراسة للسنوات المدروسة**

**التحليل الاحصائي:**

بينت نتائج التحليل الوصفي بأن المتوسط الحسابي لمؤشر NDVI في عام 2015 بلغ 0.326 بينما لوحظ ارتفاع طفيف في عام 2023 ليصل الى 0.332 مما يشير الى تحسن بسيط في كثافة الغطاء النباتي في محمية الكوف خلال فترة الدراسة (جدول رقم 4)، وقد كان الوسيط متقاربا بين عامي 2015 و2023 بقيم (0.326 و0.329) على التوالي مما يؤكد بأن التغيير في الغطاء النباتي لم يكن كبيراً بين القيم خلال سنوات الدراسة. في حين تعكس قيم الانحراف المعياري انخفاضًا طفيفًا من 0.072 في عام 2015 الى 0.070 في عام 2023؛ مما يشير تباين طفيف في القيم بين النقاط في السنوات الأخيرة من الدراسة. وبالعموم تبين من خلال هذه المؤشرات بأن التغير في قيم مؤشر NDVI كان محدودًا مما يعكس بشكل عام تأثيرات بيئية وبشرية متراكمة في المنطقة خلال الفترة من 2015 – 2023.

**الجدول (4): التحليل الوصفي لقيم التغير في مؤشرات NDVI خلال عامي 2015 و2023 في منطقة الدراسة**

| Statistic | NDVI 2015 | NDVI 2023 |
|---|---|---|
| **المتوسط** | 0.326 | 0.332 |
| **الوسيط** | 0.326 | 0.329 |
| **الانحراف المعياري** | 0.072 | 0.070 |




**الشكل (6): تغيرات قيم مؤشر NDVI بين عامي 2015 و2023 في منطقة الدراسة**

وبمقارنة توزيع قيم مؤشر NDVI لكل من عامي 2015 و2023 لمعرفة نسب التغير في الغطاء النباتي خلالهما (شكل رقم 6)، أشارت النتائج بأن التغير كان طفيفًا بين نسب التغير في الغطاء النباتي خلال السنوات 2015 و2023؛ حيث كان متوسط مؤشر NDVI 0.326 و0.332 على التوالي، مما يشير إلى تراجع نسبي في كثافة الغطاء النباتي خلال فترة الدراسة.

كما أشارت نتائج اختبار T للعينات المترابطة (-43.99) عند مستوى معنوية p value <0.0001 إلى وجود فرق معنوي بين متوسطات NDVI لعامي 2015 و2023؛ حيث بلغ متوسط الفرق -0.0061، مما يدل على وجود انخفاض طفيف ولكن موثوق في كثافة الغطاء النباتي في عام 2023 مقارنة بعام 2015. وهذا يؤكد أن هذا الانخفاض ليس عشوائيًا، بل يعكس تغيرًا بيئيًا ملموسًا.

## الخلاصة

أظهرت هذه الدراسة بأن الغطاء النباتي في المساحات المتفرقة من فئة قليل الكثافة والتي تقلصت مقارنة بما كانت عليه في 2015، حيث ازدادت الكثافة مع بداية الدراسة وأصبحت من ضمن فئة الغطاء النباتي متوسط الكثافة. تبين ايضا زيادة لبعض المساحات المتفرقة من فئة الغطاء النباتي الكثيف في عام 2023 عما كانت عليه في عام 2015 على حساب فئة الغطاء النباتي متوسط الكثافة خاصة عند مجاري الأودية على الرغم من تعرض بعض من مساحات هذه الفئة الغطاء النباتي الكثيف للاعتداء وفقد أشجارها نتيجة قطعها وتحويلها إلى فحم خلال نهاية عام 2021 كما أوضحته الصور الجوية عالية الجودة (Google Earth)، ويرجع ذلك لغياب دور الجهات الرقابية في الدولة الليبية للمراقبة والمحافظة على المحمية.

## المراجع:


اكساد، المركز العربي لدراسات المناطق الجافة والأراضي القاحلة. (1980). خرائط البيئة النباتية لمنتزه الكوف الوطني. مشروع دراسات منتزه الكوف الوطني. الاستصلاح الزراعي وتعمير الأراضي، ليبيا.

الحديثي، عباس و عبدالنبي، أحمد (2014). محمية وادي الكوف بمنطقة الجبل الأخضر: تقييم الوضع القائم وإستراتيجية التطوير. مجلة كلية التربية-جامعة واسط،17، 210-226. .Doi:10.31185/eduj.vol1.iss17.307

الزربي، عبدالحميد و العائب، محمد (2016). دراسة الغطاء النباتي بوادي الكوف بالجبل الأخضر-ليبيا. المؤتمر العلمي الرابع للبيئة والتنمية المستدامة بالمناطق الجافه وشبه جاف، 66-89.

الغرياني، امباركة (2016). توظيف التقنيات الجيو مكانية لاستخدام مؤشر الاختلاف الخضري الطبيعيNDVI لتتبع التغير في الغطاء النباتي. المؤتمر الدولي للتقنيات الجيومكانية-ليبيا جيوتك 2، 1-13.

الغريب، الحسين محمد (2023). كشف التغيرات الموسمية للغطاء النباتي في منطقة بني وليد باستخدام تقنية الاستشعار عن بعد ونظم المعلومات الجغرافية. المجلة الافريقية للدراسات المتقدمة في العلوم الانسانية والاجتماعية، 2(1)،1-15.

المطلق، فهد عبدالعزيز (2022). استكشاف الخصائص البيئية للمحميات الطبيعية في المملكة العربية السعودية باستخدام التقنيات المكانية (دراسة حالة: محمية حرة الحرة- الوعول- محازة الصيد). المجلة الجغرافية العربية، 53(80)، 225-255.

بوعوينه، عائشة (2011). المقومات الجغرافية لإقامة المحميات الطبيعية بمنطقة الجبل الأخضر دراسة في التخطيط البيئي. رسالة ماجستير. قسم الجغرافية. كلية الآداب. جامعة بنغازي.

جبر، محمد خليل محمد (2021). استخدام التحليل الرقمي للبيانات الفضائية في دراسة الغطاء النباتي وحالة سطح التربة في قضاء ميركة سور في محافظة أربيل. مجلة جامعة تكريت للعلوم الإنسانية، 28(4)، 130-

130/jtuh.28.4.1.2021.07 DOI:10.25 .152

حسين، انتظار إبراهيم والنجم، عقيل حسن ياسر (2020). المعالجة الرقمية لتغير مساحات التغطية النباتية في قضاء الكوفة باستعمال ArcGIS. مجلة الفنون والأدب وعلوم الانسانيات والاجتماع، 28، 321-339. DOI:10.3 3193/JALHSS.58.2020.254

دعبس ، محمد يسري إبراهيم (1999). المحميات الطبيعية والتوازن البيئي: رؤى ودراسات في الأنثروبولوجيا الطبيعية. الإسكندرية، مصر: البيطاش سنتر للنشر والتوزيع.

دندراوي، محمد (2014). استخدام تقنيات الاستشعار عن بعد في استخراج وتحليل مؤشرات النباتات: محمية صباح الأحمد، الكويت – دراسة حالة. مجلة الدراسات الإنسانية والأدبية، 1(9)،433 -454.

رداد، كوثر راضي محمود (2017). دراسة التغير في الغطاء النباتي في محافظة طولكرم بواسطة تقنية الاستشعار عن بعد في الفترة 2000-2015م. رسالة ماجستير. قسم الجغرافية. كلية الدراسات العليا. جامعة النجاح الوطنية، نابلس- فلسطين.

عودة ،علي عبد عودة (2005). تلاشى الغطاء النباتي في الجبل الأخضر في المنطقة الممتدة من مسة إلى القبة ، رسالة ماجستير غير منشورة ، كلية الآداب قسم جغرافيا، جامعة قاريونس .

منيسي، صالح (2008). التنوع البيولوجي الأحيائي. تقرير. غير منشور. الهيئة العامة للبيئة، فرع البيضاء.

Al-Dubaihi, M. A. (2023). Change in the Density of Vegetation Cover in Rawdat Khuraim, Kingdom of Saudi Arabia during the Period 1998-2021 Using Remote Sensing and GIS. *Journal of the Faculty of Arts Port Said University*, *23*(2), 176-201. DOI:10. 21608/jfpsu.2023.172581.1239.

Alkuhaily, S. R. (2024). The Role of Nature Reserves in Sustainable Ecotourism Imam Saud bin Abdul-Aziz Reserve (Mahazat Al-Sayd). *Journal of Humanities & Social Sciences*, *8*(10), 73–90. DOI:10.26389/AJSRP.M13 8242024

Al-Mazoughi, T. H. & Aoun, O. D. (2021). Monitoring Vegetation Degradation in the North East of Al-Jafara Plain Based on the Spectral Index (NDVI) of the Landsat satellite Data for the Years (2008-2014-2020), *Sabratha University Scientific Journal*, *5*(1), 48-60.

Almesmari, N. M. G. (2019). *Natural Vegetation Cover Changes in North-East Libya*. PhD thesis. School of Water, Energy, Environment and Agrifood. Cranfield University. UK. Available: https://dspace.lib.cranfield.ac.uk/handle/ 1826/20798.

Istanbuly, M. H. & Thabeet, A. (2020). Studying Changes in Normalized Difference Vegetation Index (NDVI) for Cover in the Area of Aleppo Mountain (Afrin) in Period between (2010-2016). *Journal of University of Babylon for Pure and Applied Sciences*, 28(2), 33-47. Available: https://www.Journalofbabylon.com/index.php/JUBP AS/article/view/3083.

Lemesios, I., & Petropoulos, G. P. (2024). Vegetation Regeneration Dynamics of a Natural Mediterranean Ecosystem Following a Wildfire Exploiting the LANDSAT Archive, Google Earth Engine and Geospatial Analysis Techniques. *Remote Sensing Applications: Society and Environment*, *34*, 101153. https://doi.org/10.1016/j.rsase.2024.101153.