The North African Journal of Scientific Publishing (NAJSP)
مجلة شمال إفريقيا للنشر العلمي (NAJSP)
E-ISSN: 2959-4820
Volume 4, Issue 2, 2026
Page No: 372-388
Website: https://najsp.com/index.php/home/index
SJIFactor 2024: 5.49 معامل التأثير العربي 0.69 :2025 (AIF) ISI 2024: 0.696

Analysis of Natural Vegetation Cover Change in the Wadi Al-Mamlouh Basin, Al-Jabel Al-Akhdar, for the Period 2004-2024 Using GIS

Miftah Mousay Saed Abdulsadiq*
Department of Geography, Faculty of Arts, Omer Al-Mukhtar University, Al-Bayda, Libya

تحليل التغير في الغطاء النباتي الطبيعي في حوض وادي المملوح بالجبل الأخضر للفترة من 2004 – 2024 م باستخدام نظم المعلومات الجغرافية

مفتاح موسى سعد عبد الصادق*
قسم الجغرافيا، كلية الآداب، جامعة عمر المختار، البيضاء، ليبيا

*Corresponding author: Moftah.abdelsadak@aomu.edu.ly

Received: April 01, 2026	Accepted: June 13, 2026	Published: June 25, 2026

Copyright: © 2026 by the authors. Submitted for possible open access publication under the terms and conditions of the Creative Commons Attribution (CC BY) license (https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/).

Abstract:
This study aimed to analyze the spatial and temporal changes in the natural vegetation cover within the Wadi Al-Mamlouh Basin on the northern escarpment of Al Jabal Al Akhdar, Libya, during the period 2004–2024, and to identify the major natural and anthropogenic factors driving these changes using Geographic Information Systems (GIS) and remote sensing techniques. Multi-temporal Landsat 5 and Sentinel-2B satellite imagery, together with the ASTER Digital Elevation Model (DEM), were employed to derive the Normalized Difference Vegetation Index (NDVI), Normalized Burn Ratio (NBR), and Normalized Difference Built-up Index (NDBI). Furthermore, the influence of topography, soil characteristics, climatic conditions, agricultural expansion, and urban growth on vegetation dynamics was investigated.The results revealed a substantial deterioration of the natural vegetation cover over the study period. The proportion of very weak vegetation increased from 6.19% in 2004 to 22.37% in 2024, while weak vegetation expanded from 9.66% to 46.26%. In contrast, moderately dense vegetation declined from 55.78% to 23.93%, and dense forests decreased dramatically from 28.37% to 7.43%. The findings indicate that vegetation degradation was primarily associated with increasing human pressures, including agricultural expansion, urbanization, recurrent wildfires, and overgrazing, in addition to climate variability and extreme flood events, particularly Storm Daniel in 2023. The study demonstrates the effectiveness of integrating GIS and remote sensing techniques for long-term environmental monitoring and generating reliable spatial information to support natural resource management, vegetation conservation, and sustainable environmental planning in Al Jabal Al Akhdar, Libya.

Keywords: Natural Vegetation Cover; Spatial Change; Geographic Information Systems (GIS); Remote Sensing; NDVI; Wadi Al-Mamlouh Basin; Al Jabal Al Akhdar; Libya.

الملخص:
تهدف هذه الدراسة إلي تحليل التغير المكاني والزماني في الغطاء النباتي الطبيعي بحوض وادي المملوح الواقع علي السفح الشمالي للجبل الأخضر للفترة الزمنية من (2004-2024م) ، لتحديد ابرز العوامل الطبيعية والبشرية المؤثرة في هذا التغير ، وذلك بالاعتماد علي تقنيات نظم المعلومات الجغرافية والاستشعار عن بعد ، وعلي المرئيات الفضائية Landsat 5 و Sentinel-2B ونموذج الارتفاع الرقمي (ASTER DEM) ، وبالاستناد لمؤشرات NDVI و NBR و NDBI لرصد كثافة الغطاء النباتي ، والتوسع العمراني والزراعي وآثار الحرائق ، وتحليل اثر عامل الارتفاع والانحدار والتربة والمناخ ، والتوسع الزراعي والعمراني في تفسير أنماط التغير ، وقد بينت الدراسة حدوث تدهور واضح في الغطاء النباتي الطبيعي خلال فترة الدراسة ، إذ زادت نسبة الغطاء النباتي الضعيف جداً من 6.19 % عام 2004 م إلي 22.37% عام 2024 م ، وارتفعت نسبة الغطاء النباتي الضعيف من 9.66 % إلي 46.26 % ، في حين انخفض الغطاء النباتي متوسط الكثافة من 55.78 % إلي 23.93 % ، وتراجع الغطاء النباتي الكثيف من 28. 37 % إلي 7.43 % ، وأظهرت النتائج إن التدهور تركز في المناطق التي تعرضت للضغط البشري المتزايد ، خاصة التوسع الزراعي والعمراني ، والحرائق والرعي الجائر ، إضافة إلي تأثير التغيرات المناخية والفيضانات الشديدة ، والتي كان أهمها إعصار دانيال عام 2023 م ، كما تؤكد الدراسة علي فاعلية دمج نظم المعلومات الجغرافية ، والاستشعار عن بعد في مراقبة التغيرات البيئية ، وإنتاج قاعدة بيانات مكانية تساعد في إدارة الموارد الطبيعية ، وتوجيه خطط حماية الغطاء النباتي الطبيعي ، وتحقيق الاستدامة البيئية في إقليم الجبل الأخضر.

الكلمات المفتاحية: الغطاء النباتي الطبيعي، التغير المكاني، نظم المعلومات الجغرافية، الاستشعار عن بعد، مؤشر NDVI، حوض وادي المملوح، الجبل الأخضر، ليبيا.

المقدمة:

يلعب الغطاء النباتي دوراً مهما في التقليل من مشكلة تدهور الأراضي من خلال التصدي لمشكلة الجفاف والتصحر التي تواجه العالم في العصر الراهن، و للغطاء النباتي الطبيعي دوراً هاماً في حفظ توازن النظم البيئية، إذ يعمل علي تنظيم المناخ المحلي، و ويعمل علي امتصاص غازات الإنبعاثات الكربونية الناتجة عن النشاط البشري وتنقية الهواء وجلب الرطوبة، وعلي حماية التربة وتثبيتها من الفيضانات والسيول والانجراف، ويمدها بالمواد العضوية اللازمة، ويساعد علي تحسين عمليات الرشح داخل التربة، ومصدراً للعيش لعديد من الكائنات الحية، ورغم إن الغطاء النباتي الطبيعي في الجبل الأخضر يتعرض عموماً ومنطقة الدراسة خصوصاً إلي التغيرات المناخية من تذبذب في سقوط الأمطار وارتفاع درجات الحرارة وموجات الجفاف التي تمر بالمنطقة، يتعرض أيضاً للعديد من الممارسات والضغوط البشرية متمثلة في التوسع الزراعي والعمراني غير المخطط، والقطع والاحتطاب، زاد علي ذلك اثر الحرائق والرعي الجائر ، حيث تعاني حوالي ما لا يقل عن 100 دولة في العالم البالغ عدد سكانها 100 مليون نسمة لخطر تدهور الغطاء النباتي ضمن المناطق الجافة وشبه الجافة، في الوطن العربي فقط نحو 86 % من مساحة تلك الدول، (طارق علي جاسم العاني، 2006 م، ص 2).

يتصف الجبل الأخضر بالتنوع الكبير في الغطاء النباتي الطبيعي، إذا يمثل 50 % من إجمالي الأنواع النباتية المتواجدة في ليبيا، يصل عدد تلك الأنواع إلي حوالي 1100 نوع من جملة الأنواع النباتية في ليبيا، والبالغ عددها تقريباً 2000 نوع، كما يوجد 75نوعاً من النباتات لا تنمو ألا في منطقة الجبل الأخضر من مجموع النباتات المنتشرة في العالم، وهي تمثل 4% من مجموع النباتات في ليبيا (دراسة وتقييم الغطاء النباتي الطبيعي في الجبل الأخضر، 2005 م، ص 12)، مع العلم أن مساحة الغابات في ليبيا تبلغ حوالي 751 ألف هكتار ما يشكل 4% من إجمالي مساحة البلاد منها 53 % في الجبل الأخضر، (جامعة الدول العربية، 1998 م، ص 45)، ولكنه نتيجة للضغط علي الموارد البيئية الطبيعية سرع من حدوث تدهور في هذا الغطاء من خلال الممارسات البشرية الخاطئة التي لا تراعي مبدأ التنمية المستدامة لتلك الموارد النباتية واستغلالها بشكل جائر، كالتوسع الزراعي والرعي الجائر والقطع والاحتطاب والحرائق المتعمدة وغي المعتمدة، ولذلك تعد هذا المنطقة من المناطق التي تشهد تغيرات واضحة في الغطاء النباتي الطبيعي خاصة إبان الفترة الأخيرة بسبب الأوضاع السياسية والاقتصادية التي تمر بها البلاد.

مما سبق برزت الحاجة إلي دراسة وتحليل التغير المكاني و الزماني الذي طرا علي هذا الغطاء من خلال استخدام أدوات وتقنيات نظم المعلومات الجغرافية GIS، وذلك لما توفره هذه التقنيات من أدوات قوية لها القدرة علي تحليل التغيرات المكانية والزمنية من خلال تحليل الصور الفضائية وحساب مؤشرات التغير النباتي NDVI ومؤشر البناء NDBI، وربط هذه البيانات مع عدة عوامل أخري مثل التضاريس والمناخ والتربة، والعوامل البشرية كالتوسع الزراعي والعمراني والحرائق والرعي الجائر.

مشكلة الدراسة:

يتمتع الجبل الأخضر في ليبيا بالتنوع الكبير في الغطاء النباتي الطبيعي بسبب تنوع مناخه وتربته وتضاريسه المختلفة، هذا التنوع في الغطاء النباتي يعطي أهمية بيولوجية لها أهمية في الدراسة والبحث، خاصة مع ما يشهده هذا الغطاء من تغيرات مناخية وضغط بشري ،وذلك لمراقبة التغيرات التي طرأت عليه، وقد فتح تطور التقنيات الجيومكانية فرص جديدة لمتابعة وتحليل التغيرات في الغطاء النباتي لفترات متباينة، مما سهل مراقبته وتقييم حالته من خلال البيانات المكانية المتحصل عليها من الأقمار الصناعية ومن منصات الاستشعار عن بعد والتي وفرت بيانات مستمرة وذات دقة عالية.

فروض الدراسة:

1. تساهم العوامل الطبيعية من تضاريس ومناخ وتربة في فهم وتحليل أهم التغيرات التي شكلت الغطاء النباتي الطبيعي بمنطقة الدراسة.
2. ساهمت العوامل البشرية من خلال التوسع الزراعي والعمراني، وتزايد الضغط على الغطاء النباتي من خلال القطع والحرائق في تقلص وتلاشي مساحات كبيرة من الغطاء النباتي الطبيعي بالمنطقة.
3. يمكن مراقبة التغير الحاصل في الغطاء النباتي الطبيعي في حوض وادي المملوح بالجبل الأخضر باستخدام التقنيات الجيومكانية، للوصول لمعرفة التغير الأراضي ككل في المنطقة.

أهداف الدراسة:

تهدف الدراسة إلى استخدام نظم المعلومات الجغرافية في دراسة وتحليل التغير في الغطاء النباتي الطبيعي في منطقة حوض وادي المملوح بالجبل الأخضر من خلال:

1. ربط العوامل الجغرافية البيئية المختلفة كالانحدار والارتفاع والأمطار والحرارة والتربة والعوامل البشرية كالتوسع الزراعي والعمراني والقطع والحرائق والرعي الجائر بالتغيرات المكانية للغطاء النباتي الطبيعي خلال الفترة المستهدفة.
2. دراسة التغير في حالة الغطاء النباتي الطبيعي في منطقة الوسيطة خلال الفترة الزمنية 2004–2024م، بغية فهم طبيعة هذا التغير.
3. تقييم الوضع الراهن لحالة الغطاء النباتي الطبيعي بالمنطقة من حيث التوزيع الجغرافي،الكثافة، النمط المكاني.
4. تحديد المناطق المتدهورة والأكثر عرضة للتدهور.
5. وضع خطة أو مقترحات لإدارة الغطاء النباتي الطبيعي مما يحقق استدامة هذا الموارد المهم.

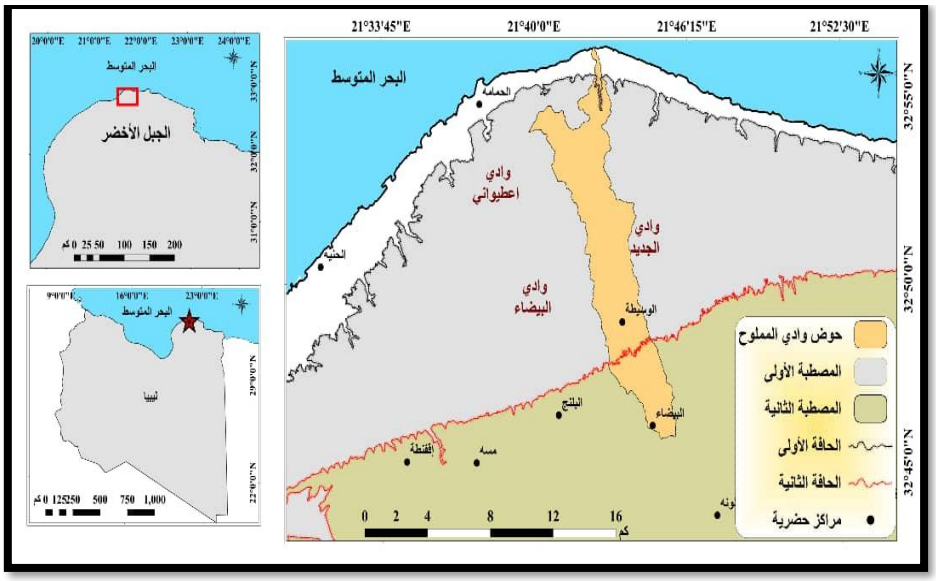
أهمية الدراسة:

يمكننا من خلال دراسة وتحليل التغير في الغطاء النباتي الطبيعي توفير قاعدة بيانات مكانية حديثة تعطي مؤشراً لحالة الغطاء النباتي الطبيعي وتساعد في اتخاذ القرارات سواء على الصعيد المحلي والإقليمي، كما تساهم في دعم الاستدامة البيئية من خلال معرفة المناطق المعرضة للتدهور ورصد التغيرات في النظم البيئية طويلة الأمد، والتي تحتاج للحماية والتدخل السريع بتلك المناطق من اجل الحفاظ على التنوع الايكولوجي لهذه الأنظمة.

منهجية الدراسة:

موقع منطقة الدراسة:

يقع حوض وداي المملوح في السفح الشمالي لإقليم الجبل الأخضر شمال شرق ليبيا ،ويمتد مخترقاً المصطبة الثانية والأولي وصولاً للسهل الساحلي، يحده من الشمال مدينة البيضاء ويسمي في هذا النطاق بأسم وادي الشيص ،و من الشرق الحدود الغربية لوادي الجديد، بينما تمثل حدود وادي البيضاء ووادي اعطيواني حدوده الغربية، اما جنوباً فيحده السهل الساحلي وصولاً للبحر المتوسط، وطبيعيًا تحد المنطقة من الشمال الحافة الأولى ومن الجنوب الحافة الثانية للجبل الأخضر، وفلكيًا تنحصر المنطقة بين دائرتي عرض N ″602.41 ′45 °32 و N ″501.25 ′56 °32 شمالًا، وبين خطي طول E ″500.45 ′39 °21 و E ″988.43 ′45 °21 شرقًا، وبمساحة تصل قرابة 51.19كم^2، شكل (1).



شكل رقم (1): موقع منطقة الدراسة

المصدر: من إعداد الباحث، من خلال Google earth pro، وباستخدام برنامج، ArcMap10.8

مصادر البيانات:

اعتمدت الدراسة على سلسلة من المرئيات الفضائية ممتدة زمانيًا من عام 2004 إلى عام 2024 بغية استخراج مؤشرات الغطاء النباتي والحرائق، حيث استخدمت بيانات كلاً من التابع الأمريكي Landsat 5 بدقة مكانية 30 متر، لرصد التغيرات في الغطاء النباتي وتكرار الحرائق والأراضي الزراعية في الفترة من 2004 إلى 2014، بينما تم التعامل مع بيانات القمر الأوروبي Sentinel B2 وبدقة مكانية 10 متر لاشتقاق بيانات عام 2024، كما استخلصت بيانات مظاهر السطح من نموذج الارتفاعات الرقمية Digital Elevation Model (DEM) من القمر Advanced Spaceborne Thermal Emission and Reflection Radiometer (ASTER) بدقة مكانية 30 متر.

معالجة البيانات:

تمت معالجة بيانات المرئيات الفضائية في بيئة نظم المعلومات الجغرافية باستخدام أدوات التحليل المكاني ببرنامج ArcMap 10.8، وكالتالي:

1. **مؤشر (Normalized Difference Vegetation Index (NDVI:**

استخرج مؤشر الاختلافات الخضرية الطبيعية من القمر Landsat 5 و القمر Sentinel B2 باستخدام الأطوال الموجية تحت الحمراء القريبة والحزم الحمراء، ويتم حسابه من خلال المعادلة التالية (Yengoh et.al.,2015) :

NDVI= (B1-B2)/(B1+B2)

حيث تمثل B1 الأطوال الموجية تحت الحمراء القريبة وB2 تمثل الحزم الحمراء.

2. **مؤشر الحرائق NBR Normalized Burn Ratio (نسبة الحرائق):**

تم استخدام هذا المؤشر للحصول على بيانات الحرائق بمنطقة الدراسة في الفترات المختلفة من القمر Landsat 5 و القمر Sentinel B2 باستخدام الأطوال الموجية تحت الحمراء القريبة وتحت الحمراء القصيرة، ويتم حسابه من خلال المعادلة التالية (Peña & Brenning, 2023):

(NIR - SWIR) / (NIR + SWIR) =NBR

حيث أن:

- **NBR =** مؤشر نسبة الحرائق. SWIR= الأشعة تحت الحمراء قصيرة. NIR= الأشعة تحت الحمراء القريبة.

3. **مؤشر المباني NDBI (Normalized Difference Built-Up Index):**

NDBI=(SWIR-NIR)/(SWIR+NIR)

NDBI = مؤشر المباني ، SWIR = الأشعة تحت الحمراء القصيرة، NIR = الأشعة تحت الحمراء القريبة. Zha et al.,2003).

الدراسات السابقة:

من أبرز الدراسات حول التغير في الغطاء النباتي باستخدام نظم المعلومات الجغرافية:

1. **دراسة نجاة محمد المسماري و خميس إدريس العقيل،** بعنوان (تقييم الغطاء النباتي في محمية الكوف الوطنية باستخدام تقنيات الاستشعار عن بعد ونظم المعلومات الجغرافية) للفترة الزمنية من 2015 – 2023 م، وقد استهدفت مساحة 5000 هكتار بالدراسة اظهر تحليل مؤشر NDVI انخفاضا من 0.7043 في عام 2015 إلي 0.6318 في عام 2023 م، وصنف المنطقة إلي ثلاث فئات: نباتات منخفضة ومتوسطة وعالية الكثافة، وخلصت الدراسة إلي إن الانتهاكات والتعديات علي الغطاء النباتي بما في ذلك قطع الأشجار غير القانوني وإنتاج الفحم كانت من أسباب تدهور الغطاء النباتي بالمنطقة.
2. **دراسة زهرة خليفة سعد،** بعنوان (تباين تغير الغطاء النباتي في القسم الغربي من سهل الجفارة باستخدام مؤشر الاخضرار NDVI من سنة 1992 – 2024 م)، وقد أظهرت الدراسة بأن هناك تدهوراً واضحاً في الغطاء النباتي، وهذا راجع إلى عدة عوامل بشرية أهمها التوسع الزراعي وعدم الالتزام بالقوانين والتشريعات.
3. **دراسة زمزم علي محمد العموري،** بعنوان (نمذجة تدهور الغطاء النباتي بمنطقة القربولي باستخدام تقنيات النمذجة المكانية)، وخلصت الدراسة إلى وجود تدهور واضح في الغطاء النباتي حيث زادت مساحات الأراضي المتدهورة عما يزيد عن 60% من مساحة المنطقة.
4. **دراسة سعد حسين جاسم الزهيري،** بعنوان (مراقبة تغيرات الغطاء الأراضي واستخدام الأرض شرق المصب العام بين محافظتي ذي قار والقادسية)، وذلك لفترة مابين عامي 1986 – 2024 م، بينت الدراسة إن الغطاء الأراضي قد تعرض للتغير خلال هذه الفترة، إذا بلغت الأراضي الجرداء بالمرتبة الأولي بنسبة 63.3 %، وتوصلت إلي وجود تدهور بيئي.
5. **دراسة حليمة بنت إبراهيم بن علي،** عن (توظيف المؤشرات الطيفية لكشف وتحليل التغير في التغطية النباتية للأجزاء الغربية من محافظة الطائف) خلال الفترة من 1980 -2010 م، توصلت الدراسة إن مؤشر OSAVI اثبت بوضوح تدهور حالة الغطاء النباتي في المنطقة، وان مؤشر TCI,VCI, VHI, CI عززت بقوة نتائج مؤشر OSAVI في تدهور النظام البيئي الحيوي، وان التوسع العمراني يكاد يكون معدوماً، وأوصت الدراسة بعدة نقاط لحماية ما تبقى من الغطاء النباتي.

6. **دراسة مشعل محمود فياض**، بعنوان (الغطاء النباتي في حوض وادي جباب باستخدام معادلة NDVI)، حيث استخدمت هذه الدراسة الصور الفضائية للكشف عن التغير في الغطاء النباتي وقد اثبت الدراسة أن الغطاء النباتي يتركز بشكل كبير بالقرب من نهر الفرات عند مصب الوادي وفي بعض المناطق الصغيرة في بطون الأودية.

مناقشة النتائج:

يمكن مناقشة النتائج من خلال دراسة كلا من:

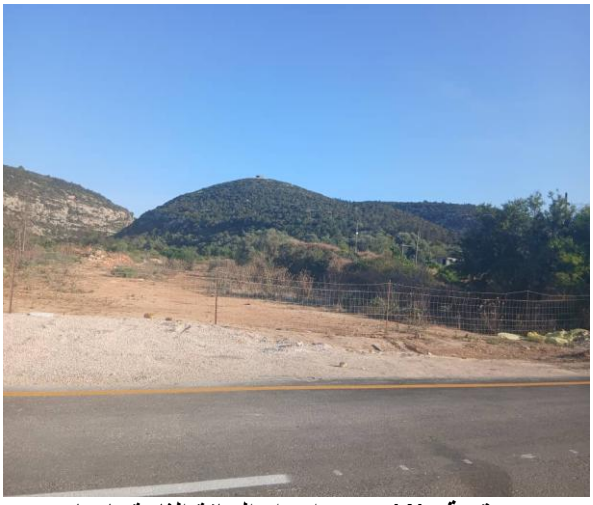
العوامل المؤثرة في تغير الغطاء النباتي الطبيعي بمنطقة الدراسة:

هناك العديد من العوامل التي أسهمت في وجود وتوزيع الغطاء النباتي الطبيعي في منطقة الجبل الأخضر، كما أثرت هذه العوامل في حالة هذا الغطاء سواء من ناحية كثافته وحيويته أو تدهوره وتلاشيه، **ومن أهم هذا العوامل:**

طبوغرافية المنطقة:

1. الارتفاع:

يؤثر الارتفاع في العديد من المتغيرات البيئية بالمنطقة سواء المناخية منها كدرجات الحرارة أو كميات الأمطار والرطوبة وسرعة الرياح وتباين الضغط الجوي وغيرها، والطبوغرافية كدرجة الانحدار وما يرتبط بها من عمليات جيومورفولوجية كالتعرية وحركة المواد والإرساب، وانعكاس ذلك على توزيع الغطاء النباتي والتربة، وبالنظر للشكل (2) والجدول (1)، نجد أن اعلي نقطة للحوض شمالاً تقع علي ارتفاع مابين (310 – 630 متر)، ممثلة اكبر مساحة بالمنطقة 24.1كم^2 بنسبة 48.08 %، تتدرج جنوباً في الانخفاض لتصل إلي اقل ارتفاعاً ما بين (04-150 متر) فوق مستوي سطح البحر، علي أعتاب الحافة الأولي مشكلة اقل مساحة من المنطقة 1.63 كم^2، هذا الفارق في الارتفاع بين شمال وجنوب المنطقة انعكس المنطقة علي تضاريس حوض وادي المملوح الذي ينحدر من المصطبة الثانية مخترقاً الحافة الثانية و الأولي إلي أن يصب في البحر، هذا الفارق في الارتفاع جعل الغطاء النباتي الطبيعي أكثر كثافة وغناء في شمال المنطقة بسبب زيادة الأمطار وانخفاض درجة الحرارة عن جنوب المنطقة الأعلى في درجات الحرارة والأقل أمطاراً رغم قربه من البحر بسبب عامل الارتفاع ، بينما وسط المنطقة تتصف بغطاء نباتي متوسط للاعتدال الارتفاع والانحدار، والصور (1، 2) توضح امتداد الحافة الثانية لحوض وادي المملوح.



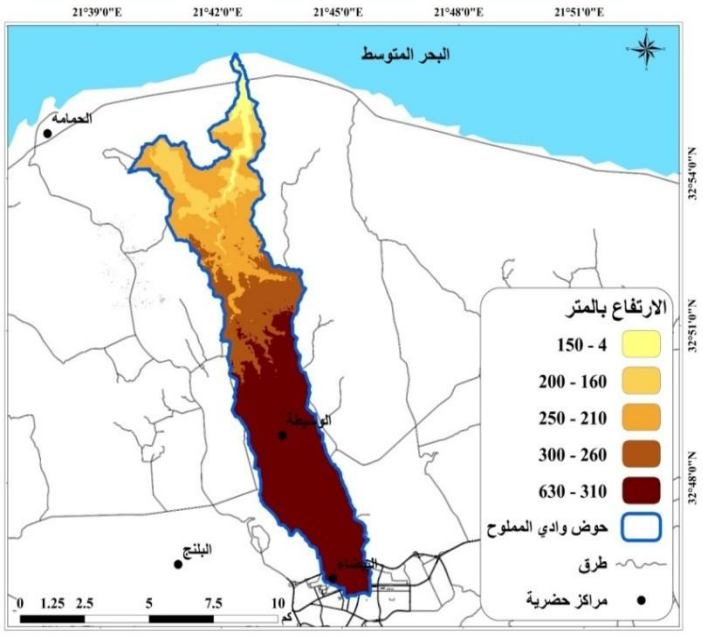
صورة رقم (1): تبين امتداد الحافة الثانية باتجاه المصطبة الأولي لحوض وادي المملوح

صورة رقم (2): توضح الحافة الثانية من جهة المصطبة الأولي (منطقة الوسيطة)

جدول رقم (1): درجات الارتفاع بحوض وادي المملوح

الارتفاع	المساحة كم^2	النسبة %
04 - 150	1.63	3.18
160 - 200	4.98	9.73
210 - 250	11.79	23.03
260 - 300	8.15	15.98
630 - 400	24.61	48.08
المجموع	51.19	100

المصدر: اعد الجدول بناءً على الشكل (2)



شكل رقم (2): نموذج الارتفاع الرقمي في منطقة الدراسة

المصدر: استخرجت بيانات الارتفاع من خلال (Shuttle Radar Topography Mission SRTM
وباستخدام برنامج (ArcMap10.8

2. الانحدار:

انعكس التدرج في الارتفاع على درجات انحدار المنطقة بصفة عامة، ويمكننا بالاعتماد على الجدول (2) والشكل (3) تقسيم الانحدارات بالمنطقة إلي:

- **الانحدار البسيط أو الخفيف: (0– 11 °)**

يمثل هذا الانحدار أكبر مساحة بالمنطقة إذا بلغت درجة الانحدار مابين (0 – 5°) 21.36 كم^2 بنسبة (41.73%)، ومن (5.1 –11°) مساحة 20.60كم^2 بنسبة (40.26 %)، وبالتالي نجد أن حوالي (81.99 %) من المنطقة تتميز بقلة انحداراها، وتتمثل في المصطبة الأولي المعروفة بمنطقة الوسيطة، مما قلل من خطر انجراف التربة بواسطة المياه الأمر الذي جعلها مناطق جيدة لتجمع التربة باستثناء جوانب وبطون الأودية وعدم تعرضها للانجراف المائي مما يتيح فرصة جيدة لنمو الغطاء النباتي الطبيعي بها.

- **الانحدار المعتدل أو المتوسط: (12- 30°)**

يتمثل هذا الانحدار ما بين (12- 18°) بمساحة 5.36 كم^2، وبنسبة 10.47 %، و (19 – 30 °) بمساحة 2.96 كم^2 وهو ما نسبته (5.78 %) من المنطقة مشكلاً 16.25 كم^2 من أجمالي المنطقة.

- **الانحدار الشديد: (31- 55 °)**

هذه الدرجة من الانحدار ذات أثر واضح في تعرض المناطق إلى سرعة الجريان المائي وزيادة خطر التعرية المائية، ويتمثل هذا النوع من الانحدارات في جوانب الأودية والحافات بالمنطقة وتبلغ مساحتها 0.90 كم^2 ما نسبته (1.76 %) من مساحة المنطقة.

جدول رقم (2): درجات الانحدار في حوض وادي المملوح

الانحدار	المساحة كم^2	النسبة %
0 - 5	21.36	41.73
5.1 - 11	20.60	40.26
12 - 18	5.36	10.47
19 - 30	2.96	5.78
31 - 55	0.90	1.76
المجموع	51.19	100

المصدر: اعد الجدول بناءً على الشكل (3)

كما يمكننا من خلال الجدول (3- 4) الذي يوضح العلاقة بين درجة الانحدار وتدهور الغطاء النباتي الطبيعي بمنطقة حوض وادي المملوح خلال عام 2004- 2024 م **ما يلي:**

في الانحدار البسيط (0- 5 °) نجد أن مساحة الغطاء النباتي الطبيعي الضعيف جداً بلغت عام 2004 م مساحة 4.35 كم² بنسبة 59.75 %، وفي عام 2024 م بلغت 6.31 كم² بنسبة 63.28 % مما يؤكد علي تعرض هذه المناطق للتدهور الشديد في الغطاء النباتي الطبيعي ، فيما بلغت مساحة الغطاء النباتي الضعيف خلال 2004 م مساحة 7.06 كم² بنسبة 46.57 %، وفي عام 2024م وصلت 10.01 كم وبنسبة 43.79 % ، و بلغ الغطاء النباتي المتوسط الكثافة مساحة 7.07 كم² 2004 م بنسبة 40.08 %، 4.22 كم² بنسبة 34.82 % خلال عام 2024 م، أما الغطاء الكثيف فكانت مساحته 2.88 كم² وبنسبة 39.67 % عام 2004 م ليصل إلي 0.82 بنسبة 22.79 % عام 2024 م.

بينما المناطق الأكثر انحداراً الأكثر من (30°)، تميزت بغطاء نباتي قليل، فتراوحت مساحة الغطاء النباتي الضعيف جداً في تلك الانحدارات 0.01 كم² وبنسبة 0.14 %، والغطاء النباتي الضعيف بمساحة 0.34 كم² بنسبة 2.24 %، والغطاء النباتي متوسط الكثافة مساحة 0.38 كم² ما نسبته 2.15 % والكثيف 0.16 كم² ونسبته 1.44 % عام 2004م، وفي عام 2024 م 0.02 كم² للغطاء النباتي الضعيف جداً و بنسبة 0.16 % والضعيف 0.48كم² وبنسبة 2.10 % والمتوسط الكثافة 0.24 كم² بنسبة 1.98 % و الغطاء الكثيف 0.15 كم² وبنسبة 4.20 %. مما سبق نجد أن اعلي نسبة للغطاء النباتي الطبيعي بالمنطقة تركزت في مناطق الانحدارات البسيطة ما بين (0 –11 °)، وهذا يدل علي دور قلة الانحدار علي تقليل انجراف التربة وتوفر فرصة لرشح المياه مما يسمح بتوفر الرطوبة أكثر من المناطق الأكثر انحداراً ، وان كان هذا الغطاء قد تعرض للتدهور بفعل النشاط البشري بالمنطقة، فقد تمثلت هذه المناطق في منطقة الوسيطة التي استهدفت في الماضي من باستغلالها لغرض إنشاء العديد من المزارع وما ترتب عليها من إزالة للغطاء النباتي الطبيعي بهدف التوسع الزراعي وفي الحاضر وخاصة بعد عام 2011 م وغياب الدولة باستغلالها بهدف إنشاء الاستراحات والمباني مثلما ما حصل في منطقة قندفورة التي تتواجد بها عشرات الاستراحات، إضافة إلي القطع والاحتطاب والحرائق، بينما المناطق الأكثر انحداراً أدت إلي زيادة نشاط عملية التعرية وجرف التربة ووجود ترب ضحلة وعدم توفر فرص للاحتفاظ بالرطوبة مما يسمح بوجود نباتات اقل كثافة من الأراضي المستوية وبطون الأودية.

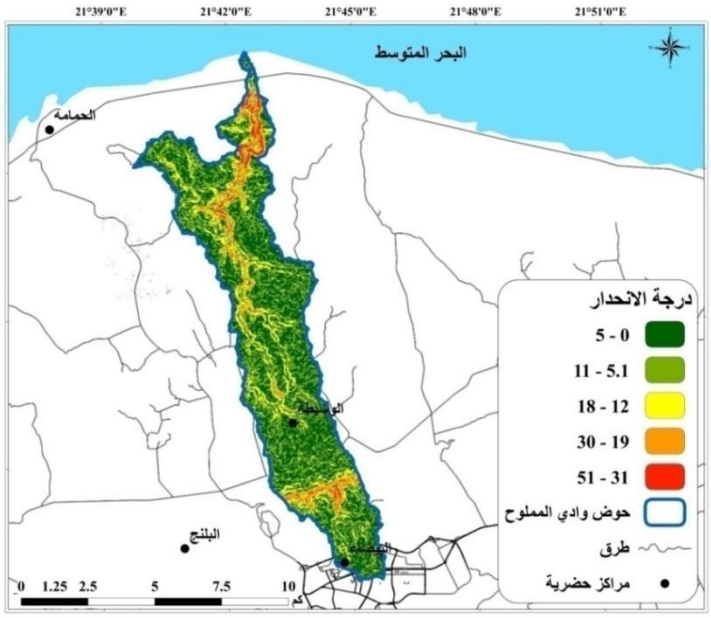
جدول رقم (3): العلاقة بين درجة الانحدار وتدهور الغطاء النباتي 2004م

درجة الانحدار	ضعيف جدًا		ضعيف		متوسط		كثيف	
	المساحة كم²	النسبة %	المساحة كم²	النسبة %	المساحة كم²	النسبة %	المساحة كم²	النسبة %
5 - 0	4.35	59.75	7.06	46.57	7.07	40.08	2.88	39.67
11 - 5.1	2.63	36.13	5.83	38.46	6.67	37.81	3.97	35.75
18 - 11.1	0.26	3.57	1.21	7.98	2.14	12.13	1.74	15.67
30 - 18.1	0.03	0.41	0.72	4.75	1.38	7.82	0.83	7.47
أكثر من 30.1	0.01	0.14	0.34	2.24	0.38	2.15	0.16	1.44

جدول رقم (4): العلاقة بين درجة الانحدار وتدهور الغطاء النباتي 2024م

درجة الانحدار	ضعيف جدًا		ضعيف		متوسط		كثيف	
	المساحة كم²	النسبة %	المساحة كم²	النسبة %	المساحة كم²	النسبة %	المساحة كم²	النسبة %
5 - 0	6.31	63.28	10.01	43.79	4.22	34.82	0.82	22.97
11 - 5.1	4.11	32.53	8.79	38.45	4.77	39.36	1.24	34.73
18 - 11.1	0.45	3.56	2.32	10.15	1.80	14.85	0.80	22.41
30 - 18.1	0.06	0.47	1.26	5.51	1.09	8.99	0.56	15.69
أكثر من 30.1	0.02	0.16	0.48	2.10	0.24	1.98	0.15	4.20

المصدر: اعد الجدولين (3- 4) بناءً نموذج الارتفاعات الرقمية والصور الفضائية للمنطقة، وبالاعتماد علي ArcMap

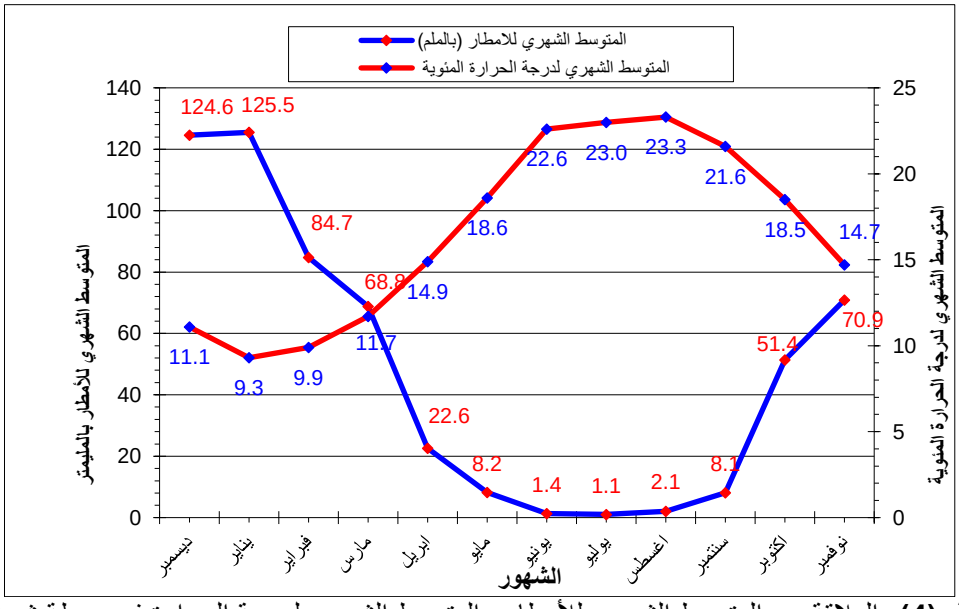


شكل رقم (3): درجات الانحدار في منطقة الدراسة

المصدر: استخرجت بيانات الارتفاع من خلال (Shuttle Radar Topography Mission SRTM) وباستخدام برنامج ArcMap10.8

3. التركز الفصلي للأمطار والحرارة:

تعد الأمطار والحرارة من أهم العوامل المناخية المؤثرة في توزيع الغطاء النباتي الطبيعي، من خلال تأثيرها علي عملية التمثيل الضوئي وعملية النمو، فالأمطار توفر الرطوبة ودرجة الحرارة تزيد من عملية النتح لدي النباتات بزيادة معدلات التبخر، ومن خلال الشكل (4) نلاحظ تعرض الغطاء النباتي الطبيعي بالمنطقة لفترات حرجة أحداهما في فصل الشتاء، إذا تتزايد كميات الأمطار خلال شهري ديسمبر ويناير وتنخفض درجات الحرارة في أشهر نوفمبر وديسمبر ويناير وفبراير، وعلي الرغم من توفر الرطوبة في تلك الشهور ألا أنا انخفاض درجات الحرارة وحدوث الصقيع يضعف نمو النباتات ويعيق نموها، ويجعلها تمر بفترة الكمون النباتي، كما يلاحظ بداية ازدياد درجات الحرارة من نهاية مارس وحتى شهر أكتوبر مع تناقص كميات الأمطار إلي ادني مستوي لها ، يزيد من عملية التبخر والنتح لدي النباتات، مما يسبب عجز مائي، بالتالي فأن النباتات بالمنطقة تتعرض لفترتين إحداهما فترة حرجة للماء والأخرى حرجة للجفاف.

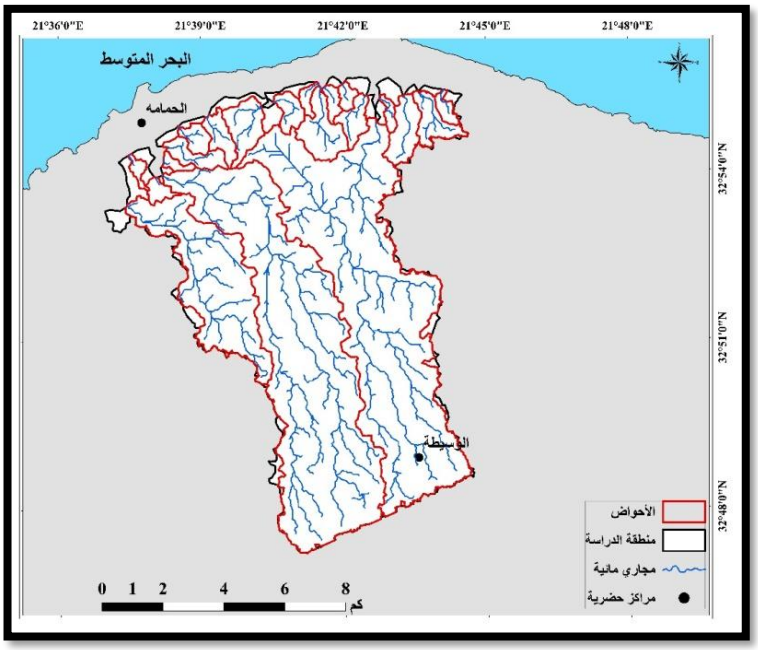


الشكل رقم (4): العلاقة بين المتوسط الشهري للأمطار والمتوسط الشهري لدرجة الحرارة في محطة شحات للفترة الممتدة من (1945 – 2006م)

المصدر: من إعداد الباحث بناءً على بيانات المركز الوطني للأرصاد الجوي طرابلس، شحات، 1945 – 2006 م.

4. السيول والفيضانات:

تقسم منطقة الدراسة العديد من الأودية الجافة وهي عبارة عن مجاري مائية موسمية تتشكل خلال سقوط الأمطار والتي غالبا تكون خلال موسم فصل الشتاء وهي غير منتظمة الجريان، ولهذه الأودية تأثير علي نمو النباتات في مجرياها بما توفره من مياه تتجمع في قاع تلك الأودية وتوفر رطوبة للتربة كما ضفاف تلك الأودية تحتضن أنواع نباتية مختلفة مثل أشجار العرعر والخروب والبطوم والقندول والزيتون البري والسخاب، والعديد من النباتات الحولية والأعشاب، وتعمل هذه الأودية كملاجئ طبيعية للحيوانات البرية كما تمنع التربة من الانجراف، ألا أنها الأكثر عرضة لتأثير الفيضانات المفاجئة والتي كان أخطره إعصار دانيال في 13- 9 -2023 م، حيث سقطت حوالي 400 ملم خلال 12 ساعة، مما سبب فيضان سيول قوية أدت إلي جرف معظم النباتات والتربة من قاع تلك الأودية، وهذا سرع من عملية تدهور الغطاء النباتي الكثيف الذي كان يتواجد بتلك المناطق، ومن ابرز الأودية التي تقطع منطقة الدراسة وادي الجديد غرب حوض وادي المملوح و وادي اعطيواني و وادي العوينة إلي الغرب، والشكل (5) يوضح انتشار تلك مجاري تلك الأودية بالمنطقة المشمولة بالدراسة.



شكل رقم (5): انتشار الأودية في منطقة الدراسة

المصدر: استخرجت بيانات الارتفاع من خلال (**Shuttle Radar Topography Mission SRTM**) وباستخدام برنامج ArcMap10.8

5. التربة في منطقة الدراسة:

تتدخل العديد من العوامل في تشكل التربة في منطقة الدراسة كالمناخ والطبوغرافية والغطاء النباتي بالتزامن مع عمليات تكوين التربة المختلفة، وعلاقة التربة والغطاء النباتي علاقة متبادلة إذا أن توزيع الترب وخصائصها يتحكم في توزيع الغطاء النباتي الطبيعي، كذلك فأن الترب تعمل على حمايتها من عمليات الجرف وتثبيتها وإمدادها بالمواد العضوية وتحسين خواصها، ومن خلال الجدول (5) والشكل (6) **نلاحظ تواجد الترب التالية:**

أ. ترب الحشائش الضحلة:

تشكل هذه الترب 30.10كم^2، وبنسبة 58.8 % من مساحة المنطقة، وبذلك فهي تمثل الترب الأكثر انتشاراً في منطقة الدراسة، ولا يوجد من هذه النوعية من الترب في ليبيا ألا نوع واحد يعرف باسم (**Rendolls**) يتبع هذه الرتبة ،متمثلة في الترب الجيرية الضحلة أو الرندزينا (**Rendzena**)، وتنتشر هذه الترب في المناطق الأكثر أمطاراً مابين (400 – 600 ملم / السنة)، وهي غنية بالغطاء النباتي، وهي ترب انتقالية للتربة البحر المتوسط الحمراء، (خالد رمضان، الترب الليبية ، ص 205)، وقد اشتقت هذه الترب من الصخور الجيرية الغنية بكربونات الكالسيوم، وهي ترب غير متطورة لم تصل إلي مرحلة النضج ولذلك تتصف بضحالة العمق إذا لا تزيد عن متر واحد، كما لا تحتوي علي أفاق سطحية ،وتتركز المادة العضوية علي سطحها بنسبة 2- 5 %، وتكتسب لونه بتنوع الصخور التي اشتقت منها، حيث تعطي الصخور الجيرية الصلبة اللون الأحمر، بينما الصخور الجيرية اللينة تكتسبه اللون الرمادي القاتم أو البني، ويوجد بمنطقة الدراسة نوعان من هذه الترب:

1. **الترب الجيرية الضحلة القاتمة:** يوجد هذا النوع متدخل مع أنواع أخري من الترب، وتنتشر في عدة مناطق منها قصر ليبيا والفائدية واسلنطة وشحات، وهي تفتقر للعناصر الغذائية مثل الفسفور والبوتاسيوم النتروجين ولا تزيد المواد العضوية عن 4%.
2. **الترب الجيرية الضحلة الحمراء:** تعد الأكثر انتشارا في منطقة الدراسة، إضافة إلى البيضاء وشحات واسلنطة والفائدية وسوسة، كما تتصف بقلة محتواها من المادة العضوية وزيادة في كربونات الكالسيوم.

ب. ترب الحديدية الحمراء:

تمثل مساحتها 17.52 كم^2 بنسبة 34.23 % من المنطقة، وهي بذلك تحتل الترتيب الثاني من حيث الانتشار في منطقة الدراسة، وتعرف هذه الترب كذلك باسم الترب الحديدية السليكاتية الحمراء (**Red Ferrosiallitic**)، وتنتشر هذه الترب علي مساحات واسعة من الجبل الأخضر، وقد تكونت من مواد أصل متباينة تمثلت في رواسب الأودية والمراوح الفيضية وبقايا التجوية وأنقاض السفوح والمنحدرات، والمكون الرئيسي لتلك المواد هو الصخر الجيري، وتنتشر بها نباتات البطوم والعرعار والشماري والخروب والزيتون، وهي ترب صالحة لزراعة معظم المحاصيل ، رغم فقرها في المادة العضوية وبعض العناصر الغذائية كالفوسفور والنتروجين، إضافة لتعرضها لعمليات التعرية المائية.

ت. ترب سيليكيتية قرفية:

هذه الترب مساحتها ضئيلة في منطقة الدراسة لا تتعدي 1.35 كم^2، ما نسبته 2.63**%**من المنطقة، ورغم أن هذه الترب تتكون على ارتفاعات تتراوح ما بين 400 – 800 متر، ألا أنها أكثر انتشارا في مناطق المستوية والأجزاء السفلية من المنحدرات والسهول وبطون الأودية، ومواد أصلها التي تكونت منها تتمثل في رواسب قيعان الأودية والمنحدرات ونواتج التجوية للصخور الجيرية حيث ترتفع بها كربونات الكالسيوم، ومحتوي هذه الترب من المواد العضوية قليل، وذلك بسبب تعاقب فترات الجفاف والرطوبة التي تزيد من سرعة تحلل المادة العضوية.

كما تتواجد عدة أنواع من هذه التربة منها الترب القرفية النموذجية، وهي ذات قاطع عميق، والتربة الجيرية ذات أفق جيري والترب القرفية الضحلة لا يتعدي سمكة 50 سم، والترب الرسوبية والتي نتجت من الرواسب التي جلبتها الأودية والمنحدرات، وهي قليلة بمنطقة الدراسة ربما يرجع ذلك إلي طبوغرافية المنطقة التي تمثل منطقة انتقالية للأودية مابين المصطبة الثانية والمراوح الفيضية علي الساحل مما يجعلها مناطق انتقال وليس ترسيب، كما ساهم إعصار دانيال في كشط وتعرية معظم تلك الرواسب من قيعان الأودية بالمنطقة مما جعلها تظهر بنسب ضئيلة جدا، إضافة إلي الترب القرفية القلابة وهي ذات شقوق سطحية قد تكون عميقة أو غير عميقة، ويسود في هذه الترب الغطاء النباتي الطبيعي المتمثل في أشجار البلوط و البطوم والشماري والعرعار والقندول وشجيرات الشبرق واشجار الخروب، وهي صالحة للزراعة. (خالد رمضان، الترب الليبية، ص210).

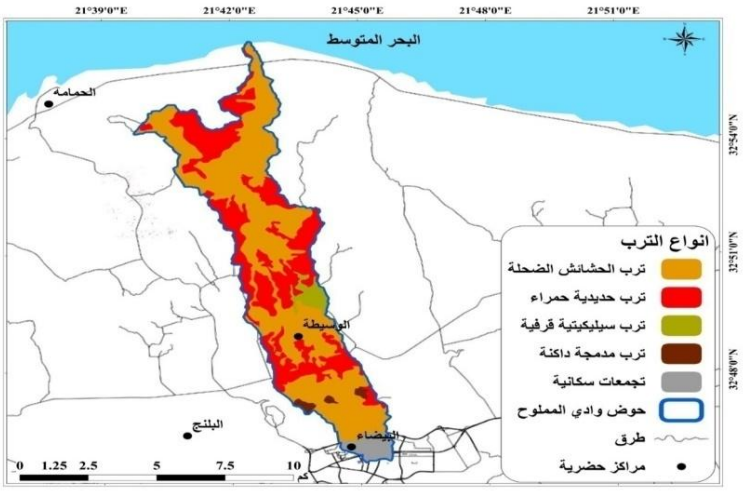
ث. ترب مدمجة داكنة:

انتشار هذا النوع من الترب محدود في منطقة الدراسة إذا لا يتعدي 0.58 كم، بنسبة 1.14 %، واهم ما يميزه عدم وضوح الآفاق بها، وتشققاها أثناء فترات الجفاف، وذات قوم طيني، وبقابليتها للتمدد والانكماش، وبارتفاع نسبة كربونات الكالسيوم.

جدول رقم (5): التوزيع الجغرافي للتربة في منطقة الدراسة

الترب	المساحة كم^2	النسبة
تجمعات سكانية	1.64	3.20
ترب الحشائش الضحلة	30.10	58.80
ترب حديدية حمراء	17.52	34.23
ترب سيليكيتية قرفية	1.35	2.63
ترب مدمجة داكنة	0.58	1.14
المجموع	51.19	100

المصدر: اعد الجدول بناء على الشكل (6)

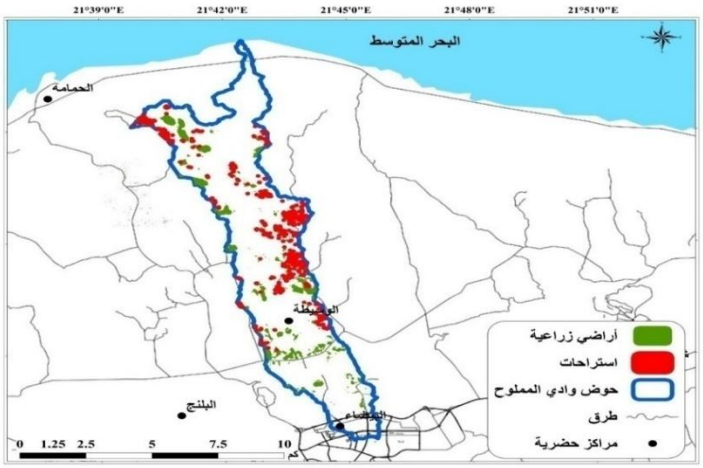


شكل رقم (6): توزيع الترب بمنطقة الدراسة

Source: the map is compiled by the soil ecological 1:25000 expedition of the USSR .selkhozprom Export (1980)

6. التوسع في الأراضي الزراعية بمنطقة الدراسة:

يعد التوسع الزراعي والعمراني من أهم العوامل التي ساهمت في تغير الغطاء النباتي الطبيعي بالمنطقة، وكما سبق الحديث بأن التدرج في ارتفاع المنطقة إكسابها بعض الخصائص البيئية مثل التدرج في الانحدار واتساع المصطبة في منطقة الوسيطة ليصل امتدادها إلي ما يزيد عن عشرة كم ،وتوفر الترب الصالحة للزراعة وفرة الأمطار بها مما جعلها مناطق جيدة لنمو الغطاء النباتي الطبيعي، ولهذا استهدفت المنطقة إبان فترة السبعينات من قبل الهيئة التنفيذية للاستصلاح وتعمير الأراضي بإنشاء مشروع الوسيطة الزراعي الذي اشتمل علي استصلاح 3938 هكتار، و عدد 83 مزرعة موزعة علي 25 هكتار لكل مزرعة (الهيئة التنفيذية لمنطقة الجبل الأخضر، ص 14)، أزيل فيه الغطاء النباتي الطبيعي والأحراش وتهيئة الأراضي للعمليات الزراعة بأشجار الفاكهة والحبوب، صورة (3) توضح التوسع الزراعي في منطقة الوسيطة، رغم ذلك لم تتأثر المنطقة كثيرا من هذا المشروع لأنه كان وفق خطة وبإشراف خبراء، اذ تم حفظ الغطاء النباتي في المناطق المنحدرة والسفوح وترك مساحات حراجية في المزارع ، واستهدف المناطق المنطقة المستوية وقليلة الانحدار وذلك لتقليل من خطر التعرية، ومن خلال الشكل (7) نجد إن مساحات الأراضي الزراعية بلغت 397.34 هكتار ما يعادل 3.97 كم ² وذلك خلال عام 2024 م، ولكن في الفترة الأخيرة مابين عامي 2004 – 2024 م ونتيجة للظروف السياسية والأمنية التي مرت بها البلاد، وغياب دور الأجهزة الرقابية كجهاز الشرطة الزراعية والحرس البلدي ووزارة الزراعة لوحظ بشكل واضح التعدي علي الغطاء النباتي الطبيعي والأراضي الزراعي والرعوية بشكل كبير من خلال انتشار ظاهرة المنتجعات السياحية أو ما تعرف (بالاستراحات) وشق الطرقات وتقسيم المزارع وبيع الأراضي دون إي تخطيط أو إدارة بيئية لتلك المناطق، ومن خلال الشكل (7) وصلت مساحة الاستراحات بالأراضي الزراعية 3.25 هكتار (0.0325 كم²).



شكل رقم (7): التوسع في الأراضي الزراعية في منطقة الدراسة

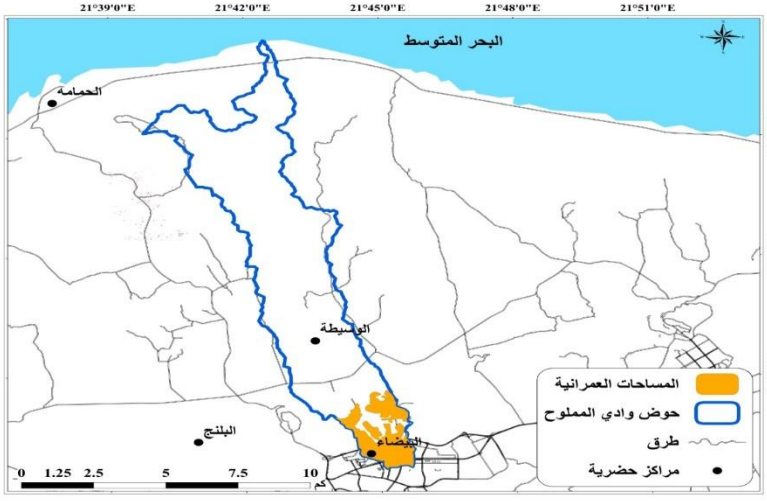
المصدر: من عمل الباحث بنأء على بيانات القمر SENTINEL-2B، وباستخدام Arc Map

صورة رقم (3): التوسع الزراعي في منطقة الوسيطة بالمصطبة الأولي

7. التوسع العمراني بمنطقة الدراسة:

استهدفت المنابع العليا لحوض وادي المملوح علي حوالي 630 متر، و يعرف محلياً وادي الشيص لتوسع العمراني لمخطط مدينة البيضاء الشمالي والذي يضم معظم حي انترسيما وسوق الأحد الشعبي والمعهد الصناعي وحي الجنين، وحي بوسلطان، صورة (4) مما زاد من تقليص الغطاء النباتي بالحوض ،وأدي إلي زيادة الأسطح الكتيمة التي سرعت من عملية الجريان المائي والذي اتضحت أثاره جالية خلال إعصار دانيال من خلال غرق معظم أحياء الجنين وسوق الأحد الواقعة في اعلي مصب وادي الملوح، و خلال الشكل (8) الذي يوضح التوسع العمراني شمال الحوض نجد أن مساحة العمران وصلت 443.34 هكتار ما يعادل 4.43 كم².

صورة رقم (4): التوسع العمراني لمدينة البيضاء في الجزء الأعلى لحوض وادي المملوح (وادي الشيص)



شكل رقم (8): التوسع العمراني في منطقة الدراسة

المصدر: من عمل الباحث بناًء على بيانات القمر SENTINEL-2B، وباستخدام Arc Map

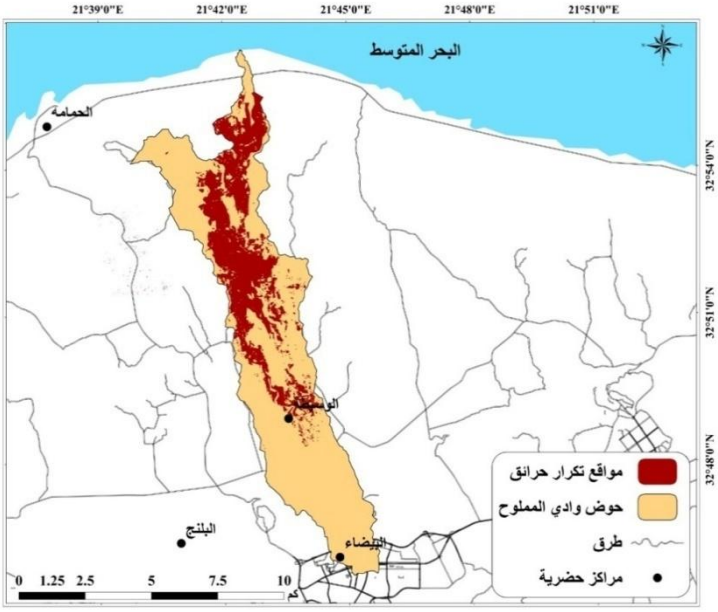
8. الحرائق:

للحرائق أثر واضح في القضاء على الغطاء النباتي الطبيعي في فترة قصيرة مقارنة بباقي العوامل الأخرى التي تستغرق زمن أطول، ومن هنا تكون الحرائق من أكثر العوامل تدميراً للغطاء النباتي وقد أدي التوسع العمراني وما صاحبه من نشاط بشري كشق الطرق وانتشار المباني داخل الغابات الكثيفة إلى حدوث العديد من الحرائق، فمن خلال الجدول (6) والشكل (9) نجد إن مساحة الحرائق في منطقة الدراسة بلغت عام 2024 م وصلت إلى 13.89 كم^2، وهو ما يشكل 27.13 % من إجمالي المنطقة. والذي امتد علي كامل المنطقة من شمالها إلى جنوبها، ففي صيف 2014 م حدثت الكثير من الحرائق التي قضت على مساحات شاسعة من الغطاء النباتي الطبيعي وما تحويه من تنوع حيوي كالحيوانات البرية والحشرات وغيرها، وقد ساهم الإهمال من قبل السكان ومستعملين الطرق وغياب دور الدفاع المدني في إخماد الحرائق إلى استمرارها لعدة أيام، وقد ساهم ذلك في زيادة الانجراف المائي وخاصة في المناطق المنحدرة.

جدول رقم (6): مساحة انتشار الحرائق في منطقة الدراسة خلال 2024 م

السنة	مساحة الحرائق كم^2
2024	13.89

المصدر: اعد الجدول بناءً علي الشكل (9)



شكل رقم (9): الحرائق في منطقة الدراسة خلال عام 2024 م

المصدر: من عمل الطالب بناء على بيانات القمر SENTINEL-2B، وباستخدام Arc Map

9. الأنشطة البشرية:

نجم عن التوسع الزراعي والعمراني بمنطقة الدراسة إلي العديد من الممارسات التي ضغطت علي الغطاء النباتي الطبيعي، مثل عمليات القطع والاحتطاب من اجل استخدام الفحم وشق الطرق المعبدة أو الترابية منها إلي تعرض مناطق كانت محمية طبيعياً بسبب صعوبة الوصول إليها سابقاً كالأودية والمنحدرات إلي تعرضه لعمليات القطع والإزالة بهدف التوسع العمراني المتمثل في منطقة الدراسة بالمخططات العشوائية والمحاجر، ودون مراعاة للضوابط البيئية ،وتعد ظاهرة المفاحيم التي يتم فيها قطع مساحات شاسعة قد تصل لعدة هكتارات من اجل إنتاج الفحم، كما سهلت تلك الطرق من وصول السكان إلي تلك المناطق مما ساهم في زيادة انتشار الحرائق وتلويث للبيئة عن طريق النفايات صورة (5).

صورة رقم (5): تلوث البيئة بالنفايات، وتعرض الغطاء النباتي للحرائق

حالة التغير في الغطاء النباتي الطبيعي بمنطقة الدراسة:

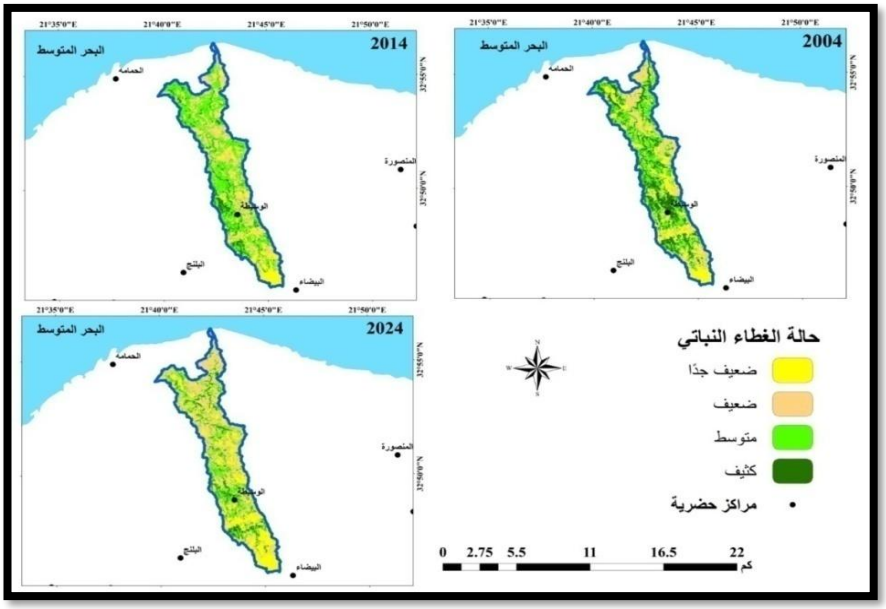
من خلال الجدول (7) والشكل (9) الذي يبين حالة التغير في الغطاء النباتي بمنطقة الدراسة ما بين عامي (2004 – 2024 م)، **نستنتج الأتي:**

1. **حالة الغطاء النباتي الضعيف جداً:** شكل الغطاء النباتي الضعيف جداً في عام 2004 م من مساحة المنطقة 3.17كم^2، بنسبة 6.19%، ليزداد تقريباً إلي ضعف المساحة خلال 2014 م 5.74كم^2 وبنسبة 11.21%، هذا يتطابق مع ما تعرضت له المنطقة نتيجة الظروف السياسية والأمنية في تلك الفترة التي مرت بها البلاد من توسع زراعي وعمراني علي حساب الغطاء النباتي بتلك المناطق، وما نتج عنه من زيادة انتشار الحرائق و التي كنت أشده في عام 2014 م، وفي عام 2024 م بلغت المساحة إلي 11.54كم إي 22.37 % من إجمالي المنطقة ونسبة التغير بلغت 261.2، وهذا يدل علي ازدياد انتشار دخول مناطق جديدة للتصحر بالمنطقة.
2. **حالة الغطاء النباتي الضعيف:** بلغت مساحة الغطاء النباتي الضعيف 15.74 كم^2 وبنسبة 9.66 % من إجمالي المنطقة المدروسة عام 2004 م، وازدادت حوالي الضعف خلال عام 2014 م لتصل إلي 17.76 كم^2 ما يعادل 30.94% من مساحة المنطقة، وفي عام 2024 م كانت مساحة الغطاء النباتي الضعيف 23.68 كم^2 ما نسبته 46.26 %، وقد بلغت نسبة التغير في حالة الغطاء النباتي الضعيف مابين عامي 2004 – 2024 م 50.4، وهذا يدل علي ازدياد مساحة النباتات الضعيفة علي حساب دخول مساحات كانت متوسطة الكثافة وبالتالي تقدم المناطق المعرضة للتصحر علي حساب أراضي جديدة.
3. **حالة الغطاء النباتي المتوسط:** نلاحظ إن الغطاء النباتي ذو الحالة المتوسطة كان أكثر انتشاراً في عام 2004م عنه في عامي 2014 وعام 2024 م، إذا نجد انه في عام 2004 م بلغت المساحة 28.55 كم^2 بنسبة 55.78% ما يعادل نصف المنطقة تقريباً، وتتناقص هذه المساحة في عام 2014 م إلي 24.19 كم^2 بنسبة 47.26 %، وفي عام 2024 م استمر في التناقص بشكل واضح نتيجة عمليات الإزالة المستمرة حتى بلغ 12.25 كم^2 ونسبة 23.93 %، كما بلغت نسبة التغير بالسالب -57.1، وهذا يدل علي تدهور الغطاء النباتي بشكل كبير جدا ،كان معظمه في عام 2014 م، وهذا يتطابق مع العوامل السابقة الذكر التي كانت أكثر نشاطاً وانتشاراً في هذه الفترة كالتوسع الزراعي والعمراني وشق الطرق وانتشار الحرائق والقطع والاحتطاب وغيرها، وحتى عام 2024 م.
4. **حالة الغطاء النباتي الكثيف:** يمكن ملاحظة حدوث تدهور في الغابات الكثيفة بالمنطقة، فقد تناقصت من 14.52 كم^2 بنسبة 28.37 % في عام 2004 م لتصل إلي 5.42 كم^2 بنسبة 10.59 % عام 2014 م ،و وصلت اقل مساحه لها في عام 2024م، إذا بلغت 3.8 كم^2 بنسبة 7.43 %، وبنسب تغير تعتبر هي الأكبر بالمنطقة علي باقي الأنواع السابقة، التي بلغت -73.8، مما يؤكد لنا حدوث تدهور و انحسار شديد في مساحة الغابات الكثيفة التي كانت محمية بالسابق أما بسبب صعوبة الوصول إليها لوقوعها علي سفوح وبطون الأودية، أو وقوعها داخل أراضي زراعية مسيجة محمية بالقانون، كما إن الفيضانات والسيول عقب إعصار دانيال شهر سبتمبر 2023 م وما صاحبه من جرف للتربة والغطاء النباتي الكثيف من بطون تلك الأودية ساهم أيضاً في تناقص هذا الغطاء الكثيف بالمنطقة وزاد من مساحة الغطاء متوسط الكثافة و الذي مثل المساحة الأكبر علي باقي الأنواع الأخرى.

جدول رقم (7): حالة الغطاء النباتي الطبيعي خلال الأعوام (2004 – 2014 – 2024) بمنطقة الدراسة

حالة الغطاء النباتي	2004		2014		2024		نسبة التغير 2024-2004
	المساحة كم²	النسبة %	المساحة كم²	النسبة %	المساحة كم²	النسبة %	
ضعيف جدًا	3.17	6.19	5.74	11.21	11.45	22.37	261.2
ضعيف	15.74	9.66	17.76	30.94	23.68	46.26	50.4
متوسط	28.55	55.78	24.19	47.26	12.25	23.93	-57.1
كثيف	14.52	28.37	5.42	10.59	3.8	7.43	-73.8
المجموع	51.19	100	51.19	100	51.19	100	-37.9

المصدر: اعد الجدول بناءً علي الشكل (10)



شكل رقم (10): حالة الغطاء النباتي الطبيعي خلال الأعوام (2004 – 2014 – 2024) بمنطقة الدراسة
المصدر: من عمل الطالب بناءً على بيانات القمر SENTINEL-2B، وباستخدام Arc Map

النتائج والتوصيات:

النتائج:

توصلت الدراسة إلى عدة نتائج أهمها:

1. تدرج حوض وادي المملوح في الارتفاع مابين (310 – 630) متر فوق مستوي سطح البحر، والتي مثلت أكبر مساحة، إلي (04 – 150) متر فوق مستوي سطح البحر، هذا الفارق في الارتفاع اثر علي كثافة الغطاء النباتي شمال المنطقة عن جنوبها.
2. انعكس الاختلاف في الارتفاع على درجات الانحدار بمنطقة الدراسة، حيث شكل الانحدار الخفيف (0 – 11°) أكبر مساحة بنسبة 41.73 % للانحدار ما بين (0- 5°)، و40.20 % للانحدارات ما بين (5.1 – 11°) متمثلة في منطقة الوسيطة، بينما الانحدارات الشديدة (31 – 55°) شملت السفوح وجوانب الأودية حيث تنشط عمليات الانجراف المائي.
3. من خلال دراسة العلاقة بين درجات الانحدار وتدهور الغطاء النباتي الطبيعي نجد أن اعلي نسبة للغطاء النباتي تركزت في المناطق قليلة الانحدار ما بين (0 – 5°)، وذلك لمساهمته في تقليل عمليات الجرف بفعل التعرية المائية، وزيادة سمك التربة والاحتفاظ بالرطوبة، رغم تعرض هذه المناطق للتوسع الزراعي والعمراني والرعي والقطع والحرائق.
4. من خلال دراسة التركز الفصلي للأمطار والحرارة بالمنطقة، لوحظ وجود فترتين حرجتين يمر بهما الغطاء النباتي، إحداهما في فصل الشتاء وما يصاحبه من انخفاض في درجات الحرارة وحدوث الصقيع، ما يعيق نمو النبات ويدخله في فترة كمون رغم توفر المياه، والأخرى في فصل الصيف، التي تمثل ارتفاع درجات الحرارة، وما يترتب عليها من زيادة عمليتي التبخر والنتح وهي فترة عجز مائي.

5. تمثل بطون الأودية أكثر مناطق للنمو النباتات لما توفره من توفر الرطوبة والترب الرسوبية التي تأتي مع السيول والجريانات المائية، ألا أن تعرضه للفيضانات والسيول المفاجئة والتي كان إعصار دانيال أشده في 13 – 09 – 2023 م، وما نجم عنه من سقوط كميات كبيرة من الأمطار وصلت لحوالي 400 ملم / خلال 12 ساعة إلى حدوث سيول قوية، أدت إلى اقتلاع جزء كبير من هذا الغطاء النباتي، مما انعكس على النظام البيئي بشكل كبير لما توفره هذه الغابات من حماية للتربة عن تثبيتها، كما تعد ملاجئ طبيعية للحياة البرية.
6. من خلال دراسة التوزيع الجغرافي للتربة بالمنطقة المدروسة، وجد أن النسبة الأكبر تغطيه تربة الحشائش الضحلة (الردزينا)، وهي ترب قليلة السمك، إذ تغطي 30.10 كم² بنسبة 58.8 % من مساحة المنطقة، يليه التربة الحديدية الحمراء بمساحة 17.52 % بنسبة 34.23 %، والترب السيليكتية القرفية 1.35 كم²، 2.63 %، والترب المدمجة الداكنة بمساحة 0.58 كم² وبنسبة 1.14 %.
7. ساهم التوسع الزراعي والعمراني في تغير الغطاء النباتي الطبيعي بالمنطقة، إذ وصلت مساحات الأراضي الزراعية 397.34 هكتار (3.97 كم²) والاستراحات 3.25 هكتار (0.0325 كم²) والعمران 443.34 هكتار (4.43 كم²).
8. للحرائق أثر واضح في القضاء على الغطاء النباتي الطبيعي في فترة قصيرة مقارنة بباقي العوامل الأخرى التي تستغرق زمن أطول، فقد بلغت مساحة الحرائق في منطقة الدراسة والتي امتدت علي كامل المنطقة من شمالها إلى جنوبها عام 2024 م إلى 13.89 كم²، وهو ما يشكل 27.13 % من إجمالي المنطقة.
9. **من خلال دراسة تحليل التغير في الغطاء النباتي الطبيعي بحوض وادي المملوح من الفترة 2004 م وحتى 2024 م لوحظ الآتي:**

أ. شكل الغطاء النباتي الضعيف جداً في عام 2004 م من مساحة المنطقة 3.17كم²، بنسبة 6.19%، ليزداد تقريباً إلي ضعف المساحة خلال 2014 م 5.74كم² وبنسبة 11.21%، وفي عام 2024 م بلغت المساحة إلي 11.54كم² إي 22.37 % من إجمالي المنطقة ونسبة التغير بلغت 261.2، هذا يدل علي ازدياد انتشار دخول مناطق جديدة للتصحر بالمنطقة.

ب. بلغت مساحة الغطاء النباتي الضعيف 15.74 كم2 وبنسبة 9.66 % من إجمالي المنطقة المدروسة عام 2004 م، وازدادت حوالي الضعف خلال عام 2014 م لتصل إلى 17.76 كم2 ما يعادل 30.94% من مساحة المنطقة، وفي عام 2024 م كانت مساحة الغطاء النباتي الضعيف 23.68 كم2 ما نسبته 46.26 %، وقد بلغت نسبة التغير في حالة الغطاء النباتي الضعيف مابين عامي 2004 – 2024 م 50.4، وهذا يدل علي ازدياد مساحة النباتات الضعيفة علي حساب دخول مساحات كانت متوسطة الكثافة.

ت. لوحظ إن الغطاء النباتي ذو الحالة المتوسطة كان أكثر انتشاراً في عام 2004م عنه في عامي 2014 وعام 2024 م، إذا نجد انه في عام 2004 م بلغت المساحة 28.55 كم2 بنسبة 55.78% ما يعادل نصف المنطقة تقريباً، وتتناقص هذه المساحة في عام 2014 م إلى 24.19 كم2 بنسبة 47.26 %، وفي عام 2024 م استمر في التناقص بشكل واضح نتيجة عمليات الإزالة المستمرة حتى بلغ 12.25 كم2 ونسبة 23.93 %، كما بلغت نسبة التغير بالسالب -57.1، ما يدل علي تدهور الغطاء النباتي المتوسط بشكل كبير جدا.

ث. تدهور الغابات الكثيفة بالمنطقة فقد تناقصت من 14.52 كم2 بنسبة 28.37 % في عام 2004 م لتصل إلي 5.42 كم2 بنسبة 10.59 % عام 2014 م، وصلت اقل مساحه لها في عام 2024م إذا بلغت 3.8 كم2 بنسبة 7.43 %، وبنسب تغير تعتبر هي الأكبر بالمنطقة علي باقي الأنواع السابقة و التي كانت -73.8، مما يؤكد لنا حدوث تدهور و انحسار شديد في مساحة الغابات الكثيفة التي كانت محمية بالسابق، كما إن الفيضانات والسيول عقب إعصار دانيال شهر سبتمبر 2023 م وما صاحبه من جرف للتربة والغطاء النباتي الكثيف من بطون تلك الأودية ساهم أيضاً في تناقص هذا الغطاء الكثيف بالمنطقة وزاد من مساحة الغطاء متوسط الكثافة و الذي مثل المساحة الأكبر علي باقي الأنواع الأخرى.

التوصيات:

من خلال النتائج التي توصلت إليها الدراسة يمكن وضع التوصيات التالية:

1. الاستفادة من التقنيات الجيومكانية الحديثة في الدراسات والأبحاث المتعلقة بدراسة التغير في الغطاء النباتي الطبيعي، وتقييم حالته للإقامة شبكات رصد للمراقبة ذلك التغير، لحد من خطر تفاقم تدهور الغطاء النباتي.
2. استخدام المسح الجوي والأرضي في دراسة عمليات حصر وتحديد الأنواع وكثافتها، لمواجهة التغيرات البيئية، ومن اجل المحافظة على التوازن البيئي.
3. العمل على تشجير مناطق الغطاء النباتي المتدهور، وخاصة التي تعرضت إما للحرائق أو القطع بأنواع محلية سريعة النمو، وذات قدرة عالية علي التأقلم مع التغيرات المناخية، وإنشاء محطات إكثار بذور لتلك الأنواع النباتية.
4. إنشاء المحميات والمسيجات الطبيعية لحماية الغطاء النباتي الطبيعي، وخاصة في مناطق الأودية والمنحدرات، حيث يعد الغطاء النباتي عاملاً مهما في حماية التربة وحفظ المياه بتلك المناطق.
5. العمل على الربط بين أساليب التنمية السياحية بالمعايير البيئية عند إقامة الاستراحات والمنتجعات السياحية.
6. العمل على تفعيل القوانين واللوائح التي تنص على حماية البيئة، من اجل ضبط المخلفين وردعاهم.

7. نشر الوعي البيئي لدي السكان بأهمية الغطاء النباتي الطبيعي في المحافظة على البيئة والتوازن البيئي، وإمكانية الاستفادة من ذلك الغطاء النباتي الطبيعي في تربية الحيوانات والنحل، واستخراج المستحضرات الطبية... الخ.

المراجع:

1. خليفة سعد، زهرة، تباين تغير الغطاء النباتي في القسم الغربي من سهل الجفارة باستخدام مؤشر الاخضرار NDVI من سنة 1992 إلى 2024 م، مجلة أبحاث بكلية الآداب، جامعة سرت، العدد 17، مارس 2025 م.
2. علي محمد العموري، زمزم، نمذجة تدهور الغطاء النباتي بمنطقة القره بوللي باستخدام تقنيات النمذجة المكانية، رسالة ماجستير، قسم الجغرافيا، كلية الآداب، جامعة طرابلس، 2017.
3. حسين جاسم الزهيري، سعد، مراقبة تغيرات الغطاء الأراضي واستخدام الأرض شرق المصب العام بين محافظتي ذي قار والقادسية، رسالة ماجستير، قسم الجغرافيا، كلية الآداب، جامعة ذي قار، 2024م.
4. بنت إبراهيم بن علي الزبيدي، حليمة، توظيف المؤشرات الطيفية لكشف وتحليل التغير في التغطية النباتية للأجزاء الغربية من محافظة الطائف، رسالة ماجستير، قسم الجغرافيا، كلية العلوم الاجتماعية، جامعة أم القرى، 2010م.
5. محمود فياض، مشعل، عبد جسام الجميلي، سحر، الغطاء النباتي في حوض وادي جباب باستخدام معادلة NDVI، مجلة جامعة الأنبار للعلوم الإنسانية، العدد 4، كانون الأول، المجلد الثاني 2013.
6. علي جاسم العاني، طارق، الغطاء النباتي في المناطق الجافة وشبة الجافة في العراق ودور الحماية في الحفاظ على التنوع النباتي، المؤتمر الدولي الثاني للموارد المائية والبيئة الجافة، جامعة بغداد، 2006م.
7. ليبيا، دراسة وتقييم الغطاء النباتي الطبيعي في الجبل الأخضر، جامعة عمر المختار، 2005م.
8. جامعة الدول العربية، دراسة التقنيات الحديثة الملائمة لتنمية الثرة الغابية في الوطن العربي والمشروعات المقدمة للتطوير، المنظمة العربية للتنمية الزراعية، الخرطوم، 1998م.
9. ليبيا، مجلس التنمية الزراعية، الهيئة التنفيذية لمنطقة الجبل الأخضر، مشروع الجبل الأخضر، 1978 م.
10. Yengoh, G. T., Dent, D., Olsson, L., Tengberg, A. E., & Tucker, C. J. (2015). Use of the Normalized Difference Vegetation Index (NDVI) to Assess Land Degradation at Multiple Scales, 27–30. https://doi.org/10.1007/978-3-319-24112-8_4
11. Peña, M. A., & Brenning, A. (2023). Benchmarking Sentinel-2-derived predictors for long-term burn severity modelling: the 2016–17 Chilean firestorm. International Journal of Remote Sensing, 44(8), 2668-2690.
12. selkhozprom Export, the map is compiled by the soil ecological 1:25000 expedition of the USSR (1980).
13. Zha et al.(2003) proposed the Normalized Difference Built-up Index (NDBI) for automatically mapping urban built-up areas.