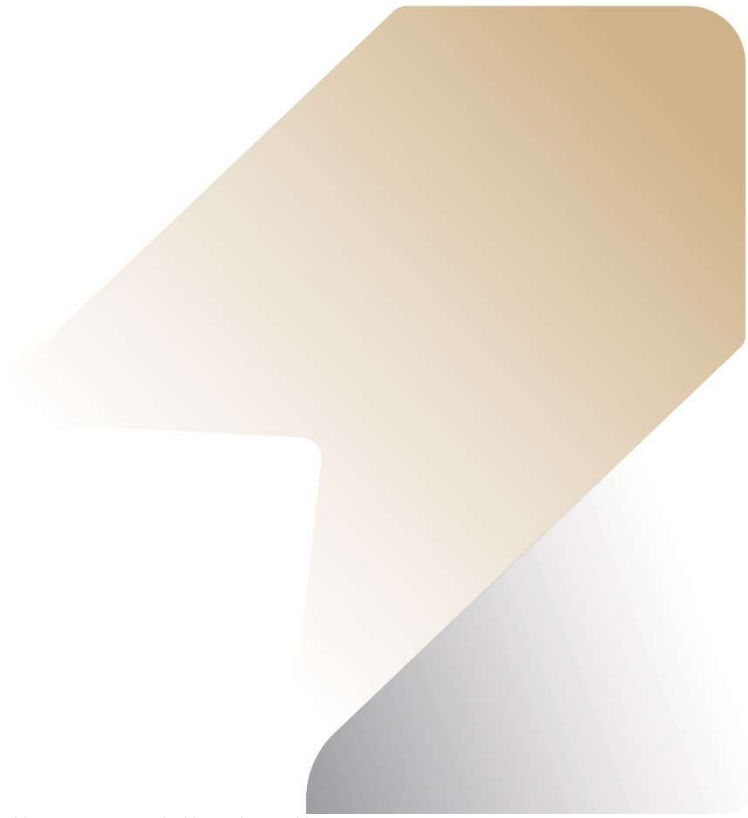
مجـــلة

جامعة الملك خالد
KING KHALID UNIVERSITY

جامعة الملك خالد

للعلوم الإنسانية

دورية علمية نصف سنوية - محكمة



المجلد الثاني عشر- العدد الثاني (ديسمبر2025)

بسم الله الرحمن الرحيم

عن المجلة:

مجلة جامعة الملك خالد للعلوم الإنسانية دورية علمية نصف سنوية، متخصصة في العلوم الإنسانية، محكمة في آلية قبول البحوث القابلة للنشر بها، وتهدف إلى نشر الإنتاج العلمي للباحثين في تخصصات العلوم الإنسانية، وتعنى بالبحوث الأصيلة التي لم يسبق نشرها باللغتين العربية والإنجليزية التي تتسم بالمصداقية واتباع المنهجية العلمية السليمة.

أهداف المجلة:

- الإسهام في إبراز دور الحضارة الإسلامية في إثراء العلوم الإنسانية.
- نشر البحوث العلمية المحكمة في مجال العلوم الإنسانية بفروعها المختلفة.
- الإضافة إلى مركوم المعرفة في الدراسات الإنسانية.
- إبراز جهود الباحثين في الدراسات والبحوث العلمية ذات الصلة بموضوعات الإنسانيات.

هيئة التحرير:

أ.د. عبدالرحمن حسن البارقي	رئيس التحرير
د. جميلة ناصر آل محيا	مديرة التحرير
أ.د. متعب عالي البحيري	عضو هيئة التحرير
أ.د. مفلح زابن القحطاني	عضو هيئة التحرير
أ.د. عبدالحميد سيف الحسامي	عضو هيئة التحرير
د. أحمد علي آل مريع	عضو هيئة التحرير
د. حمساء حبيش الدوسري	عضو هيئة التحرير

قواعد النشر:

1. تقديم البحث إلى المجلة هو التزام وتعهد من الباحث بعدم انتهاك الحقوق الفكرية.
2. نشر البحث في المجلة يتضمن موافقة المؤلف على نقل حقوق النشر للمجلة.
3. تُقبل الأبحاث باللغتين العربية والإنجليزية.
4. يجب أن يتصف البحث بالأصالة والابتكار والجدة واتباع المنهجية العلمية، وصحة اللغة وسلامة الأسلوب.
5. أن لا يكون قد سبق نشر البحث، أو قُدم للنشر في مكان آخر.
6. أن لا يكون البحث جزءًا من كتاب منشور أو مستلًا من رسالة علمية.
7. أن لا يزيد عدد كلمات البحث عن عشرة آلاف كلمة بما في ذلك الجداول والملاحق والمراجع.
8. في حالة الأبحاث المشتركة (الجماعية) تُرفق اتفاقية موقعة من الباحثين تتضمن نسبة إسهام كل باحث في العمل المقدم للنشر بالمجلة.
9. يلتزم الباحث بتقديم ما يفيد بمصدر تمويل الأبحاث في حالة وجود دعم لتلك الأبحاث.
10. أن يحتوي البحث على عنوان باللغتين العربية والإنجليزية، وعلى ملخصين باللغتين في حدود (250) كلمة لكل ملخص، ويتضمن الملخصان الهدف، والمشكلة، والمنهج، وأهم النتائج، والكلمات المفتاحية.
11. دفع رسوم التحكيم والنشر في المجلة بمقدار ألفي ريال.
12. إرفاق سيرة ذاتية مختصرة للباحث/ين في صفحة مستقلة.
13. إرفاق شهادة تدقيق لغوي للأبحاث المكتوبة باللغة الإنجليزية.
14. استخدام نظام جمعية علم النفس الأمريكية (APA) في التوثيق داخل النص وفي كتابة المراجع.
15. رومنة المصادر والمراجع العربية بعد كتابتها بالعربية مباشرة، وقبل الانتقال إلى المصادر والمراجع بلغة أجنبية.
16. تكتب البحوث العربية بخط Traditional Arabic حجم 16 للمتن، و 12 للهوامش.
17. تكتب البحوث الإنجليزية بخط Times New Roman حجم 12 للمتن، وحجم 10 للهوامش.
18. المسافة بين الأسطر.(1.0)

19. يوضع عنوان البحث وصفة الباحث في صفحة مستقلة على النحو الآتي: العنوان بالعربية بمقاس 20، واسم الباحث مقاس 18، وصفته مقاس 14، وباللغة الإنجليزية العنوان مقاس 16، واسم الباحث مقاس 14، وصفته مقاس 12.
20. تُراعى الشروط الفنية لنوع الخط وحجمه في الأبحاث التي تتضمن اللغتين العربية والإنجليزية.
21. على الباحث الالتزام بالتعليمات الفنية، والتدقيق اللغوي قبل إرسال بحثه إلى المجلة.

يُقدَّم البحث من خلال نظام التحرير للمجلات العلمية بجامعة الملك خالد على موقع المجلة أو موقع وحدة المجلات والجمعيات العلمية بجامعة الملك خالد.

الترقيم الدولي: ISSN: 1685-6727

أبحاث العدد:

م	البحث	الصفحة
1	رصد الألفاظ الدخيلة في العربية الحديثة: دراسة في الشيوع والدلالة والأصل اللغوي من خلال مدونة لغوية د. عبدالعزيز بن عبدالله صالح المهيوبي	1- 34
2	موضوعات الكتابة وأثرها في جودة الأداء الكتابي لدى متعلمي اللغة العربية الناطقين بغيرها: دراسة تحليلية تطبيقية د. مشاعل بنت ناصر آل كدم	35- 70
3	القياس والتقويم في سياق تعليم العربية لغة ثانية لأغراض خاصة د. مرزوق علي محمد النباتي الهذلي	71-109
4	الظواهر الأسلوبية في شعر جاسم الصَّحيّح: قصيدة "المتنبّي...كون في ملامح كائن!" أنموذجًا د. هيا فهيد سعد القحطاني	110-139
5	تعدد العوالم وتراكب الرموز في رواية الدوائر الخمس لأسامة المسلم: قراءة في بنية السرد الغيبي والواقعي د. منار عز الدين محمد شعيب	140- 170
6	السُّلطة والمقاومة في رواية "العاشق والغزاة" دراسة أركيولوجية د. لينة أحمد حسن آل عبد الله	171- 200
7	واقع الدراسات الثقافية في الجامعات السعودية: الفرص والتحديات في ظل التوجه الأكاديمي نحو الدراسات البينية د. غزال بنت محمد الحربي	201- 231
8	الروائي بين الذاتي والالتزام الفني د. عادل بن محمد عسيري	232- 257
9	المثل الشعبي في منطقة عسير: دراسة إنشائية لنماذج مختارة د. صالح بن أحمد السهيمي	258- 279
10	تجليات الذات في ديوان "فاصلة، نقطتان" لشيخة المطيري، دراسة سيميائية د. خليف بن غالب بن مبارك الشمري	280- 312
11	تقنيات التجريب المسرحي في مسرحية "كبرياء التفاهة في بلاد اللامعنى" للسيد حافظ د. إبراهيم عمر علي المحاثلي	313- 342
12	جماليةُ الخِطابِ وقراءةُ المعنى في شعرِ صفوانَ بنِ إدريس المرسي: (دراسة سيميائية) د: عبد الله بن عطية بن عبد الله الزهراني	343- 365
13	حالة الانتظار في الشعر العذري دراسة نفسية أسلوبية د. عمر بن نوح بن ثامر المطيري	366- 397

م	البحث	الصفحة
14	المؤشرات اللغوية والسلالم الحجاجية في آيات البعث في القرآن الكريم د. فاطمة بنت عبدالله علي عبدالله	398- 431
15	بلاغة الإشهار والتشهير في الخطاب السجالي: قصيدة الدامغة لجرير ونقيضتها أنموذجًا. د. شيخة علي عسيري	432- 469
16	تجديد البلاغة العربيّة في المملكة العربيّة السعوديّة: مشروع البلاغة الكونيّة عند سعود الصّاعدي أنموذجًا د. غادة محمد ذاكر الزبيدي	470- 495
17	أثر اضطراب كرب ما بعد الصدمة لدى الأمهات الناجيات من العنف الأسري على الأمن النفسي والسلوك العدواني لدى الأبناء أ. علياء فهد العتيبي	496- 524
18	سياسات المملكة العربية السعودية في التعامل مع المقيمين السوريين خلال الأزمة: دراسة اجتماعية تحليلية مقارنة للنهوج السعودية والتركية والألمانية تجاه أزمة اللجوء السوري د. شروق إسماعيل الشريف	525- 562
19	التحليل المكاني لتوزيع وتطور القرى في محافظة خليص باستخدام الاستشعار عن بعد ونظم المعلومات الجغرافية د. مليحة حامد العبدلي	563- 606
20	تطبيقات الاستشعار عن بُعد ونظم المعلومات الجغرافية والذكاء الاصطناعي المكاني في حصاد مياه السيول بوادي المصير - نيوم - المملكة العربية السعودية د. نجاة سعيد محمد الشهراني	607- 649
21	التحليل الطبوغرافي لمحمية الملك عبدالعزيز الملكية وأثره على توزيع الغطاء النباتي باستخدام محرك GOOGLE EARTH ENGINE د. وداد حمدان الروقي	650- 681
22	دراسة تحليلية مقارنة للخصائص المورفولوجية بين وادي الحنو ووادي خمال شمال محافظة ينبع، باستخدام نظم المعلومات الجغرافية (GIS) د. صباح سلطان نغيمش الفريدي	682- 698
23	مصانع الأدوية في المملكة العربية السعودية: دراسة تحليلية باستخدام نظم المعلومات الجغرافية مرام محمد ناصر المقيطيف	699- 730

التحليل الطبوغرافي لمحمية الملك عبدالعزيز الملكية وأثره على توزيع الغطاء النباتي باستخدام محركGoogle Earth Engine

د. وداد حمدان الروقي

أستاذ مساعد تطبيقات الاستشعار عن بعد في البيئة، قسم الجغرافيا، كلية اللغات والعلوم الإنسانية، جامعة القصيم، المملكة العربية السعودية.

Topographic Analysis of the King Abdulaziz Royal Botanical Reserve and Its Impact on Vegetation Distribution Using Google Earth Engine

Dr. Wedad Hammdan Al-Ruqi

Assistant Professor of Environmental Remote Sensing Applications ,Geography, College of Faculty of Languages and Human Sciences, Qassim University,

Kingdom of Saudi Arabia

الملخص:

تُشكل المحميات الطبيعية أنظمة بيئية حيوية للحفاظ على التنوع البيولوجي، وتلعب الطبوغرافيا دورًا أساسيًا في توزيع الغطاء النباتي عبر تأثيرها على خصائص الأرض وعوامل البيئة المختلفة، وفي إطار ذلك يهدف هذا البحث إلى دراسة تأثير الطبوغرافيا على التوزيع النباتي في محمية الملك عبد العزيز الملكية باستخدام أدوات وتقنيات متقدمة مثل Google Earth Engine ونظم المعلومات الجغرافية (GIS). شمل التحليل خصائص التضاريس كالانحدار، واتجاهه وظلال التضاريس، ودراسة علاقتها بالتغطية النباتية التي تم حسابها باستخدام مؤشر Desert-NDVI Index. وأظهرت النتائج أن حوالي 70% من مساحة المحمية تتميز بانحدارات خفيفة إلى متوسطة؛ مما يجعلها أكثر ملاءمة للنباتات، في حين تُشكل الانحدارات الشديدة نسبة صغيرة وتتركز في الأجزاء الجنوبية. تراوحت قيم مؤشر-Desert NDVIبين (0-0.3)، وبلغت نسبة الغطاء الصحراوي الكثيف 6.2% فقط من إجمالي التغطية النباتية. كما بينت النتائج وجود علاقة عكسية بين الانحدار وكثافة الغطاء النباتي؛ حيث يقل الغطاء بزيادة الانحدار. وأوصت الدراسة باستغلال المناطق منخفضة الانحدار لعمليات التشجير، واستخدام المنحدرات الجنوبية لتركيب الألواح الشمسية، مع الاستفادة من خرائط الظلال لتخطيط الزيارات السياحية وتجنب المناطق الوعرة. وتُسهم هذه الدراسة في وضع أساس عملي لإدارة المحميات الطبيعية اعتمادًا على التحليل الطبوغرافي المدعوم بالتقنيات الجيومكانية الحديثة.

الكلمات المفتاحية. الطبوغرافيا، محمية الملك عبدالعزيز،Google Earth Engine ، الانحدار، اتجاه الانحدار، ظلال التضاريس.

ABSTRACT

Protected areas are vital ecosystems for preserving biodiversity, and topography plays a key role in shaping and distributing vegetation through its influence on soil properties and environmental factors, In this context this study aims to examine the impact of topography on vegetation distribution in the King Abdul Aziz Royal Reserve using advanced tools and techniques, including Google Earth Engine and GIS Techniques. The analysis considered terrain characteristics such as slope, aspect, and hillshade, and their relationship with vegetation cover measured using the Desert-NDVI Index. The results showed that approximately 70% of the reserve consists of gentle to moderate slopes, which are more suitable for vegetation, while steep slopes represent a small proportion, concentrated in the southern areas. Desert-NDVI values ranged from 0 to 0.3, and dense desert vegetation accounted for only 6.2% of the total vegetation cover. A clear inverse relationship was observed between slope and vegetation density, with cover decreasing as slope increases. The study recommends utilizing low-slope areas for afforestation due to soil stability and southern slopes for solar panel installation, while hillshade maps can guide sustainable tourism planning by avoiding rugged areas. This research provides a practical framework for managing protected areas based on topographic analysis supported by modern geospatial techniques.

.

Key words: Topography, King Abdulaziz Reserve, Google Earth Engine, Slope, Aspect, Hillshade.

أولًا: الإطار المنهجي للدراسة:

1- المقدمة:

تُعد البيئات الطبيعية من أهم ثروات الدول؛ لما تحويه من تنوع أحيائي وجغرافي يُشكل أساسًا للتوازن البيئي. وتواجه المناطق الجافة وشبه الجافة، مثل تلك التي تقع فيها المملكة العربية السعودية، تحديات بيئية خاصة، تشمل ندرة المياه، ضعف الغطاء النباتي، وتأثر النظم البيئية بالأنشطة البشرية والتقلبات المناخية السريعة. وأظهرت الدراسات السابقة أن حماية هذه البيئات تتطلب إدارة علمية دقيقة، وتحليلًا مستمرًا للعوامل الطبوغرافية وتأثيرها على توزيع الغطاء النباتي؛ نظرًا لأهمية التضاريس في تحديد توزيع الموارد النباتية والمواطن البيئية.

تمتاز المملكة العربية السعودية بتنوع طبيعي ومناخي واسع؛ مما دفعها إلى إنشاء محميات ملكية للحفاظ على ثرواتها البيئية. وتُعد محمية الملك عبد العزيز الملكية إحدى أبرز هذه المحميات؛ لما تتمتع به من امتداد جغرافي واسع وتضاريس متنوعة تشمل الجبال والسهول والهضاب؛ مِمَّا أسهم في تنوع الغطاء النباتي وتوزيع الكائنات الحية. رغم الجهود السابقة لإدارة المحمية وحماية مواردها لم تركز الدراسات العلمية بشكل كافٍ على العلاقة بين الخصائص الطبوغرافية وتوزيع الغطاء النباتي باستخدام تقنيات حديثة مثل منصة Google Earth Engine، التي تتيح إمكانية الوصول إلى قواعد بيانات ضخمة ومعالجة صور الأقمار الصناعية بأساليب علمية متقدمة. وتفتقر الدراسات السابقة إلى تحليل متكامل يجمع بين الخصائص الطبوغرافية الدقيقة والتغطية النباتية باستخدام منصات الاستشعار عن بعد؛ مِمَّا يحد من القدرة على تقديم توصيات علمية دقيقة لإدارة المحمية.

وبناءً عليه تهدف هذه الدراسة إلى تحليل تأثير الخصائص الطبوغرافية على توزيع الغطاء النباتي في محمية الملك عبد العزيز الملكية باستخدام تقنيات الاستشعار عن بعد وGoogle Earth Engine؛ لتوفير إطار علمي وتطبيقي يدعم الجهود المبذولة لإدارة المحمية والحفاظ على تنوعها الحيوي.

2- أهمية موضوع الدراسة:

يحوي محرك Google Earth Engine العديد من البيانات الجغرافية المهمة، من أبرزها نماذج الارتفاع الرقمي SRTM DEM و AW3D 30 DSM؛ مِمَّا يُتيح إجراء تحليلات طبوغرافية دقيقة وفعّالة لأي منطقة جغرافية حول العالم بالاعتماد على لغة Java Script، وتوظيف هذا التحليل في دراسة النظم

البيئية التي من أهمها توزيع الأغطية النباتية، إضافة لأهميته لصناع القرار عند التخطيط لمشاريع التشجير والزراعة من خلال توفير بيانات مكانية موثوق بها تساعد على تحديد المواقع المناسبة للتنفيذ.

3- مشكلة الدراسة:

ما زالت هناك ندرة في الدراسات القائمة على محركات تعطي نتائج عالية الأداء، خصوصا مع التوسع العام في إنشاء المحميات الطبيعية في المملكة العربية السعودية وفقًا لرؤية 2030؛ إذ إن استدامة مثل هذه المحميات يتطلب فهما وافيا لطبوغرافيتها من حيث ارتفاعها وظلال تضاريسها وانحدارها واتجاه هذه الانحدار ونصيبه من الإشعاع الشمسي وأثر ذلك على توزيع الغطاء النباتي.

4- التساؤلات:

تطرح الدراسة بعض التساؤلات:

1- كيف يمكن استخدام Google Earth Engine لرسم خرائط طبوغرافية دقيقة لمحمية الملك عبد العزيز الملكية؟
2- كيف تؤثر الخصائص الطبوغرافية، مثل الانحدار والاتجاه وظلال التضاريس، على توزيع الغطاء النباتي داخل المحمية؟
3- كيف يمكن حساب مؤشر Desert-NDVI للغطاء النباتي الصحراوي؟
4- هل توجد علاقة مكانية واضحة بين طبوغرافية منطقة الدراسة وتوزيع الغطاء النباتي بها؟

5- الأهداف:

1- رسم الخرائط الطبوغرافية وتحليل تأثير الخصائص الطبوغرافية على توزيع الغطاء النباتي داخل محمية الملك عبد العزيز الملكية باستخدام Google Earth Engine .
2- حساب مؤشر اختلاف الغطاء النباتي الصحراوي (Desert-NDVI) باستخدام Google Earth Engine؛ نظرًا لملاءمته لقياس كثافة الغطاء النباتي في البيئات الجافة.
3- دراسة العلاقة المكانية بين طبوغرافية المنطقة وتوزيع الغطاء النباتي.

6- منطقة الدراسة:

الموقع الجغرافي وحدود المحمية:

تُمثل منطقة الدراسة إحدى المحميات الطبيعية التي أنشأتها المملكة العربية السعودية في عام 2018م بمرسوم ملكي. وتقع إلى الشمال من مدينة الرياض بامتداد طولي يبلغ 278,18 كم، وبمساحة تُقدر بحوالي 28585 كم^2، وتمتد بين دائرتي عرض (25°15′ N – 27°44′ N) وبين خطي طول (45°20′ E

– 46°57′ E). يحدها من الغرب مجموعة من المراكز كتمير والأرطاوية، ومن ناحية الشمال حفر الباطن، أما شرقها فيشرف على صحراء الدهناء. (https://karrda.gov.sa/reports/)

الخصائص الطبيعية للمحمية:

أدى اتساع المحمية إلى تنوع جيومورفولوجيتها، فهي ذات ارتباط مباشر بصحراء الدهناء شرقًا، إضافة إلى امتدادها فوق هضبة الصمان في شمالها الشرقي، وتُمثل حافة العرمة في جنوبها أحد أبرز المعالم الطبوغرافية، وهي عبارة عن جرف صخري مرتفع يشكل انتقالًا حادًا نحو سهل البطين، كما يجري على سطحها في الجزء الجنوبي العديد من الأودية مثل وادي الشوكي، ووادي المياه، والعتك، والمنجور والطرقى، إضافة إلى شعاب متفرقه كملهم ودقلة. تنتشر على أراضي المحمية العديد من الخبوب مثل خب رضيمان وهويدي وخبة أم الروس. كما تمتاز بانتشار بعض من القلتات، وهي عبارة عن نقر داخل صخر تتجمع فيها الأمطار، مثل قلت ضاحك والشعب وأبالسوس، إضافة إلى وجود العديد من الدحول كدحل القنينة. كما تحوي أرضها العديد من الروضات أشهرها التنهات والخفس ونورة. (شكل1). (https://karrda.gov.sa/reports).

شكل (1): موقع منطقة الدراسة. المصدر: من إنجاز الباحثة اعتمادًا على مرئية القمر لاندسات 8.

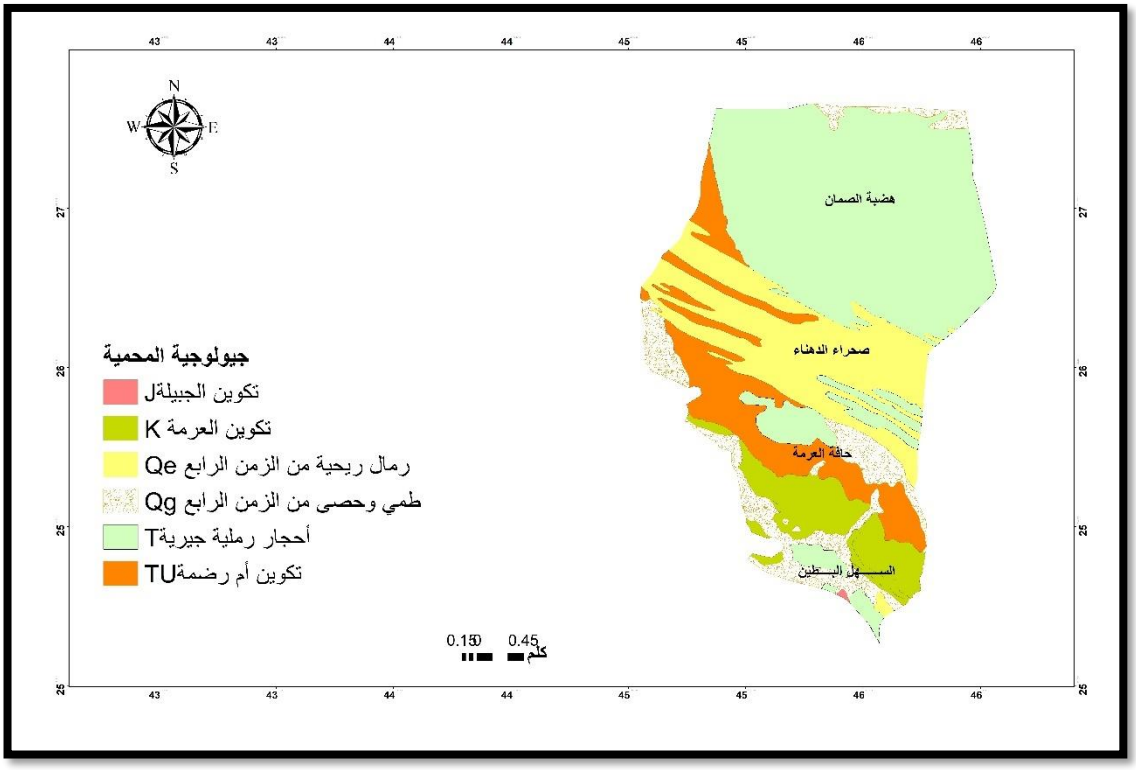
ويشير الشكل (2) والجدول (1) إلى تنوع التكوينات الجيولوجية للمحمية؛ حيث يظهر تكوين الجبيلة العائد إلى العصر الجوراسي الأعلى (J) في أجزاء ضيقة أقصى جنوب المحمية، في حين يُمثل تكوين العرمة العائد للعصر العصر الكريتاسي الأعلى (K) أكثر انتشارًا في المنطقة الجنوبية ويغطي مساحات واسعة ويظهر بشكل واضح في حافة العرمة، بما نسبته (8.5%) من مساحة المحمية، ويتكون بشكل رئيس من الحجر الجيري والدولوميت؛ مِمَّا يُشير إلى بيئة بحرية قديمة، في حين تغطي الرواسب الريحية الرباعية (Qe) الأجزاء الوسطى متمثلة في صحراء الدهناء، إضافة إلى تكشف الرواسب الفيضية (Qg) والتي تُشير إلى الرواسب الطينية أو الرملية في المناطق المنخفضة، وتغطي الأحجار الرملية الجيرية (T)، العائدة للعصر الثلاثي، غالبية الجزء الشمالي والشمالي الغربي للمحمية؛ حيث تغطي هضبة الصمان وأجزاء متفرقة في صحراء الدهناء وحافة العرمة والسهل البطين؛ بما قدره (47.7%) من المساحة الإجمالية للمحمية. في حين يظهر تكوين أم رضمة العائد إلى عصر الباليوسين وعصر المايوسين الأسفل بشكل متطاول إلى الشمال من تكوين العرمة، ويغطي حوالي (13.6%) من مساحة المحمية. (الوليعي، 2008).

من خلال ذلك نجد أن الخريطة الجيولوجية تُعطي فهمًا واضحًا لتوزيع الرواسب والتكوينات الجيولوجية والتي بدورها تؤثر على تضاريس المنطقة؛ حيث إن الصخور الرسوبية العائدة للعصرين الجوراسي والطباشيري تُشكِل المرتفعات، في حين أن الرواسب الفيضية والرملية تتركز في المناطق المسطحة، وتهيئ ظروفًا ملائمة لنمو الغطاء النباتي نتيجة محتواها العالي من المواد المغذية وقدرتها على الاحتفاظ بالرطوبة.

جدول1: مساحة ونسبة التكوينات الجيولوجية في محمية الملك عبد العزيز الملكية

التكوين الجيولوجي	مساحته من المحمية (كلم^2)	نسبته من المحمية %
K	2,436.60	8.5
Qe	5,701.90	20
Qg	2893.2	10.1
T	13644.1	47.7
Tu	3891.9	13.6
J	17.4	0.1
المجموع	28,585.10	100

المصدر: من إنجاز الباحثة، اعتماد على الخريطة الرقمية من هيئة المساحة الجيولوجية الأمريكية.



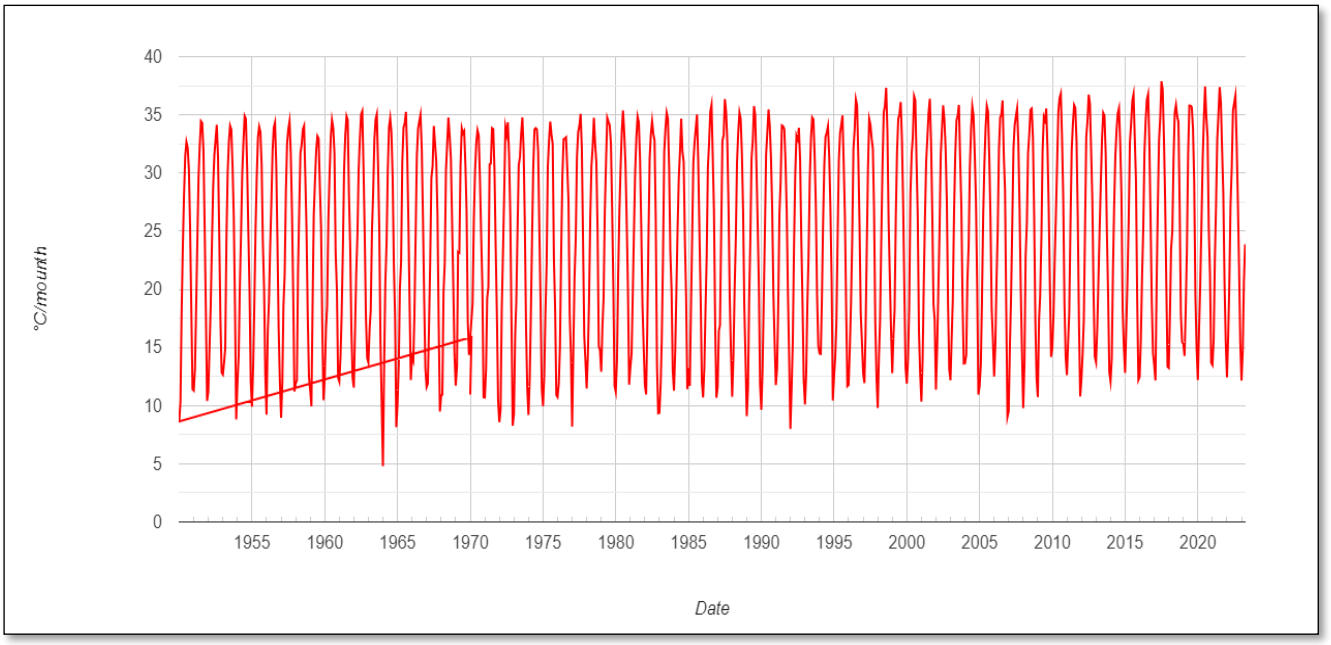
شكل 2: التكوينات الجيولوجية لمحمية الملك عبد العزيز الملكية. المصدر: من إنجاز الباحثة اعتمادًا على الخريطة الرقمية من هيئة المساحة الجيولوجية الأمريكية.

وتم الاعتماد على موقع https://www.climateengine.org/ في تحليل مناخ المحمية؛ إذ يتضح من جدول البيانات (2) المتعلق بدرجات الحرارة الدنيا والقصوى والمتوسط الشهري (م°) للفترة (1955–2022) أن هناك تغيرات موسمية واضحة في درجات الحرارة؛ حيث يكون الشتاء باردًا مع درجات حرارة منخفضة، في حين يكون الصيف حارًا مع درجات حرارة عالية. وتصل درجات الحرارة إلى ذروتها في شهري يوليو وأغسطس؛ مِمَّا يشير إلى أن هذه الفترة هي الأكثر حرارة في العام. على حين يبدأ الانخفاض في درجات الحرارة في شهر سبتمبر. كما يتضح أن هناك تباينا حراريا يوميا مرتفعا خصوصا في الصيف. على سبيل المثال، في يوليو، يكون الفرق بين الحد الأدنى (28.8 م°) والحد الأقصى (44.6 م°) هو 15.8 م°. ويُظهر شكل (3) منحنى التغير الشهري لدرجات الحرارة للفترة (1955 –2022)؛ حيث يتضح وجود تذبذب موسمي ثابت، وتتراوح القيم عادةً بين (10–35°م) مع انتظام سنوي واضح. كما تُظهر البيانات اتجاها زمنيا متصاعدا في المعدلات الحرارية خصوصًا منذ سبعينيات القرن الماضي بمعدل زيادة يقارب (0.15–0.2°م/عقد).

جدول 2: درجات الحرارة الدنيا والقصوى والمتوسط الشهري (م°) للفترة من (1955–2022)

الأشهر	درجة الحرارة الدنيا	درجة الحرارة العظمى	المتوسط الشهري
يناير	7,4	18,8	11,4
فبراير	9,3	21,7	19,1
مارس	13,7	27,1	24,7
أبريل	18,8	32,6	30,6
مايو	24,8	39,6	30,6
يونيو	27,4	43,6	33,4
يوليو	28,8	44,6	34,8
أغسطس	28,1	45,5	34,7
سبتمبر	25,1	41,2	31,5
أكتوبر	20,5	35,5	26,1
نوفمبر	13,5	26,3	18,5
ديسمبر	8,7	20,8	12,7

المصدر: https://www.climateengine.org /



شكل 3: منحنى المتوسط الشهري لدرجات الحرارة (م°) للفترة من (1955–2022)

المصدر: https://www.climateengine.org /

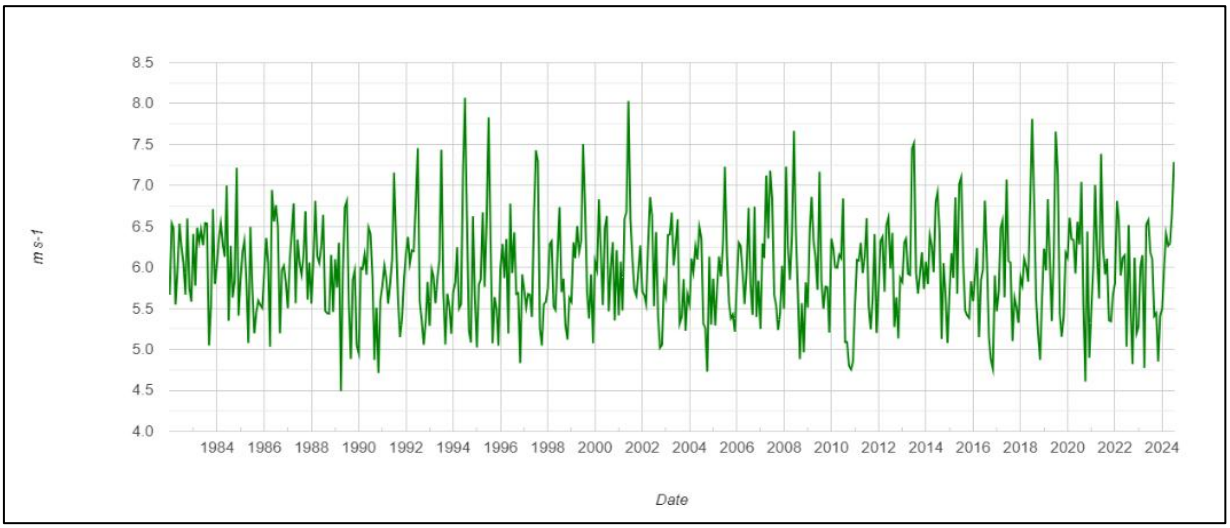
ويُبين الجدول (3) تغيرات سرعة الرياح على مدى 40 عامًا (1984–2024)، مقيسة بوحدة متر/ثانية ($m\ s^{-1}$)؛ إذ إن سرعة الرياح تكون أعلى في فصل الصيف (خاصة في شهر يوليو) وتصل إلى أدنى مستوى في بداية الخريف (سبتمبر). وخلال أشهر الشتاء، تحديدا في (يناير وفبراير) تسجل الرياح سرعات معتدلة تتراوح بين 5.7 m/sو 6.11 m/s. ومع دخول فصل الربيع، تزداد سرعة الرياح بشكل طفيف لتصل إلى 6.23 m/s في مارس، وتنخفض قليلا إلى 6.03 m/s في شهر أبريل. هذه الفترة تشهد عادة تزايدًا في النشاط الجوي مع بداية الانتقال من الشتاء إلى الربيع. أما في شهر مايو تنخفض سرعة الرياح قليلا إلى 5.96 m/s، ثم تعود للزيادة في يونيو حيث تصل إلى 6.60 m/s. وهذا يعكس بداية تأثيرات الصيف حيث تزداد درجات الحرارة وتتحرك الرياح بشكل أسرع. ويسجل شهر يوليو أعلى سرعة للرياح خلال العام؛ حيث تصل إلى 6.71 m/s. من المحتمل أن يكون هذا مرتبطًا بالنشاط الجوي المتزايد في ذروة الصيف؛ حيث تؤدي الفروق الكبيرة في درجات الحرارة إلى تعزيز حركة الرياح.

جدول3: تغيرات سرعة الرياح $m\ s^{-1}$ للفترة (1984–2024)

الأشهر	سرعة الرياح $m\ s^{-1}$
يناير	5,7
فبراير	6,11
مارس	6,23
أبريل	6,03
مايو	5,96
يونيو	6,60
يوليو	6,71
أغسطس	6,1
سبتمبر	5,42
أكتوبر	5,52
نوفمبر	5,60
ديسمبر	5,57

المصدر: https://www.climateengine.org/

ويوضح الرسم البياني في الشكل (4) وجود تقلبات كبيرة وغير منتظمة في سرعة الرياح؛ حيث يتراوح النطاق العام للقيم بين 4.5 و8.0 m s^{-1}. وتُشير البيانات إلى تذبذب متكرر، وعلى الرغم من هذه التغيرات الدورية فلا يُلاحظ وجود اتجاه خطي واضح يُشير إلى زيادة أو نقصان منتظم في السرعة؛ مما يدل على درجة من الاستقرار النسبي في المتوسط العام لسرعة الرياح على المدى الطويل. وسُجلت بعض القيم القصوى، خصوصًا في منتصف التسعينيات وأوائل العقد الأول من القرن الحادي والعشرين؛ حيث تجاوزت السرعة حاجز 8.0 m s^{-1} ، إشارة إلى فترات من النشاط الريحي العالي خلال تلك الفترات الزمنية.

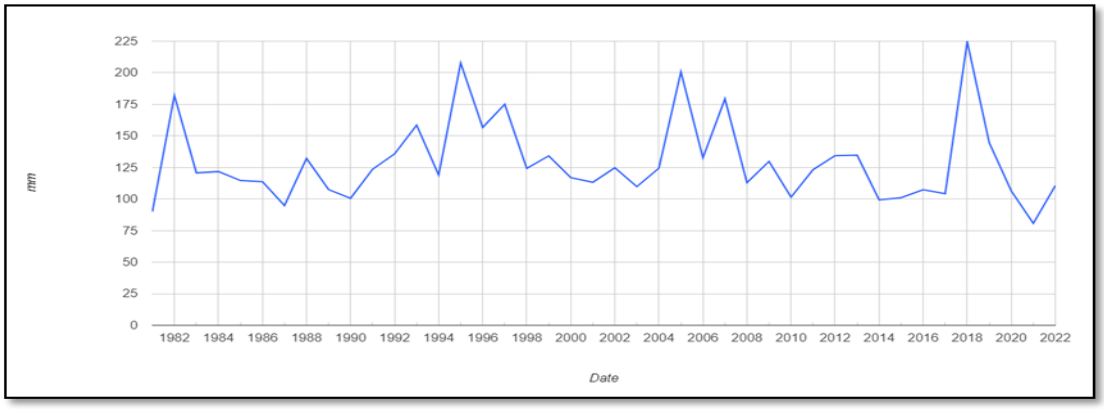


شكل 4: منحنى تغيرات سرعة الرياح **m s^{-1}** للفترة (1984–2024)

المصدر: https://www.climateengine.org /

ومن خلال تحليل الرسم البياني للأمطار للفترة (1982–2022) في الشكل (5)، يظهر تذبذبًا واضحًا في معدلات التساقط المطري بين عامي 1981 و2022، مع تسجيل ارتفاعات ملحوظة في بعض السنوات مثل 1982 و1996 و2007؛ حيث تجاوزت كميات الأمطار 175 ملم، مقابل انخفاضات حادة في سنوات أخرى مثل 1989 و1993 و2019 حين تراجعت الكميات إلى ما دون 75 ملم. وتُلاحظ فترات من الاستقرار النسبي بعد الذروات، كما بين عامي 1984 و1990؛ حيث اتسمت المعدلات بالاعتدال. ومع بداية الألفية ازدادت التقلبات وضوحًا، خصوصًا في أعوام مثل 2006 و2010، تلتها سنوات جافة، في حين تشير الفترة من 2016 إلى 2020 إلى اتجاه عام نحو الانخفاض؛ مما

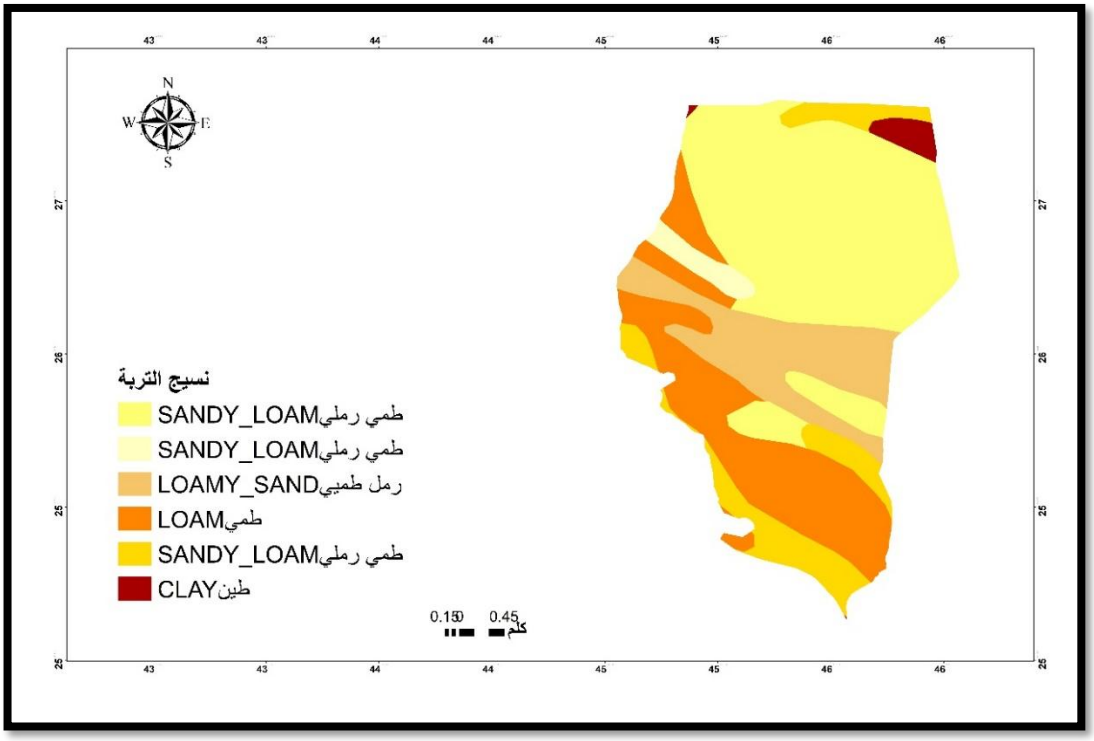
قد يعكس تأثير التقلبات المناخية. وتؤثر هذه التذبذبات على الغطاء النباتي؛ حيث تعزز الأمطار الغزيرة نموه، على حين تؤدي الفترات الجافة إلى تراجعه واختلال نمطه.



شكل 5: تذبذب تساقط الأمطار لكل عام للفترة (1981–2022)

المصدر: https://www.climateengine.org /

ويوضح الشكل (6) توزيع نسيج التربة في المحمية؛ حيث تُغطي تربة (الطمي الرملي SANDY LOAM) مساحات واسعة في المناطق الشمالية والوسطى وأجزاء من جنوب المحمية، وتحتوي على مزيج من الرمل والطين، وتتميز بصلاحيتها لزراعة العديد من النباتات مثل السدر والأرطى؛ لأنها توفر تهوية جيدة لجذور النباتات، وتساعد في صرف المياه الزائدة؛ مِمَّا يقلل من مشكلات التشبع بالماء. في حين تتوزع تربة (الرمل الطميي LOAMY SAND) التي تحتوي على نسبة أكبر من الرمل ونسبة أقل من الطين في مناطق مختلفة داخل المحمية وبتركيز أكبر في الجزء الأوسط، وبسبب التصريف السريع للمياه تكون هذه التربة مناسبة للنباتات التي تتحمل قلة المياه مثل الرمث والثمام. في حين تظهر بشكل ملحوظ في شرق المحمية وجنوبها حيث حافة العرمة تربة (الطمي LOAM) وهي ذات خصائص مثالية للإنتاج الزراعي في ظروف مناخية متنوعة لأنها عبارة عن مزيج متوازن من الرمل والطين والمواد العضوية، وتوفر تصريفا جيدا للمياه، وقدرة عالية على الاحتفاظ بالمغذيات. وهي تناسب معظم المحاصيل الزراعية، إضافة إلى وجود تربة طينية ثقيلة (CLAY) بشكل محدود في أقصى الجهات الشمالية الشرقية، وعلى الرغم من أنها غنية بالمغذيات فإنها تتطلب إدارة دقيقة لأنها تحتفظ بالمياه لفترة طويلة؛ مِمَّا قد يُسبب مشكلات تشبع التربة وصعوبة تهوية الجذور.



شكل 6: توزيع نسيج التربة في محمية الملك عبد العزيز الملكية

المصدر: من إنجاز الباحثة بالاعتماد على خريطة منظمة الفاو الرقمية.

أما من حيث نوع الترب السائدة في المحمية فيُظهر الشكل (7) امتداد تربة (رملية سهلية بأفق سطحي غني بالرمل Cambi Arenosols) في مناطق واسعة من هضبة الصمان ووسط المحمية، في حين تتركز تربة (أولية كلسية Calcaric Regosols) في وسط المحمية عند صحراء الدهناء، وتغطي الترب (الصحراوية الكلسية Calcic Yermosols) مساحات واسعة، خصوصا في الأجزاء الجنوبية والشرقية. في حين تظهر الترب (الصحراوية ذات تراكم طيني Luvic Yermosols) بكميات قليلة في الجزء الشمالي الشرقي. ويؤدي هذا التنوع في ترب المحمية إلى إمكانية تنويع المحاصيل الزراعية حسب طبيعة كل نوع تربة. ففي المناطق الشمالية يمكن زراعة النباتات التي تتحمل الجفاف، في حين يمكن استغلال التربة الكلسية في الوسط والجنوب لزراعة النباتات التي تتحمل القلوية.

شكل 7: توزيع نوع التربة في محمية الملك عبد العزيز الملكية

المصدر: من إنجاز الباحثة بالاعتماد على خريطة منظمة الفاو الرقمية.

7- الدراسات السابقة:

على الرغم من إمكانيات Google Earth Engine الكبيرة تظل الأبحاث التي تعتمد عليه نادرة، خاصة الدراسات المتعلقة بطبوغرافية المنطقة ودراسة تأثير التضاريس على توزيع الغطاء النباتي.

دراسة (**الغامدي، 2009**) بعنوان: (**تأثير خصائص التضاريس في التغطية النباتية لمنطقة زهران بجبال السروات بالاعتماد على تقنيات الاستشعار عن بعد ونظم المعلومات الجغرافية**)؛ حيث ركزت الدراسة على تحليل خصائص الارتفاع وزاوية الميل وانحدارها، وحساب مؤشر النبات OSAVI إضافة الى تحليل العلاقة بين نتائجهما، وتوصل الباحث إلى أن التغطية النباتية تزداد مع زيادة الارتفاع على الرغم من امتداد التضاريس الشمالي الجنوبي المكون لمنطقة ظل المطر على نطاق واسع في شرق منطقة الدراسة التي تتميز بارتفاعها مع فقر نباته. كما توصل إلى أن التغطية النباتية تكون أكبر مع زيادة الانحدار حتى 20°، وأن المنحدرات الجنوبية أفقر نباتا من الشمالية، وتوصل إلى أن عامل الارتفاع يليه اتجاه السفوح الأكثر تأثيرًا في نمو النباتات، وأن أكثر خصائص التضاريس ملاءمة لنمو النباتات وتكاثرها هي المنحدرات المتوسطة إلى الشديدة الميل ذات الاتجاه الشمالي التي يتراوح ارتفاعها بين 1800–2000 م عن مستوى سطح البحر، وأوصى بإمكانية الاستفادة من نتائج هذه الدراسة في قيام الأنشطة الزراعية وحصر المتنزهات الطبيعية على سفوح جبال السروات والتشجير، إضافة إلى نظم المحمية وإدارة المراعي.

دراسة (**الحربي، 2016**) بعنوان: (**نمذجة الخصائص التضاريسية باستخدام نظم المعلومات الجغرافية في حوض وادي ملكان**)؛ حيث هدفت دراستها إلى إيجاد تكامل وظيفي بين مجموعة من برامج نظم المعلومات الجغرافية مثل TAS ,WMS ,ArcGis.9 لتحليل نموذج الارتفاع الرقمي بدقة 30 م، والخروج بنمذجة آلية للعديد من الخصائص التضاريسية والمورفومترية لحوض وادي ملكان، وقادتها نتائجها إلى أن برامج نظم المعلومات ذات نفع كبير في الدراسات الجيومورفولوجية خصوصا ما يتعلق بالتحليل ثلاثي الأبعاد والتحليل المكاني، وأن هناك تكاملا وظيفيا مقبولا بين هذه البرامج، كما توصلت إلى أن حوض وادي ملكان متقدم في دورته التحاتية خصوصا في حوضيه الأوسط والأدنى، في حين تميز حوضه الأعلى بتعقيد تضاريسي واضح، كما أكدت أن لطبيعة المنحدرات أثرا على العمل الجيومورفولوجي على سفوح الجبال خاصة ذات الجروف الشديدة، وأظهر تحليل تقوس الحوض زيادة نسبة المحدبات إلى المقعرات، وهو الأمر الذي يساعد بدوره على تفوق الجريان السطحي ومن ثم يقل حدوث الفيضانات.

دراسة (**Shipra,2018**) بعنوان (**دور جانب المنحدر في تشكيل سمات الغطاء النباتي وخصائص التربة في النظم البيئية الجبلية**)؛ اعتمدت هذه الدراسة على المنهج الوصفي التحليلي، وتؤكد الدراسة أن تأثير جانب المنحدر يمكن رؤيته بشكل رئيسي في المنطقة ذات خطوط العرض المتوسطة تليها المناطق الاستوائية والقطبية، أما في المناطق ذات خطوط العرض المنخفضة فلا يحدث أي تباين جغرافي متسق بين الجوانب المتناقضة؛ حيث تميل الأنواع الجبلية التي تنمو على المنحدرات الأكثر انحدارًا إلى أن يكون لها مدى ارتفاعي أقل من المتوسط في حين أنه في المناطق ذات خطوط العرض المتوسطة، تُظهر الأنواع الجبلية ذات المظهر الأكثر برودة وظلا تقاربًا أقوى لخطوط العرض الأعلى والارتفاعات الأعلى نسبيًا على المنحدرات الأكثر انحدارًا مقارنة بالمنحدرات العامة والعكس صحيح. وأوصت الدراسة بضرورة إعطاء المزيد من التركيز على الجانب المظلل في المناطق الجبلية ذات السمات الطبوغرافية القوية لأغراض الحفاظ وزراعة الغابات، وكذلك أغراض الترميم نظرًا لخصائصها الملائمة لنمو النباتات، وينبغي أن تتضمن نماذج تحليل التباين النباتي المرتبط بالتضاريس جانب المنحدر في المقام الأول.

دراسة (**Safanelli et al.,2020**) بعنوان: (**تحليل التضاريس في محرك جوجل إيرث: طريقة مُكيَّفة للتحليل عالي الأداء على نطاق عالمي**)؛ ومن ثم مقارنتها مع مخرجات مكافئة من SAGA GIS . حيث تم تخصيص خوارزمية لحساب سمات التضاريس كالمنحدر واتجاه المنحدر والتقوس معتمدين على قيم هندسة وارتفاع مُقدره من خلال نموذج ارتفاع رقمي كروي للتضاريس؛ إذ تستخدم حزمة تحليل التضاريس في GEE (TAGEE) طرق حسابية تتكيف مع الشبكات الزاوية الكروية، أي أنه

يمكن الرجوع إلى نموذج الارتفاع الرقمي في نظام إحداثيات جغرافية، على سبيل المثال، النظام الجيوديسي العالمي (WGS84)، وتحوي هذه الحزمة مفاهيم رياضية للجيومورفومترية. وتوصلوا إلى مجموعة من النتائج حيث يمكن للحزمة المقترحة (TAGEE) حساب سمات التضاريس باستخدام منصة GEE عالية الأداء بدقة تعادل دقة نظم المعلومات الجغرافية التقليدية، ولا يتطلب نهج استخدام الأشكال الهندسية الكروية إسقاط بيانات ارتفاع المدخلات لحساب سمات التضاريس، كما أظهرت المقارنة بين الخوارزميات أن TAGEE تقُدر منحدر التضاريس وجوانبها بشكل مشابه للوظائف المتاحة لـ GEE ، وتتمثل ميزة TAGEE على الوظائف المتاحة حاليًا في أنه يمكن إنتاج مخرجات إضافية، مثل الانحناءات ومؤشر الشكل، والتي يمكن أن تكون مفيدة لرسم الخرائط البيئية ودراسات النمذجة. بالإضافة إلى ذلك تم التوصل إلى اتفاق جيد أيضًا عند مقارنة TAGEE بالمخرجات المكافئة من SAGA GIS؛ حيث وصل معامل ارتباط بيرسون إلى ما بين 0.96 و0.98، واختلافات بين 3–4٪، الأمر الذي دعا الباحثين إلى التوصية باعتبار TAGEE أداة عملية لإجراء تحليل تضاريسي للبيانات الجغرافية المكانية الكبيرة، والتي يمكن تخصيصها لأي دقة مكانية وتوسيع نطاقها إلى المدى العالمي، بالإضافة إلى ضرورة الاستفادة من واجهة محرك GEE.

دراسة (**المغاري ،2021**) بعنوان: (**العلاقة المكانية بين درجة انحدار السطح واتجاهه والغطاء النباتي باستخدام نظم المعلومات الجغرافية والاستشعار عن بعد: دراسة حالة في محافظة جنين**)؛ حيث هدفت دراسته إلى تحليل العلاقة المكانية بين درجة انحدار السطح واتجاهه والغطاء النباتي، بالاعتماد على بيانات نموذج التضاريس الرقمي (DSM) وصور الأقمار الصناعية لتحديد درجة الانحدار واتجاهه، بالإضافة إلى مؤشر الغطاء النباتي الطبيعي (NDVI) لقياس كثافة الغطاء النباتي، كما استخدمت أدوات تحليل متقدمة ضمن برنامج ArcGIS لتطبيق عمليات التقاطع بين طبقات الانحدار والغطاء النباتي، وأظهرت النتائج أن هناك علاقة عكسية بين درجة انحدار السطح وكثافة الغطاء النباتي؛ حيث تقل كثافة الغطاء النباتي مع زيادة الانحدار، في حين لوحظ تأثير إيجابي لاتجاه السفوح الشمالية على الغطاء النباتي. كما تبين أن السفوح الشرقية والجنوبية تتعرض لإشعاع شمسي أكبر؛ مما يؤدي إلى زيادة تآكل التربة وضعف الغطاء النباتي. وأوصت دراسته باستخدام تقنيات نظم المعلومات الجغرافية والاستشعار عن بعد في الدراسات الجغرافية والجيومورفولوجية. كما توصي بصيانة المنحدرات للحد من انجراف التربة والمحافظة على الغطاء النباتي؛ لذلك تهدف هذه الدراسة إلى سد هذه الفجوة من خلال الاستفادة من أدوات Google Earth Engine المتقدمة لدمج التحليل الطبوغرافي مع مؤشر الغطاء

النباتي بما يتيح فهمًا شاملًا ودقيقًا لتأثير التضاريس على البيئة، ويدعم التخطيط السليم وإدارة الموارد الطبيعية بشكل أكثر فعالية مقارنة بالدراسات السابقة.

8- الإجراءات المنهجية للدراسة وأدواتها:

اعتمدت هذه الدراسة على تكامل المنهج الوصفي في دراسة ووصف السمات الطبوغرافية للمحمية، وكذلك المنهج التحليلي، وذلك لتحليل الخصائص الطبوغرافية لمنطقة الدراسة والتمثيل الكارتوجرافي لها من خلال منصة GEE. وبهدف استخدام القدرات السحابية لمحرك Google Earth Engine تم تخصيص خوارزمية لحساب الخصائص التضاريسية والتغطية النباتية باستخدام واجهة برمجة JavaScript لمحرر التعليمات البرمجية لمحرك GEE وتطبيقها على المحمية على النحو الآتي:

المؤشرات الطبوغرافية:

تم حساب المؤشرات الطبوغرافية بالاعتماد على نموذج الارتفاع الرقمي Shuttle Radar Topography Mission (SRTM) بدقة 30م، واقتطاع منطقة الدراسة var srtm_clip = srtm.clip(table); ومن ثم إضافة الخريطة على واجهة المنصة من خلال Map.addLayer وتصديرها كصورة في صيغة GeoTiff، على النحو الآتي في الشكل (8):

```
var srtm_clip = srtm.clip(table);
var visualization} =
  min: 0,
  max: 3000,
  palette: ['blue', 'cyan', 'yellow', 'orange', 'red']
;{
Map.centerObject(table, 5);
Map.addLayer(srtm_clip, visualization, 'SRTM DEM');
Export.image.toDrive})
  image: srtm_clip,
  description: 'DEM_SaudiArabia_SRTM_30m,'
  scale: 30,
  region: table.geometry,()
  fileFormat: 'GeoTIFF,'
,'folder: 'Your_Google_Drive_Folder_Name
maxPixels: 1e13
});
```

شكل 8: صيغة بناء كود حساب المؤشرات الطبوغرافية. المصدر: من إنجاز الباحثة باستخدام منصة GEE.

ومن بعد استيراد بيانات الارتفاعات تم حساب المؤشرات الطبوغرافية الآتية (الانحدار، واتجاه الانحدار، وظلال التضاريس).

أما من ناحية التغطية النباتية فتم الاعتماد على مؤشر Desert-NDVI Index، وهو أداة لقياس وتقييم الغطاء النباتي في النظم البيئية الصحراوية. ويتميز هذا المؤشر بقدرته على رصد التغيرات الدقيقة في كثافة واخضرار النباتات الصحراوية، التي عادةً ما تكون محدودة النمو وذات استجابة طيفية منخفضة. ويتم حساب Desert-NDVI Index عن طريق استخدام الصيغة الآتية:

Desert-NDVI Index = (NIR - Red) / (NIR + Red)

حيث NIR يمثل (الإشعاع) في الطول الموجي للأشعة تحت الحمراء القريبة، وRed يمثل الإشعاع في الطول الموجي للأشعة المرئية الحمراء. تم بناء المعادلة من خلال أكواد على محرك GEE بالاعتماد على القمر الصناعي Sentinel-2 L2A (2024 /2/9)، كما يوضح شكل (9)

```
// Function to calculate and add an NDVI band
var addNDVI = function(image) {
return image.addBands(image.normalizedDifference(['B8', 'B4']));
};

// Add NDVI band to image collection
var S2 = S2.map(addNDVI);
// Extract NDVI band and create NDVI median composite image
var NDVI = S2.select(['nd']);
var NDVImed = NDVI.median(); //I just changed the name of this variable ;)

// Create palettes for display of NDVI
var ndvi_pal = ['#d73027', '#f46d43', '#fdae61', '#fee08b', '#d9ef8b',
'#a6d96a'];
```

شكل 9: صيغة بناء كود حساب NDVI

المصدر: من إنجاز الباحثة باستخدام منصة GEE.

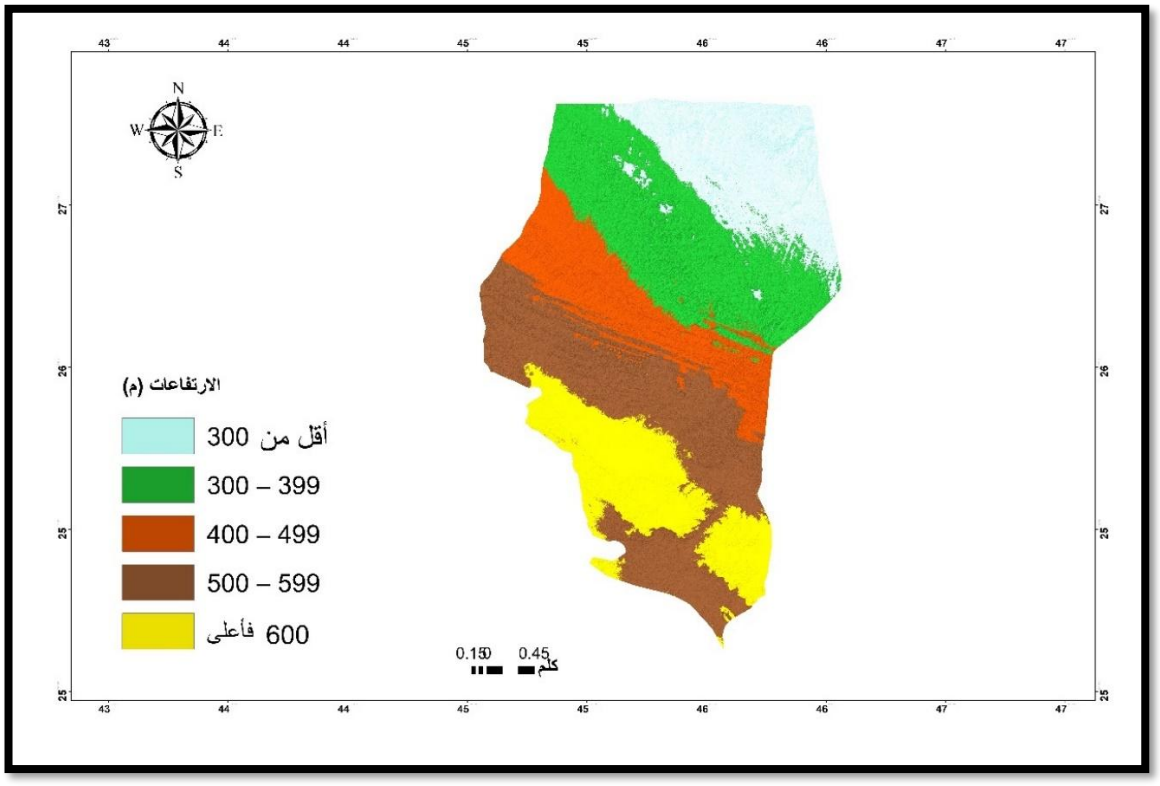
تم بعد ذلك تحديد العلاقة بين الانحدار واتجاه الانحدار مع التغطية النباتية عبر ArcMap10.8. وإجراء عمليات المطابقة Overlay بين كل من الانحدار واتجاه الانحدار مع طبقة الغطاء النباتي ومن ثم تنفيذ عمليات التقاطع Intersection .

ثانيًا: التحليل والمناقشة:

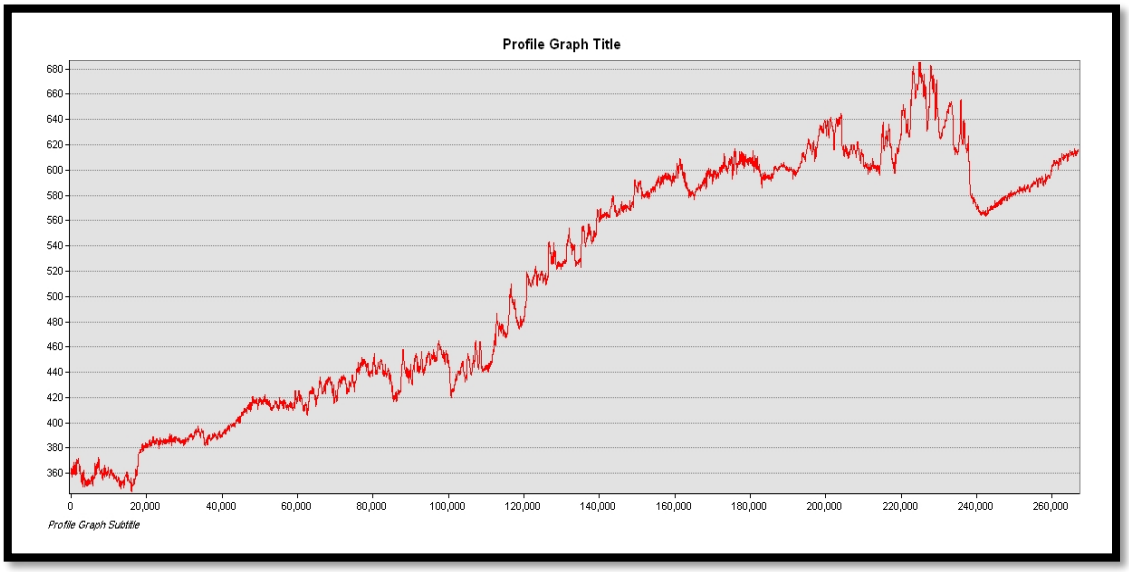
1- تحليل الخصائص الطبوغرافية:

الارتفاعات Elevation:

تراوحت ارتفاعات منطقة الدراسة بين أقل من 300 م وأعلى من 600م؛ حيث يتضح من خلال الشكل (10) أن هناك تدرجا واضحا في الارتفاعات من شمال المحمية إلى جنوبها، ويدعم ذلك القطاع الطبوغرافي الذي تم اشتقاقه من شمالها إلى جنوبها، والذي يصف هذا التدرج بشكل دقيق (شكل11). ففي الأجزاء الشمالية والشمالية الشرقية تسود الارتفاعات المنخفضة التي تقل عن 300م فوق سطح البحر، أما في الأجزاء الجنوبية فتبرز الارتفاعات العالية التي تتجاوز 600م؛ حيث حافة العرمة التي تقطعها شبكات تصريف عديدة.



شكل 10: ارتفاعات محمية الملك عبد العزيز الملكية.



المصدر: من إنجاز الباحثة باستخدام منصة GEE.

شكل 11: القطاع الطبوغرافي لمحمية الملك عبد العزيز الملكية

المصدر: من إنجاز الباحثة باستخدام Arcmap 10.8

الانحدار slope:

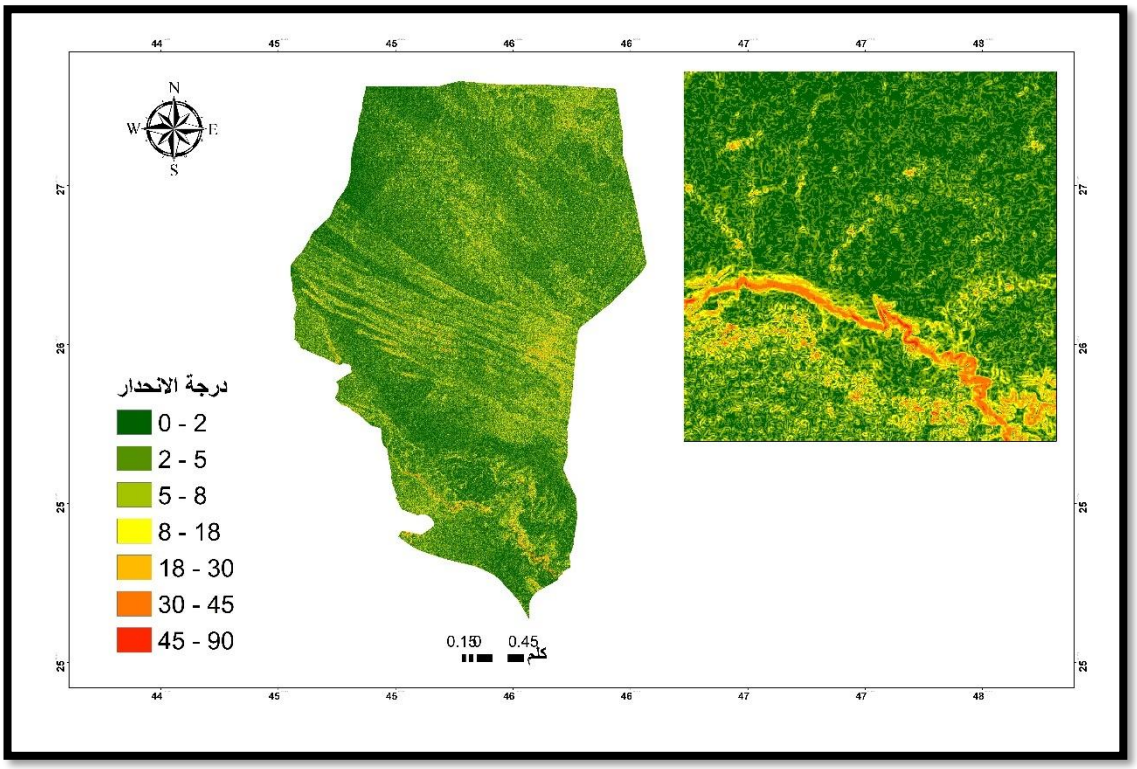
تم تمثيل الخصائص الانحدارية للمحمية بوساطة الدرجات؛ حيث تم تقسيم درجات الانحدار في منطقة الدراسة الى سبع فئات حسب تصنيف (Young,1972) الجيومورفولوجي. ويتضح من الجدول (4) أن فئات الانحدار في منطقة الدراسة تتراوح من 0–2 إلى 45–90 °، بمتوسط انحدار بلغ°2.7 .

جدول4: فئات الانحدار بالدرجات لسطح محمية الملك عبد العزيز الملكية

فئات الانحدار	مساحته (كم^2)	نسبة الانحدار من المنطقة	وصفه
2-0	9416.63	32.94	انحدار شبه مستوٍ
5-2	11052	38.663	انحدار خفيف
10-5	5895.58	20.625	انحدار متوسط
18-10	1680.64	5.8794	انحدار فوق المتوسط
30-18	450.285	1.5752	انحدار شديد
45-30	79.6639	0.2787	انحدار شديد جدا
90-45	10.2602	0.0359	انحدارات جرفية
	28585	100	

المصدر: من إنجاز الباحثة بناء على تصنيف Young,1972 .

وتُظهر خريطة المنحدر في الشكل (12) تمتع المناطق المسطحة إلى المنحدرة بشكل خفيف بما قدره 70% من إجمالي مساحة المحمية؛ مِمَّا يُشير إلى أن المنطقة بشكل عام تتميز بانحدارات خفيفة إلى متوسطة، في حين تُمثل المناطق متوسطة الانحدار ما بين (5–18) جزءًا كبيرًا من منطقة الدراسة بمساحة تقدر بحوالي (26%) من مساحة المنطقة، وتظهر بشكل أكثر وضوحا في الجزء الجنوبي والجنوبي الغربي من المحمية، في حين نجد أن الانحدارات الشديدة والشديدة جدًّا تُشكل نسبة صغيرة من المنطقة؛ مِمَّا يُشير إلى أن المناطق ذات الانحدار الشديد ليست واسعة الانتشار. أما الانحدارات الجرفية فهي تشكل أقل نسبة من المنطقة؛ مِمَّا يُشير إلى أن هذه المناطق نادرة في المحمية. في حين نجد أن الانحدارات الشديدة متركزة جنوب المحمية عند حافة العرمة ومتوافقة مع قطاعات الأودية والشعاب، وأجزاء متفرقة في الشمال والوسط، ويُفسر التحليل السابق أن جريان السيول في المحمية يعود بشكل كبير إلى تسطح جزء أكبر من التضاريس، وربما يمنع ذلك التدفق السطحي لمياه التهطالات إضافة إلى منعه أخطار تآكل للتربة.



شكل 12: انحدار السطح بالدرجات لمحمية الملك عبدالعزيز الملكية

المصدر: من إنجاز الباحثة باستخدام منصة GEE.

كما يوضح أن المنطقة في معظمها مستوية إلى خفيفة الانحدار، مع تركز الانحدارات الأكثر حدة في الجنوب. إضافة إلى وجود تدرج واضح في الانحدار من الشمال إلى الجنوب؛ حيث تزداد درجة الانحدار كلما اتجهنا جنوبا. ويتميز الجزء الشمالي والأوسط من المنطقة بانحدارات بسيطة؛ حيث هضبة الصمان وصحراء الدهناء، في حين أن الجزء الجنوبي يحتوي على تضاريس أكثر تنوعا، مع وجود مناطق ذات انحدارات متوسطة إلى شديدة. إن هذا التوزيع للانحدارات له تأثيرات مهمة على استخدامات الأراضي، والزراعة، والتنمية العمرانية، وإدارة الموارد المائية في المحمية، فالمناطق المستوية في الشمال والوسط قد تكون أكثر ملاءمة للزراعة والتنمية الحضرية، في حين قد تتطلب المناطق الجنوبية ذات الانحدارات الأكثر حدة إجراءات خاصة للحفاظ على التربة ومنع الانجراف.

اتجاه الانحدار Aspect:

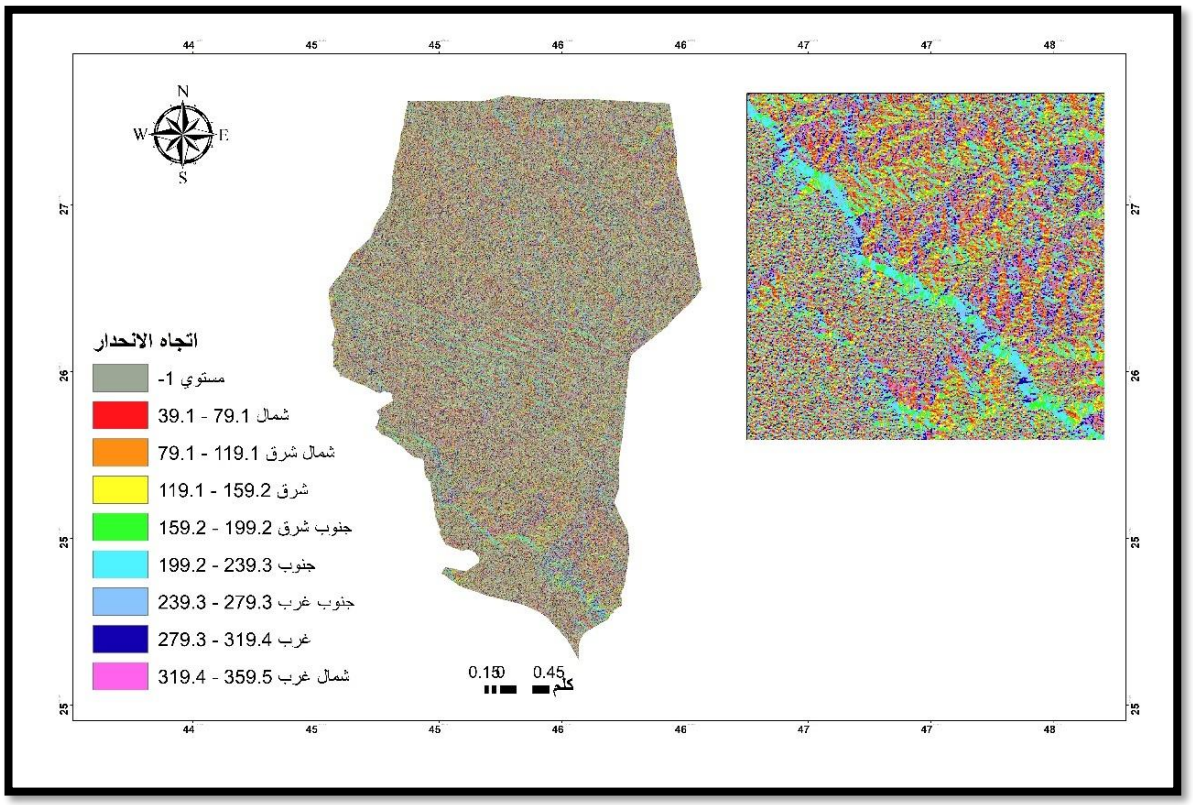
يُمثل اتجاه الانحدار الجهة التي يواجها المنحدر (شمال، وجنوب، وشرق، وغرب)، وهو عامل رئيسي يؤثر على كمية الإشعاع الشمسي الذي تتلقاه المنطقة؛ ومن ثَمَّ يؤثر على الظروف المناخية الدقيقة، مثل درجة الحرارة وتوافر الرطوبة. هذه العوامل تلعب دورًا حاسمًا في تحديد نوع وكثافة الغطاء النباتي في المنطقة. ويُقدم الجدول (5) تحليلًا لمساحات المناطق واتجاهات الانحدار في منطقة الدراسة؛ إذ يبين أن المناطق المسطحة ذات الانحدار المستوي تغطي مساحة كبيرة تبلغ 4049.98 كم^2، بما قدره 14,17%؛ مِمَّا يُشير إلى أن المنطقة تتميز بمساحات مستوية كبيرة. في حين أن المناطق التي تنحدر نحو الشمال تمثل 11.75%؛ مِمَّا يُعني أن هذه النسبة من المحمية تتلقى ضوء شمس أقل حيث تميل المنحدرات المواجهة للشمال في نصف الكرة الشمالي إلى تلقي قدر أقل من ضوء الشمس مقارنة بالمنحدرات المواجهة للجنوب (Searcy *et al.*, 2003). في حين تمثل الانحدارات ذات الاتجاه الشمالي الغربي أقل نسبة حوالي 9,75 %. ويتضح أن اتجاهات الانحدار نحو الشمال والجنوب الشرقي والغرب هي الاتجاهات التي تُشكل نسبة كبيرة من المنطقة؛ مِمَّا يُشير إلى توزيع متوازن للانحدار في هذه الاتجاهات. أما الاتجاهات الأقل شيوعًا فهي الجنوب والجنوب الغربي والشمال الغربي؛ حيث تشكل نسبة أقل من المنطقة (شكل13).

جدول5: اتجاهات الانحدار لسطح محمية الملك عبدالعزيز الملكية

اتجاه الانحدار	مساحته (كم^2)	نسبته من المنطقة
مستوي	4049.98	14.17
شمال	3357.49	11.75
شمال شرق	3087.71	10.80
شرق	3075.1	10.76
جنوب شرق	3390.33	11.86
جنوب	2863.83	10.09
جنوب غرب	2819.11	9.86
غرب	3155.46	11.04
شمال غرب	2786.14	9.75
المجموع	28585.15	100

المصدر: من إنجاز الباحثة بناءً على نتائج اتجاه الانحدار.

شكل 13: اتجاهات الانحدار لسطح محمية الملك عبدالعزيز الملكية



المصدر: من إنجاز الباحثة باستخدام منصة GEE

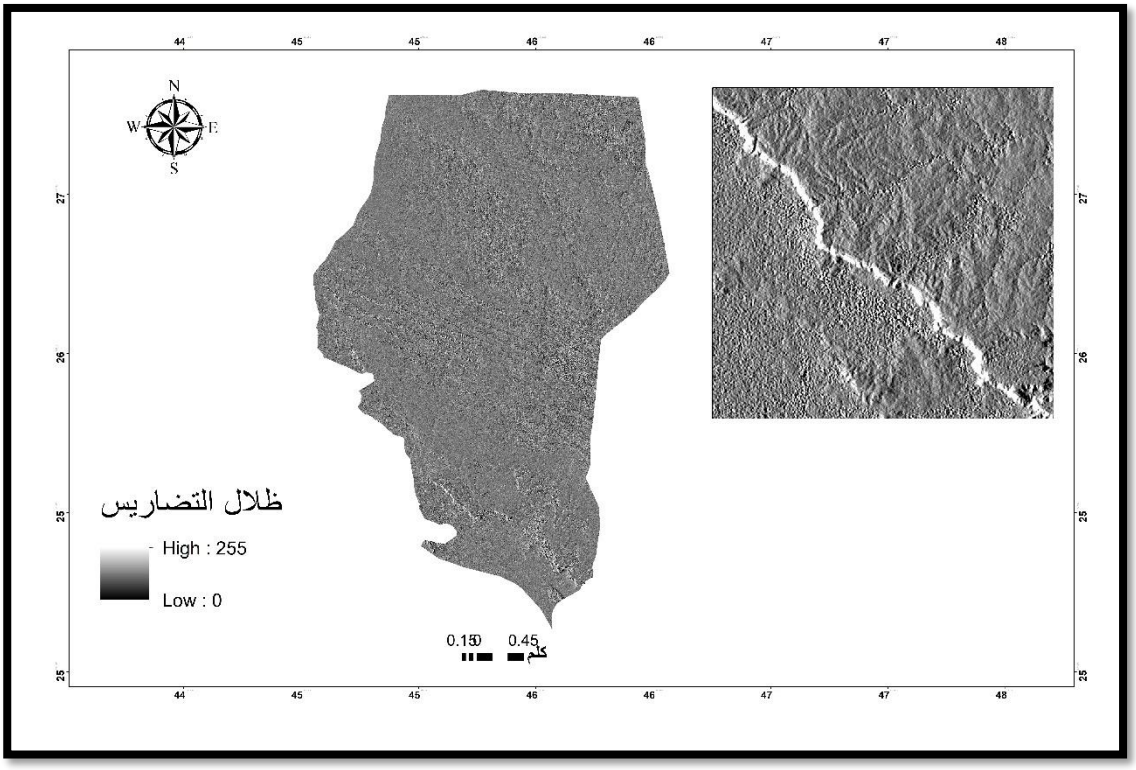
ظلال التضاريس Hillshade:

تم إنتاج خارطة الظلال بوساطة محرك GEE؛ حيث إنها تُقدِر كثافة ضوء الشمس في كل خلية من الخلايا التي تغطي المحمية، والتي تبدأ من صفر وتُمثل الأماكن الأكثر ظلامًا (الظل العميق)، وتنتهي بـ 255 وتُمثل الأماكن الأكثر إضاءة. وتُظهر خارطة ظلال التضاريس للمحمية في الشكل (14) مناطق متعددة من المرتفعات والهضاب التي تتميز بها المنطقة. وهي تظهر بوضوح بفضل ظلال التضاريس التي تتغير بناءً على اتجاه الإضاءة الافتراضية (عادةً من الشمال الغربي).

نجد أن التضاريس الجبلية والوديان والتلال بارزة بفضل استخدام تأثيرات الظل. والأماكن التي تبدو أغمق تمثل المناطق المنحدرة أو تلك التي تقع في ظل الضوء الافتراضي؛ مِمَّا يُشير إلى وجود جبال أو تلال عالية في أجزاء من المحمية. في حين أن المناطق الأكثر إضاءة تمثل جوانب التلال أو الجبال المواجهة للضوء الافتراضي المستخدم، والذي يأتي عادةً من زاوية محددة، وهذا يعطي رؤية ثلاثية الأبعاد لتضاريس المنطقة. كما يمكن ملاحظة بعض المناطق المنخفضة (الوديان) التي تمتد بين المرتفعات، والتي تشكل مجاري طبيعية للمياه في موسم الأمطار؛ مِمَّا يُعزز الغطاء النباتي والحياة البرية في المحمية. وهي تظهر كخطوط مائلة تمتد بين التضاريس المرتفعة، وتبدو أقل ظلالًا من الجبال المحيطة بها.

وإلى جانب التلال والمرتفعات هناك أيضًا مساحات مسطحة نسبيًا أو مناطق ذات انحدار بسيط، وتظهر بمستويات أقل من الظلال، ويمكن أن تكون مواقع سهلية أو شبه سهلية داخل المحمية. وتوضح الظلال اتجاه الانحدارات، وتُظهر أن العديد من المنحدرات الرئيسية موجهة نحو الجنوب الشرقي؛ مما يعني أن الإضاءة الافتراضية جاءت من الشمال الغربي، وهو النمط التقليدي في خرائط ظلال التضاريس.

إن تنوع التضاريس داخل المحمية يجعلها موطنًا مثاليًا للحياة البرية المتنوعة، وللنباتات الصحراوية المتكيفة مع البيئة الجافة.

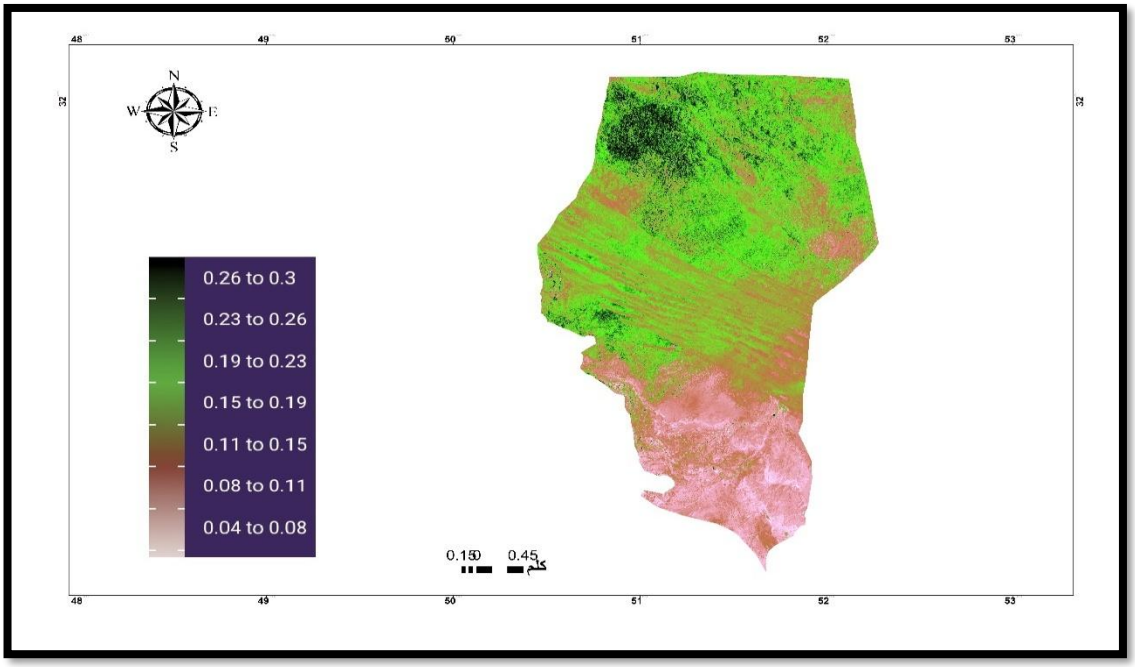


شكل 14: ظلال التضاريس لمحمية الملك عبدالعزيز الملكية

المصدر: من إنجاز الباحثة باستخدام منصة GEE

2- العلاقة بين الخصائص الطبوغرافية والتغطية النباتية:

أظهرت نتائج مؤشر Desert-NDVI (شكل 15) أن الغطاء النباتي للمحمية ما زال فقيرا بالنسبة لمساحتها الكبيرة، بما قدره 7,79 % من إجمالي مساحتها بتركيز عالٍ في شمال المحمية في الصمان، وتتراوح قيم المؤشر بين 0 و 0.3؛ مما يتيح تصنيفا دقيقا لمستويات النشاط الكلوروفيلي (اليخضوري) في النباتات الصحراوية. وقد راعى المؤشر خصوصية البيئة الصحراوية حيث حتى "الكثيف" هو نسبي مقارنة بالبيئات الأخرى بحيث يستخدم المؤشر مصطلحات تعكس طبيعة التوزيع النباتي في الصحراء بتدرج منطقي من الكثيف إلى العاري كما في (الجدول 6)، الذي يُظهر أن نسبة الغطاء الصحراوي الكثيف 6.2 % من إجمالي الغطاء النباتي في المحمية، وحين كان الغطاء النباتي شبه كثيف كان أعلى نسبة بما قدره 21.7% من إجمالي المساحة الكلية للنبات. كما نجد أن الغطاء النباتي الصحراوي نادر ومتفرق في جنوب المحمية ويتوافق تركيزه مع مجاري الأودية.



شكل 15: قيم مؤشرDesert-NDVI في محمية الملك عبد العزيز الملكية

المصدر: من إنجاز الباحثة باستخدام منصة GEE.

جدول 6: طبيعة ومساحة الغطاء النباتي بحسب مؤشرDesert-NDVI في المحمية

قيمة مؤشر NDVI	وصف المؤشر	المساحة (كم^2)	النسبة %
0.26 - 0.30	غطاء نباتي صحراوي كثيف Dense Desert Vegetation	2227.59	6.22
0.23 - 0.26	غطاء نباتي صحراوي شبه كثيف Semi-Dense Desert Vegetation	7779.26	21.7
0.19 - 0.23	غطاء نباتي صحراوي متوسط الكثافة Moderate Desert Vegetation	6121.21	17.1
0.15 - 0.19	غطاء نباتي صحراوي متوسط Intermediate Desert Vegetation	7346.39	20.5
0.11 - 0.15	غطاء نباتي صحراوي متناثر Scattered Desert Vegetation	4448.52	12.4
0.08 - 0.11	غطاء نباتي صحراوي متفرق Sparse Desert Vegetation	4146.78	11.6
0.04 - 0.08	غطاء نباتي صحراوي نادر Rare Desert Vegetation	3264.58	9.12
0.00 - 0.04	تربة صحراوية عارية Bare Desert Soil	462.511	1.29
المجموع	-	35796.8	100

المصدر: من إنجاز الباحثة بناءً على نتائج Desert-NDVI.

العلاقة بين الانحدار والتغطية النباتية:

يتضح من خلال الجدول (7) أن هناك علاقة عكسية واضحة بين درجة الانحدار ونسبة التغطية النباتية؛ فكلما زادت درجة الانحدار انخفضت معها نسبة ومساحة التغطية النباتية بشكل

ملحوظ. فالانحدار المتراوح بين 0–2 درجات يحتوي على أعلى نسبة تغطية نباتية (37.38%) من مساحة الغطاء النباتي في المحمية، وأكبر مساحة (832.60 كم^2). في حين أن الانحدار 5-2 درجات يأتي في المرتبة الثانية بنسبة 34.51 % ومساحة 768.48 كم^2، أي أن الانحدارات من 0–5 تحظى بنصيب وافر من التغطية النباتية عن بقية درجات الانحدار. أما الانحدارات الأكثر من 30 درجة فتشكل مجتمعة ما يقارب من 0.32% من التغطية النباتية. ومن ثم يتبين أن 89.66% من التغطية النباتية توجد في المناطق ذات الانحدار أقل من 10 درجات. ويُفسر ذلك أن التربة المستوية أو قليلة الانحدار تُوفر ظروفًا أفضل لنمو النباتات بسبب استقرار التربة وتجمع المياه والمغذيات. أما المناطق شديدة الانحدار فتعاني من تآكل التربة وصعوبة احتفاظ المياه؛ مما يعيق نمو النباتات. إضافة إلى عوامل أخرى مؤثرة مثل نوع التربة، والمناخ المحلي، والتدخل البشري.

جدول 7: مساحة الغطاء النباتي ونسبته المئوية بحسب فئات الانحدار

درجات الانحدار	مساحة التغطية النباتية (كم^2)	نسبة التغطية النباتية من المنطقة
2-0	832.6	37.3843
5-2	768.48	34.5056
10-5	395.77	17.7706
18-10	172.76	7.7569
30-18	50.429	2.2643
45-30	6.8154	0.306
90-45	0.2676	0.0120

المصدر: من إنجاز الباحثة بناءً على نتائج التقاطع Intersection.

العلاقة بين اتجاه الانحدار والتغطية النباتية

يحلل جدول (8) العلاقة بين اتجاه الانحدار ومساحة تغطية الغطاء النباتي في المحمية؛ إذ يبين الجدول أن هناك تباينًا واضحًا في توزيع الغطاء النباتي بين الاتجاهات المختلفة. وتتمتع المناطق المسطحة بأكبر تغطية نباتية 17.20% من إجمالي مساحة الغطاء النباتي في المحمية؛ مِمَّا يُشير إلى أن المنطقة تتميز بمساحات مستوية كبيرة مغطاة بالغطاء النباتي. وهذا يدعم أنها كانت ملائمة للزراعة وعدم تعرض تربتها للانجراف. وجاء الاتجاه الشمالي الشرقي في المرتبة الثانية بنسبة 15.04كم^2، وهذا يفسر تلقي المناطق ذات الانحدار نحو الشمال الشرقي إشعاعًا شمسيًا أقل بسبب اتجاه الانحدار الذي يعاكس مسار

الشمس؛ حيث إن الشمس تكون في السماء الجنوبية في معظم اليوم. وهناك توزيع متوازن للغطاء النباتي في بقية الاتجاهات، ما عدا الاتجاهات الشمالية الغربية التي احتوت على نسبة قليلة من التغطية بحوالي 5.66 % من إجمالي مساحة التغطية النباتية.

جدول 8: مساحة الغطاء النباتي ونسبته المئوية بحسب اتجاه الانحدار

اتجاه الانحدار	مساحة التغطية النباتية	نسبة التغطية النباتية من المنطقة
مستوي	380.1214	17.2
شمال	242.5551	10.98
شمال شرق	332.7548	15.06
شرق	208.1819	9.422
جنوب شرق	221.647	10.03
جنوب	212.1462	9.601
جنوب غرب	265.699	12.02
غرب	221.4591	10.02
شمال غرب	125.049	5.659

المصدر: من إنجاز الباحثة بناءً على نتائج التقاطع Intersection.

3- النتائج والتوصيات:

توصلت هذه الدراسة إلى مجموعة من النتائج أهمها:

1- تم تحليل التضاريس في المحمية عبر منصة (Google Earth Engine) بالاعتماد على نموذج الارتفاع الرقمي (SRTM) الذي أظهر تدرجًا طبوغرافيًا واضحًا يمتد من شمال المحمية نحو جنوبها، مع تركيز للارتفاعات الأعلى في الجزء الجنوبي من المحمية حيث توجد حافة العرمة. ويمكن تفسير هذا النمط بانحدار التضاريس الطبيعي وتكوينات المنطقة الجيولوجية.

2- تُمثل المناطق المسطحة إلى المنحدرة بشكل خفيف حوالي 70٪ من مساحة المحمية؛ مِمَّا يُشير إلى أن المنطقة تتميز بانحدارات خفيفة إلى متوسطة. وهذه النسبة تمثل قاعدة مناسبة لانتشار الغطاء النباتي؛ حيث تتمتع المناطق المسطحة بأكبر تغطية نباتية 17.20% من إجمالي مساحة الغطاء النباتي في المحمية. وتوفر هذه الانحدارات تربة أكثر استقرارًا واحتفاظًا بالرطوبة بما يتفق مع نتائج المغاري (2021)، في حين أنها تختلف عن نتائج (الغامدي،

2009) التي توصلت إلى أن المنحدرات المتوسطة إلى الشديدة الميل ذات الاتجاه الشمالي أكثر ملاءمة لنمو النباتات وتكاثرها.

3- أظهرت النتائج أن الانحدارات تتجه غالبًا نحو الشمال، والجنوب الشرقي، والغرب. ويعود ذلك إلى الطبيعة الجيومورفولوجية للمحمية؛ إذ تؤدي حافة العرمة المرتفعة في الجنوب إلى انحدار السطح باتجاه سهل البطين جنوبًا وشرقًا.

4- أظهرت خارطة الظلال مناطق متعددة من المرتفعات والهضاب التي تتميز بها المنطقة، إضافة إلى بعض المناطق المنخفضة (الوديان) التي تمتد بين المرتفعات، هذا التنوع التضاريسي جعلها ملاذًا طبيعيًا للحيوانات والنباتات الصحراوية المتكيفة مع البيئة الجافة.

5- أظهرت نتائج (Intersection) أن هناك علاقة عكسية واضحة بين درجة الانحدار ونسبة التغطية النباتية. فكلما زادت درجة الانحدار انخفضت معها نسبة ومساحة التغطية النباتية بشكل ملحوظ بما يتفق مع نتائج المغاري (2021).

6- أظهرت منصة Google Earth Engine قدرتها على التحليل الطبوغرافي للسطح بدقة عالية وأنها أداة قوية وفعالة جدًّا.

7- راعى مؤشر Desert-NDVI Index الصحراوي خصوصية البيئة الصحراوية، وأعطى نتائج دقيقة تتناسب معها.

كما أوصت الدراسة بضرورة:

1- استغلال المناطق المنخفضة الانحدار في الزراعة أو استراتيجيات التشجير؛ حيث تكون التربة أكثر استقرارًا والمياه متوافرة بشكل أفضل.

2- تفضيل المنحدرات الجنوبية لتركيب الألواح الشمسية في الأجزاء الوسطى إلى الجنوبية من المحمية.

3- يمكن استخدام خريطة الظلال في إدارة المحمية بشكل فعال، مثل تحديد المناطق المناسبة للزيارات السياحية الطبيعية وتجنب المناطق الوعرة التي قد تكون صعبة الوصول.

4- تتبع التغيرات الموسمية في الغطاء النباتي الصحراوي باستخدام Desert-NDVI Index الصحراوي.

5- أهمية التوسع في استخدام التقنيات الحديثة مثل Google Earth Engine كخطوة هامة نحو تحسين إدارة المحميات الطبيعية.

4- الخاتمة:

حققت الدراسة أهدافها في تحليل تأثير التضاريس على توزيع الغطاء النباتي وتقييم كثافته في البيئة الصحراوية باستخدام مؤشر Desert-NDVI ومنصة Google Earth Engine. وبينت النتائج أن المناطق المسطحة والمنحدرات الخفيفة توفر الظروف الأكثر مناسبة للنباتات، في حين تقل التغطية مع زيادة الانحدار. وقد مكّن استخدام Google Earth Engine من رصد هذه العلاقات بدقة عالية؛ مِمَّا عزَّز من قوة الربط بين أهداف البحث ونتائجه، ووفّر قاعدة علمية لدعم إدارة المحمية ومتابعة التغيرات البيئية مستقبلًا.

5- المراجع العربية:

الحربي، نوير مسري. (2016). نمذجة الخصائص التضاريسية باستخدام نظم المعلومات الجغرافية: دراسة تطبيقية على وادي ملكان. *المجلة المصرية للتغير البيئي*، 8 (1)، 89-138.

الغامدي، سعد أبو راس. (2009). تأثير خصائص التضاريس في التغطية النباتية لمنطقة زهران بجبال السروات: دراسة منهجية في الاستشعار عن بعد ونظم المعلومات الجغرافية. *مجلة جامعة الإمام*، ع 13، 186-243.

المغاري، باسم عبد الرحمن. (2021). العلاقة المكانية بين درجة انحدار السطح واتجاهه والغطاء النباتي باستخدام نظم المعلومات الجغرافية والاستشعار عن بعد: دراسة حالة في محافظة جنين. *مجلة جامعة الأقصى للعلوم الإنسانية*، 25(1)، 264-278.

الوليعي، عبد الله بن ناصر (2008). *جيولوجية وجيومورفولوجية المملكة العربية السعودية (أشكال سطح الأرض)*. ط3. الرياض. دار الأمجد للنشر والتوزيع.

هيئة تطوير محمية الملك عبدالعزيز الملكية.

6- المراجع الأجنبية والعربية المترجمة للغة الإنجليزية:

Al-Ghamdi, Saad Abu Ras. (2009). Ta'thir Khawas Al-Tadaris fi Al-Taghtiyah Al-Nabatiyah limantaqat Zahran bijibal Al-Sarawat: Dirasah Manhajiyah fi Al-Istish'ar An Bu'd wa Nizam Al-Ma'lumat Al-Jughrafiyah, *Majallat Jami'at Al-Imam*, Issue 13, pp. 186-243.

Al-Harbi, Nuwair Misri. (2016). Namadhajat Al-Khawas Al-Tadarisiyah Bistikhdam Nizam Al-Ma'lumat Al-Jughrafiyah: Dirasah Tatbiqiyah Ala Wadi Malkan, *Al-Majallah Al-Misriyah Lil-Taghayur Al-Bi'i*, Vol. 8, Issue 1, pp. 89-138.

Al-Maghari, Basim Abd Al-Rahman. (2021). Al-'Alaqah Al-Makaniyah Bayn Darajat Inhidar Al-Sath wa Ittijahuh wal-Ghita' Al-Nabati Bistikhdam Nizam Al-Ma'lumat Al-Jughrafiyah wal-Istish'ar An Bu'd: Dirasat Hal fi Muhafazat Janin. *Majallat Jami'at Al-Aqsa Lil-'Ulum Al-Insaniyah*, Vol. 25, Issue 1, pp. 264-278.

Al-Wulaie, A. bin Nasser. (2008). *Jiulujiyat wa-jiyumurfūlūjiyat al-Mamlakah al-ʿArabīyah as-Suʿūdīyah (Ashkāl saṭḥ al-ʾarḍ)* (3rd ed.). Riyadh: Dār al-Majd lil-Nashr wa-al-Tawzīʿ.

Hayʾat Taṭwīr Maḥmiyyat al-Malik ʿAbd al-ʿAzīz al-Malakiyyah.

Searcy, K. B., Wilson, B. F., & Fownes, J. H. (2003). Influence of Bedrock and Aspect on Soils and Plant Distribution in the Holyoke Range, Massachusetts. *Journal of the Torrey Botanical Society*, 130, 158–169. http://dx.doi.org/10.2307/3557551

Safanelli, J.L., Poppiel, R.R., Ruiz, L.F., & Bonfatti, B. (2020). Terrain Analysis in Google Earth Engine: A Method Adapted for High-Performance Global-Scale Analysis. *ISPRS International Journal of Geo-Information*, 9(6), 400. https://doi.org/10.3390/ijgi9060400

Singh, Shipra. (2018). Understanding the Role of Slope Aspect in Shaping the Vegetation Attributes and Soil Properties in Montane Ecosystems. *Tropical Ecology*, 59(3), 417–430.

Young, A. (1972). Slopes. Longman.