International Journal for Scientific Research (IJSR)
المجلة الدولية للبحوث العلمية
IJSR
Vol. (5), No. (5) May 2026 الإصدار (5)، العدد (5)

تقييم الأثر البيئي للرعي في محجوز المستوي باستخدام تقنيات الاستشعار عن بعد ونظم المعلومات الجغرافية

منصور حواف الرشيدي
ماجستير، التقنيات الجغرافية والبيئية، كلية اللغات والدراسات الإنسانية، جامعة القصيم، المملكة العربية السعودية
Mrmnsor2017@gmail.com

أحمد بن عبد الله الدغيري
أستاذ الجيومرفولوجيا والاستشعار عن بعد، كلية اللغات والدراسات الإنسانية، جامعة القصيم، المملكة العربية السعودية
adgierie@qu.edu.sa

ملخص البحث

استهدفت هذه الدراسة تحليل وتقييم الأثر البيئي لنشاط الرعي في مراعي محجوز المستوي، وذلك من خلال دمج تقنيات الاستشعار عن بعد ونظم المعلومات الجغرافية مع العمل الميداني التخصصي. اعتمدت الدراسة على منهجية تحليلية زمنية لمراقبة ديناميكية النظام الإيكولوجي، حيث تم رصد وتحليل مؤشر الاختلاف الخضري الطبيعي NDVI لفترتين أساسيتين: الأولى تمثل مرحلة ما قبل منع الرعي (2013-2018)، والثانية تمثل مرحلة ما بعد تطبيق قرار المنع. (2018-2025)

اعتمدت الدراسة في تحليل البيانات الفضائية على مرئيات القمر الصناعي MODIS عبر منصة Google Earth Engine؛ وذلك لتميز هذا القمر بتوفير بيانات مصححة إشعاعياً وهندسياً (Atmospherically and Geometrically Corrected)، وتخصصه في رصد التغيرات البيئية والغطاء الأرضي بدقة عالية من خلال دالة مؤشر الاخضرار NDVI.

وعلى صعيد العمل الميداني، طُبقت منهجية أخذ العينات المساحية Plot Sampling لإحصاء أعداد القطعان وتقدير كثافتها الحيوانية، وذلك بتقسيم منطقة الدراسة إلى وحدات مساحية محددة لتقدير العدد الإجمالي للقطعان (J & Sutherland, 2006). كما شملت الدراسة تقدير الكتلة الحيوية Biomass والقدرة الإنتاجية للمرعى من المادة الجافة Dry Matter، عبر استخدام مربعات قياسية بمساحة 11X متر ومعالجة العينات مخبرياً بالتجفيف الحراري. (Rahetlah et al., 2014) ولتحديد التوازن البيئي، تم تطبيق قانون الحمولة الرعوية Grazing Capacity الذي ساهم في تقدير الطاقة الاستيعابية للمرعى وتحديد أعداد القطعان المسموح بها بما يضمن استدامة الغطاء النباتي. (Blair & van, 1991)

أظهرت النتائج وجود تحول إيجابي ملموس في الحالة البيئية للمحجوز بعد تطبيق قرار منع الرعي؛ حيث كشفت التحليلات الفضائية عن دخول مساحة 1672 كم² (65% من مساحة المراعي) في مرحلة التحسن والتعافي الطفيف، بينما أظهرت مساحة 840 كم² (33% من المساحة) مؤشرات قوية لبدء مرحلة التعافي النشط واستعادة الكثافة النباتية. وتؤكد هذه النتائج الفعالية العالية لقرارات الحماية البيئية في استعادة حيوية المراعي الطبيعية وتحقيق مستهدفات التنمية المستدامة في المنطقة.

الكلمات المفتاحية: تقييم الأثر البيئي، محجوز المستوي، NDVI، الحمولة الرعوية، مراعي، بريدة، الانحراف البيئي، Google earth Engine.

International Journal for Scientific Research (IJSR)
المجلة الدولية للبحوث العلمية
IJSR
Vol. (5), No. (5) May 2026 الإصدار (5)، العدد (5)

Assessment of the Environmental Impact of Grazing in Mahjouz al-Mustawī Using Remote Sensing Techniques and Geographic Information Systems

Mansour Hawwaf Alrashidi
Master's Degree, Geographic and Environmental Technologies, College of Languages and Humanities, Qassim University, Saudi Arabia
Mrmnsor2017@gmail.com

Ahmed bin Abdullah Al-Daghari
Professor of Geomorphology and Remote Sensing, College of Languages and Humanities, Qassim University, Saudi Arabia
adgierie@qu.edu.sa

Abstract

This study aimed to understand and analyze the environmental impact of grazing in the Mahjouz Al-Mustawe pastures using remote sensing techniques and geographic information systems. Environmental and analytical methodologies were employed to understand the nature of the pasture's ecosystem, applying the Normalized Difference Vegetation Index (NDVI) from 2013 to 2018 prior to the grazing ban in Mahjouz Al-Mustawe, followed by an analysis of the results of the grazing ban from 2018 to 2025 using MODIS satellite imagery on the Google Earth Engine platform. The MODIS satellite was selected for its ability to provide satellite imagery corrected for atmospheric and geometric errors, and it is particularly suited to studying changes in the environment and land cover, as it offers a specific function for the NDVI (Normalized Difference Vegetation Index). A field survey was conducted to count herd numbers using the Plot Sampling methodology, which involves dividing the area into specific plots, calculating the animal density in each plot, and then using the average to estimate the total number of herds in the pastures (J and Sutherland, 2006). We also applied the equation for calculating pasture dry matter biomass and determined production capacity accurately by taking samples from the study area in 1x1-meter plots and measuring their weight before and after drying (Rahetlah, Salgado, and Andrianarisoa, 2014) Then, applying the stocking rate formula, which helps determine the pasture's carrying capacity for livestock and the productive capacity of the vegetation cover, thereby determining the number of livestock allowed to graze the pasture (A. Blair & H. van, 1991), as well as contributing to the inventory of the most prominent seasonal and perennial plants in the pastures.The results showed a significant positive shift in the environmental condition of the reserve following the implementation of the grazing ban; satellite analyses revealed that an area of 1,672 km² (65% of the pasture area) had entered a phase of slight improvement and recovery, while an area of 840 km² (33% of the area) showed strong indications of entering a phase of active recovery and regaining vegetation density. These results confirm the high effectiveness of environmental protection measures in restoring the vitality of natural pastures and achieving sustainable development goals in the region.

Keywords: Environmental Impact Assessment, Contour Lines, NDVI, Grazing Capacity, Pastures, Buraidah, Environmental Degradation, Google Earth.

1. المقدمة

يُعد تقييم الأثر البيئي (EIA) ركيزة أساسية عند تخطيط وتنفيذ المشاريع التنموية بمختلف فئاتها؛ وذلك لضمان استدامة الموارد الطبيعية وإدارتها بفعالية لتلبية احتياجات الجيل الحالي دون المساس بحقوق الأجيال القادمة. وتكمن الأهمية الجوهرية لهذا التقييم في دراسة أبعاد المشروع من النواحي الطبيعية والبشرية، وتحديد آثاره الإيجابية والسلبية، بهدف التخفيف من الأضرار البيئية ودعم مساعي التنمية المستدامة. وفي هذا السياق، أولت المملكة العربية السعودية اهتماماً بالغاً بدمج مبادئ الاستدامة في خططها التنموية، وهو ما يتجلى بوضوح في مستهدفات "رؤية المملكة 2030"، التي تؤكد على تعزيز الوعي البيئي المجتمعي، وتسخير الموارد الطبيعية بكفاءة للارتقاء بجودة الحياة.

تُمثل منطقة القصيم نطاقاً جغرافياً وبيئياً حيوياً يسهم في دعم التوجهات البيئية للمملكة، وذلك لما تتمتع به من موارد طبيعية متنوعة، وخصائص تربة مميزة، ومقومات مكانية استراتيجية، لا سيما وقوعها ضمن مسار حوض وادي الرمة. وبناءً على ذلك، تسعى هذه الدراسة إلى تقييم الأثر البيئي لمنتزه "محجوز المستوي"، الخاضع لإشراف المركز الوطني لتنمية الغطاء النباتي ومكافحة التصحر (فرع منطقة القصيم). ويكتسب هذا الموقع أهميته من مساحته الشاسعة التي تقدر بنحو 855,295 هكتاراً ما يعادل 2525كلم^2، وذلك استناداً إلى بيانات المركز الوطني لتنمية الغطاء النباتي (فبراير، 2026). وتستهدف الدراسة استكشاف سبل تطوير الأنشطة الرعوية والسياحة البيئية في الموقع وفق معايير الاستدامة، بما يضمن الحفاظ على كثافة الغطاء النباتي، وتحقيق التوازن البيئي الإيكولوجي المستدام بين متطلبات الرعي والحماية البيئية. ومن شأن هذا التوازن أن يعزز من مقومات السياحة البيئية، ويدعم التنمية الإقليمية وتطوير القدرات الطبيعية والبشرية بما يتوافق مع مستهدفات التنمية المستدامة.

وبشكل محدد، يتركز نطاق هذا البحث على التقييم الشامل للآثار البيئية في منتزه محجوز المستوي، وتحليل خصائصه الطبيعية بهدف تقديم رؤية علمية للإدارة المثلى لموارده المتاحة. ويُتوقع أن تسهم نتائج هذه الدراسة في إرساء دعائم التوازن البيئي، وتقديم توصيات علمية تسهم في تحويل المنطقة إلى نموذج رائد للسياحة البيئية والرعوية في منطقة القصيم، مما يولد فرصاً تنموية مستدامة، ويرتقي بجودة الحياة، ويضمن صون الموارد الطبيعية

2. أهمية الدراسة

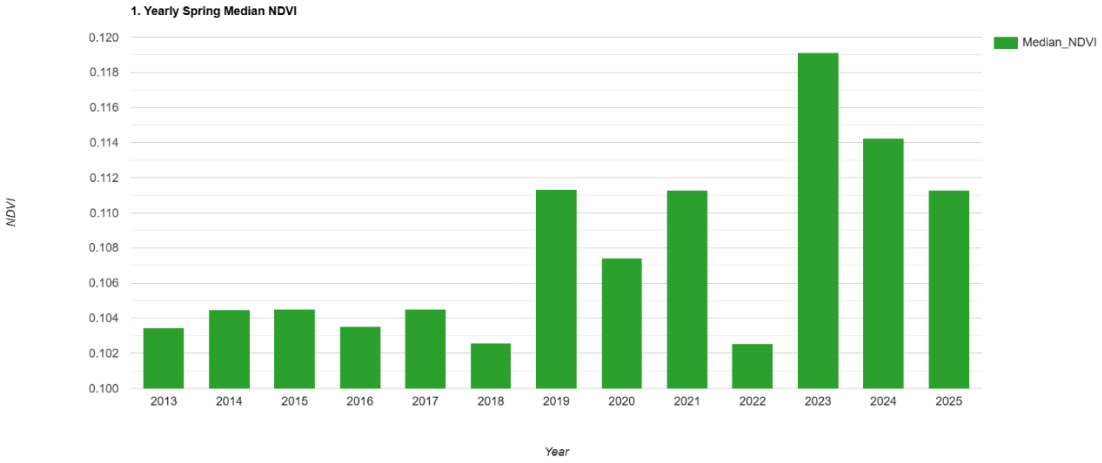
تشهد السياحة في منطقة القصيم في الوقت الراهن تطوراً ملحوظاً في مختلف قطاعاتها، وهو ما يستدعي بذل جهود مكثفة تواكب هذا التسارع وتتناسب مع حجمه، ما يضع عبئاً كبيراً على المخططين والعاملين في مجال التنشيط السياحي، لابتكار وتصميم مناطق سياحية جاذبة. ولا تعد منطقة القصيم بمعزل عن هذه التحولات والمتطلبات، خاصة في ظل النقص الواضح في الدراسات التي تستند إلى المنهجيات والأدوات التقنية الحديثة. وقد أسهم النمو السكاني وازدياد الإقبال على زيارة المنطقة في الحاجة إلى تحديد وتطوير مواقع سياحية تلائم مع الخصائص الجغرافية والبيئية الفريدة للقصيم.

3. مشكلة الدراسة

تُعد م مراعي محجوز المستوي إحدى النطاقات البيئية الرعوية التي تشغل مساحة تقدر بنحو، 855.295 هكتار، وفق بيانات المركز الوطني لتنمية الغطاء النباتي (فرع القصيم). وعلى الرغم من الأهمية البيئية لهذا الزمام الرعوي، إلا أنه يواجه إشكالية واضحة تتمثل في التذبذب الملحوظ في قيم مؤشر الغطاء النباتي (NDVI) بين السنوات، خاصة خلال موسم الربيع (أشهر أبريل–يونيو). حيث يظهر تحليل السلاسل الزمنية لمؤشر الاخضرار خلال الفترة (2013–2025)، وجود تباين سنوي غير منتظم في قيم الغطاء النباتي رغم تطبيق قرار منع الرعي في المنطقة عام 2018، والذي انعكس إيجابيًا على ارتفاع المؤشر في عام 2019، إلا أن النتائج اللاحقة أظهرت تراجعًا ملحوظًا، حيث انخفضت القيم في عام 2020 بنسبة 3.5% مقارنة بالعام السابق، كما تكرر نمط التذبذب في عام 2021، تلاه انخفاض حاد في عام 2022 بنسبة بلغت 7.8%. ورغم أنه لم يحدث انقطاع مطري خلال مواسم الهطل إلا أن هذه التغيرات تشير إلى وجود خلل ربما يعود إلى تطبيق إجراءات الحماية، خصوصًا فيما يتعلق بضبط أنشطة الرعي داخل المنطقة، مما يحدّ من استقرار الغطاء النباتي واستدامته. ويمكن تفسير هذه

الإشكالية بعدة عوامل رئيسية، منها: غياب الحواجز التي تحد من دخول قطعان الرعي إلى نطاق المحجوز، تأثيرات الموقع الجغرافي للمحجوز والمتمثل بوقوعه على الحد الفاصل بين منطقتي القصيم والرياض، الأمر الذي يضعف من كفاءة الرقابة وتطبيق الأنظمة، ويتيح لبعض الرعاة التنقل بين النطاقين الإداريين لتفادي المخالفات، خاصة خارج أوقات العمل الرسمية أو خلال عطلات نهاية الأسبوع، يضاف إلى ذلك استغلال مسارات تفويج الإبل والماشية عبر الطرق المجاورة، وما يترتب على ذلك من دخول أعداد كبيرة من القطعان إلى المنطقة لفترات قصيرة، لكنها ذات تأثير بيئي كبير على الغطاء النباتي.

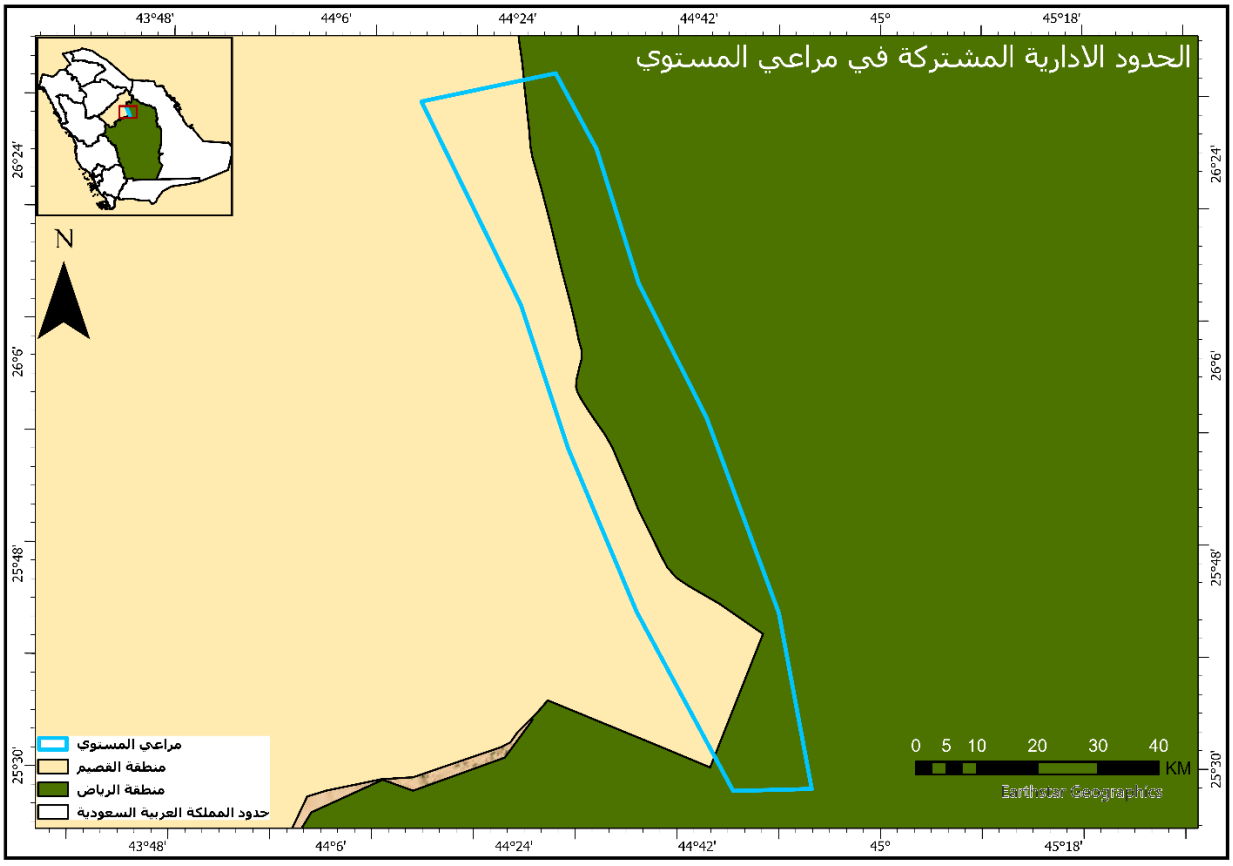
وعليه، تتمحور مشكلة الدراسة في تذبذب واستقرار الغطاء النباتي في محجوز المستوي رغم تطبيق سياسات الحماية، وما يرتبط بذلك من تحديات إدارية وميدانية تؤثر على فاعلية إدارة الموارد الطبيعية، مما يستدعي إجراء تحليل علمي معمق لتقييم كفاءة إجراءات الحماية واقتراح حلول مستدامة تعزز من استقرار النظام البيئي في المنطقة.



شكل (1)

بناء على تحليل الباحث في موسم الربيع وحسب القيم المتوسطة لمؤشر الاخضرار لكل سنة من خلال قمر MODIS الذي يوفر دالة NDVI مصححة من أخطاء الغلاف الجوي في Google Earth Engine يناير 2026، فبعد تطبيق القرار في منع الرعي سنة 2018 ساهم برفع مستوى المؤشر لسنة 2019 ولكن حصل نزول بالقيم بشكل ملاحظ في سنة 2020 بنسبة 3.5% عن سنة السابقة ويلاحظ نفس المشكلة في سنة 2021 حيث ارتفعت، ولكن هبطة بشكل حاد خلال سنة 2022 بنسبة 7.8% ونستنتج هنا مشكلة عدم الحماية من الرعي في المنطقة بشكل فعال لأسباب عدة ومن أبرزها الآتي:

- عدم وجود حواجز تحمي المنطقة من دخول الرعاة.
- يقع نطاق المستوي بين منطقتين إدارية الرياض والقصيم، مما يجعل الصعب تطبيق مخالفات الرعي في المستوي بحيث استقرار بعض الرعاة بين الحدود الإدارية التابع للرياض ثم دخول محجوز المستوي التابع للقصيم في أوقات خارج الدوام او في عطل نهاية الأسبوع كما وضح في الخريطة شكل (2).
- استغلال منطقة تفويج الإبل والحلال في الطرق وعدم ضبط القطعان مما تنتشر في الغطاء النباتي لفترة وجيزة ولكن بأثر قوي نظر للأعداد الضخمة خلال العبور.



شكل (2): المصدر من عمل الباحث برنامج ArcPro

4. أهداف الدراسة

- رصد وتحليل الأنماط المكانية لمناطق تعافي وتدهور الغطاء النباتي في زمام المحجوز.
- إجراء مقارنة زمنية للتغيرات في الغطاء النباتي خلال الفترة (2013–2018) قبل تطبيق قرار منع الرعي، و(2019–2025) بعد تطبيقه، بهدف تقييم أثر القرار على ديناميكية الغطاء النباتي.
- تقدير الحمولة الرعوية والطاقة الاستيعابية للمحجوز، بما يضمن تحقيق التوازن بين استغلال الموارد النباتية واستدامتها.
- تقييم الآثار البيئية المترتبة على أنشطة الرعي في المحجوز، مع التركيز على تأثيرها في استقرار الغطاء النباتي وجودة النظام البيئي.

5. تساؤلات الدراسة

- ما هي الأنماط المكانية لمناطق تعافي وتدهور الغطاء النباتي في زمام المحجوز؟
- أوجه المقارنة الزمنية للتغيرات في الغطاء النباتي خلال الفترة (2013–2018) قبل تطبيق قرار منع الرعي، و(2019–2025) بعد تطبيقه؟
- كم تقدير الحمولة الرعوية والطاقة الاستيعابية للمحجوز؟

- ما هي الآثار البيئية المترتبة على أنشطة الرعي في المحجوز؟

6. منطقة الدراسة

محجوز المستوي هو أحد المناطق في القصيم في المملكة العربية السعودية موضحة في شكل (3)، وأعلنت وزارة البيئة والمياه والزراعة، بناء على موافقة صاحب السمو الملكي أمير منطقة القصيم عن منعها الرعي في محجوز المستوي بمحافظة الشماسية التابعة لمنطقة القصيم، وذلك لمدة 5 سنوات قادمة، (وزارة البيئة والمياه والزراعة، 2020) بهدف الحفاظ على الغطاء النباتي، وإيقاف التدهور البيئي والتربة، وإعادة تأهيل المواقع المتضررة نتيجة الرعي الجائر.

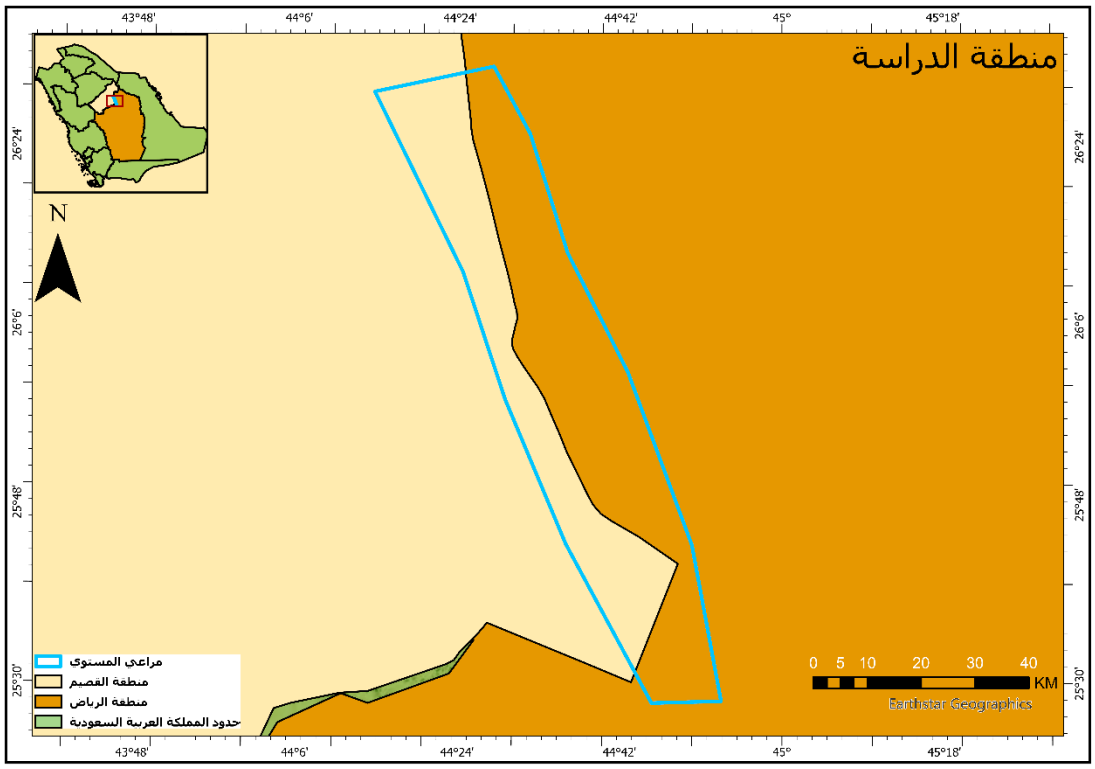
وأكدت الوزارة على أصحاب الماشية بضرورة الخروج بعيداً عن المواقع الشجرية التي تنمو فيها الأشجار المعمرة والشجيرات الموسمية، لما لوحظ من تدهور كبير في المواقع التي ترعى فيها مواشيهم. مثمنةً لهم تعاونهم معها وتجاوبهم للمحافظة على المكتسبات الوطنية. (وزارة البيئة والمياه والزراعة، 2020)

جيومورفولوجية منطقة الدراسة: تحتوي منطقة القصيم تضاريس متنوعة تختلف في الغرب (عالية نجد) عنها في الشرق (نجد السفلى) وبما أن هضبة لمستوي تقع شرق القصيم إذا تقع ضمن نجد السفلى. وتسمى هذه المنطقة منطقة الحافات أو الكويستات. وقد ذكر كل من (الشريف، 1995، ص 71) (الكليبي، 2007) أن منطقة القصيم بشكل عام سهول صحراوية شاسعة ليست فيها مرتفعات عالية جداً وأغلبها يتكون من حافات صخرية وسهول رملية. وأشار (الوليعي، 2008) بأنها حافات ظاهرة للطبقات الرسوبية نتجت بفعل الحت المتفاوت وتتكون على طبقات صخرية درجة ميلها محدودة لا تزيد على 4 درجات. (الادلبي، 2019)

جيولوجية منطقة الدراسة: تبلغ مساحة هضبة المستوي ما يقارب 2525كم2، ويبلغ طول محيطها 1318كم. وتتكشف فيها تكوينات جيولوجية متباينة تتراوح أعمارها بين تكوينات الزمن الأوسط حقبة الميسوزي العصر الترياسي الأوسط والأعلى ورواسب الزمن الرابع. وترجع معظم التكوينات السطحية إلى تكوينات الزمن الأوسط حقبة الميسوزي العصر الترياسي الأوسط والأعلى، متمثلةً بتكوين الجلة وإرسابات المنجور، التي تغطي مساحة تقارب 1484.83كم2، حيث تمثل 58.81% من مساحة الهضبة، وهي تنتشر على امتداد الهضبة من الشمال إلى الجنوب، بشكل خاص جال الشماسية وصفراء المستوي، تليها تكوينات الزمن الرابع وهي تغطي مساحة تقارب 871.4 كم2، وتمثل 34.51% من مساحة الهضبة، وتنتشر هذه الإرسابات على جميع الأجزاء الغربية والجنوبية والشرقية والشمالية للهضبة، لاسيما في الأجزاء التي تمثل الرواسب الريحية، أما تكوينات الزمن الثالث وهي الأقل انتشاراً فقد شغلت مساحة تزيد عن 52.16 كم2، لتمثل 2.11% من مساحة الهضبة، المتمثلة بإرسابات المنخفضات والأودي، (الادلبي، 2019)

مناخ منطقة الدراسة: تقع ضمن إقليم المناخ الصحراوي الجاف، حيث يرتفع معدل الاشعاع الشمسي الذي يصاحبه ارتفاع في درجات الحراوة في أشهر الصيف (42 درجة مئوية) مع انعدام التهطال في أشهر (يونيو ويوليو وأغسطس)، كما تتباين معدلاتها بين فصلي الشتاء وفصل الربيع وهي إجمالا متباينة وذات معدلات قليلة حيث يصل المعدل السنوي 120 ملم. ونعد الشماليات هي الرياح السائدة بمنطقة الدراسة على مدار العام فقد (وصلت سرعاتها في 1 اغسطس 27) 2015» كلم/ ساعة). (الدغيري، دلائل التحول المناخي خلال عصر البلويستوسين والهولوسين في هضبة المستوي، 2016)

International Journal for Scientific Research (IJSR)
المجلة الدولية للبحوث العلمية
IJSR
Vol. (5), No. (5) May 2026 الإصدار (5)، العدد (5)



شكل (1)

7. المصطلحات

م	المصطلح	التعريف
1	هكتار	وحدة مساحة تستخدم لقياس المساحات وتساوي 10,000 متر مربع
2	التصحر	هو عملية تدهور وتناقص القدرة الإنتاجية البيولوجية للأراضي في المناطق القاحلة، شبه القاحلة، والجافة شبه الرطبة
3	NDVI	Normalized Difference Vegetation Index ، مؤشر اختلاف الغطاء النباتي المعياري
5	تقييم الأثر البيئي	هو عملية علمية، نظامية، وتنبؤية تهدف إلى تحديد وتقييم الآثار المحتملة (السلبية والإيجابية) لمشروع تنموي أو نشاط صناعي مقترح على البيئة الطبيعية والاجتماعية قبل تنفيذه
6	DEM	تمثيل رقمي ثلاثي الأبعاد لتضاريس سطح الأرض يُظهر الارتفاعات والانخفاضات (United States Geological Survey، 2025)
7	النظام الإيكولوجي	وهو عبارة عن مجتمع من الكائنات الحية التي تعيش وتتفاعل مع بعضها البعض ومع المحيط غير الحي الذي يحيط بها في مكان معين.

8. الدراسات السابقة

(الدغيري و الشويش، استخدام تقنيات الاستشعار عن بعد والاستيفاء المساحي لتقييم أثر النمو العمراني في احواض الوديان الداخلية على مدينة بريدة بمنطقة القصيم، 2018): درس الباحثين أحواض الوديان الداخلة على مدينة بريدة وتقييم أثر النمو العمراني داخل الأحواض، من هذه الأودية وادي النقيب يظهر في الهوامش الشرقية ويمتد من الشمال للجنوب بطول يجاوز 95 كلم ويستجمع مياهه من سفوح صفرا الواطاة والهضبة الشمالية وتبلغ مساحة فيضان وادي النقيب 20.5 كلم^2 كما بلغ عدد السكان في الفيضانات الاوية 21882 نسمة من إجمالي عدد سكان مدينة بريدة البالغ عددهم 437326 حسب نتائج تقدير السكان للأحياء لعام 1434هـ وتوصلوا إلى أن السكان الذي يسكنون في محيط خطر الفيضانات للأودية حوالي 5% من إجمالي سكان المدينة، أوصى الباحثين بتطبيق القرار الوزاري الصادر عام 1402هـ القاضي بمنع التعدي على حرمات

الأودية وأيضاً بتحرير مسارات الأودية الداخلية على مدينة بريدة وتوجيه المستثمر لاجتثاث الرمال التي تقبع بطون الأودية في شرق المدينة.

(الرويلي، أسعيد، الخطيب، القرعاوي، و العريفي، 2016): توصل الباحثين من خلال توظيف الاستشعار عن بعد في معرفة حالة المراعي في وسط المملكة العربية السعودية بمنطقة حائل والقصيم وتم استنتاج حالة المراعي إلى > إجمالي 65% من المراعي في حالة مرضية ويعد مؤشر إيجابي وإلى > 31.5% في حالة سيئة ويتطلب تدخلاً عاجلاً وتعد متدهورة > وإلى 3.5% في المنطقة الوسطة مقبولة، وأشد المناطق تدهور ارتبط بالنشاط البشري والرعي الجائر وأوصوا بالآتي:

1. تحديد الطاقة الاستيعابية الحيوانية لكل منطقة رعوية.
2. تطوير نظام الرعي الدوري المستدام.
3. إقامة محميات رعوية تتيح لهذه المناطق فرصة التعفي الطبيعي.

(الرحيلي، 2014): حللت الباحثة صور الأقمار الصناعية واعتمدت على مؤشر مناخي (SPI) ومؤشرات نباتية (NDVI, VCI, TCI, VHI) لكشف آثار الجفاف في منطقة الدراسة وأثره على الغطاء النباتي وتوصلت من خلال التحاليل المتعددة إلى أن وجود علاقة واضحة بين فترات الجفاف وانخفاض كثافة الغطاء النباتي وأثبتت تقنيات الاستشعار عن بعد فعاليتها المهمة في مراقبة التغيرات البيئية من الغطاء النباتي والمناخ وغيرها من العوامل البيئية.

(الحقيل، 2008): اطلعت الباحثة على بعض الخصائص البيئية والتصنيفية للغطاء النباتي بمستنقع العوشزية الملحي وأسهمت في معرفة أن المواطن البيئية للأنواع النباتية المدروسة تمتاز بمناخ صحراوي تندر الأمطار فيه في أغلب أشهر السنة إضافة إلى ارتفاع درجات الحرارة في فصل الصيف وتوصلت إلى أن فلورا منطقة الدراسة غنية بالتنوع النباتي حيث سجل فيها ثمانية وتسعون نوعاً نباتياً تنتمي لثلاث وثلاثين عائلةً نباتيةً، (على الرغم من كون منطقة الدراسة، منطقة بيئية شديدة الملوحة)، وإن من أهم هذه الأنواع النباتية، نبات الشنان وقامت الباحثة بعمل وإعداد لخرائط النباتية للغطاء النباتي بالمملكة باستخدام الأقمار الصناعية و(نظام) GIS وذلك لمعرفة تركيب الغطاء النباتي وأنواعه على نحو دقيق والمساحات التي يشغلها من الأمور العلمية المهمة التي يجب الإسراع بالعمل فيها وضفت الباحثة التقنيات الحديثة للأقمار الصناعية لأجل إنتاج خريطة نباتية لكافة المجتمعات النباتية السائدة بمنطقة الدراسة، بواسطة الأقمار الصناعية عن طريق وGIS، التي أسهمت إسهاماً فاعلاً ومهماً في معرفة أنواع المجتمعات النباتية والمساحات التي تشغلها بسهولة وأكثر دقة.

ملخص الدراسات السابقة وتحديد الفجوة البحثية

على الرغم من أهمية الدراسات السابقة، إلا أنها تكشف عن عدد من الفجوات التي تسعى الدراسة الحالية لمعالجتها، ويمكن تلخيصها فيما يلي:

1. غياب دراسات متخصصة على محجوز المستوي لم تتناول الدراسات السابقة مراعي محجوز المستوي بشكل مباشر، رغم أهميتها البيئية واتساعها المكاني، وما تشهده من تدخلات إدارية مثل منع الرعي.
2. ضعف التحليل الزمني طويل المدى بعد تطبيق السياسات البيئية لم تركز الدراسات السابقة على تقييم أثر قرارات إدارية محددة (مثل منع الرعي) عبر تحليل زمني ممتد يقارن بين مرحلتي ما قبل وما بعد التطبيق.
3. محدودية الربط بين الرعي وديناميكية الغطاء النباتي باستخدام بيانات عالية التكرار الزمني حيث لم يتم توظيف بيانات مثل MODIS عبر منصات تحليل متقدمة (Google Earth Engine) لرصد التذبذب الموسمي والسنوي بدقة.
4. نقص الدراسات التي تدمج بين التحليل المكاني والقدرة الاستيعابية للرعي إذ لم تُدمج مؤشرات الغطاء النباتي مع مفاهيم الحمولة الرعوية والطاقة الاستيعابية بشكل تطبيقي داخل نطاقات محمية.

قصارى القول ستستند الدراسة الحالية إلى ما قدمته الأدبيات من أطر نظرية وتطبيقية في مجال تحليل الغطاء النباتي وتأثير الأنشطة البشرية، إلا أنها تتميز بتركيزها على محجوز المستوي كنموذج تطبيقي، مع توظيف تحليل زمني مكاني متقدم باستخدام بيانات MODIS ومنصة Google Earth Engine، وربط ذلك بفعالية قرارات منع الرعي وتقدير القدرة الاستيعابية للمنطقة. وبذلك تسهم الدراسة في سد فجوة معرفية تتعلق بتقييم كفاءة إدارة المراعي في البيئات الجافة وشبه الجافة،

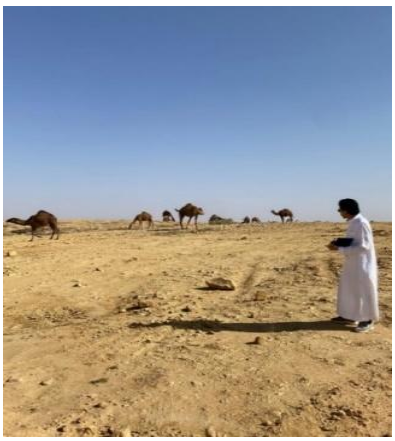
وتقديم مؤشرات علمية تدعم اتخاذ القرار في مجال الاستدامة البيئية.

9. منهجية البحث

اعتمدت هذه الدراسة على المنهج الوصفي التحليلي Descriptive Analytical Approach؛ حيث تم توظيف تقنيات الاستشعار عن بعد ونظم المعلومات الجغرافية من خلال تحليل المرئيات الفضائية باستخدام منصة محرك بحث جوجل إيرث Google Earth Engine ومعالجة البيانات المكانية عبر برنامج .ArcGIS Pro وقد ركز التحليل المكاني والزماني على الفترة الممتدة من عام 2013 إلى 2018، والتي تُمثل فترة تطبيق نظام الحماية من الرعي في منتزه محجوز المستوي (وزارة البيئة والمياه والزراعة، 2020)

أ. العمل الميداني وجمع البيانات الأولية:

نظراً لندرة البيانات الرسمية المتاحة حول أعداد الرعاة والقطعان في منطقة الدراسة، اعتمد الباحث على المسح الميداني كأداة رئيسية لجمع البيانات الأولية لضمان دقة وموثوقية النتائج. نُفذت أعمال المسح الميداني والمقابلات المباشرة مع الرعاة خلال الفترة من 13 إلى 27 مارس 2026. ولتقدير أعداد القطعان علمياً، تم تطبيق منهجية أخذ العينات المساحية Plot Sampling.وتعتمد هذه المنهجية على تقسيم منطقة الدراسة إلى وحدات مساحية محددة Plots، ثم حساب كثافة الحيوانات داخل كل وحدة، ليتم لاحقاً استخدام متوسط الكثافة لتقدير العدد الإجمالي للقطعان في كامل المنطقة. (J & SUTHERLAND, 2006)



صورة (1): أثناء العمل الميداني لجمع أعداد القطعان تاريخ 13 مارس 2026 صورة (2): أثناء العمل الميداني لجمع أعداد القطعان تاريخ 14 مارس 2026

الزيارات الميدانية لجمع عينة من النباتات لأجل حساب Biomass:

لتقدير الإنتاجية الرعوية، تم اتباع أسلوب الحصر الميداني لتقدير الكتلة الحيوية النباتية وفق الخطوات الآتية:

- آلية أخذ العينات: اعتمدت الدراسة على طريقة العينات العشوائية المكانية Random Spatial Sampling بمعدل عينة واحدة كل 1-3 كم، حيث جرى اختيار 10 مواقع ممثلة لمنطقة الدراسة لجمع العينات النباتية.
- وحدات القص: Quadrats تم استخدام مربعات قياسية بمساحة 1 × 1 متر لضمان توحيد معايير القياس المساحي.

صورة (3): عمل ميداني يوضح جمع العينات 23 مارس

المعالجة المختبرية:

خضعت العينات لعملية التجفيف الحراري باستخدام الفرن Oven-drying، ثم تُركت لمدة 24 ساعة إضافية لضمان الوصول إلى الوزن الجاف الثابت Dry Matter، وهو الوزن الذي يعكس القيمة الغذائية الفعلية للمرعى.

قبل 3.9 جرام نبات السرمق

بعد 2.2 جرام نبات السرمق

التصنيف النباتي والحمولة الرعوية:

بناءً على الدراسات السابقة (الأدلبي، 2019) والمسح الميداني، تم تصنيف الغطاء النباتي في منتزه محجوز المستوي إلى ثلاث فئات رئيسية:

- الأشجار والشجيرات الكبيرة: ومن أبرزها الطلح Acacia، السدر Ziziphus، العوسج Lycium، بالإضافة إلى الأرطى والغضى.
- الشجيرات والنباتات المعمرة: وتضم أنواعاً مثل العرفج، الرمث، الشبرم، الشنان، التنوم، الشيح، القرضاء، البعيثران، القصباء، والشلفح.
- النباتات الحولية: وهي النباتات الموسمية مثل الربلة، النوار، الأقحوان، والخزامى.

حساب الحمولة الرعوية Grazing Capacity:

تم تطبيق قانون الحمولة الرعوية وفق نموذج (A. Blair & H. van, 1991) لتقدير الطاقة الاستيعابية للمرعى من خلال المعادلة الآتية:

$$GC = (P \times U) / (R \times T)$$

حيث تمثل الرموز الآتي:

- **GC** وهي: Grazing Capacity الحمولة الرعوية (عدد الرؤوس لكل هكتار).
- **P** وهي: Production الإنتاج الكلي للمرعى من المادة الجافة كجم/هكتار.
- **U** وهي: Utilization Factor معامل الاستخدام السليم (تم تحديده بنسبة 50%).
- **R** وهي: Requirement الاحتياج اليومي للحيوان الواحد من المادة الجافة كجم/يوم.
- **T**وهي: Time مدة الرعي الإجمالية مقاسة بالأيام.

النباتات السائدة	كيلوجرام مادة جافة / يوم	جرام / كج 0.75
نباتات غضة مستساغة	12.5	128
نباتات ملحية	1.0	10.5
أشجار وشجيرات شوكية	1.4	14.5
المتوسط	5.8	59.0

المرجع : الدورة التدريبية حول أمراض الإبل – القاهرة 1992 .

المرجع: موسوعة الإبل العربية بمعهد بحوث الإنتاج الحيواني

تحليل البيانات المكانية والمرئيات الفضائية:

اعتمدت الدراسة على تحليل المرئيات الفضائية لتقييم أثر قرار منع الرعي في منتزه محجوز المستوي، وذلك من خلال مقارنة فترتين زمنيتين تمثل كل منهما خمس سنوات (قبل وبعد تطبيق القرار). وقد استُخدمت منصة محرك بحث جوجل إيرث Google Earth Engine لمعالجة البيانات الضخمة واستخراج مؤشر الاختلاف الخضري الطبيعي NDVI، وهو مؤشر يعتمد على قياس الكثافة النباتية بناءً على خصائص الانعكاس الطيفي.

تم اختيار البيانات بعناية لضمان دقة النتائج، حيث تم التركيز على الصور ذات الغطاء السحابي شبه المنعدم (أقل من 1%) لضمان وضوح المعالم الأرضية. ويوضح الجدول 1 المواصفات الفنية للمرئيات الفضائية المستخدمة في مرحلتي التحليل:

جدول (1)

مصدر المرئية	الدقة المكانية (متر)	نسبة الغطاء السحابي	النطاق الزمني	الفترة الدراسية
Google Earth Engine	30	أقل من 1%	2013/01/01 حتى 2018/01/01	قبل تطبيق قرار منع الرعي
Google Earth Engine	30	أقل من 1%	2020/01/01 حتى 2025/01/01	بعد تطبيق قرار منع الرعي

وتقييم مؤشر صحة النباتات كما هو واضح في شكل 2.

المعالجة الرقمية والتحليل المكاني للمرئيات الفضائية:

أ. مؤشر الاختلاف الخضري الطبيعي: NDVI

لتقييم التغيرات في الغطاء النباتي بمنطقة الدراسة، تم الاعتماد على مؤشر الاختلاف الخضري الطبيعي Normalized Difference Vegetation Index المعروف اختصاراً بـ NDVI، وفق الصيغة الرياضية التي طورها Rouse et al. 1974. ويُعد هذا المؤشر الأداة الأكثر شيوعاً لقياس الكثافة النباتية والحالة الصحية للنباتات بناءً على التباين في الانعكاس الطيفي بين النطاقين الأحمر والأشعة تحت الحمراء القريبة.

ب. بيئة التحليل ومصدر البيانات:

تم إجراء المعالجة الرقمية والتحليل الإحصائي المكاني باستخدام منصة محرك بحث جوجل إيرث Google Earth Engine؛ نظراً لقدراتها العالية في معالجة البيانات الضخمة Big Data. وقد اعتمدت الدراسة على بيانات القمر الصناعي MODIS من فئة MOD13Q1 بدقة مكانية تبلغ 250 متراً، وذلك لتحليل سلسلتين زمنيتين: الأولى تمثل الفترة من 2013 إلى 2020، والثانية تمثل الفترة من 2020 إلى 2025، لتقييم أثر الحماية والنمو الخضري.

الخوارزمية البرمجية ومراحل المعالجة الرقمية:

تم تطوير كود برمي متكامل بلغة JavaScript داخل بيئة Google Earth Engine لتنفيذ مراحل المعالجة الآتية:

أولاً: استدعاء البيانات وتحديد النطاق المكاني:

بدأت الخوارزمية باستدعاء حدود منطقة الدراسة محجوز المستوي بصيغة Feature Collection، ثم استدعاء مجموعة صور القمر الصناعي MODIS وتطبيق مرشحات مكانية filter Bounds لضمان حصر التحليل ضمن النطاق الجغرافي المستهدف، مع اختيار حزمة بيانات NDVI لضمان دقة قياس الغطاء النباتي.

ثانياً: التجميع الزمني والمعالجة الموسمية:

لإجراء مقارنة دقيقة، تم تحديد السلسلة الزمنية ضمن قائمة تسلسلية ee.List.sequence تغطي الأعوام من 2013 إلى 2025. ونظراً لكون موسم النمو هو المعيار الحقيقي للحالة الرعوية، تم تطبيق مرشحات زمنية filter Date لاختيار مرئيات أشهر الربيع (أبريل، مايو، يونيو) للأعوام المرجعية، مع استخدام أمر median لاستخراج القيم الوسيطة لكل بكسل، وأمر clip لقص الصور على حدود منطقة الدراسة AOI.

ثالثاً: التحليل الإحصائي واستخراج المتغيرات:

تم حساب الفوارق الكمية في الغطاء النباتي من خلال إجراءات إحصائية متقدمة شملت:

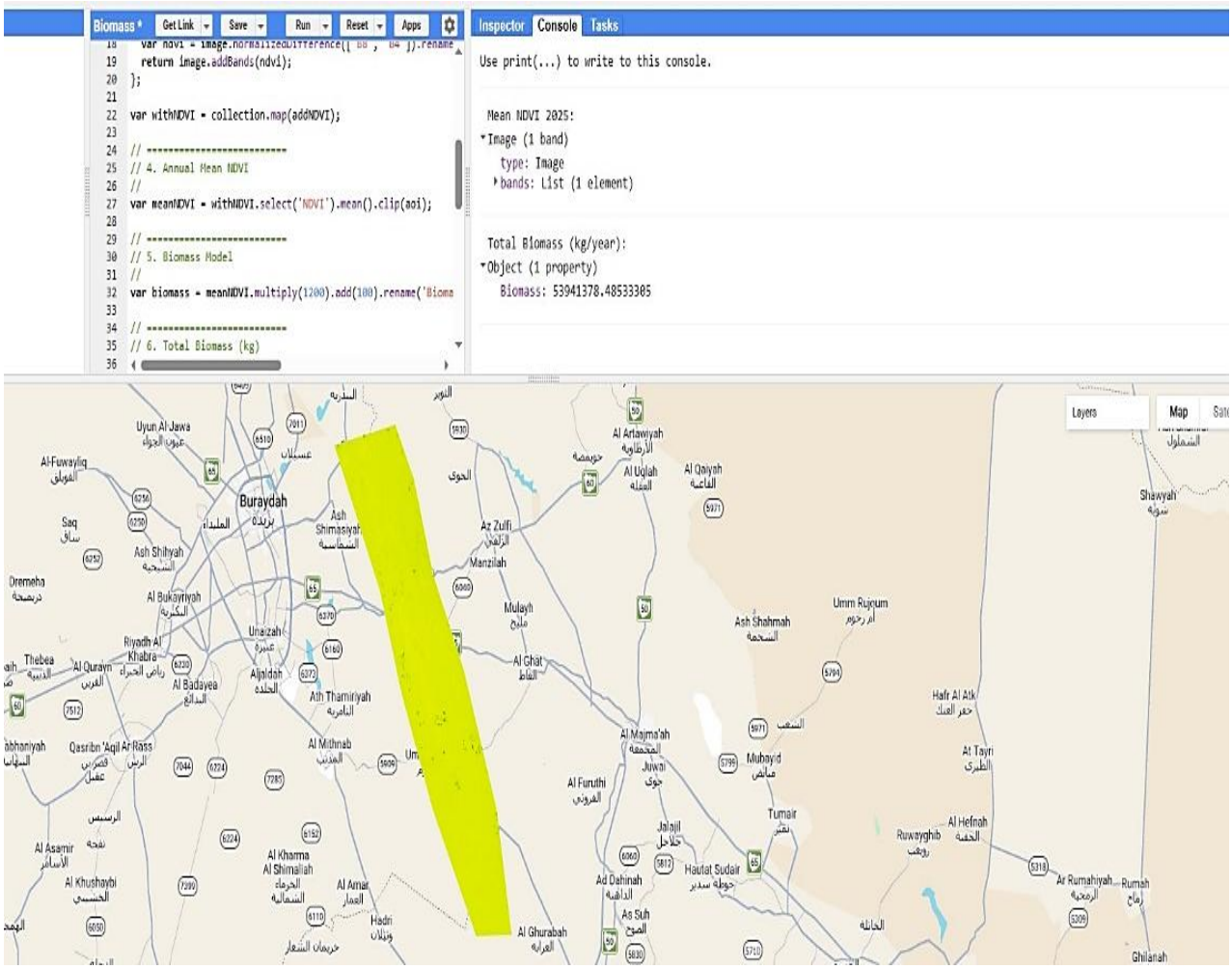
- حساب النسبة المئوية للتغير: عبر طرح قيم NDVI للأعوام المستهدفة وقسمتها على سنة الأساس لاستخراج نسبة التغير في القيم القصوى والوسيطة.pctChangeMax_Overall
- الحد من المنطقة: استخدام المعالج ee.Reducer.median و ee.Reducer.max لاستخراج القيم الإحصائية للمنطقة بدقة مكانية 250 متراً.
- المتوسط طويل المدى: حساب المتوسط العام long Term Mean للسلسلة الزمنية لتقدير الانحرافات الموسمية بدقة.

رابعاً: تحليل الاتجاه العام Linear Trend Analysis:

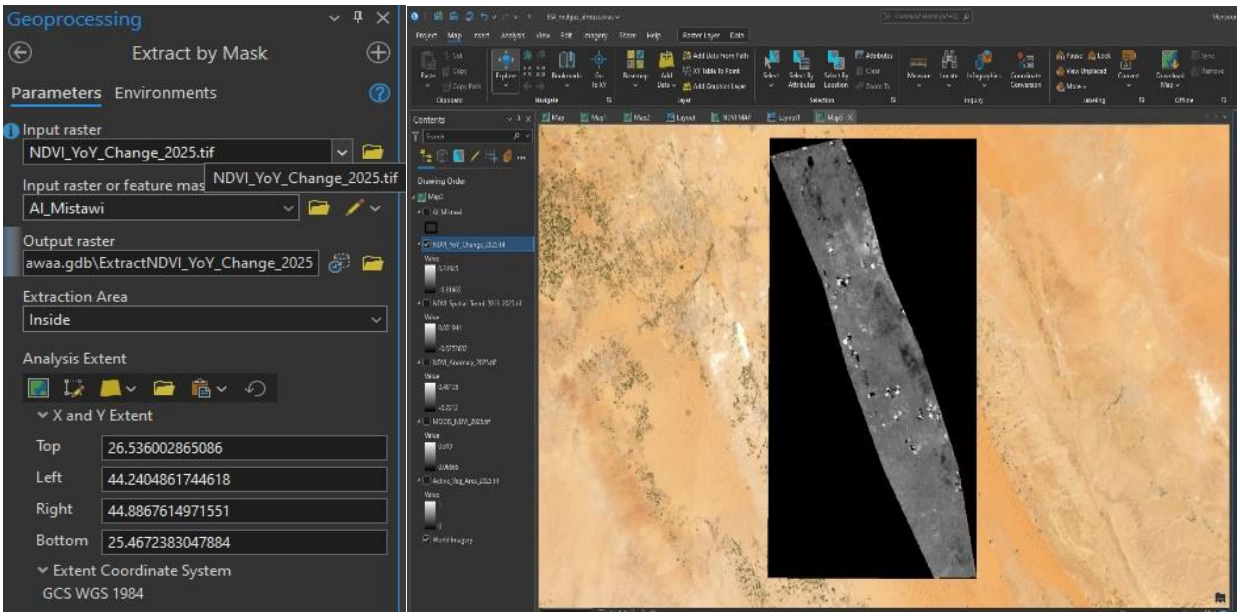
تم تطبيق خوارزمية الانحدار الخطي Linear Fit على السلسلة الزمنية لصور NDVI لتقييم اتجاه نمو الغطاء النباتي. حيث قامت الخوارزمية بحساب الميل Slope لكل بكسل، مما ساهم في إنتاج خريطة اتجاهات التغير الخضري NDVI_Trend التي توضح مناطق التحسن أو التدهور البيئي خلال فترة الدراسة.

خامساً: تصدير المخرجات المكانية:

في المرحلة النهائية، تم تنفيذ أوامر التصدير Export.image.toDrive لنقل المرئيات الناتجة وخرائط الشذوذ الخضري Anomaly Map إلى مساحة التخزين السحابية بنظام الإحداثيات العالمي EPSG:4326، تمهيداً لمعالجتها النهائية وإخراج الخرائط عبر برنامج ArcGIS Pro.



صورة توضح تطبيق الكود على منطقة الدراسة



آلية إصلاح المرئية في ArcPro

10. نتائج البحث والتحليل والمناقشة

1. نتائج المسح الميداني وحصر القطعان الرعوية:

تم إجراء حصر ميداني شامل لعينة من القطعان الرعوية (الإبل) ضمن نطاق منطقة الدراسة، وذلك لتقدير الكثافة العددية وتوزيعها المكاني. وقد شمل المسح 11 عينة مساحية، بواقع 10 كم² لكل عينة، حيث أظهرت النتائج تبايناً في أعداد القطعان المسجلة، وهو ما يعكس نمط التوزيع الرعوي في المنطقة. ويوضح الجدول (2) تفاصيل هذه البيانات:

(الجدول من عمل الباحث أثناء الزيارات الميدانية 13-27 مارس 2026)

العينة	عدد القطعان (إبل)	مساحة العينة (كم²)	الكثافة (قطيع/كم²)
1	60	10	6.0
2	20	10	2.0
3	56	10	5.6
4	40	10	4.0
5	35	10	3.5
6	33	10	3.3
7	35	10	3.5
8	44	10	4.4
9	55	10	5.5
10	36	10	3.6
11	48	10	4.8
المجموع	**462**	**110**	**46.2**

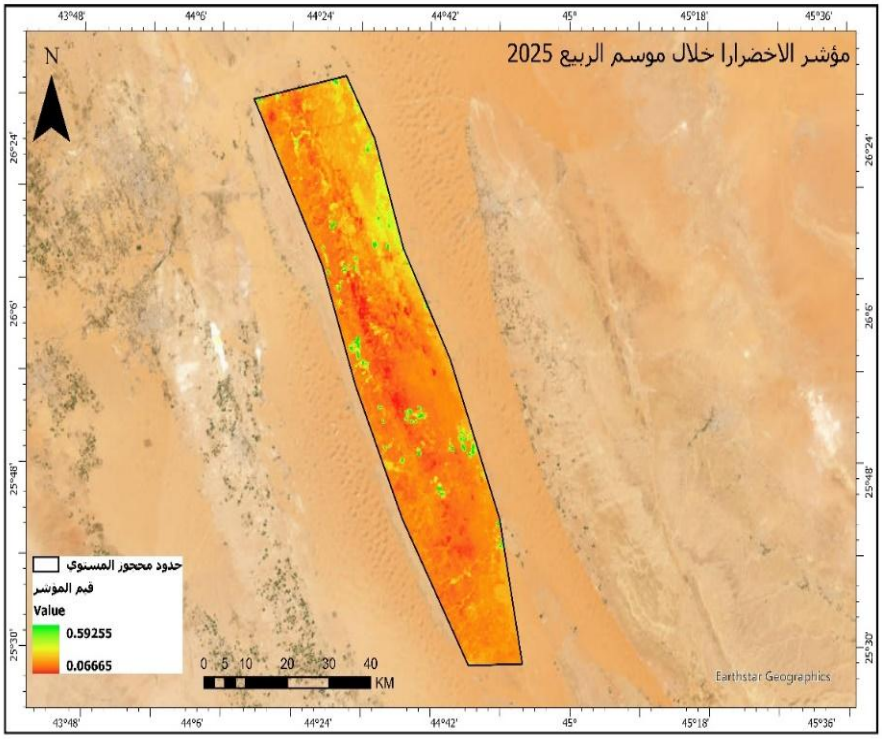
2. نتائج تقدير الكتلة الحيوية والإنتاجية الرعوية:

تم تحليل عينات الغطاء النباتي ميدانياً لتقدير الكتلة الحيوية Biomass والقدرة الإنتاجية للمرعى، وقد خلصت التحليلات المخبرية والرياضية إلى النتائج الآتية:

- متوسط الكتلة الحيوية الجافة: سجلت العينات النباتية متوسط كتلة حيوية مقداره 1.32 جرام/متر².

- الإنتاجية النوعية للهكتار: عند تحويل النتائج إلى وحدات القياس الكبرى، بلغت الإنتاجية النباتية 13.2 كجم/هكتار (kg/ha).
- الإنتاجية الكلية السنوية: بناءً على المساحة الإجمالية لمنتزه محجوز المستوي، قُدر الإنتاج السنوي الكلي للمرعى بنحو 11,289 ألف طنا من المادة الجافة Dry Matter.

وتشير هذه الأرقام إلى القدرة الإنتاجية الراهنة للمنطقة، والتي تُعد الأساس العلمي لبناء خطط الإدارة المستدامة للغطاء النباتي وتطوير السياحة البيئية بما يتماشى مع رؤية المملكة 2030.



خريطة توضح مؤشر الاخضرار خلال سنة 2025 من عمل الطالب 1 Google engine/arc pro

تحليل السلسلة الزمنية لمؤشر الغطاء النباتي NDVI:

كشفت نتائج تحليل السلسلة الزمنية لمرئيات الأقمار الصناعية عبر منصة Google Earth Engine عن تحول إيجابي ملموس في الحالة البيئية لمنطقة الدراسة لعام 2025، حيث أظهرت النتائج ارتفاعاً مطرداً في متوسط قيم مؤشر الاختلاف الخضري الطبيعي NDVI مقارنة بالسنوات السابقة.

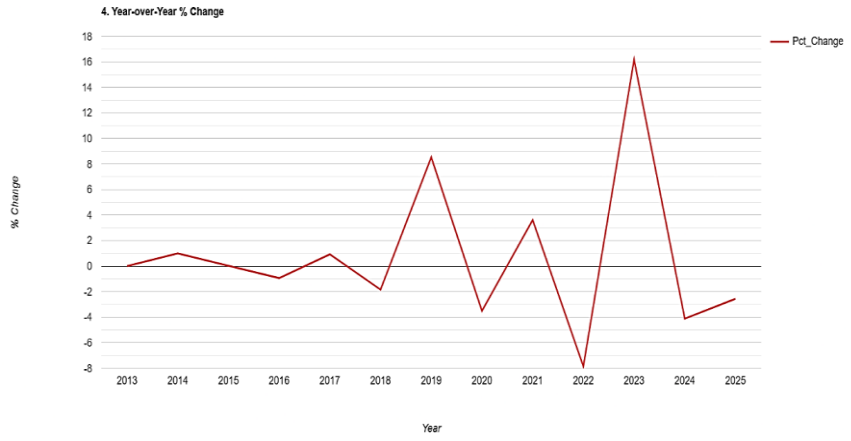
أ. تحليل اتجاهات النمو: (2025- 2018)

يشير التحليل الإحصائي الموضح في الرسم البياني 1 إلى أن قيم الغطاء النباتي بدأت في اتخاذ منحنى تصاعدي تدريجي عقب عام 2018، وهو التاريخ المتزامن مع تفعيل قرار منع الرعي في منتزه محجوز المستوي. وقد بلغت نسبة التغير ذروتها في عام 2023، مسجلة زيادة قدرها 16% مقارنة بكافة أعوام السلسلة الزمنية المدروسة. ويُعزى هذا الارتفاع القياسي إلى نجاح سياسات الحماية التي أتاحت الفرصة لتعافي الموائل الطبيعية، التي أظهرت استجابة بيئية عالية واستعادة واضحة لحيويتها النباتية.

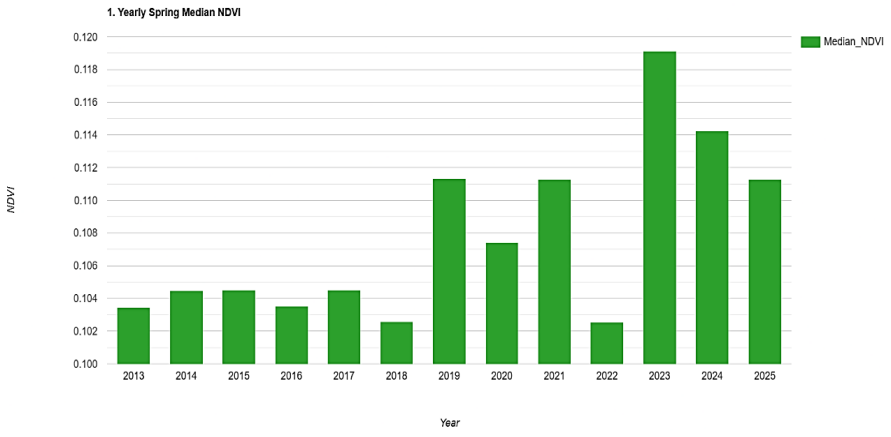
ب. تحليل التباين المناخي لعام 2022:

على الرغم من الاتجاه التصاعدي العام، سجلت الدراسة انخفاضاً حاداً في قيم المؤشر الخضري خلال عام 2022. وبالنظر إلى السجلات المناخية، شهدت المنطقة هطول أمطار استثنائية في تاريخ 23 أبريل 2022، حيث بلغت الكميات المسجلة في مدينة بريدة 52.8 ملم، وفي محافظة الشماسية 61.5 ملم كأعلى كمية هطول يومية مسجلة في ذلك العام (وزارة البيئة والمياه والزراعة، 2022).

ويُعد هذا الانخفاض في قيم NDVI رغم غزارة الأمطار ظاهرة تستوجب التحليل العلمي؛ إذ قد يُفسر ذلك بتوقيت الهطول المتأخر في نهاية الموسم الرعوي، أو نتيجة لزيادة الجريان السطحي وجرف التربة الذي قد يؤثر مؤقتاً على القراءات الطيفية للنباتات الحولية قبل بدء دورة نمو جديدة. ومع ذلك، فإن سرعة تعافي الغطاء النباتي ووصوله للذروة في العام التالي (2023) تؤكد أن قرار منع الرعي قد رفع من مرونة النظام البيئي Resilience وقدرته على تجاوز التقلبات المناخية الحادة.



رسم توضيحي (1): مقدار التغير خلال السنوات بالنسبة المئوية من عمل الطالب في Google engine



رسم توضيحي (2): متوسط قيم مؤشر الاخضرار خلال السنوات الـ 13 في Google engine

التباين الزمني لمتوسط قيم المؤشر الخضري NDVI:

يستعرض الشكل 2 التباين الزمني لمتوسط قيم مؤشر الاختلاف الخضري الطبيعي NDVI، حيث يبرز التحليل المقارن للسلسلة الزمنية تحولاً جوهرياً في الحالة الإيكولوجية لمنطقة الدراسة بين فترتي ما قبل وما بعد تطبيق قرار منع الرعي.

أ. تحليل القيم الدنيا والقصوى:

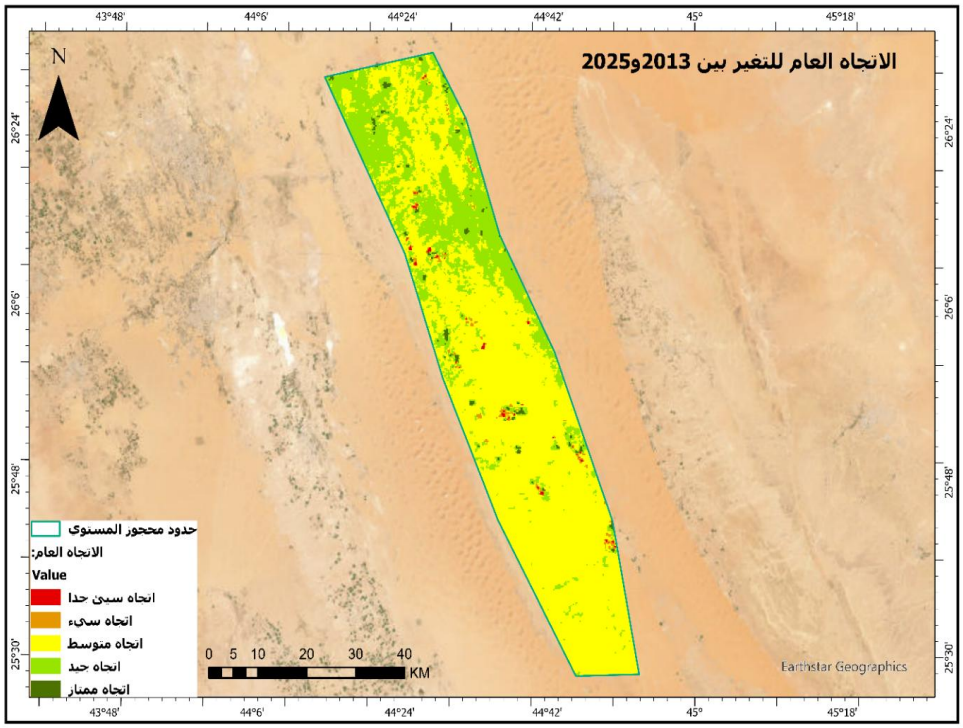
تُظهر النتائج أن عام 2022 سجل أدنى مستويات المؤشر الخضري ضمن السلسلة الزمنية الحديثة، وهو ما يُعزى إلى الظروف المناخية الاستثنائية التي تم تناولها سابقاً. وفي المقابل، حقق عام 2023 طفرة بيئية ملموسة بوصوله إلى أعلى قيمة مسجلة للمؤشر، مما يعكس قدرة الغطاء النباتي العالية على الاستجابة السريعة(Resilience) فور توفر الظروف الملائمة في ظل غياب الضغط الرعوي.

ب. استقرار الأداء النباتي (2019، 2021، 2025):

كشف التحليل البياني عن تقارب ملحوظ وتجانس في أداء الغطاء النباتي خلال الأعوام 2019، 2021، و2025. ويُعد هذا التقارب مؤشراً على وصول منطقة الدراسة إلى حالة من الاستقرار البيئي النسبي، حيث حافظت القيم على مستويات مرتفعة ومستدامة تفوق بمراحل ما كان مسجلاً في الحقبة التي سبقت عام 2018.

ت. الاستنتاج العام للتعافي البيئي:

إن المقارنة الإحصائية بين المستويات المسجلة قبل عام 2018 وما تلاها توضح وجود انتعاش فائق ومستمر في الكثافة النباتية. ويؤكد هذا التطور الشاسع الأثر الإيجابي المباشر لقرار منع الرعي الذي اتخذ في عام 2018، حيث ساهمت هذه الحماية في منح الغطاء النباتي الفرصة الكاملة لاستكمال دورة نموه الطبيعية وتراكم الكتلة الحيوية. وبناءً عليه، تُعد هذه النتائج دليلاً علمياً قوياً على تعافي نظام المراعي في محجوز المستوي واستعادته لحيويته الطبيعية بما يخدم أهداف التنمية المستدامة في المنطقة.



خريطة (2): توضح الاتجاه العام للغطاء النباتي من عمل الطالب Google engine/arc pro

التحليل المكاني لاتجاهات تغير الغطاء النباتي (Linear Trend):

تستعرض الخريطة 2 نتائج تحليل الاتجاه العام لتغير الغطاء النباتي على مدار 13 عاماً، حيث تم رصد التحولات التراكمية في قيم NDVI لتحديد نطاقات التدهور والاستقرار والتعافي. ويوضح التوزيع اللوني على الخريطة طبيعة هذا التحول وفق الآتي:

أ. مناطق التراجع والاتجاه السلبي:

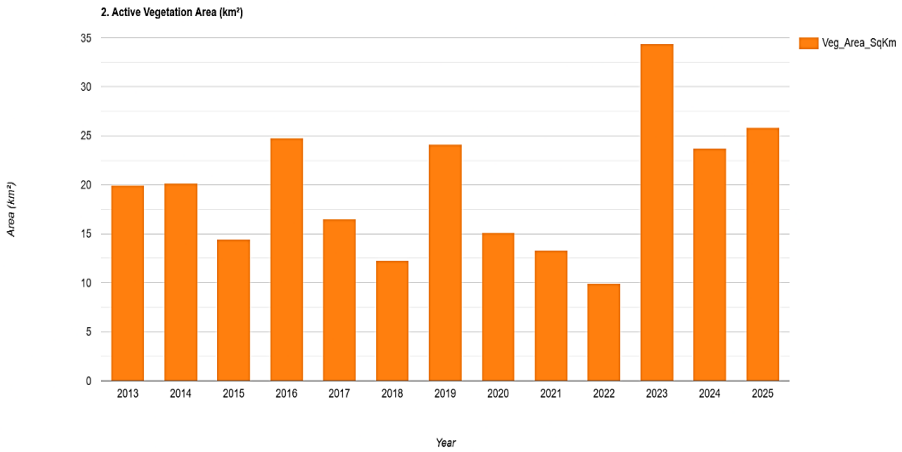
تُشير النطاقات الملونة باللونين الأحمر والبرتقالي إلى وجود اتجاه سلبي في نمو الغطاء النباتي خلال فترة الدراسة؛ حيث يمثل اللون الأحمر تراجعاً ملحوظاً، بينما يشير البرتقالي إلى تدهور طفيف في الكثافة النباتية. وقد تركزت هذه الألوان في مساحات محدودة من منطقة الدراسة، مما يستوجب مراقبة هذه النطاقات لتحديد المسببات البيئية أو البشرية لهذا التراجع.

ب. مناطق الاستقرار والاتجاه المتوسط:

يمثل اللون الأصفر النطاقات ذات الاتجاه المتوسط أو المستقر نسبياً، حيث لم تشهد هذه المناطق تغيرات جذرية في كثافتها النباتية طوال الـ 13 عاماً الماضية، وبقيت محافظة على مستويات نمو متقاربة رغم التقلبات المناخية.

ت. مناطق التعافي والاتجاه الإيجابي:

يبرز اللون الأخضر في الخريطة كدليل مكاني على حدوث تعافٍ ممتاز وزيادة مطردة في كثافة الغطاء النباتي. ويظهر هذا التحسن الإيجابي بشكل جلي وواسع، مما يؤكد نجاح استراتيجيات الحماية المتبعة في هذه المنطقة، وقدرة الأنظمة البيئية المحلية على استعادة حيويتها وإنتاجيتها النباتية بشكل فعال عند الحد من الضغط الرعوي.



رسم توضيحي (3): من عمل الطالب للتغير في المسطحات الخضراء خلال السنوات بالكيلومتر مربع من خلال Google engine

التحليل الكمي لمساحة الرقعة الخضراء:

كشفت نتائج القياسات المساحية للغطاء النباتي عن تباين إحصائي ملحوظ بين فترتي الدراسة، مما يقدم دليلاً رقمياً على نجاح جهود التأهيل البيئي في منتزه محجوز المستوي. وتتخلص هذه النتائج في النقاط الآتية:

أ. الحالة النباتية قبل قرار الحماية (2013 -2018):

تشير البيانات إلى أن مساحة الرقعة الخضراء خلال هذه الفترة كانت تعاني من تذبذب واضح ومحدودية في الانتشار، حيث تراوحت المساحة الإجمالية للغطاء النباتي ما بين 15 و25 كم². ويُعزى هذا النطاق المحدود إلى الضغوط الرعوية

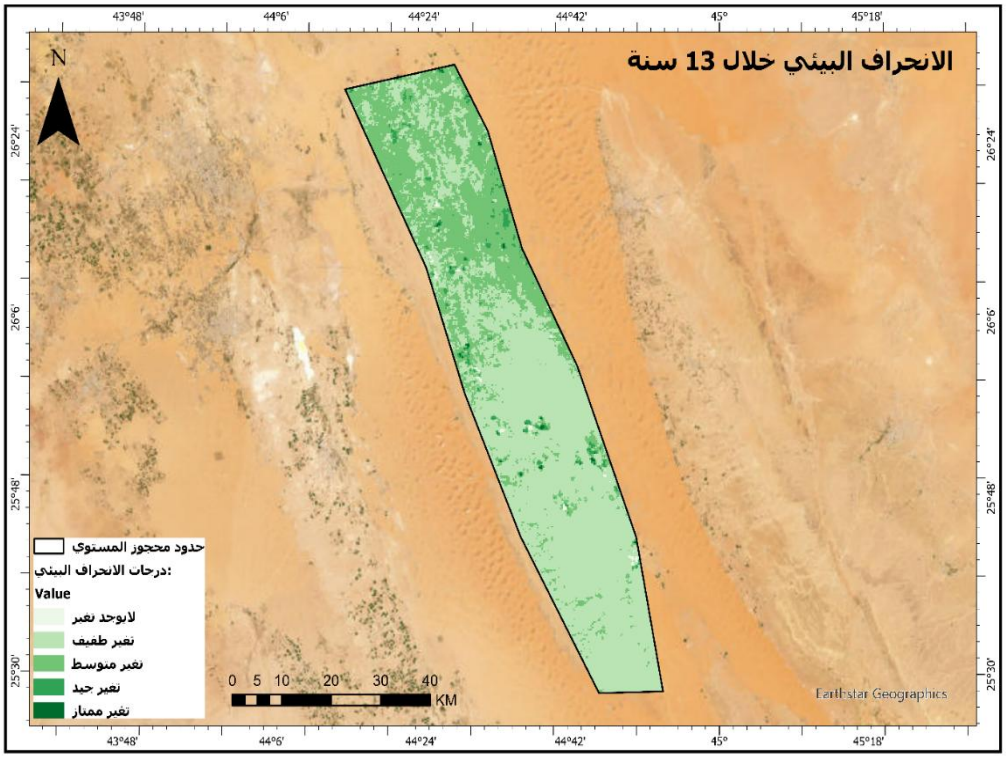
المستمرة التي كانت تحول دون استكمال النباتات لدورة نموها الطبيعية وتمددها المكاني.

ب. الاستجابة البيئية بعد تطبيق الحماية (2019 -2025):

شهدت الفترة التي تلت عام 2019 تحولاً جذرياً في ديناميكية نمو الغطاء النباتي؛ حيث بدأت القيم المساحية في الارتفاع بشكل مطرد ومنتظم. وقد سجلت الدراسة زيادة نوعية في متوسط مساحة الرقعة الخضراء، وصولاً إلى ذروة بلغت 35 كم² في عام 2025.

ت. الاستنتاج التحليلي:

إن هذا الارتفاع الملحوظ في المساحة، والذي تجاوز حاجز الـ 10 كم² كصافي زيادة عن الفترة السابقة، يعد مؤشراً جوهرياً على تعافي التربة واستعادة البذور الكامنة لقدرتها على الإنبات. وتؤكد هذه النتائج الرقمية أن تطبيق إجراءات الحماية البيئية ومنع الرعي في محجوز المستوي قد آتى ثماره بفعالية ملموسة، مما ساهم في تعزيز الاستدامة البيئية ورفع الكفاءة الحيوية للمنطقة بما يتوافق مع المعايير الوطنية لتنمية الغطاء النباتي.



خريطة (3): توضح الانحراف البيئي في محجوز المستوي من عمل الطالب Google engine/arc pro

تحليل الخريطة المكانية للانحراف البيئي (NDVI Anomaly):

تُظهر الخريطة 3 نتائج تحليل الانحراف البيئي للغطاء النباتي، وهو مقياس يعكس مدى ابتعاد قيم مؤشر الاخضرار الحالية عن المتوسط العام طويل المدى. ويُقدم هذا التحليل رؤية مكانية دقيقة لمناطق التحسن أو الاستقرار البيئي داخل منتزه محجوز المستوي وفق الدلالات اللونية الآتية:

أ. مناطق الاستقرار البيئي (اللون الأبيض):

يُلاحظ انتشار اللون الأبيض في أجزاء واسعة من الخريطة، وهو ما يشير إلى انعدام وجود تغير جوهري في تلك

النطاقات؛ حيث حافظت على مستوياتها الطبيعية المعتادة دون انحراف يذكر، مما يدل على استقرار الحالة البيئية في هذه المواقع.

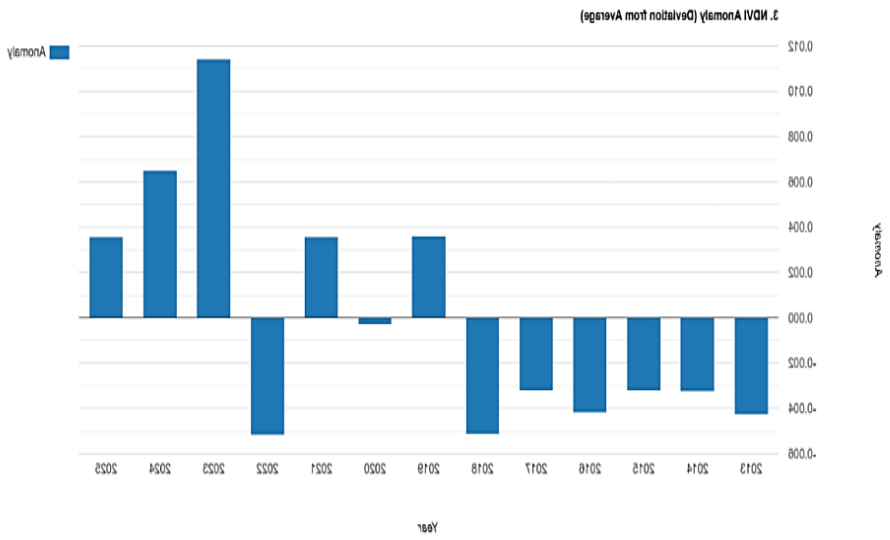
ب. مناطق التحسن المتوسط (اللون الأخضر الفاتح):

يُمثل اللون الأخضر الفاتح (الطفيف) المناطق التي شهدت انحرافاً إيجابياً متوسطاً في كثافة الغطاء النباتي. ويعكس هذا اللون استجابة جيدة للنظام البيئي تجاه المتغيرات الإيجابية، مما أدى إلى تحسن تدريجي في الحالة الصحية للنباتات وتوسع نسبي في الرقعة الخضراء.

ت. مناطق التحسن النوعي (اللون الأخضر الغامق):

برز اللون الأخضر الغامق بشكل واضح في المنطقة، وهو ما يعد مؤشراً على حدوث انحراف بيئي إيجابي ملحوظ للأفضل. وتعكس هذه القيمة العالية زيادة حادة في كثافة الغطاء النباتي وتراكم الكتلة الحيوية في هذه المنطقة تحديداً، مما يجعلها من أكثر المناطق استجابةً لقرار الحماية البيئية ومنع الرعي، ومثالاً جلياً على فاعلية إدارة الموارد الطبيعية في استعادة الكفاءة الحيوية للأرض.

الخلاصة المكانية: بشكل عام، يظهر أن الانحراف البيئي في معظم مساحات المنتزه يميل نحو الاستقرار أو التحسن الطفيف، مع وجود بؤر تعافٍ ممتازة في المناطق المحمية، وهو ما يؤكد أن الحالة البيئية العامة لمحجوز المستوي تسير في اتجاه تنموي إيجابي يدعم أهداف الاستدامة.



رسم توضيحي (4): متوسط الانحراف البيئي للقيم خلال السنوات

تحليل معدلات التغير في الاتجاه العام للقيم الطيفية:

يستعرض الشكل 3 نسب التغير في الاتجاه العام للقيم الطيفية لمؤشر NDVI على مدار سنوات الدراسة، حيث يقدم هذا الرسم البياني قراءة دقيقة لديناميكية التحول في الغطاء النباتي قبل وبعد إجراءات الحماية. ويمكن تلخيص أبرز النتائج فيما يلي:

أ. التحول الإيجابي ما بعد عام 2018:

تُشير البيانات إلى حدوث تحول جوهري في اتجاه القيم الطيفية بدءاً من عام 2018؛ حيث بدأت معدلات التغير في

الانتقال نحو النطاق الإيجابي بشكل تصاعدي. ويُعد هذا التحول دليلاً إحصائياً على التوسع المكاني الفعلي للرقعة الخضراء في منتزه محجوز المستوي، نتيجة لانخفاض الضغط الرعوي الذي أتاح للنباتات المحلية استكمال دورات نموها الطبيعية وتغطية مساحات أكبر من التربة.

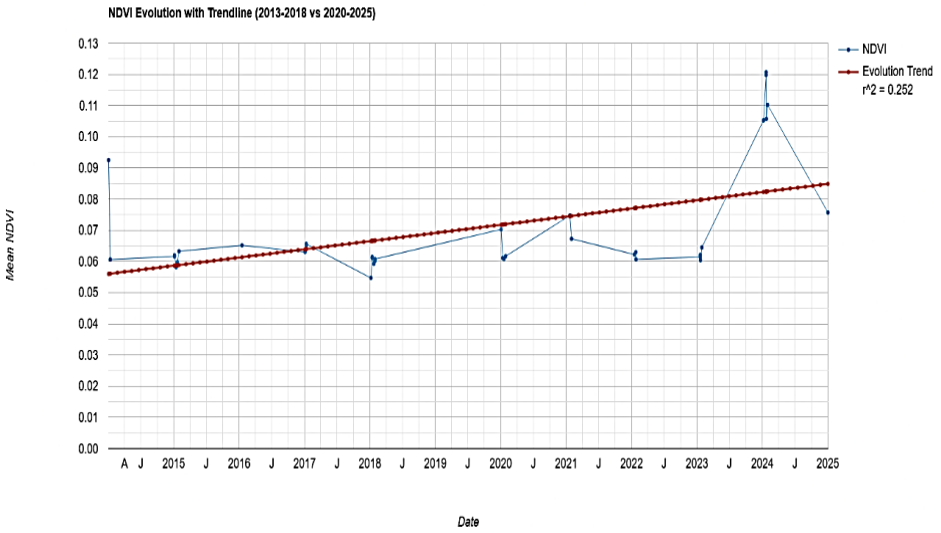
ب. تحليل الانحراف السالب لعام 2022:

سجلت النتائج ظهور قيم سالبة في معدلات التغير خلال عام 2022، مما يشير إلى تراجع مؤقت في كثافة الرقعة الخضراء خلال تلك الفترة. وبالربط مع المعطيات المناخية السابقة، يُعزى هذا التراجع إلى التقلبات في توزيع الأمطار أو الظروف الجوية الاستثنائية التي شهدتها المنطقة في ذلك العام، مما أدى إلى انحراف القيم عن مسارها التصاعدي العام.

ت. التعافي السريع في عام 2023:

على الرغم من التراجع المسجل في العام السابق، أظهرت نتائج عام 2023 استجابة بيئية سريعة وقوية؛ حيث استعادت قيم الاتجاه العام مسارها الإيجابي بمعدلات نمو مرتفعة. ويعكس هذا التعافي السريع مرونة النظام البيئي Resilience في منطقة الدراسة، وقدرة الغطاء النباتي على استعادة حيويته وكثافته فور تحسن الظروف البيئية، مدعوماً باستمرارية قرار منع الرعي الذي وفر الحماية اللازمة لهذا التعافي.

الخلاصة التحليلية: تؤكد هذه النتائج أن الاتجاه العام للغطاء النباتي في محجوز المستوي يسير نحو التحسن المستدام، وأن الانخفاضات المؤقتة المرتبطة بالمناخ لم تؤثر على المسار الإيجابي الطويل الأمد الذي أحدثه قرار الحماية البيئية.



رسم توضيحي (5): مؤشر تطور قيم NDVI من عمل الطالب من خلال Google engine

تحليل مؤشر تطور الغطاء النباتي والديناميكية الزمنية للنمو:

يُبين الشكل 5 مؤشر تطور الكثافة النباتية في منتزه محجوز المستوي، حيث تعكس البيانات المسجلة نمطاً تصاعدياً مستمراً في قيم الاخضرار NDVI طوال فترة الدراسة. ويقدم هذا الرسم البياني رؤية تحليلية شاملة لمسار التعافي البيئي وفق المعطيات الآتية:

أ. نمط النمو التصاعدي المستمر:

تُظهر النتائج أن قيم الغطاء النباتي تسير في اتجاه إيجابي متنامٍ وبصورة منتظمة؛ حيث لم تُسجل السلسلة الزمنية أي انخفاضات حادة أو تراجعات مباشرة في مستويات الكثافة النباتية بعد البدء في إجراءات الحماية. ويُعد هذا الاستقرار في التصاعد دليلاً على وجود عملية تراكم حيوي مستدامة، حيث تزداد قدرة الأرض على الإنبات تدريجياً مع مرور السنوات.

ب. الدور المحوري للحماية البيئية:

إن خلو مسار التطور من التذبذبات الحادة يثبت بصورة قطعية أن الحماية البيئية هي المحرك الأساسي والمنظم الأول لدورة نمو الغطاء النباتي في المنطقة. فبمجرد عزل منطقة محجوز المستوي عن الضغوط الخارجية المتمثلة في الرعي الجائر، استطاع النظام البيئي استعادة توازنه الطبيعي، مما أدى إلى ارتفاع قيم الاخضرار بشكل تراكمي يعكس جودة الإدارة البيئية المتبعة.

ت. الاستنتاج التحليلي:

تؤكد هذه البيانات أن استمرارية الحماية قد وفرت بيئة آمنة للبذور الكامنة والشتلات المحلية لتنمو وتنتشر، مما حول المنطقة من بيئة متأثرة بالضغط الرعوي إلى بيئة ذات غطاء نباتي متطور ومستدام. ويُعزز هذا التحول الإيجابي من فرص تحقيق مستهدفات رؤية المملكة 2030 في زيادة الرقعة الخضراء ومكافحة التصحر، مما يرفع من القيمة البيئية والسياحية لمنطقة القصيم بشكل عام وللمنتزه بشكل خاص.

تحليل التوازن بين الإنتاجية النباتية والضغط الرعوي:

أظهرت نتائج المعالجات الرياضية أن الإنتاجية الكلية لمراعي منتزه محجوز المستوي من المادة الجافة Dry Matter بلغت نحو 11,290 طناً سنوياً. وبمقارنة هذه الإنتاجية الضخمة مع أعداد الإبل المرصودة ميدانياً والتي بلغت 11.688 رأساً، يتبين أن النظام البيئي للمنتزه يمتلك طاقة استيعابية كافية لاستيعاب هذه القطعان دون تشكيل ضغط جائر على الموارد الرعوية. وتعد هذه النتيجة مؤشراً علمياً قطعياً على نجاح سياسات الحماية المتبعة، وقدرة المرعى على استعادة حيويته وتراكم كتلته الحيوية بشكل متوازن يضمن استمرارية الغطاء النباتي وتطوره.

gridcode	Shape_Length	Shape_Area	Area_KM2	area_percentage
1	0.61	0.53	6	0.2%
2	1.98	0.19	22	0.9%
3	18.0	0.16	1851	72%
4	17.4	0.06	665	26%
5	1.56	0.20	22	0.9%

جدول (1): يوضح المساحات لخريطة الاتجاه العام

كشفت المعالجة الرقمية لخريطة الاتجاه العام (Linear Trend) عن دلالات إحصائية هامة تعكس الحالة الإيكولوجية لمنتزه محجوز المستوي، حيث تم تصنيف مستويات التغير إلى خمس فئات رئيسية توضح التباين بين التدهور والتعافي.

أولاً: تحليل نطاقات التراجع والاتجاهات السلبية:

أظهرت النتائج أن المناطق التي شهدت اتجاهات سلبية في نمو الغطاء النباتي تمثل مساحة ضئيلة جداً لا تشكل تأثيراً جوهرياً على الحالة العامة للمراعي. حيث سجلت الفئة الأولى، والمصنفة كاتجاه تراجع حاد، مساحة محدودة تقدر بنحو 6 كم² فقط، وهي نسبة لا تتجاوز 0.2% من إجمالي مساحة المراعي، مما يشير إلى انحسار كبير في بؤر التدهور البيئي. وفي سياق متصل، سجلت الفئة الثانية والمتمثلة في التراجع الطفيف مساحة قدرها 22 كم² بنسبة بلغت 0.9%، وهي مساحة غير مؤثرة إحصائياً على جودة الغطاء النباتي العام، مما يؤكد أن الغالبية العظمى من أراضي المحجوز قد تجاوزت مراحل التدهور.

ثانياً: تحليل نطاقات التحسن والتعافي البيئي:

في المقابل، سيطر الاتجاه الإيجابي على معظم النطاقات الجغرافية للمنطقة، وهو ما يتضح من خلال الفئات الثلاث الآتية:

1. **مرحلة بداية التشافي (الفئة الثالثة):**

تمثل هذه الفئة النطاق الأكبر والأكثر انتشاراً في منطقة الدراسة، حيث بلغت مساحتها 1851 كم² بنسبة استثنائية تصل إلى 72%. وتعكس هذه القيمة العالية نجاح مرحلة التحسن المتوسط وبداية استعادة الأرض لحيويتها، مما يدل على استجابة النظام البيئي بشكل فعال لسياسات الحماية المتبعة منذ عام 2018.

2. **مرحلة التعافي التام (الفئة الرابعة):**

سجلت الدراسة مؤشرات تحسن ممتاز في مساحات شاسعة بلغت 665 كم²، وهو ما يمثل 26% من إجمالي مساحة المراعي. وتُصنف هذه الفئة كمرحلة تشافٍ تام للغطاء النباتي، حيث استقرت فيها معدلات النمو ووصلت إلى مستويات إنتاجية عالية ومستدامة.

3. **التعافي النوعي (الفئة الخامسة):**

برزت الفئة الخامسة كنموذج للتعافي الممتاز جداً، حيث غطت مساحة 22 كم² بنسبة 0.9% من المساحة الكلية. وتكتسب هذه النتيجة أهمية استراتيجية خاصة، مما يبرهن على نجاح وزارة البيئة والمياه والزراعة، حيث أظهرت هذه المناطق استجابة بيئية فائقة ساهمت في رفع جودة الغطاء النباتي بأقصى درجات الكفاءة.

الاستنتاج العام:

بناءً على هذا التحليل السردي، يُستنتج أن ما يقارب 98.9% من مساحة محجوز المستوي تقع ضمن فئات التحسن والتعافي (المتوسط والممتاز)، في حين لا تتجاوز مساحات التراجع 1.1% فقط. وتؤكد هذه البيانات الرقمية نجاح منظومة الحماية والتدخلات البيئية في إحداث نقلة نوعية في استدامة المراعي وتطوير الغطاء النباتي في المنطقة.

جدول (2): يوضح مساحات خريطة الانحراف البيئي

gridcode	Shape_Length	Shape_Area	AreaKM2	area_percentage%
1	0.60	0.74	8	0.3%
2	21.7	0.15	1672	65%
3	23.2	0.07	840	33%
4	3.28	0.36	40	1.5%
5	0.48	0.4	5	0.2%

تُقدم نتائج تحليل الانحراف البيئي رؤية تفصيلية حول مدى استجابة منتزه محجوز المستوي لخطط الإنعاش البيئي، حيث تم تصنيف التغيرات الطيفية إلى خمس فئات تعكس الفوارق بين الحالة الراهنة والمتوسط العام، وذلك وفق المعطيات الرقمية الآتية:

أ. **نطاقات التغير المحدودة والاستقرار:**

أظهرت النتائج أن الفئة الأولى، والتي تمثل المناطق التي لم تشهد تغيراً في قيم الانحراف البيئي، تشكل نسبة ضئيلة جداً بلغت 0.3% بمساحة لا تتجاوز 8 كم²، مما يشير إلى أن معظم أراضي المحجوز قد بدأت بالفعل في التفاعل مع المتغيرات البيئية الجديدة. وفي المقابل، سجلت الفئة الثانية النسبة الأكبر من التغير الطفيف، حيث غطت مساحة 1672 كم² بنسبة بلغت 65% من إجمالي مساحة المراعي، وهو ما يعكس تحولاً واسع النطاق في الحالة العامة للتربة والغطاء النباتي نحو التحسن التدريجي.

ب. مؤشرات التعافي والتحسن النوعي:

كشف التحليل الإحصائي عن دخول مساحات كبيرة في مراحل متقدمة من الاستجابة البيئية، حيث تشير الفئة الثالثة إلى بدء مرحلة التعافي الفعلي بمساحة بلغت 840 كم² (33% من المساحة الكلية). بينما أكدت الفئة الرابعة الوصول إلى مرحلة التعافي التام والتحسن الممتاز في مساحة بلغت 40 كم² بنسبة 1.5%. وفي سياق متصل، تبرز الفئة الخامسة لتعكس مخرجات الجهود النوعية لوزارة البيئة والمياه والزراعة، حيث بلغت مساحة التعافي الفائق فيها 5 كم² بنسبة 0.2%.

ت. الاستنتاج الفني والتقني:

بناءً على هذه المعطيات، يتضح أن خطة إنعاش محجوز المستوي تسير وفق نهج علمي وفني متقن، وهو ما يترجم الجهود الصادقة والعمل الدؤوب الذي تبذله المراكز البيئية تحت إشراف الوزارة لرفع كفاءة الغطاء النباتي واستدامة الموارد الطبيعية في المنطقة.

الملاحظات الميدانية وتقييم الكفاءة الرقابية:

رغم المؤشرات الإيجابية التي كشفت عنها الدراسة التقنية، إلا أن المسح الميداني والزيارات المتكررة لمنطقة الدراسة كشفت عن وجود "ثغرة رقابية" تستوجب المعالجة الإدارية لضمان استدامة النتائج المحققة:

أ. رصد الضغط الرعوي خلال العطلات الرسمية:

من خلال الزيارات الميدانية التي نُفذت خلال أيام الإجازات الأسبوعية وخارج أوقات العمل الرسمي، لوحظ انتشار كثيف لقطعان الإبل داخل حدود المحجوز بشكل يفوق المعدلات المرصودة خلال أيام الأسبوع. ويُعزى هذا الارتفاع المفاجئ في الضغط الرعوي إلى غياب أو انخفاض وتيرة الدوريات البيئية المختصة خلال عطلة نهاية الأسبوع، مما يهيئ بيئة لدخول الماشية بشكل غير منظم.

ب. الأدلة الميدانية والتوصيات المقترحة:

توثق الصورة رقم 4 عبور قاطرات نقل (أهل الحلال) بشكل مكثف خلال يومي الجمعة والسبت، مستغلين فترات انخفاض الرقابة. وبناءً على هذه المشاهدات الميدانية، تُوصي الدراسة بضرورة تفعيل نظام المناوبات للدوريات البيئية المختصة، والحرص على تواجدها المكثف خلال الإجازات الرسمية لضبط التجاوزات وسد الفجوات الرقابية. إن إحكام السيطرة الميدانية في كافة الأوقات يُعد ضرورة حتمية لضمان عدم ضياع المكتسبات البيئية التي تحققت بفضل خطط الحماية والاستزراع.

صورة (4): عبور أهل الحلال لمحجوز المستوي تاريخ 25 مارس 2026

11. التوصيات

الاستراتيجية لتطوير وإدارة محجوز المستوي بناءً على ما أسفرت عنه الدراسة من نتائج ميدانية وتقنية، يُوصي الباحث بمجموعة من الإجراءات الاستراتيجية لضمان استدامة الغطاء النباتي والارتقاء بجودة الحياة الفطرية في المنطقة:

1. تعزيز الحماية والرقابة البيئية: ضرورة تشديد الرقابة الميدانية لسد الفجوات الجغرافية التي قد يستغلها بعض الرعاة للدخول غير المنظم إلى النطاقات المحمية، مع تكثيف الدوريات البيئية المستمرة داخل حدود المراعي لضمان الالتزام بمعايير الحماية.

2. تطوير البنية التحتية للمرعى: العمل على تسييج المناطق الحيوية في المراعي لمنع التعديات العشوائية، وتنظيم عمليات الدخول والخروج للقطعان بما يتوافق مع الحمولة الرعوية المقدرة علمياً.
3. التنسيق الإداري المتكامل: تفعيل التعاون المشترك بين الجهات الإدارية في منطقتي القصيم والرياض، لتوحيد الجهود الرقابية والتنظيمية على الحدود الإدارية للمراعي، وضمان تطبيق أنظمة الحماية ونشر البذور بصورة واسعة النطاق وشاملة لجميع أجزاء المحجوز.
4. التحول نحو المحميات الطبيعية: يُنصح بتحويل منتزه محجوز المستوي إلى "محمية طبيعية" متكاملة، مما يتيح تطبيق معايير إدارة بيئية أكثر صرامة وتطوراً، ويساهم في الارتقاء بجودة الغطاء النباتي للوصول إلى حالة الاستدامة البيئية، وتحويل مهنة الرعي في المنطقة إلى نشاط اقتصادي وبيئي مستدام يواكب مستهدفات رؤية المملكة 2030.

أ. الفرص التطويرية والمحميات الطبيعية:

استناداً إلى مخرجات التحليل الفضائي الموضحة في الشكل 2، تبرز فرصة تطويرية جوهرية لتحويل منتزه محجوز المستوي إلى محمية طبيعية رائدة في منطقة القصيم. إن هذا التحول الاستراتيجي سيساهم في إحداث انتعاش بيئي واجتماعي واسع النطاق، من خلال صون التنوع الحيوي وتعزيز الوظائف الإيكولوجية للمنطقة. كما يُقترح استثمار الطبيعة الخلابة للمنتزه في تطوير أنشطة السياحة البيئية المنظمة، عبر تخصيص مواقع محددة للتخييم واستغلال المقومات الطبيعية بصورة مستدامة تضمن الحفاظ على الموارد للأجيال القادمة.

ب. التنسيق الإداري والتكامل المكاني:

نظراً لوقوع منتزه محجوز المستوي في منطقة تداخل إداري بين منطقتي الرياض والقصيم (كما هو موضح في الشكل 2)، فإن الضرورة المنهجية تقتضي إيجاد إطار عمل تنسيقي رفيع المستوى بين الإدارتين. وتُوصي الدراسة بتوزيع نطاقات الحماية والمسؤوليات الرقابية بين الإدارتين الإقليميتين بالتنسيق مع الجهات السيادية المختصة؛ لضمان شمولية الرقابة وسد أي ثغرات إدارية قد تنتج عن التداخل الحدودي. إن هذا التعاون المؤسسي سيساهم في تعزيز الحماية الشاملة للمراعي وضمان تطبيق أنظمة منع الرعي بكفاءة ووحدة في القرار الإداري.

12. المراجع

العربية:

- أحمد الدغيري. (2016). دلائل التحول المناخي خلال عصر البلويستوسين والهولوسين في هضبة المستوي. بريدة.
- أحمد الدغيري، وابراهيم الشويش. (2018). استخدام تقنيات الاستشعار عن بعد والاستيفاء المساحي لتقييم أثر النمو العمراني في احواض الوديان الداخلية على مدينة بريدة بمنطقة القصيم. بريدة: مجلة الجامعة للعلوم العربية والإنسانية.
- أروى الحقيل. (2008). دراسة بيئية عن الغطاء النباتي الطبيعي في مستنقع العوشزية الملحي. الرياض.
- الرويلي، أسعيد، الخطيب، القرعاوي، والعريفي. (2016). الغطاء النباتي وحالة النظم البيئي للمراعي الجافة في وسط المملكة العربية السعودية. المجلة السعودية للعلوم البيولوجية.
- المركز الوطني لتنمية الغطاء النباتي فرع القصيم. (بلا تاريخ). بيانات محجوز المستوي. القصيم: المركز الوطني لتنمية الغطاء النباتي فرع القصيم.
- أماني الادلبي. (2019). جيومورفولوجية هضبة المستوي. بريدة.
- بسمة الرحيلي. (2014). استخدام تقنية الاستشعار عن بعد لمراقبة الجفاف وأثره على الغطاء النباتي في أجزاء من غرب وجنوب المملكة العربية السعودية. مجلة جامعة الملك عبدالعزيز.
- نعمان، ومروج طاهر. (2020). اثر التذبذب المناخي على النبات الطبيعي في محافظة صلاح الدين. تكريت.

- هيئة الأرصاد حماية البيئة. (2022). رادرات الطقس.
- وزارة البيئة والمياه والزراعة. (27 7, 2020). "البيئة" تمنع الرعي في "محجوز المستوي" بمحافظة الشماسية بالقصيم لـ 5 سنوات قادمة. شبكة أخبار الوزارة.

الأجنبية:

- Rouse, .(1974) .Monitoring Vegetation Systems in the Great Plains with ERTS) .NASA SP-351.
- Sandham, L. A., C. H., Retief, F. P., Saunders, A. M., Bond, A. J., J. P., & Alberts, R. C. (2020). Evaluating Environmental Impact Assessment report. AOSIS.
- A. Blair Rains; , van Gils (1991). Guidelines: land evaluation for extensive grazing. (F. a. Organization, .)
- Ahmed H Mohamed1 ،Mohamed A El Shesheny1 و ،Hassanein S Badawy .(2019) . Estimating Grazing Capacity for Desert Rangelands of Wadi .Egypt: aensiweb.
- diva-gis. (2020). Retrieved from diva-gis: https://diva-gis.org/data.html.
- Fenja Runfors (2023). Impact from Tourism on Vegetation Greenness in Yellowstone.
- United States Geological Survey .(2025) .DEM تم الاسترداد من .USGS: https://www.usgs.gov/
- V B Rahetlah ،P Salgado و ،B Andrianarisoa .(2014) .Relationship between normalized difference vegetation index (NDVI) and forage .
- WILLIAM J ،SUTHERLAND .(2006) .Ecological Census Techniques A Handbook .