African Journal of Advanced Studies in Humanities and Social Sciences (AJASHSS)
المجلة الإفريقية للدراسات المتقدمة في العلوم الإنسانية والاجتماعية
Online-ISSN: 2957-5907
Volume 5, Issue 4, 2026
Page No: 231-243
Website: https://aaasjournals.com/index.php/ajashss/index
Arab Impact factor 2025: 0.83 **SJIFactor 2024: 6.856** **ISI 2025: 1.191**

The Use of Remote Sensing to Monitor Environmental Changes and Their Impact on Desert Tourism in the City of Ghat

Emad Mohammed Ali Jibril *
Department of Geography, Faculty of Education Al-Ghrifa, University of Sebha, Libya

استخدام الاستشعار عن بُعد في رصد التغيرات البيئية وتأثيرها على السياحة الصحراوية في مدينة غات

عماد محمد علي جبريل *
قسم الجغرافيا، كلية التربية الغريفة، جامعة سبها، ليبيا

*Corresponding author: emadjapril@gmail.com

Received: August 03, 2026	Accepted: October 15, 2026	Published: October 27, 2026

Abstract:
This study examines the use of remote sensing techniques to monitor environmental changes in the city of Ghat, in the extreme southwest of Libya, and their impact on desert tourism in the region, particularly around the Akakus Mountains, a UNESCO World Heritage site. It aims to build an integrated environmental-tourism geodatabase, analyze the Normalized Difference Vegetation Index (NDVI) to monitor desertification around the oasis, and study the encroachment of sand dunes and its effect on tourist routes and activities. The study relied on a descriptive-analytical spatio-environmental approach that combines quantitative satellite data analysis with qualitative field assessment through a questionnaire and interviews with residents, visitors, and guides. The findings show a continuous decline in vegetation cover around the oasis over the past decade and a half, and active eastward dune encroachment toward roads and the oasis edges, while the rocky archaeological sites, such as the Tanzoufet engravings, are less affected by desertification but face erosion challenges and direct human impact. The study concludes with environmental, touristic, and research recommendations to protect the sustainability of this natural and heritage site.

Keywords: Remote sensing, Environmental change, NDVI, Ghat, Akakus Mountains, Desertification, Desert tourism.

الملخص
تتناول هذه الدراسة استخدام تقنيات الاستشعار عن بُعد في رصد التغيرات البيئية في مدينة غات أقصى جنوب غرب ليبيا، وتأثيرها على السياحة الصحراوية في المنطقة، لا سيما في محيط جبال أكاكوس المدرجة ضمن قائمة التراث العالمي لليونسكو. وتهدف الدراسة إلى بناء قاعدة بيانات جغرافية بيئية-سياحية، وتحليل مؤشر الغطاء النباتي (*NDVI*) لرصد التصحر حول الواحة، ودراسة زحف الكثبان الرملية وأثره على المسارات والأنشطة السياحية. اعتمدت الدراسة المنهج الوصفي التحليلي المكاني البيئي، الذي يجمع بين تحليل البيانات الفضائية الكمية والتقييم الميداني النوعي عبر استبيان ومقابلات مع السكان والزوار والمرشدين. وأظهرت النتائج تراجعًا مستمرًا في الغطاء النباتي حول الواحة خلال العقد والنصف الماضي، وزحفًا نشطًا للكثبان الرملية نحو الطرق وأطراف الواحة، في حين تبقى المواقع الجبلية الأثرية كنقوش تانزوفت أقل تأثرًا بالتصحر لكنها تواجه تحديات تعرية وأثرًا بشريًا مباشرًا. وخلصت الدراسة إلى توصيات بيئية وسياحية وبحثية لحماية استدامة هذا الموقع الطبيعي والتراثي.

الكلمات المفتاحية: الاستشعار عن بعد، التغير البيئي، مؤشر التصحر (*NDVI*)، غات، جبال أكاكوس، السياحة الصحراوية.

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

مقدمة

تقع مدينة غات في أقصى جنوب غرب ليبيا عند الحدود مع الجزائر والنيجر، وتحتضن جبال أكاكوس التي أدرجتها اليونسكو ضمن قائمة التراث العالمي لما تحويه من نقوش ورسوم صخرية نادرة توثق آلاف السنين من التاريخ البشري والبيئي في الصحراء الكبرى (يونسكو،.(2021

غير أن هذه البيئة الصحراوية الهشة تتعرض لتغيرات مناخية وبيئية متسارعة، من تراجع في الغطاء النباتي حول الواحات إلى زحف متزايد للكثبان الرملية، وهي تغيرات تؤثر بشكل مباشر على استدامة النشاط السياحي في المنطقة، ما يستدعي رصدًا علميًا دقيقًا لها باستخدام تقنيات الاستشعار عن بعد (بوبكر، 2020).

أهداف الدراسة

- رصد التغيرات في الغطاء النباتي والمسطحات المائية حول واحات غات باستخدام صور الأقمار الصناعية.
- تحليل اتجاهات زحف الكثبان الرملية وتأثيرها على الطرق والمواقع السياحية.
- بناء قاعدة بيانات جغرافية تربط بين المواقع السياحية الطبيعية والتغيرات البيئية المحيطة بها.
- استطلاع رأي السكان والزوار حول التغيرات الملحوظة وتأثيرها على تجربتهم السياحية.
- الخروج بتوصيات عملية لتحقيق سياحة صحراوية مستدامة في غات تراعي هشاشة البيئة المحلية.

أهمية الدراسة

تنبع أهمية هذه الدراسة من كون غات موقعًا مسجلًا ضمن التراث العالمي لليونسكو، ما يفرض مسؤولية علمية وبيئية إضافية في رصد أي تغيرات قد تهدد قيمته الاستثنائية، سواء كانت طبيعية المصدر أو ناتجة عن النشاط السياحي والبشري نفسه (يونسكو، 2021).

كما تكتسب الدراسة أهمية عملية بصفتها أداة إنذار مبكر تساعد الجهات المعنية على اتخاذ قرارات استباقية للحد من التدهور البيئي قبل أن يصل إلى مرحلة يصعب تداركها، بما يحفظ في الوقت ذاته استدامة النشاط السياحي كمصدر دخل بديل لسكان المنطقة (بوبكر،.(2020

الإطار النظري: الاستشعار عن بعد في رصد التغير البيئي

يعتمد رصد التغير البيئي بالاستشعار عن بعد على تحليل صور فضائية متعددة الأزمنة لاستخراج مؤشرات كمية تعكس حالة الغطاء النباتي والمسطحات المائية والتربة، أبرزها مؤشر الغطاء النباتي الفارق المطبّع NDVIالذي يقيس كثافة النبات اعتمادًا على انعكاس الأشعة الحمراء وتحت الحمراء) وكالة الفضاء الأوروبيةESA ، 2022.(

كما تُستخدم تقنيات تحليل التغير المكاني لرصد اتجاه وسرعة زحف الكثبان الرملية عبر مقارنة حدود الكثبان في صور متعاقبة زمنيًا، وهو ما يساعد على التنبؤ بالمناطق المهددة بالزحف الرملي مستقبلًا، سواء كانت طرقًا أو واحات أو مواقع سياحية (هيئة المساحة الجيولوجية الأمريكيةUSGS ، 2021)

وتُربط هذه المؤشرات البيئية عادة بمفهوم 'التصحر'، وهو تدهور الأراضي في المناطق الجافة وشبه الجافة نتيجة عوامل مناخية وبشرية مجتمعة، وهو ظاهرة تشهدها كثير من مناطق الصحراء الكبرى ومنها الجنوب الليبي (منظمة الأمم المتحدة لمكافحة التصحرUNCCD ، 2020)

التعريف بمدينة غات وموقعها الجغرافي

تقع غات في أقصى الجنوب الغربي لليبيا عند نقطة التقاء الحدود الليبية بالجزائر والنيجر، وتحتضن سلسلة جبال أكاكوس الشهيرة بتشكيلاتها الصخرية الفريدة ونقوشها ما قبل التاريخية، إلى جانب واحات نخيل تقليدية تشكل امتدادًا للحياة البشرية في هذه البيئة القاسية منذ آلاف السنين (بوبكر، 2020).

وتُعد غات موطنًا تاريخيًا لسكان من الطوارق حافظوا على نمط حياة صحراوي تقليدي متكيف مع البيئة المحلية، وهو ما يمنح المنطقة بعدًا سياحيًا ثقافيًا يتكامل مع بعدها الطبيعي والأثري (يونسكو، 2021).

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

المقومات الطبيعية والسياحية في غات

طبيعته	أمثلة	نوع المقوم
سياحة أثرية وتراثية	نقوش ورسوم صخرية في جبال أكاكوس (مسجلة لدى اليونسكو)	أثري/تراث عالمي
سياحة مغامرة وتصوير طبيعي	تشكيلات صخرية وأودية جبال أكاكوس	طبيعي جبلي
سياحة بيئية وزراعية	واحات نخيل غات التقليدية	طبيعي واحي
سياحة ثقافية ومجتمعية	نمط حياة الطوارق التقليدي وحرفهم	ثقافي

يوضح الجدول تكامل المقومات السياحية في غات بين الأثري والطبيعي والثقافي، وهو تكامل نادر يمنحها مكانة خاصة بين الوجهات الصحراوية، لكنه في الوقت ذاته يزيد من حساسية أي تغير بيئي يطرأ على المنطقة، إذ يمكن لتدهور بيئي محدود أن يؤثر في أكثر من بُعد سياحي في آن واحد(منظمة الأمم المتحدة لمكافحة التصحرUNCCD ، 2020.)

الدراسات السابقة

تناول تقرير اليونسكو (2021) الخاص بموقع أكاكوس ضمن قائمة التراث العالمي أهمية النقوش الصخرية فيه، مع الإشارة إلى تحديات الحفاظ عليها في ظل عوامل التعرية الطبيعية والتغير المناخي.

وتناولت دراسة بوبكر (2020) واقع السياحة الصحراوية في الجنوب الليبي، وخلصت إلى أن غياب رصد بيئي منتظم يشكل عائقًا أمام التخطيط السياحي المستدام في مناطق مثل غات.

وأشار تقرير منظمة الأمم المتحدة لمكافحة التصحر (2020) إلى تسارع ظاهرة التصحر في عدد من مناطق شمال أفريقيا، مع توصية باستخدام تقنيات الاستشعار عن بعد كأداة رصد رئيسية نظرًا لاتساع المساحات الصحراوية وصعوبة تغطيتها ميدانيًا بشكل كامل ومستمر.

وفي السياق ذاته، تناولت دراسة سالم (2019) مناهج البحث الميداني في الجغرافيا الطبيعية، مؤكدة أهمية دمج البيانات المكانية الحديثة بالمسح الميداني المباشر للوصول إلى نتائج أكثر دقة وموثوقية.

الجزء العملي (التطبيقي) للدراسة

أولًا: منهجية الدراسة ومصادر البيانات البيئية والمكانية

1.نوع البحث ومنهجه

اعتمدت هذه الدراسة على المنهج الوصفي التحليلي المكاني البيئي، الذي يجمع بين تحليل البيانات الفضائية الكمية (مؤشرات النبات والتغير المكاني) والتقييم الميداني النوعي (الاستبيان والمقابلة) لفهم تأثير التغير البيئي على السياحة في غات من زاويتين متكاملتين (سالم، 2019).

2.مصادر البيانات

- صور الأقمار الصناعية Landsat :و Sentinel-2لعدة تواريخ متباعدة (كل 5 سنوات مثلًا) لرصد التغير التراكمي.
- بيانات مناخية: معدلات الأمطار ودرجات الحرارة التاريخية من مصادر مفتوحة كخدمات الأرصاد الجوية العالمية.
- بيانات GPS ميدانية: لتوثيق إحداثيات المواقع السياحية والواحات وحدود الكثبان الرملية.
- بيانات ميدانية: عبر الاستبيان والمقابلات مع السكان والزوار والمرشدين السياحيين المحليين في غات.

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

3.البرمجيات والأدوات المستخدمة

الاستخدام	البرنامج/الأداة
بناء قاعدة البيانات الجغرافية وحساب مؤشر NDVIوتحليل التغير	QGIS (مجاني مفتوح المصدر)
تحميل صور Landsat الأرشيفية والحديثة مجانًا	USGS EarthExplorer
تحميل صور Sentinel-2 الحديثة مجانًا	Copernicus Open Access Hub
الاستطلاع البصري لحدود الكثبان الرملية عبر سنوات مختلفة	Google Earth Pro
تفريغ وتحليل بيانات الاستبيان الميداني والبيانات المناخية	Excel

4.حدود الدراسة

تنحصر الحدود المكانية للدراسة في مدينة غات ومحيطها المباشر، بما يشمل جبال أكاكوس وواحات النخيل المجاورة، بينما تمثل الحدود الزمانية مقارنة بين صور فضائية تمتد عبر ما لا يقل عن 10-15 سنة لرصد اتجاه التغير البيئي بشكل موثوق (بوبكر، 2020).

5.أخلاقيات البحث الميداني

يلتزم الباحث بالحصول على موافقة المستجيبين قبل جمع بياناتهم، ومراعاة الخصوصية الثقافية لمجتمع الطوارق المحلي، وتجنب أي توثيق تفصيلي لمواقع النقوش الصخرية الدقيقة قد يُستغل لأغراض غير مشروعة كالنهب أو التخريب، اكتفاءً بالإشارة العامة لمواقعها ضمن نطاق الحماية الرسمي لليونسكو (يونسكو، 2021).

6.الخطة الزمنية لتنفيذ الدراسة

المرحلة	المدة التقريبية	الناتج المتوقع
تحميل ومعالجة الصور الفضائية متعددة الأزمنة	أسبوعان	أرشيف صور جاهز لحساب المؤشرات
حساب مؤشر NDVI وتحليل التغير الزمني	أسبوعان	خرائط تغير الغطاء النباتي
تحليل زحف الكثبان الرملية	أسبوع واحد	خريطة اتجاهات الزحف الرملي
توزيع الاستبيان وإجراء المقابلات	أسبوعان	بيانات ميدانية أولية
تحليل النتائج وكتابة التقرير النهائي	أسبوعان	التقرير الكامل للدراسة

ثانيًا: بناء قاعدة بيانات جغرافية بيئية-سياحية

تُبنى قاعدة البيانات الجغرافية لهذه الدراسة من طبقتين رئيسيتين متكاملتين: طبقة المواقع السياحية والطبيعية، وطبقة المؤشرات البيئية (الغطاء النباتي وحدود الكثبان)، بحيث يمكن ربطهما مكانيًا لتحليل أثر التغير البيئي على كل موقع سياحي على حدة (سالم، 2019).

1.خطوات بناء قاعدة البيانات

- حصر المواقع السياحية والطبيعية الرئيسية (نقوش أكاكوس، الواحات، الكثبان) وتسجيل إحداثياتها.
- تحميل صور Landsat/Sentinel لثلاثة تواريخ على الأقل (قديم، متوسط، حديث).
- حساب مؤشر NDVI لكل صورة واستخراج طبقة نباتية مصنّفة لكل تاريخ.

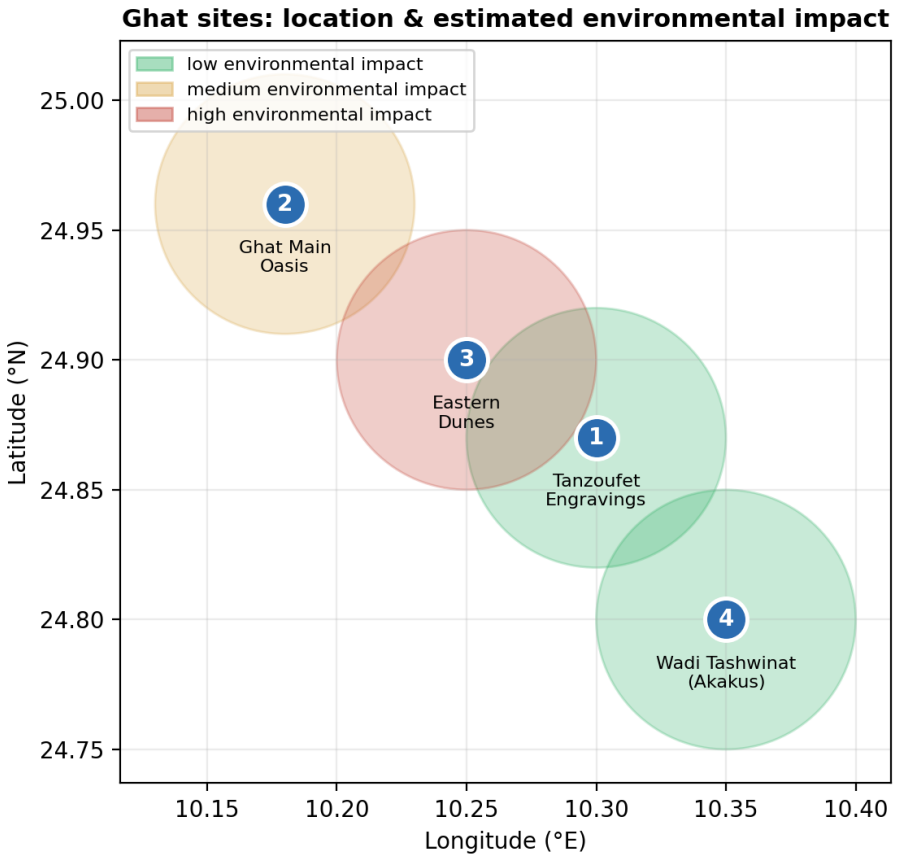
 Copyright: © 2026 by the authors. Submitted for possible open access publication under the terms and conditions of the Creative Commons Attribution (CC BY) license (https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/).

- رسم حدود الكثبان الرملية الرئيسية في كل صورة لتتبع تغير موقعها.
- دمج جميع الطبقات في مشروع QGIS واحد لتحليلها مكانيًا بشكل متكامل.
- تصميم خريطة نهائية تربط بين المواقع السياحية ودرجة التأثر البيئي لكل منها.
-

2.نموذج جدول بيانات المواقع في غات

اسم الموقع	النوع	دائرة العرض	خط الطول	درجة التأثر البيئي التقديرية
نقوش تانزوفت (أكاكوس)	أثري	24.87°	10.30°	منخفضة
واحة غات الرئيسية	واحة نخيل (طبيعي)	24.96°	10.18°	متوسطة
الكثبان الرملية الشرقية	كثبان (طبيعي)	24.90°	10.25°	مرتفعة (زحف نشط)
وادي تشامبو (أكاكوس)	جبلي طبيعي	24.80°	10.35°	منخفضة

تُعد هذه الإحداثيات ودرجات التأثر تقديرية توضيحية لأغراض تعليمية، وينبغي على الطالب استبدالها بقياسات فعلية مستخلصة من تحليل الصور الفضائية الحقيقية عند تطبيق الدراسة ميدانيًا) وكالة الفضاء الأوروبيةESA ، 2022).



الشكل (1): خريطة نقطية لمواقع غات مع درجة التأثر البيئي التقديرية — 1: نقوش تانزوفت، 2: واحة غات الرئيسية، 3: الكثبان الرملية الشرقية، 4: وادي تشامبو

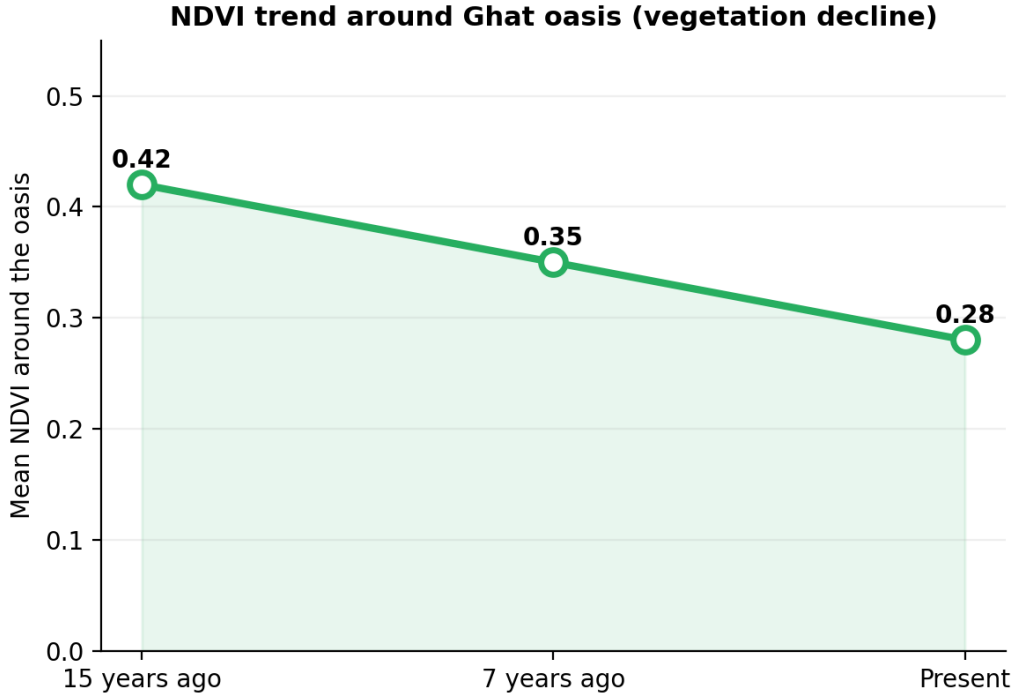
 Copyright: © 2026 by the authors. Submitted for possible open access publication under the terms and conditions of the Creative Commons Attribution (CC BY) license (https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/).

ثالثًا: تحليل مؤشر الغطاء النباتي NDVI ورصد التصحر

يعتمد هذا المحور على حساب مؤشر NDVI لواحات غات ومحيطها عبر ثلاث فترات زمنية متباعدة، لرصد اتجاه التغير في كثافة الغطاء النباتي وربطه بمعدلات الأمطار المسجلة في الفترة نفسها) منظمة الأمم المتحدة لمكافحة التصحرUNCCD ، 2020)

التفسير	متوسط قيمة NDVI حول الواحة	الفترة الزمنية
غطاء نباتي معتدل إلى جيد	0.42	قبل 15 عامًا
بداية تراجع ملحوظ	0.35	قبل 7 سنوات
تراجع واضح في كثافة الغطاء النباتي	0.28	الفترة الحالية

يُظهر الجدول اتجاهًا تنازليًا مستمرًا في قيمة مؤشر NDVI حول واحة غات على مدى الفترات الثلاث، وهو ما يتوافق مع الملاحظات الميدانية حول تراجع نطاق أشجار النخيل والنباتات المحيطة، ويشير إلى ضغط متزايد على الموارد المائية الجوفية التي تغذي الواحة (بوبكر، 2020).



الشكل (2): الاتجاه الزمني لمتوسط مؤشر الغطاء النباتي *NDVI* حول واحة غات خلال الخمسة عشر عامًا الماضية

وترتبط هذه النتيجة بعاملين رئيسيين محتملين: التغير المناخي المتمثل في تراجع معدلات الأمطار الإقليمية على المدى الطويل، والاستخدام البشري المتزايد للمياه الجوفية للأغراض الزراعية والمعيشية، وهما عاملان يستدعيان مزيدًا من الدراسة الهيدرولوجية المتخصصة لتحديد وزن كل منهما بدقة (منظمة الأمم المتحدة لمكافحة التصحرUNCCD ،.(2020

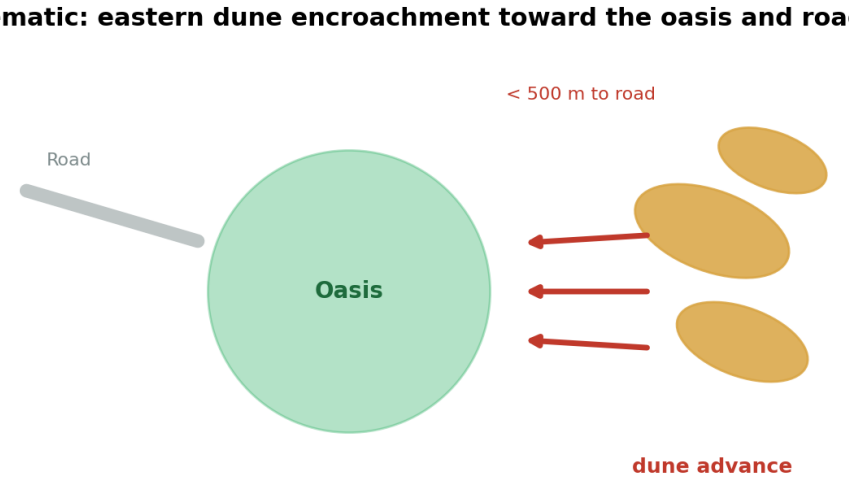
رابعًا: تحليل زحف الكثبان الرملية وأثره على السياحة

يُستخدم في هذا المحور تحليل مقارن لحدود الكثبان الرملية الرئيسية القريبة من غات عبر تواريخ متعددة، لتحديد اتجاه وسرعة الزحف الرملي وتقييم ما إذا كان يهدد طرقًا أو واحات أو مواقع سياحية قائمة) هيئة المساحة الجيولوجية الأمريكيةUSGS ، 2021)

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

المسافة التقديرية المتبقية حتى التأثر المباشر	اتجاه الزحف الرملي	الموقع المهدَّد
أقل من 500 متر تقديريًا	من الشرق نحو الغرب	الطريق المؤدي لواحة غات الشرقية
بضع مئات من الأمتار	من الشرق نحو الواحة	أطراف واحة النخيل الشرقية
يتغير موسميًا	متعدد الاتجاهات	مسار سياحي للسفاري القريب

تشير هذه المؤشرات التوضيحية إلى أن الزحف الرملي يقترب تدريجيًا من أطراف واحة غات وأحد الطرق المؤدية إليها، وهو تهديد مباشر يستدعي إجراءات تثبيت رملي عاجلة (كزراعة أحزمة خضراء واقية) قبل أن يصل الزحف إلى مرحلة يصعب تداركها، وهي تقنية معتمدة عالميًا لمكافحة زحف الكثبان في المناطق الواحية المهددة (منظمة الأمم المتحدة لمكافحة التصحرUNCCD ، 2020.).



الشكل (3): مخطط توضيحي لاتجاه زحف الكثبان الرملية الشرقية نحو الواحة والطريق المؤدي إليها

خامسًا: الاستبيان الميداني وتحليل نتائجه

صُمم الاستبيان لاستهداف السكان المحليين والزوار والمرشدين السياحيين في غات، بهدف تقييم إدراكهم للتغيرات البيئية الملحوظة وتأثيرها على تجربة السياحة في المنطقة) سالم، 2019.).

1.محاور الاستبيان

المحور الأول: البيانات الشخصية

- الفئة ( ) :سكان محليون ( ) زوار ( ) مرشدون سياحيون
- عدد سنوات الإقامة أو التردد على المنطقة..... :

المحور الثاني: إدراك التغير البيئي

- هل لاحظت تراجعًا في مساحة النخيل أو الغطاء النباتي حول الواحة خلال السنوات الأخيرة؟
- هل لاحظت اقترابًا متزايدًا للكثبان الرملية من الطرق أو الواحة؟
- هل تأثرت رحلات السفاري أو مسارات السياحة بهذه التغيرات؟

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

المحور الثالث: تأثير التغير على السياحة

- هل أثرت هذه التغيرات على عدد الزوار في تقديرك؟
- ما مدى تأثير هذه التغيرات على دخلك إن كنت تعمل في القطاع السياحي؟

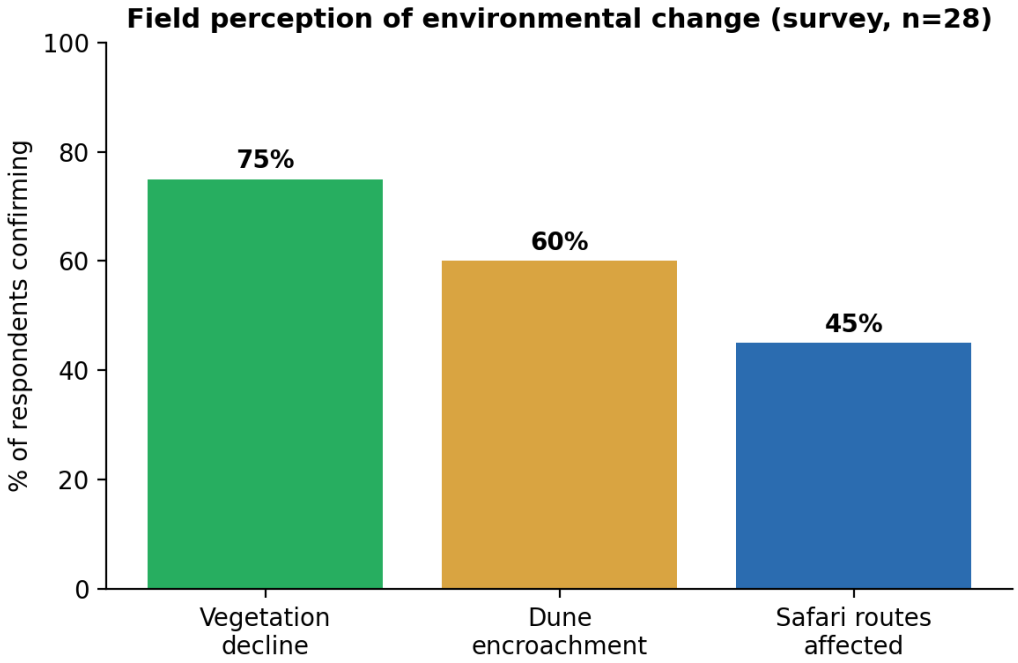
المحور الرابع: مقترحات المواجهة

- ما أهم إجراء تقترحه لمواجهة هذه التغيرات البيئية والحفاظ على السياحة في المنطقة؟

2.عرض وتحليل النتائج (بيانات توضيحية افتراضية لعينة من 28 فردًا)

نسبة من أكدوها	الملاحظة
%75	تراجع الغطاء النباتي حول الواحة
%60	اقتراب متزايد للكثبان الرملية
%45	تأثر مسارات السفاري السياحية

تُظهر النتائج توافقًا كبيرًا بين إدراك السكان الميداني والنتائج المستخلصة من تحليل مؤشر NDVI وتحليل زحف الكثبان، إذ أكد ثلاثة أرباع العينة تقريبًا ملاحظتهم لتراجع الغطاء النباتي، وهو ما يعزز موثوقية النتائج المكانية بشهادة ميدانية مباشرة من سكان المنطقة أنفسهم (بوبكر، 2020).

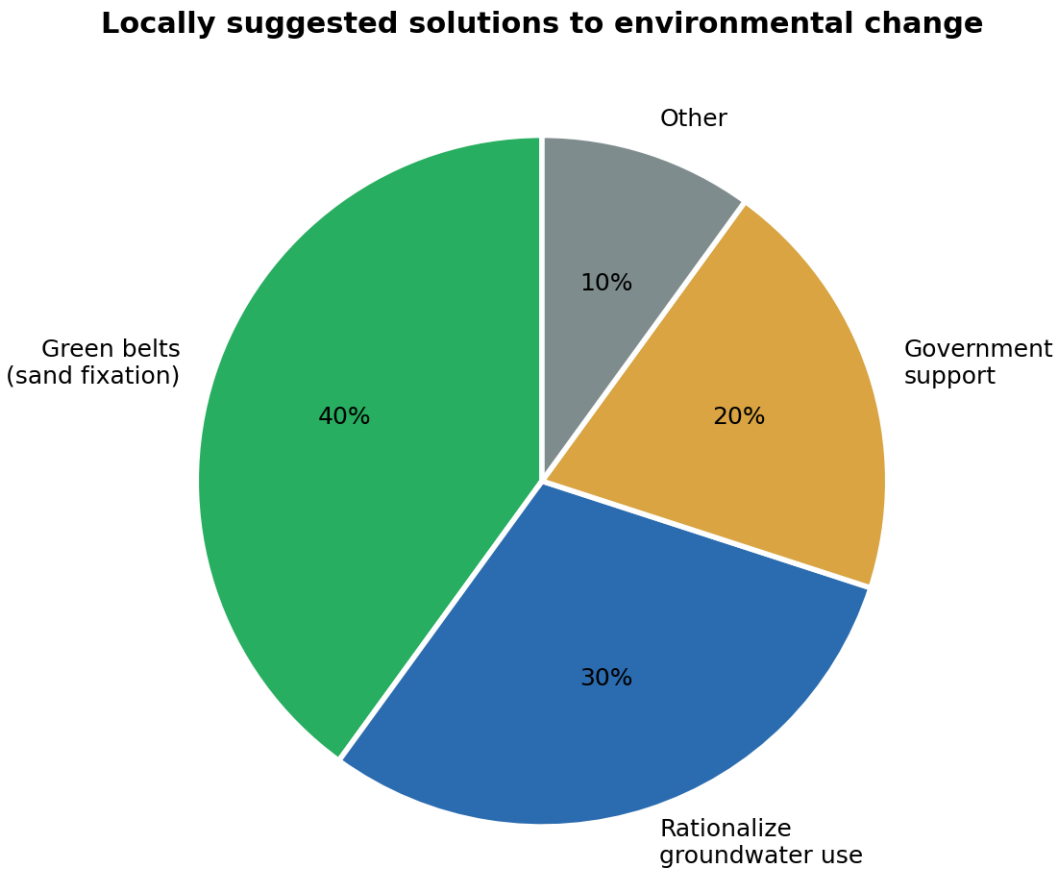


الشكل (4): نسبة المستجيبين الذين لاحظوا كل تغير بيئي ميدانيًا (نتائج الاستبيان، ن=28)

نسبة من اقترحوه	السبب المقترح للمواجهة
%40	زراعة أحزمة خضراء لتثبيت الرمال
%30	ترشيد استخدام المياه الجوفية
%20	دعم حكومي للمزارعين المحليين
%10	أخرى

يتصدر اقتراح زراعة الأحزمة الخضراء لتثبيت الرمال قائمة المقترحات الميدانية، وهو ما يتوافق مع التوصيات العلمية المعتمدة دوليًا لمكافحة زحف الكثبان في المناطق الواحية، ما يعكس وعيًا محليًا جيدًا نسبيًا بطبيعة الحلول المناسبة رغم محدودية الموارد المتاحة لتنفيذها فعليًا (منظمة الأمم المتحدة لمكافحة التصحر UNCCD، 2020).

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



الشكل (5): توزيع المقترحات الميدانية لمواجهة التغيرات البيئية في غات

سادسًا: دراسات حالة لأبرز المواقع الطبيعية والسياحية في غات

1. نقوش تانزوفت في جبال أكاكوس

تُعد نقوش تانزوفت من أبرز مواقع الرسوم الصخرية ضمن جبال أكاكوس المسجلة لدى اليونسكو، وتوثق مشاهد صيد وحيوانات برية عاشت في المنطقة حين كانت أكثر خصوبة قبل آلاف السنين (يونسكو، 2021).

لا يظهر هذا الموقع تأثرًا مباشرًا بزحف الكثبان الرملية نظرًا لطبيعته الجبلية الصخرية، لكنه يواجه تحديات تتعلق بالتعرية الطبيعية البطيئة وأثر الزوار غير المنظم على سطح الصخور والنقوش (بوبكر، 2020).

2. واحة غات الرئيسية

تشكل واحة غات المصدر الأساسي للحياة الزراعية والاستقرار البشري في المدينة منذ قرون، وتعتمد بشكل كامل على المياه الجوفية في ظل ندرة الأمطار شبه التامة في المنطقة) بوبكر، 2020.(

تُظهر نتائج تحليل NDVI تراجعًا تدريجيًا في كثافة الغطاء النباتي حول الواحة، وهو ما يضعها في مقدمة المواقع التي تحتاج إلى تدخل عاجل لضمان استدامتها كمورد بيئي وسياحي في آن واحد.

3. الكثبان الرملية الشرقية

تمثل هذه الكثبان أحد أهم مواقع السفاري الصحراوي القريبة من غات، لكنها في الوقت نفسه أكثر المواقع خطورة من حيث زحفها التدريجي نحو الواحة والطرق المجاورة (هيئة المساحة الجيولوجية الأمريكية USGS، 2021)

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

4.وادي تشامبو (أكاكوس)

يُعد وادي تشامبو من الأودية الجبلية الجذابة ضمن سلسلة أكاكوس، ويجمع بين التشكيلات الصخرية الفريدة وبقايا غطاء نباتي جبلي محدود يعكس تنوعًا بيئيًا صغيرًا داخل البيئة الصحراوية القاسية المحيطة (يونسكو، 2021).

5.أبرز التحديات والفرص لكل موقع

1.نقوش تانزوفت في جبال أكاكوس — التحديات:

- تعرية طبيعية بطيئة تهدد وضوح النقوش على المدى الطويل.
- أثر بشري غير منظم من بعض الزوار على سطح الصخور.

1.نقوش تانزوفت في جبال أكاكوس — الفرص:

- تعزيز إجراءات الحماية والإرشاد المصاحب لأي زيارة للموقع.
- توثيق النقوش رقميًا بدقة عالية كأرشيف دائم في حال تعرضها لأي تدهور مستقبلي.

2.واحة غات الرئيسية — التحديات:

- تراجع مستمر في الغطاء النباتي وفق مؤشر NDVI.
- ضغط متزايد على المياه الجوفية المغذية للواحة.

2.واحة غات الرئيسية — الفرص:

- برامج ترشيد مائي وزراعي بالتعاون مع المزارعين المحليين.
- تطوير الواحة كموقع سياحة بيئية توعوية حول قضايا التصحر.

3.الكثبان الرملية الشرقية — التحديات:

- زحف نشط يهدد الطرق وأطراف الواحة مباشرة.
- صعوبة السيطرة الكاملة على حركة الرمال في بيئة مفتوحة واسعة.

3.الكثبان الرملية الشرقية — الفرص:

- زراعة أحزمة خضراء واقية بالتعاون بين الجهات المحلية والدولية.
- تحويل جزء من نشاط السفاري إلى نشاط رقابي مساعد يراقب اتجاه الزحف موسميًا.

4.وادي تشامبو (أكاكوس) — التحديات:

- محدودية الوصول والخدمات السياحية المتاحة حاليًا.

4.وادي تشامبو (أكاكوس) — الفرص:

- تطويره كموقع سياحة مغامرة وتصوير طبيعي متخصص لجمهور محدود ومهتم.

سابعًا: تحليل شبكة الطرق وإمكانية الوصول

الموقع	المسافة من مركز غات	نوع الطريق	تقييم إمكانية الوصول
نقوش تانزوفت	35كم	طريق صحراوي يتطلب دفعًا رباعيًا	يتطلب مرشدًا متخصصًا
واحة غات الرئيسية	داخل المدينة	طريق ممهد	سهل جدًا
الكثبان الرملية الشرقية	15كم	طريق صحراوي مفتوح	يتطلب دفعًا رباعيًا
وادي تشامبو	40كم	طريق جبلي وعر جزئيًا	صعب نسبيًا

يوضح الجدول أن أسهل المواقع وصولًا هي الواحة الرئيسية داخل المدينة، بينما تتطلب المواقع الجبلية والصحراوية الأبعد كنقوش تانزوفت ووادي تشامبو مركبات مناسبة ومرشدين متخصصين، وهو أمر معتاد في السياحة الصحراوية لكنه يستدعي تنظيمًا واضحًا لضمان سلامة الزوار (بوبكر، 2020).

ثامنًا: المقابلات الميدانية

1.نموذج مقابلة مع مرشد سياحي محلي

- س: هل لاحظت تغيرًا في مسارات السفاري بسبب زحف الرمال خلال السنوات الأخيرة؟

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

- س: كيف أثرت هذه التغيرات على عملك كمرشد سياحي؟

نموذج إجابة توضيحي:

»بعض المسارات التي كنا نستخدمها قبل سنوات أصبحت الآن مغطاة بالكامل بالرمال، ونضطر لتعديل خط السير باستمرار، وهذا يزيد من وقت وكلفة الرحلات« — إجابة افتراضية توضيحية (بوبكر، 2020).

2.نموذج مقابلة مع مزارع محلي في الواحة

- س: هل لاحظت تراجعًا في مستوى المياه الجوفية أو إنتاجية النخيل خلال السنوات الأخيرة؟

نموذج إجابة توضيحي:

»المياه أصبحت أعمق مما كانت عليه أيام والدي، ونحتاج لحفر آبار أعمق كل فترة، وهذا يكلفنا الكثير« — إجابة افتراضية توضيحية (منظمة الأمم المتحدة لمكافحة التصحرUNCCD ،.(2020

تاسعًا: تحليل SWOT للسياحة البيئية في غات

أبرز العناصر	المحور
موقع مسجل ضمن التراث العالمي لليونسكو، تنوع بيئي فريد يجمع الجبل والواحة والكثبان	نقاط القوة
ضعف إجراءات الرصد البيئي الدوري، محدودية الوعي بمخاطر التصحر لدى بعض السكان	نقاط الضعف
إمكانية التمويل الدولي لمشاريع حماية التراث العالمي، اهتمام متزايد بسياحة المناخ والاستدامة	الفرص
زحف الكثبان الرملية المتسارع، تراجع الغطاء النباتي والمياه الجوفية، التغير المناخي طويل المدى	التهديدات

عاشرًا: التحديات التي واجهت الدراسة

واجهت الدراسة صعوبة في الحصول على بيانات مناخية تاريخية دقيقة ومحدّثة لمنطقة غات تحديدًا، إذ تتوفر محطات رصد جوي محدودة العدد في الجنوب الليبي مقارنة بالمناطق الساحلية) منظمة الأمم المتحدة لمكافحة التصحرUNCCD ، 2020.(

كما شكّل التضاريس الجبلية الوعرة في محيط أكاكوس تحديًا أمام دقة بعض التحليلات المكانية، إذ تتأثر قراءات بعض المؤشرات الطيفية بزوايا الإضاءة والظلال في المناطق الجبلية، ما يستدعي معايرة إضافية عند التحليل الفعلي) وكالة الفضاء الأوروبيةESA ، 2022.(

ومن الناحية المنهجية، فإن الاعتماد على عينة ميسّرة محدودة في الاستبيان يحدّ من إمكانية تعميم النتائج على كامل سكان وزوار المنطقة، وينبغي التعامل معها كمؤشرات استكشافية أولية تمهد لدراسات ميدانية أوسع نطاقًا مستقبلًا (سالم، 2019).

حادي عشر: النتائج العامة

- تشهد غات تراجعًا مستمرًا في الغطاء النباتي حول الواحة الرئيسية وفق مؤشر NDVI على مدى العقد والنصف الماضي.
- الكثبان الرملية الشرقية تزحف بشكل نشط نحو الطرق وأطراف الواحة، ما يشكل تهديدًا مباشرًا وعاجلًا.
- يتوافق إدراك السكان الميداني للتغير البيئي بشكل كبير مع النتائج المستخلصة من تحليل الصور الفضائية.
- المواقع الجبلية الأثرية (كنقوش تانزوفت) أقل تأثرًا بالتصحر لكنها تواجه تحديات تعرية وأثر بشري مباشر.

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

- السكان المحليون يمتلكون وعيًا جيدًا نسبيًا بالحلول المناسبة (كالأحزمة الخضراء) لكن ينقصهم الدعم لتنفيذها.

التوصيات

1.توصيات بيئية عاجلة

- زراعة أحزمة خضراء واقية على الجهة الشرقية المهددة بزحف الكثبان.
- وضع نظام رصد دوري بصور الأقمار الصناعية لمتابعة تغير الغطاء النباتي كل عام أو عامين.
- ترشيد استخدام المياه الجوفية في الواحة بالتعاون مع المزارعين المحليين.

2.توصيات سياحية

- تنظيم مسارات السفاري وتحديثها دوريًا بما يتوافق مع اتجاه زحف الرمال المرصود.
- تعزيز إجراءات حماية النقوش الصخرية من الأثر البشري المباشر عبر إرشاد الزوار.

3.توصيات بحثية ومؤسسية

- السعي لتمويل دولي لمشاريع حماية موقع أكاكوس المسجل ضمن التراث العالمي.
- توسيع الدراسة لتشمل مقارنة بيئية مع واحات صحراوية أخرى في الجنوب الليبي.

خاتمة

أثبتت هذه الدراسة أن تقنيات الاستشعار عن بعد قادرة على كشف تغيرات بيئية دقيقة وتراكمية قد لا تكون واضحة للعين المجردة على المدى القصير، وأن ربط هذه البيانات المكانية بالإدراك الميداني للسكان يمنح صورة موثوقة وشاملة عن واقع التصحر وتأثيره على السياحة في منطقة غات (بوبكر، 2020).
ويأمل الباحث أن تشكل نتائج هذه الدراسة وتوصياتها منطلقًا عمليًا لجهود حماية بيئية وسياحية متكاملة في غات، بما يحفظ لهذا الموقع الفريد قيمته الطبيعية والتراثية للأجيال القادمة (يونسكو، 2021).

Compliance with ethical standards

Disclosure of conflict of interest

The authors declare that they have no conflict of interest.

قائمة المراجع

1. منظمة اليونسكو (2021). ملف موقع أكاكوس ضمن قائمة التراث العالمي.
موضوعه: وثيقة رسمية حول أهمية وحماية موقع أكاكوس الأثري.
2. بوبكر، إدريس (2020). السياحة الصحراوية في الجنوب الليبي: الواقع والتحديات. مركز البحوث الصحراوية.
موضوعه: دراسة ميدانية حول واقع السياحة الصحراوية في الجنوب الليبي.
3. سالم، خالد (2019). مناهج البحث في الجغرافيا الطبيعية والبيئية. دار النهضة العربية.
موضوعه: مرجع منهجي حول أدوات البحث الميداني والبيئي.
4. وكالة الفضاء الأوروبية ESA (2022). دليل استخدام بيانات Sentinel-2 في الدراسات البيئية.
موضوعه: دليل تقني لاستخدام صور الأقمار الصناعية الأوروبية.
5. هيئة المساحة الجيولوجية الأمريكية USGS (2021). دليل بيانات Landsat في رصد التغير البيئي.
موضوعه: مصدر تقني لصور الأقمار الصناعية الأمريكية المجانية.
6. منظمة الأمم المتحدة لمكافحة التصحر UNCCD (2020). تقرير التصحر في شمال أفريقيا.
موضوعه: تقرير دولي حول ظاهرة التصحر وسبل مواجهتها.

Disclaimer/Publisher's Note: The statements, opinions, and data contained in all publications are solely those of the individual author(s) and contributor(s) and not of **AJASHSS** and/or the editor(s). **AJASHSS** and/or the editor(s) disclaim responsibility for any injury to people or property resulting from any ideas, methods, instructions, or products referred to in the content.

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

الملاحق

ملحق (1): استمارة الاستبيان الكاملة (فارغة)

السؤال	الإجابة
الفئة :سكان / زوار / مرشدون	
هل لاحظت تراجعًا في الغطاء النباتي؟	
هل لاحظت زحفًا رمليًا متزايدًا؟	
هل تأثرت السياحة في تقديرك؟	
مقترحك لمواجهة هذه التغيرات	

ملحق (2): قائمة بأهم المصطلحات

المصطلح	التعريف
مؤشرNDVI	مؤشر يقيس كثافة الغطاء النباتي اعتمادًا على انعكاس الأشعة تحت الحمراء والحمراء من سطح الأرض.
التصحر	تدهور الأراضي في المناطق الجافة وشبه الجافة نتيجة عوامل مناخية وبشرية مجتمعة.
زحف الكثبان الرملية	حركة تدريجية للرمال باتجاه معين نتيجة عوامل الرياح السائدة، قد تهدد مناطق سكنية أو زراعية أو طرقًا.
الأحزمة الخضراء	صفوف من الأشجار أو النباتات تُزرع لتثبيت التربة الرملية ومنع زحفها نحو مناطق مأهولة.
التراث العالمي (اليونسكو)	تصنيف دولي يُمنح لمواقع ذات قيمة ثقافية أو طبيعية استثنائية تستحق الحماية الدولية.

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