African Journal of Advanced Pure and Applied Sciences (AJAPAS)
Online ISSN: 2957-644X
Volume 4, Issue 4, 2025
Page No: 22-41
Website: https://aaasjournals.com/index.php/ajapas/index
ISI 2025: 1.126 **SJIFactor 2024: 6.752** **معامل التأثير العربي: 1.62**

تقييم ديناميكية الأراضي الرطبة باستخدام تقنيات الاستشعار عن بعد ونظم المعلومات الجغرافية – سبخة تاورغاء نموذجاً

أ. مفتاح علي مسعود الصيد [1*]، د. عبير فائز الفيتوري الكريكشي [2]
[2،1] المركز الليبي لأبحاث تغير المناخ، طرابلس، ليبيا

Assessment of Wetland Dynamics Using Remote Sensing and GIS Techniques: A Case Study of Sabkhat Tawergha

Miftah Ali Alsayd [1 *], Dr. Abeer Faiz Alfituri Alkrekchi [2]
[1,2] Libyan Center for Climate Change Research, Tripoli, Libya

[*]Corresponding author: muftah.alsed@gmail.com

Received: August 28, 2025	Accepted: September 24, 2025	Published: October 07, 2025

الملخص

تلعب البيانات الرقمية التي يتم الحصول عليها من الأقمار الصناعية دورًا محوريًا في فهم طبيعة التضاريس ورصد التغيرات البيئية، خاصة في المناطق الرطبة الساحلية، فباستخدام هذه البيانات، يمكن إنتاج خرائط متنوعة تُستخدم في تحليل ومتابعة التحولات البيئية على مدى زمني واسع، وتعد ليبيا من الدول الموقعة على اتفاقية رامسار الدولية لحماية الأراضي الرطبة، وتبرز سبخة تاورغاء كواحدة من هذه المناطق ذات الأهمية البيئية الكبرى، تتميز هذه السبخة بتنوعها البيولوجي، وكونها محطة استراحة حيوية للطيور المهاجرة والمهددة بالانقراض، ولكن ساهم تغير أنماط استخدام الأراضي في زيادة الضغط البيئي عليها، مما أدى إلى تقلص مساحتها بشكل تدريجي؛ لذلك استخدمت الدراسة تقنيات الاستشعار عن بعد ونظم المعلومات الجغرافية لمتابعة التغيرات البيئية في المنطقة. من خلال الاعتماد على خمس صور فضائية من القمر الصناعي لأندسات (النسختين 5 و8) للأعوام 1990، 2000، 2010، 2020، 2024، التي تم الحصول عليها من هيئة المساحة الجيولوجية الأمريكية (USGS) وقد تمت معالجة هذه الصور وتحليلها باستخدام برنامج ArcGIS10.8.أظهرت نتائج التحليل أن مساحة السبخة قد انخفضت بشكل ملحوظ من 885.1 كم² في عام 1990 إلى 737.363 كم² في عام 2024، وبلغ إجمالي النقصان في المساحة 147.737كم² خلال هذه الفترة، وهو ما يعكس خسارة كبيرة ناتجة عن الضغوط البيئية المتزايدة مثل التغيرات المناخية والنشاط البشري كعمليات الردم، والتجريف، والتوسع السكني، وتحويل بعض المواقع إلى مكب للنفايات.

الكلمات المفتاحية: الأراضي الرطبة، سبخة تاورغاء، نظم المعلومات الجغرافية (GIS)، الاستشعار عن بعد (RS).

Abstract

Digital data obtained from satellites plays a pivotal role in understanding the nature of terrain and monitoring environmental changes, especially in coastal wetlands. Using this data, various maps can be produced to analyze and track environmental shifts over long periods. As a signatory to the Ramsar Convention on Wetlands of International Importance, Libya is home to several such sites, with the Tawergha Sebkha standing out as a location of major ecological significance. This sebkha is characterized by its biodiversity and serves as a vital resting point for migratory and endangered birds.

However, shifting land-use patterns have increased environmental pressure on the sebkha, leading to a gradual reduction in its area. Therefore, this study employed Remote Sensing (RS) and Geographic Information System (GIS) technologies to monitor environmental changes in the region. The analysis relied on five satellite images

from the Landsat satellite (versions 5 and 8) for the years 1990, 2000, 2010, 2020, and 2024, which were obtained from the U.S. Geological Survey (USGS). These images were processed and analyzed using the ArcGIS 10.8 software.
The results showed that the sebkha's area significantly decreased from 885.1 km² in 1990 to 737.363 km² in 2024. The total reduction over this period was 147.737 km², reflecting a substantial loss caused by increasing environmental pressures such as climate change and human activities, including land reclamation, dredging, urban expansion, and the conversion of some areas into waste dumps.

Keywords: Wetland, Tawergha Sabkha, Geographic Information Systems (GIS), Remote Sensing (RS).

مقدمة

تُعدُّ الأراضي الرطبة من بين النظم البيئية الأكثر أهمية وحساسية، حيث تلعب دوراً حيوياً في حفظ التوازن البيئي ودعم التنوع البيولوجي، وعلى الرغم من أهميتها، فإنها تتعرض في المناطق الجافة والشبه جافة إلى تغيرات ديناميكية نتيجة العوامل المناخية والأنشطة البشرية، مما يجعل فهمها وإدارتها أمراً بالغ الأهمية. وتُستخدم تقنيات الاستشعار عن بعدRemote Sensing ونظم المعلومات الجغرافية Geographic Information System كأداة فعالة لرصد هذه التغيرات وتحليلها، حيث تتيح بيانات دقيقة ومستمرة حول الغطاء الأرضي، والمحتوى المائي للمناطق الرطبة، والتغيرات الطبوغرافية، و الاستفادة من صور الأقمار الصناعية والبيانات الطيفية، يمكن تحليل تطور الأراضي الرطبة، وتحديد العوامل المؤثرة في هذه التغيرات (صباح ، أنور ،2001)، حيث تمثل سبخة تاورغاء نموذجاً مهماً لدراسة ديناميكية الأراضي الرطبة، هذه السبخة الواقعة في منطقة ذات ظروف مناخية قاسية، تخضع لتغيرات مستمرة بسبب العوامل المناخية وتدخلات الإنسان، مما يجعلها بيئة مثالية لتطبيق تقنيات الاستشعار عن بعد في تحليل الأنماط والتغيرات الزمنية.

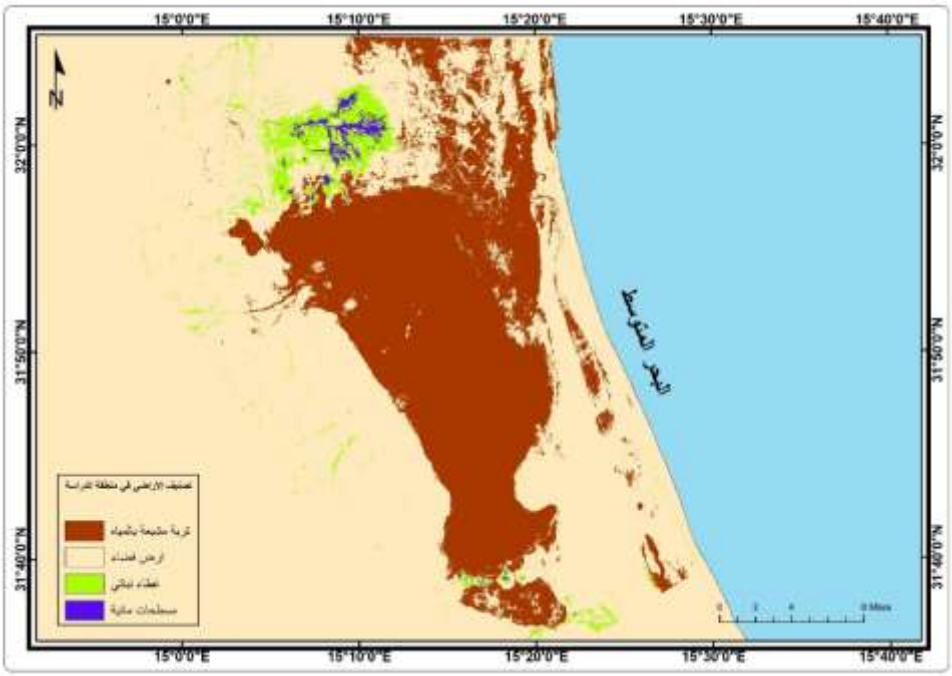
تهدف هذه الدراسة إلى تحليل التغيرات التي طرأت على سبخة تاورغاء خلال فترة زمنية من 2024/1990، من خلال استخدام بيانات الأقمار الصناعية وتقنيات تحليل الصور الفضائية، وذلك بهدف تقديم توصيات علمية تدعم استراتيجيات الإدارة المستدامة للأراضي الرطبة.

أُستخدم في هذه الدراسة المنهج التحليلي الذي يعتمد على تحليل البيانات والمعلومات لفهم العلاقات والانماط بين العوامل المختلفة المؤثرة في الأراضي الرطبة، وتحليل البيانات المكانية، والمنهج المقارن لاستخدامه لمقارنة نتائج الاستشعار عن بعد عبر فترات زمنية مختلفة لدراسة من خلال أنشاء خرائط توضح التغيرات في استخدامات الارض في سبخة تاورغاء، وتحديد العوامل الأكثر تأثيرا على ديناميكية السبخة. والتحولات الكبيرة في استخدامات الأراضي .

حدود الدراسة

الحدود المكانية:

تتمثل منطقة الدارسة في الاراضي الرطبة (سبخة تاورغاء) الواقعة في شرق منطقة تاورغاء والممتدة كظاهرة طبيعية في الجزء الشمالي الغربي من ليبيا بين خطي طول(47ً.36ً.14ً ° و 58ً.22ً.15ً °) شرقاً وما بين دائرتي عرض (37ً.33ً.31ً ° و 30ً.10ً.32ً °) شمالاً خريطة (1) بمساحة تبلغ (2700)كم^2، وبطول (100) كم وعرض يتراوح ما بين (15 - 30) كم ، وهي أكبر السبخات الساحلية بليبيا (طريح،1962) تتصل هذه السبخة بالبحر في موضعين ، وتنفصل عنه بواسطة تلال الكالكارنيت والكثبان الرملية في الجزء الشمال شرقي وشرق منطقة الدراسة ، بينما تختفي تدريجياً تحت الرواسب المائية الريحية كلما اتجهنا غربا ، و تمتاز بشدة الملوحة، ويزداد تركز الأملاح بها بسبب زيادة عمليات التبخر، والترسيب، ويشكل ملح الصوديوم أكبر نسبة فيها، ثم البوتاسيوم، فالماغنيسيوم ، مع وجود رواسب رملية جيرية بها، وتغمر السبخة خلال فصل الشتاء بمياه البحر ومياه الوديان التي تنحدر إليها ، كوادي سوف الجين ووادي زمزم ، ووادي بي الكبير، وغيرها(مركز البحوث الصناعية، 1975).



المصدر/ عمل الباحثان باستخدام Arc map gis10.8

الخريطة (1) الموقع الجغرافي لسبخة تاورغاء.

وتضم منطقة الدراسة عين تاورغاء الطبيعية التي تعتبر تأني أكبر العيون في ليبيا بعد عين زيانة وتبلغ مساحة الحوض نحو(269.3كم2) تقدر الإنتاجية الحالية لعين تاورغاء (56 مليون م 3/سنة) (الهيئة العامة للمياه ،2006). وتتفرع من العين عدة مخارج رئيسية وهي: المجرى الصناعي الرئيسي وهو مخرج العين الغربي والذي كان يزود محطات ضخ المياه لمشروع تاورغاء الزراعي سنة 1972 الذي نفذ عن طريق شركة البحيرة المصرية. والمجري الجنوبي الذي كان يغدي حقل التجارب للمزرعة النموذجية التي أنشائها الايطاليون سنة 1936. بالإضافة إلى المجري الطبيعي الشرقي وهو الذي يزود مزارع أهالي تاورغاء بالمياه.

صورة (1) للفريق البحثي في عين تاورغاء بتاريخ 20-8-2025.

الحدود الزمنية:
الفترة الزمنية للدراسة من عام 1980 إلى 2024.

مشكلة الدراسة
تواجه الأراضي الرطبة في وسط ليبيا تحديات كبيرة تتعلق بفقدان التنوع البيولوجي، وتدهور النظم البيئية، والتغيرات المناخية، بالإضافة إلى الأنشطة البشرية المؤثرة كالتوسع العمراني والاستغلال المفرط للموارد الطبيعية، ومع غياب دراسات شاملة حول هذه الأراضي، يصبح تقييمها ضرورة حتمية لضمان استدامتها، ولهذا تطرح هذه الدراسة مشكلة وهي: كيف ساهمت التغيرات المناخية والأنشطة البشرية في تغير خصائص سبخة تاورغاء؟ وهل يمكن لتقنيات الاستشعار عن بعد ونظم المعلومات الجغرافية تحليل هذه التغيرات بدقة.

أهداف الدراسة
تهدف هذا الدراسة إلى دراسة وتحليل التغيرات التي طرأت على سبخة أم العظام خلال فترة زمنية محددة، من خلال استخدام بيانات الأقمار الصناعية وتقنيات تحليل الصور الفضائية، وذلك بهدف تقديم توصيات علمية تدعم استراتيجيات الإدارة المستدامة للأراضي الرطبة
1- تجميع الصور الفضائية لمنطقة الدراسة خلال الفترة من (2024/1980)
2- دراسة التغيرات المكانية في سبخة تاورغاء من خلال تحليل الصور الفضائية.
3- تقييم التغيرات التي طرأت على الأراضي الرطبة في منطقة الدراسة.
4- اقتراح توصيات لإدارة الأراضي الرطبة في منطقة الدراسة وما يشابهها في ليبيا.

أهمية الدراسة
تعتبر هذه الدراسة ذات أهمية كبيرة لفهم خصائص المنطقة وتحديد التهديدات التي تواجهها باعتبارها مختبراً طبيعيا لدراسة العمليات البيئية والتغيرات المناخية وتأثير الأنشطة البشرية على هذا النظام البيئي.

المنهجية الدراسة
- البيانات: صور أقمار صناعية متعددة السنوات .Landsat.8-7.
- زيارة ميدانية لمنطقة الدراسة وعقد لقاءات مع السلطات المحلية بالمنقطة والقطاعات المسؤولة عن البيئة والثروة الحيوانية والزراعية ومكتب الاصحاح البيئي.
- برمجيات:ArcGIS10.8 .
- التحليل: تصنيف مغطيات الأرض، تحليل التغيرات، استخدام مؤشرات مائية والنباتية (مثل (NDVI- NDWI).

الدراسات السابقة:
1- دراسة أعدتها بسمة مفتاح بركة (2008): المشكلات البيئية بمنطقة تاورغاء وطرق مكافحتها حيث تناولت هذه الدراسة عناصر البيئة الطبيعية في منطقة الدراسة، ومظاهر مشكلة التلوث بالنفايات الصلبة المنزلية كما قامت بدراسة التلوث المائي ومظاهر مشكلة تدهور التربة وأخيراً الأسباب المؤدية الى المشكلات البيئية بمنطقة الدراسة التي قد تكون عائق أمام التوطّن الصناعي بمنطقة الدراسة.
2- سليمان فرج الخوجة (2000): نشأة وتطور الكثبان الرملية وأثرها على النشاط البشري بالمنطقة الساحلية الممتدة بين مصب وادي كعام في الغرب وسبخة تاورغاء في الشرق، دراسة في الجيومورفولوجية التطبيقية قام فيها بدراسة تفصيلية للكثبان الرملية، ومدى تأثيرها على النشاطات البشرية، وهذه الكثبان الرملية يمكن أن تكون أحد المعوقات الطبيعية لتوطّن بعض الصناعات في منطقة الدراسة.
3- دراسة أحمد قريرة أحمد ومحمود علي زايد (2017) بعنوان: نشأة وتكون السبخات الساحلية شمال غرب ليبيا، ركزت الدارسة على دور العوامل الجيومورفولوجية في تشكيل بيئة السبخة، والأهمية الاقتصادية للموارد الطبيعة للسبخة.
4- دارسة ثائر مظهر فهمي وهالة محمد عبد الرحمن وزينب ضمد حسن، (2016) بعنوان: استعمال التصنيف الرقمي لمتابعة كشف التغيير لسبخة الرزازة للمدة (2013/1996) تناولت الدارسة استعمال التصنيف الرقمي لمتابعة كشف التغيير لسبخة الرزازة في العراق ومتابعة التغير في بيئة السبخة للمدة (2013/1996) حيث تم الاعتماد على مرئيات لأندسات 8 لأندسات 9 بدقة 30م، وتوصلت الدراسة إلى وجود تغير في مساحة السبخة ونتائج أخرى متعلقة بقياس تركز الأملاح ومقدار التبخر خلال فصول السنة.
5- دارسة قصي عبد الرازق وهيب ورياض خير الدين عبد اللطيف بعنوان: تصنيف الأراضي الساحلية العراقية باستخدام صور الاستشعار عن بعد ونظم المعلومات الجغرافية. في هذه الدارسة تم الاعتماد على برنامج Erdas Imagine 9 و Arc GIS 9.1 واستخدام القمر الصناعي Landsat 7 ETM+بدقة مكانية 30متر، ومن النتائج التي توصلت إليها الدارسة أن صور الاستشعار عن بعد ساعدت في تحديد الامتداد الطبيعي لمياه البحر بدقة مقبولة.
6- دراسة عبد العظيم سالم معتيق، واخرون، مراقبة وتقييم التغيرات البيئية للمناطق الرطبة الساحلية (سبخة قصر أحمد)باستخدام نظم المعلومات الجغرافية وتطبيقات الاستشعار عن بعد، تم استخدام أربع مرئيات فضائية للقمر الصناعي

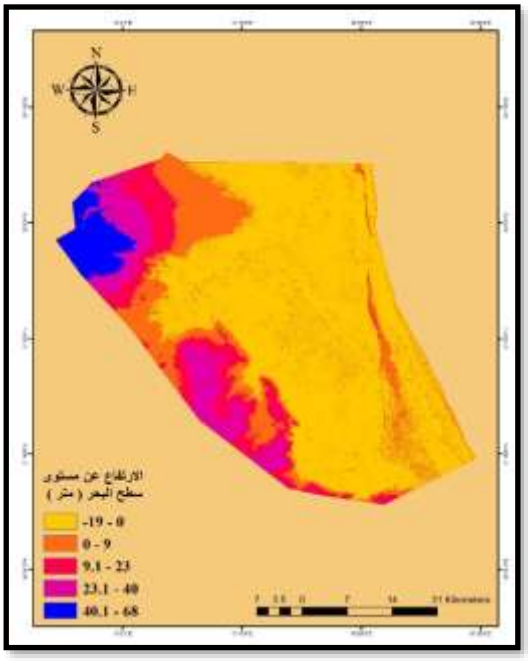
لأندسات5 و8 و9 للأعوام (2022/2016/1984/1973) وتم إدخال هذه المرئيات ومعالجتها واجراء التحليلات عليها باستخدام برنامج(ArcGIS).
أوضحت نتائج الي ان هناك تغيرات في مساحة السبخة خلال الفترة ما بين عام 1973 /2022 حيث تقلصت مساحة الاراضي السبخية بسبب تعرض المنطقة إلى العديد من الضغوط البيئية الناتجة عن النشاطات البشرية مثل الردم والتجريف، والاغراض السكنية واستغلال بعض المواقع كمكب للنفايات.

أولاً: الخصائص الطبيعية

التضاريس

الارتفاع عن مستوى سطح البحر:

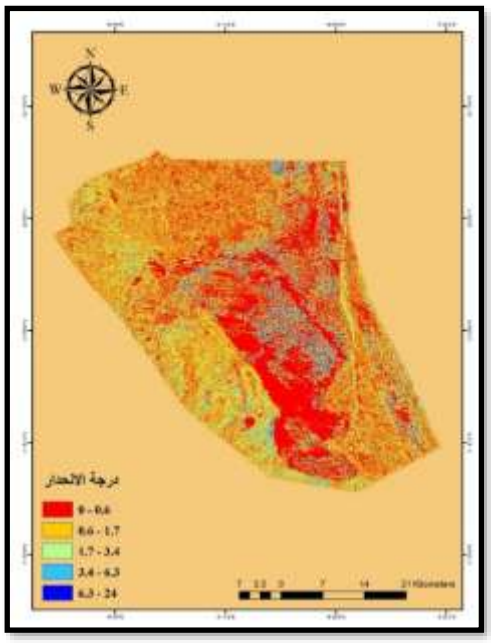
من خلال الخريطة (2) فأن الارتفاع عن مستوى سطح البحر في سبخة تاورغاء كالتالي:
- **النطاق الأول**/ (-19 - 0) متر: يمثل هذا النطاق المنطقة الأكثر انخفاضًا، ويتواجد في الجزء الجنوبي الغربي من السبخة.
- **النطاق الثاني**/ (0 - 9) أمتار: يغطي هذا النطاق مساحة كبيرة من السبخة، ويشكل الجزء الأكبر منها، خصوصًا في المناطق الوسطى والشرقية.
- **النطاق الثالث**/ (9.1 - 23) مترًا: تتواجد هذه المناطق المرتفعة في الجزء الشمالي الغربي والشمالي الشرقي من السبخة.
- **النطاق الرابع**/ (23.1 - 40) مترًا: يظهر هذا النطاق في مناطق صغيرة ومتفرقة.
- **النطاق الخامس**/ (40.1 - 68) مترًا: يمثل هذا النطاق أعلى ارتفاع في المنطقة، ويظهر في الجزء الشمالي الغربي من السبخة. تتسم المنطقة بانحدار تدريجي من الشمال الغربي (المنطقة الزرقاء) باتجاه الجنوب والغرب (المنطقة البرتقالية والحمراء)، كما يوجد انخفاض واضح في الارتفاع في الجزء الجنوبي الغربي من السبخة، حيث يصل إلى مستويات تحت سطح البحر (من -19 إلى 0 متر)، وتغطي الارتفاعات المنخفضة (من 0 إلى 9 أمتار) مساحة واسعة من السبخة، مما يؤكد طبيعتها المنخفضة والقريبة من مستوى سطح البحر، وتتمركز المناطق الأعلى ارتفاعًا (أكثر من 9 أمتار) في الأطراف الشمالية والغربية من سبخة تاورغاء.



المصدر/ عمل الباحثان باستخدام ArcGis10.8
خريطة (2) الارتفاع عن مستوي سطح البحر لسبخة تاورغاء

الانحدار:

تتسم السبخة بشكل عام بانحدار سطحي منخفض جدًا، حيث أن الغالبية العظمى من مساحتها تقع ضمن نطاقي الانحدار من 0 إلى 0.6 ومن 0.6 إلى 1.7، ويوجد انحدار حاد في الجزء الشمالي الغربي من السبخة، وهو ما يتوافق مع الخريطة السابقة التي أظهرت ارتفاعًا أكبر في تلك المنطقة.
تتمركز المناطق ذات الانحدار الأقل (الأحمر والأصفر) في وسط وشرق السبخة، مما يؤكد طبيعتها السهلية المنخفضة، كما تظهر مناطق الانحدار المتوسط والحاد (الأزرق الفاتح والأزرق الداكن) بشكل متناثر ومحدود جدًا، مما يدل على قلة وجود تلال أو مرتفعات حادة في المنطقة.



المصدر/ عمل الباحثان باستخدام ArcGis10.8
خريطة (3) درجة انحدار السطح لسبخة تاورغاء.

التكوينات الجيولوجية

صخور البليوسين والميوسين الأوسط من أقدم الصخور الموجودة في منطقة الدراسة، وتظهر في الطرف الجنوبي والشمال الغربي، كما تبرز صخور الحقب الرباعي الهولوسين البليستوسين بصورة رئيسية في الشرق ولكنها موزعة في وفيما يلي أهم التكوينات الطبقية الصخرية في المنطقة:

أ- تكوين الزمن الثالث.

عصر الميوسين الأوسط

تكوين الخمس

يتألف هذا التكوين من حجر جيري وحجر جيري طحلي وكالكارتيت رملي، مع وجود طبقات غير منتظمة من الكنجلوميرات التي يصل سمكها إلى عدة أمتار (الهرام،1997)، ويتوجد في الأجزاء الشمالية والشمالية غربية من المنطقة، وهي تكوينات بيئية ترسيبيه تتدرج من المياه المختلطة إلى المياه العذبة (لوحة القداحية، 1977، ص7).

ب- تكوينات الزمن الربع.

1- عصر البليوسين

تكوين الهيشة

تمثل هذه الصخور التي ترجع إلى العصر البليوسين والبلوستوسين رسوبيات والية توجد بالأجزاء الجنوبية من منطقة الدراسة عند مصاب وادي سوف ألجين ووادي زمزم، وادي ألبي الكبير، وهي تتألف من رمال غير متماسكة في الجزء الأسفل ويعلوها حجر رملي شديد التماسك مع صخور كالكارينيت وحجر جيري رملي في الجزء الأوسط، ورمال جبس في الجزء العلوي، كما تكثر تدخلت الجبس في معظم طبقاتها ويكثر بهذه الصخور التقاطع الطبقي.

تكوين مصاطب الوديان القديمة يظهر بشكل واضح جنوب غرب وجنوب شرق المنطقة على جانبي مجاري الوديان، وهي تتألف من حجر حصوي شديد التماسك يتراوح سمكه بين 1 – 15 متر تتخلله طبقات من الحجر الرملي (لوحة القداحية، 1977، ص7-8).

2-عصر البليستوسين

تكوين قرقارش

يظهر هذا التكوين على هيئة تلال من الكالكارنيت ترتفع فوق الساحل المنبسط مكونة سفح شاطئ في بعض الأجزاء الشرقية لمنطقة، ويتألف من رمال شاطئية مع أعداد وفيرة من فئات القواقع والحبيبات من الكوارتز، ويتميز بشدة تماسك وتلاحم حبيباته ذات الحجم المتوسط، ويحتوي على عدسات من الغرين والطفال الرملي، ذات الأصل المائي-الريحي، كما تنتشر بهذا التكوين ظاهرة التقاطع الطبقي، وهو يظهر مباشرة بعد أمتار قليلة من البحر (الهرام،1997).

3-عصر الهولوسين

- ترسبات السبخة

تغطي السباخ أجزاء كبيرة من منطقة الدراسة، وتتألف معظمها من طفل مائي وطيني مع تداخلات من نطاقات مشبعة بالمياه، ووجود نسبة كبيرة من كلوريد الصوديوم وبلورات الجبس يليه إلى أسفل صلصال متماسك وتغطى سطح السبخة قشرة من الملح والجبس الناتج عن البحر خلال فترة الجفاف.

- رسوبيات مائية ريحية

تتكون هذه الرسوبيات من القطع الصخرية الدقيقة والرمال وتتراكم فوق المناطق السفلى من المرتفعات ما بين مرتفعات نفوسة وسبخة تاورغاء.

-رسوبيات ريحية

تضم هذه الرسوبيات في معظمها رمال جيرية ذات اللون الأحمر الخفيف، وهي تكون على هيئة أحزمة من الكثبان الرملية تمتد لعدة كيلومترات أو على هيئة غطاءات رملية سطحية تنتشر في المناطق المتاخمة للبحر، ويبلغ ارتفاع الكثبان الرملية عادة مترين ولكنها قد تصل إلى 10 أمتار في بعض المناطق (لوحة القداحية،1977).

-رسوبيات الشاطئ

وهي تغطي تكوين قرقارش المتفتتة بفعل عوامل التجوية والتي تكتر بها القطع الصدفية من فتات القواقع وحبيبات من الجير والسليكا (لوحة القداحية،1977).

-رسوبيات الوديان الحديثة

تمثل هذه الرواسب خاتمة دورات الترسيب في منطقة الساحل، وتتألف هذه الرواسب من جلاميد وحصى ورمال وطفل رملي، وتمتاز هذه الرواسب بسمكها الكبير أحيانا وخاصة عند مصبات الأودية الموسمية مكونة دلتيات جافة وسهول فيضية (الهرام، 1997) وتنتشر رواسب الأودية على امتداد مصبات الأودية وادي سوف ألجين.

ثانياً: الخصائص المناخية

بناء على البيانات المرفقة بالجدول (1) يمكن استخلاص عدة نقاط رئيسية حول الخصائص المناخية لسبخة تاورغاء وتأثيرها المحتمل على التنوع الحيوي:

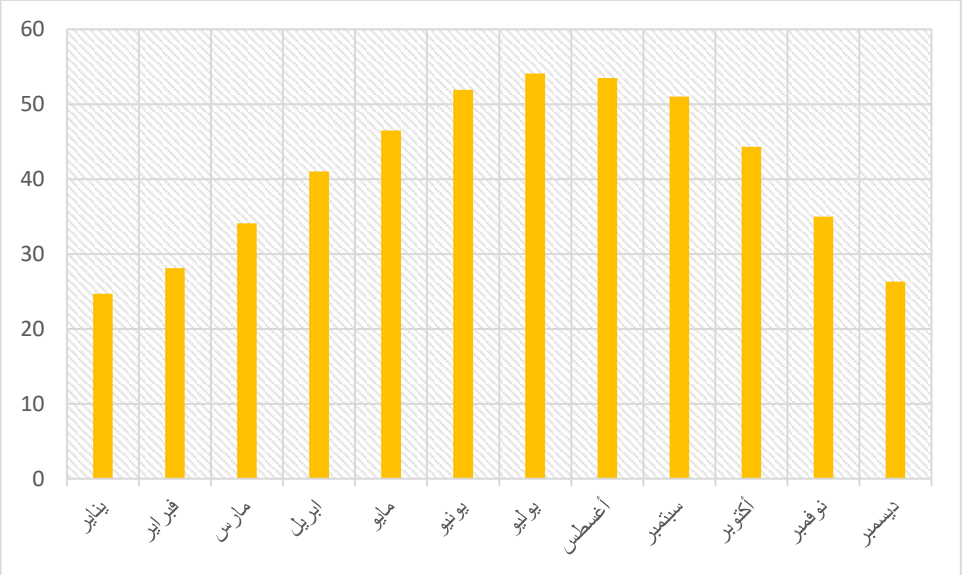
جدول (1) المتوسط الشهري والسنوي لبعض العناصر المناخية في سبخة تاورغاء سنة 2024/1981.

الشهر	سرعة الرياح	متوسط درجة الحرارة	درجة الحرارة القصوى	درجة الحرارة الصغرى	الرطوبة النسبية	هطول الامطار ملم/اليوم	الضغط الجوي
يناير	3.2	24.7	23.0	3.5	67	33.0	101.6
فبراير	3.2	28.1	26.2	3.9	64.7	26.6	101.5
مارس	3.3	34.1	31.4	5.5	62.5	15.4	101.2
ابريل	3.6	41.0	36.7	8.6	58.4	6.6	101
مايو	3.6	46.5	40.4	12.2	55.1	9.8	101
يونيو	3.4	51.9	43.7	16.3	52.9	1.3	101
يوليو	3.1	54.1	44.2	19.8	53.1	0.3	101.9
أغسطس	2.9	53.5	43.0	21	54.9	4.2	101.9
سبتمبر	3.2	51.0	41.4	19.2	57.8	15.2	101
أكتوبر	2.9	44.3	36.8	14.9	60	24.7	101.2
نوفمبر	2.9	35.0	30.7	8.6	60.2	18.4	101.3
ديسمبر	3.2	26.3	24.0	4.5	64.4	36.4	101.5

المصدر / موقع وكالة ناسا.

1- درجات الحرارة:

متوسط درجة الحرارة السنوي في سبخة تاورغاء يتراوح بين 24.7 درجة مئوية في يناير و54.1 درجة مئوية في يوليو، يشير هذا التباين الكبير إلى مناخ صحراوي حار وجاف، حيث تصل درجات الحرارة القصوى إلى 44.2 درجة مئوية في يوليو، وهذا يدل على فترات حرارة شديدة تؤثر سلبًا على الكائنات الحية الغير قادرة على التكيف مع الحرارة العالية، اما درجات الحرارة الصغرى تصل إلى 3.5 درجة مئوية في يناير، وهذا يشير إلى ليالي باردة قد تكون قاسية على بعض أنواع النباتات والحيوانات، فأن زيادة درجات الحرارة تؤدي إلى زيادة معدلات التبخر من سطح السبخة، مما يزيد من ملوحة التربة والمياه، ويؤثر علي التنوع الحيوي في هذه المنطقة، فيقلل من عدد الأنواع النباتية والحيوانية التي يمكنها العيش في هذه الظروف.

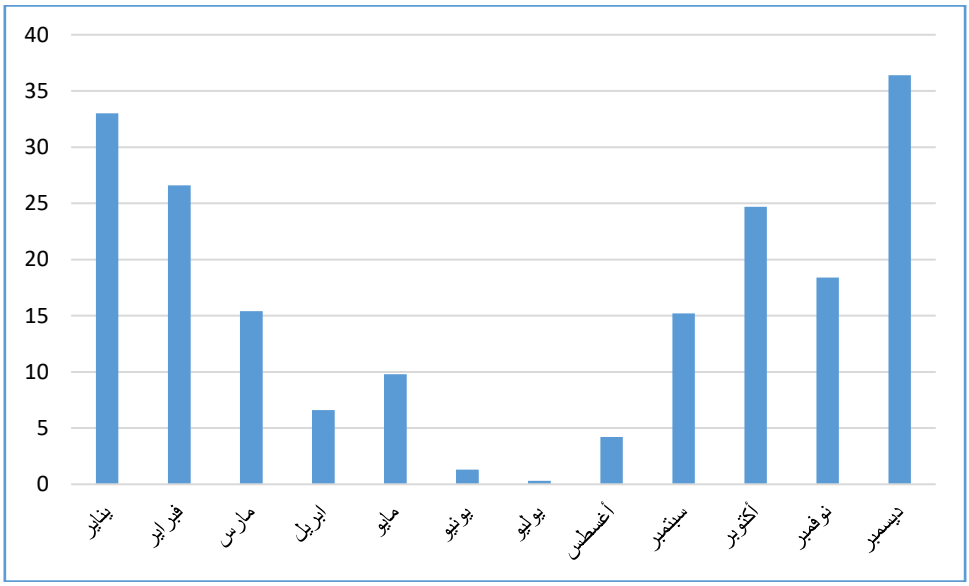


المصدر/ عمل الباحثان اعتماد على الجدول (1)

شكل (1) المتوسط الشهري والسنوي لدرجة الحرارة

2- الأمطار:

تعتبر معدلات الهطول في سبخة تاورغاء منخفضة بشكل عام، حيث تصل إلى 36.4 ملم في ديسمبر و33 ملم في يناير، وتنخفض إلى 0.3 ملم في يوليو، يؤكد هذا الانخفاض في تساقط الأمطار على الطبيعة الجافة للمنطقة، أن زيادة الامطار تؤدي إلى زيادة منسوب المياه في السبخة، مما يقلل من ملوحتها ويخلق بيئة مناسبة لنمو أنواع نباتية وحيوانية متنوعة، ولكن في منطقة الدراسة نقصان تساقط الامطار أدي إلى جفاف بعض المسطحات المائية في السبخة وارتفاع ملوحتها، وقلل من عدد الكائنات الحية التي يمكنها البقاء على قيد الحياة.

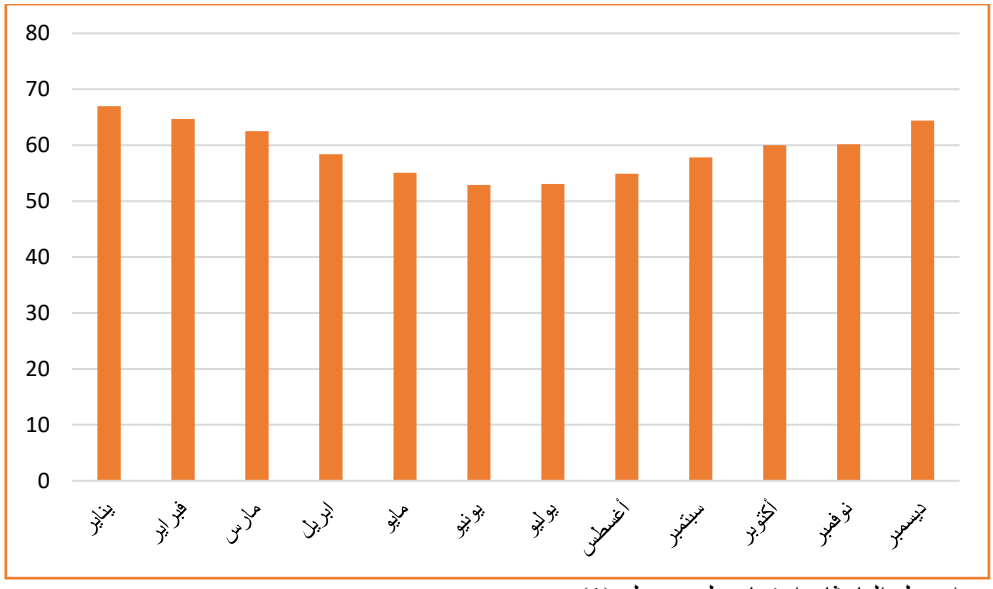


المصدر/ عمل الباحثان اعتماد على جدول (1)

شكل (2) المتوسط الشهري والسنوي لهطول الامطار.

3- الرطوبة النسبية:

تتراوح الرطوبة النسبية في منطقة الدراسة بين 52.9% في يونيو و67% في يناير، تشير هذه المعدلات إلى أن الهواء ليس جافًا تمامًا، وهذا يساعد على تخفيف بعض الآثار السلبية للحرارة، أن الرطوبة العالية تساعد في الحفاظ على بعض الأنواع النباتية التي تحتاج إلى رطوبة للنمو، اما الرطوبة المنخفضة تزيد من معدلات التبخر، مما يزيد من ملوحة المياه والتربة في المنطقة.

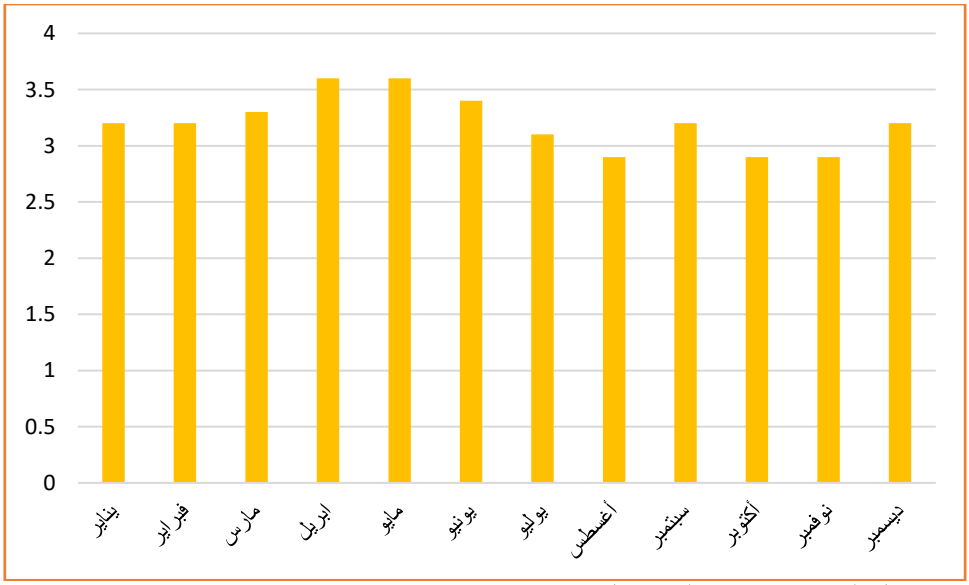


المصدر/ عمل الباحثان اعتماد على جدول (1)

شكل (3) المتوسط الشهري والسنوي لرطوبة النسبية.

4- سرعة الرياح:

سرعة الرياح في منطقة الدراسة على الرغم من أنها معتدلة، ولكن تلعب دورًا محوريًا في تحديد التنوع الحيوي و خصائص الأراضي الرطبة ، اما تأثيرها الرئيسي هو زيادة معدلات التبخر، الذي يؤدي إلى زيادة ملوحة السبخة، وهو عامل حاسم يؤثر على بقاء الكائنات الحية، وفي جانب أخر لها تأثيرات على التعرية وتشكيل التربة، أي زيادة في سرعة الرياح نتيجة لتغير المناخ يمكن أن تسرع من هذه العمليات السلبية وتقلل من التنوع الحيوي في المنطقة، اما سرعة الرياح في شهر أبريل ومايو (3.6 متر/ثانية) هذه الأشهر تتزامن مع فصل الربيع، حيث تكون درجات الحرارة تبدأ في الارتفاع، تزيد الرياح في هذه الفترة من معدل التبخر، حيث يسرع من عملية جفاف الأراضي الرطبة قبل بدء فصل الصيف، و يكون له تأثير سلبي على الكائنات التي تعتمد على المياه المتاحة في الربيع.



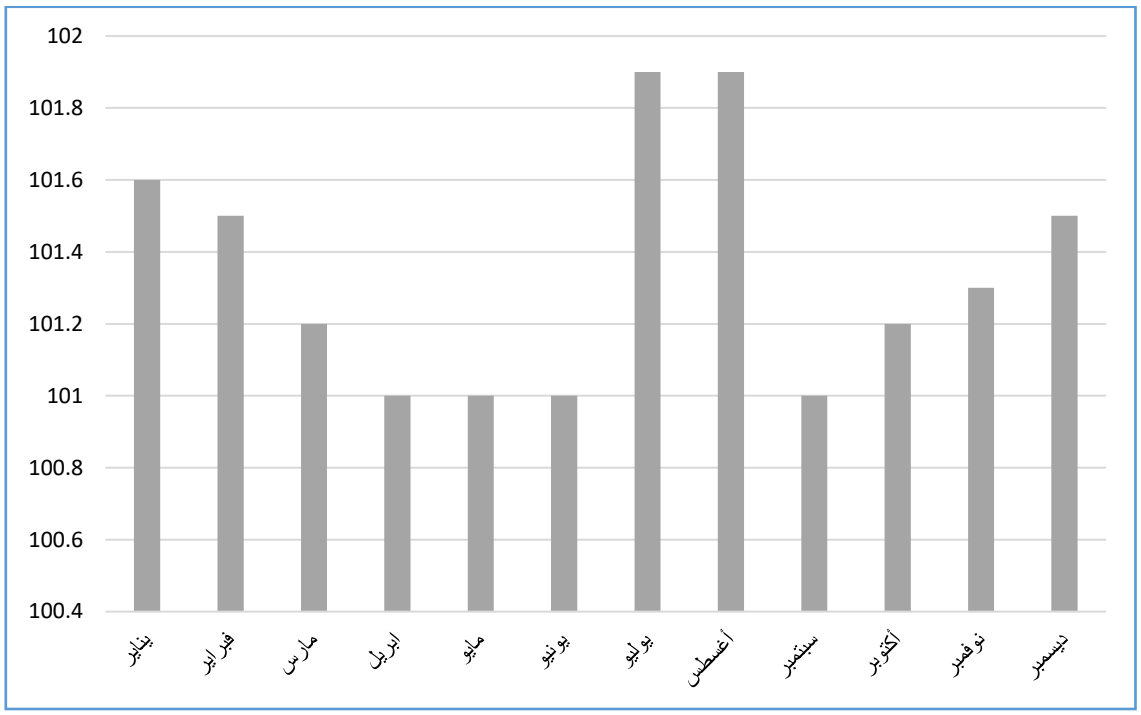
المصدر/ عمل الباحثان اعتماد على جدول (1)

شكل (4) المتوسط الشهري والسنوي لسرعة الرياح.

5- الضغط الجوي:

لا يوجد تأثير مباشر وكبير للضغط الجوي على التنوع الحيوي في سبخة تاورغاء، لكنه قد يكون مؤشرًا على الظروف الجوية في المنطقة، يتراوح بين 101.9 هيكتوباسكال في يوليو وأغسطس، و101 هيكتوباسكال في أبريل ومايو.وبهذا فقد أظهرت البيانات المناخية أن منطقة الدراسة هي بيئة قاسية بالفعل، يرجع هذا إلى ارتفاع درجات الحرارة

وندرة الأمطار، أي تغير في المناخ، خاصة زيادة درجات الحرارة أو فترات الجفاف، مما أدي إلى زيادة الضغط على الكائنات الحية في المنطقة وانخفاض كبير في التنوع الحيوي.



المصدر/ عمل الباحثان اعتماد على جدول (1)

شكل (5) المتوسط الشهري والسنوي للضغط الجوي.

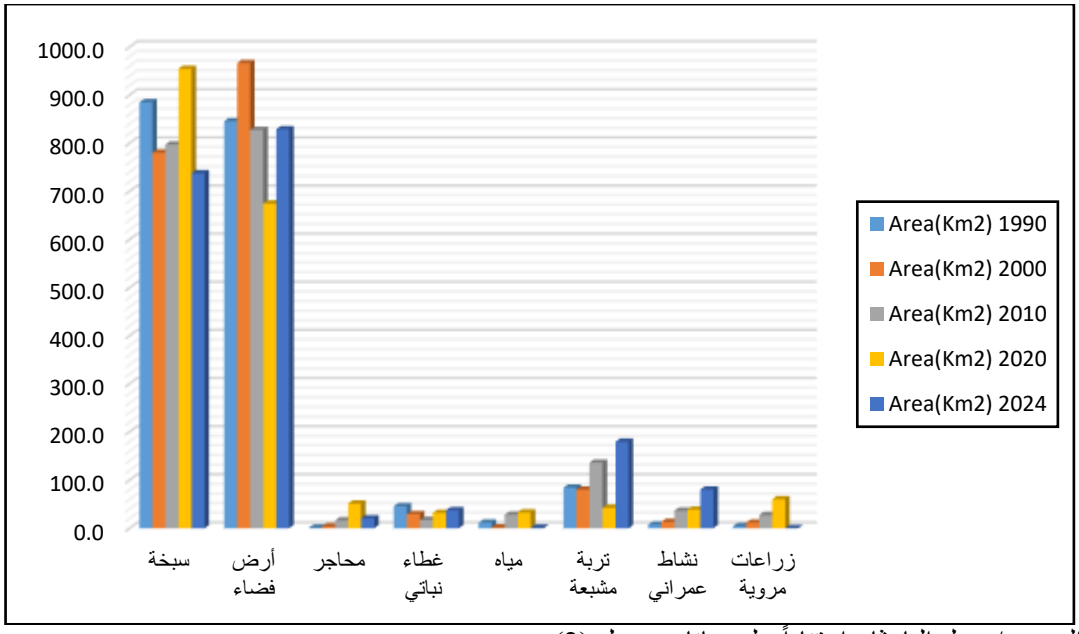
استخدامات الأراضي في سبخة تاورغاء

استنادًا إلى جدول (2) وشكل (6) والصور (4-5-6-7-8) التي توضح مساحة تصنيف منطقة الدراسة ونسبة الزيادة والنقصان لكل صنف، يمكن تحليل البيانات وتفسيرها كالتالي:

جدول (2) التغير في استخدامات الأراضي بمنطقة الدراسة خلال الفترة 1990-2024.

التصنيف	المساحة بالكيلو متر مربع					
	1990	2000	2010	2020	2024	نسبة الزيادة او النقصان
سبخة	885.1	780.4	797.2	54.57	737.363	-147.737
أرض فضاء	845.7	966.2	827.6	674.5	829.18	-0.985
محاجر	1.2	3.6	15.9	51.1	20.46	89.040
غطاء نباتي	45.8	29.2	17.1	31.8	37.22	-10.303
مسطحات مائية	11.6	1.5	28.1	32.7	1.07	-83.140
تربة مشبعة	84.5	79.9	136.1	42.4	179.68	36.022
نشاط عمراني	7.5	13.1	36.3	38.6	80.38	83.007
زراعات مروية	4.3	11.6	27.3	60.1	0.19	-91.464

المصدر/عمل الباحثان استناداً على صور الأقمار الصناعية (لأندسات 5-8) باستخدام ِ(Arc map10.8).



المصدر/ عمل الباحثان استناداً على بيانات جدول (2).

شكل (6) تصنيف مساحة منطقة الدراسة والتغير في استخدامات الأراضي سنة 2024/1990.

1- التحولات في الأراضي السبخية: -

يشير تحليل البيانات المتعلقة بمساحة سبخة تاورغاء إلى اتجاه تناقصي ملحوظ على المدى الطويل، على الرغم من وجود بعض التقلبات الطفيفة فمنذ عام 1990، حيث كانت مساحتها تبلغ 885.1 كم²، شهدت السبخة انخفاضًا مستمرًا حتى وصلت إلى 737.363 كم² في عام 2024. وقد بلغ إجمالي النقصان في المساحة خلال هذه الفترة 147.737 كم².

صورة (2) زحف مكب النفايات على الأراضي الرطبة في تاورغاء بتاريخ 19-8- 2025.

هذا التراجع يدل على أن السبخة تتعرض لضغوط بيئية وبشرية أدت إلى تقلص مساحتها، يُمكن أن تُعزى أسباب هذا الانخفاض إلى عدة عوامل، منها التغيرات المناخية التي أثرت على معدلات الهطول والتبخر، والتوسع العمراني على أطراف السبخة، واستخدام الأراضي المحيطة بها بطرق تؤثر على النظام الهيدرولوجي للسبخة كأنشاء مكب للنفيات ومخلفات المختلفة في جنوب غرب منطقة الدراسة (صورة رقم 2).

2- التحولات في الأراضي الزراعية:

يظهر الجدول انخفاضًا حادًا في مساحة الأراضي الزراعية المروية، حيث بلغت نسبة النقصان 91.464%. انخفضت المساحة من 60.1 كم² في عام 2020 إلى 0.19 كم² في عام 2024، هذا التدهور السريع قد يشير إلى عدة عوامل

منها ان سكان المنطقة قد نزحوا جماعي في سنة 2011 مما تعرضت الأراضي الزراعية انهيار تام وفقدان اغلب الأشجار والنباتات الزراعية المروية، والتحول إلى استخدامات أخري للأراضي بعد عودة الأهالي للمنطقة على حساب الأراضي الزراعية.

3- الزحف العمراني:

يُظهر الجدول زيادة كبيرة في مساحة النشاط العمراني، حيث بلغت نسبة الزيادة 83.007%، ارتفعت المساحة من 38.6 كم² في عام 2020 إلى 80.38 كم² في عام 2024، هذا يشير إلى نمو سكاني وتوسع حضري سريع، وهو ما قد يكون أحد العوامل الرئيسية وراء انخفاض مساحة الأراضي الزراعية المروية.

4- المسطحات المائية:

تظهر المسطحات المائية انخفاضًا كبيرًا بنسبة 83.140%، انخفضت المساحة من 32.7 كم² في عام 2020 إلى 1.07 كم² في عام 2024، هذا الانخفاض الحاد يدعو للقلق الشديد، وقد يكون مؤشرًا على الجفاف، أو التغيرات المناخية، أو استنزاف المياه الجوفية، وان هذا التدهور في المسطحات المائية له تبعات بيئية خطيرة، ويؤثر على التنوع البيولوجي والنظم الإيكولوجية المحلية.

5- الأراضي المشبعة بالمياه:

شهدت الأراضي المشبعة زيادة ملحوظة بنسبة 36.022%، حيث ارتفعت مساحتها من 42.4 كم² في عام 2020 إلى 179.68 كم² في عام 2024، هذه الزيادة قد تكون مرتبطة بالتغيرات في أنماط الهطول، والتخلي عن الأراضي الزراعية وتحولها إلى أراضٍ رعوية وخاصةً الفترة من (2024/2010).

6- الغطاء النباتي:

النبات هو أحد المكونات الطبيعية ويعتبر من أهم عناصر هذا النظام، ونتاج تفاعل عدة عوامل حيوية مثل الإنسان والحيوان وعوامل غير حيوية مثل الظروف المناخية الأمطار ودرجة الحرارة والإشعاع الشمسي الرياح والرطوبة النسبية والتضاريس الأرضية والتربة، والغطاء النباتي الطبيعي الذي ينمو في سبخة تاورغاء يتوقف بصورة أساسية في توزيع على المناخ وبصفة خاصة معدلات هطول الأمطار، كما أن نوع الترب السائدة في المنطقة كان لها الدور في اختلاف الأنواع النباتية أو ما يسمى بالعشائر النباتية مثل النباتات التي تنمو على الكثبان الرملية والنباتات الملحية، تخضع منطقة الدراسة لمناخ البحر المتوسط " فنجد أن النباتات السائدة بها تتثمل في حشائش بحرية مختلفة الأنواع والفصائل موجودة في شرق المنطقة قرب البحر ، وهي نباتات فصلية أو حولية وبعضها دائم الخضرة ،ومن أهمها :الأثل(Tamarix apbylla) و القرضاب (Polygonum aviculare) والعوسج (Lyceum-europaeum) و الغسول (Euphorbia Peplusl)، والأراضي المالحة تنمو فوقها نباتات تتحمل الملوحة وتختلف في كثافتها، حسب كمية الأمطار الهاطلة على طول السبخات الموجودة شرق وشمال شرق وجنوب شرق المنطقة وأهم نباتاتها الغدام (Convolvulus,supin,coss et Kral)، العليق (Stipa Iagasca)، وكذلك القطف الملحي (Arthrocuemum mactrostuchyum)تعد أشجار النخيل أهم النباتات التي تتحمل ارتفاع درجات الملوحة في هذه الأراضي.

تتمثل النباتات الطبيعية المنتشرة في غرب وشمال غرب وجنوب غرب منطقة الدراسة (صورة رقم 2)، وهي في الغالب حشائش ونباتات حولية، قد ثم إزالة معظمها لتستغل كمناطق للزراعة الدائمة " حيازات زراعية باستثناء بعض أجزاء من المنطقة التي لازالت تتغطى بهذه النباتات الطبيعية وتستغل كمناطق رعي، فنجد أهم النباتات تتمثل في: الرثم (Retama-raetametu) و السدر(Zizyphus-lotus) و الزيوان (Koeleyid-Pubescens)، و الشعال (Artemisia Compestrisl)، يوضح الجدول (3) الأسماء المحلية والعلمية للأنواع النباتية بالمنطقة، حيث تتكون الحياة النباتية في سبخة تاورغاء بعضها نباتات حولية تحيا في فصل المطر ثم تجف في فصل الجفاف ، ولكن جذوره تبقى في الأرض حتى تعاود نموها من جديد عند حلول فصل المطر التالي ، أما النوع الأخر من النباتات فهي النباتات دائمة الخضرة المعمرة (بركة،2008، ص72).

جدول (3) الأنواع النباتية في منطقة الدراسة.

الاسم المحلي	الاسم العلمي	دورة الحياة
أرجيما	Linaria hailana	حولي
الأثل	Tamarix apbylla	حولي
بهما	Staip Detorta	حولي
جلبان	Vicia-monantha	حولي
الحلفة	Stiba tenacissimdl	معمر
الحامول	Cuscuta Campestrisrunck	حولي
خبيز	Malva-parviflorl	حولي
الخرشوف	Carduus argentaus	حولي

الاسم المحلي	الاسم العلمي	دورة الحياة
رثم	Retama-raetametum	معمر
زيوان	Koeleyid-pubescens	حولي
سدر	Zizyphus-lotus	معمر
السنط الحقيقي	Acacia Satigna	معمر
الشوفان "الزمير"	Avena Sativa	حولي
شجرة الريح	Haploph yllum tubarculatum(forsk)	معمر
الشعال	Artemisia-Campestrisl	معمر
الصنوبر الحلبي	Piuns halensis	معمر
العوسج	Lyceum-europaeum	معمر
العليق	Convolvulus,Supin,coss et kral	معمر
عنصل	Asphodelus-microcarpus	معمر
الغدام	Stipa Iagasca	معمر
فلية "البابونج"	Chamomilla racutita	حولي
القرضاب	Polygomum aviculare l	حولي
القطف الملحي	Arthrocuemum mactrostuchyum	معمر
النجم	Cynodon dactylon(L) pers	معمر
الغسول	Euphorbia peplusl	حولي
الديس	Juncus acutus	حولي

المصدر/ دراسة ميدانية سنة 20-8- 2025، استنادا علي:

- كتاب الأعشاب في ليبيا، تأليف: أحمد صالح أحمد، مركز البحوث الزراعية طرابلس، الطبعة الاولي، سنة 1988.
- كتاب مصدات الرياح والاحزمة الواقية، تأليف: منير الصغير، دار الجماهيرية للنشر، مصراتة، الطبعة الاولي، سنة1986.
- رسالة ماجستير المشكلات البيئة بمنطقة تاورغاء وطرق مكافحتها، بسمة بركة،2008، ص 72.

نبات القطف الملحي

نبات القصبة

نبات الغردق **نبات الديس**

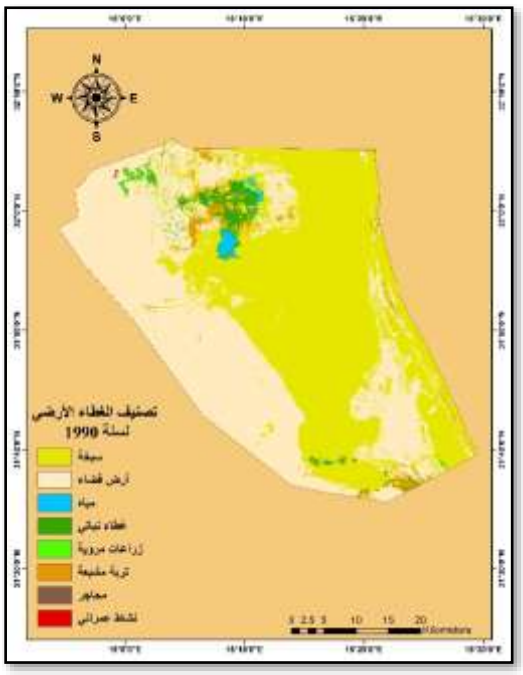
صور (3) النباتات الطبيعية في سبخة تاورغاء.

تُظهر البيانات تغيرًا ملحوظًا في مساحة الغطاء النباتي في سبخة تاورغاء على مدار العقود الثلاثة الماضية، في عام 1990 كانت مساحة الغطاء النباتي 45.8 كم²،و بحلول عام 2000، انخفضت المساحة بشكل كبير إلى 29.2 كم²، مما يشير إلى تدهور سريع في البيئة خلال هذه الفترة، واستمر هذا الانخفاض ليصل إلى أدنى مستوى له في عام 2010، حيث بلغ 17.1 كم² فقط، هذا الانخفاض الحاد يُظهر أن العوامل المؤثرة على الغطاء النباتي، مثل تغير المناخ أو الأنشطة البشرية، كانت قوية وسلبية بشكل خاص في هذه الفترة، وقد حدث فترة تعافي جزئي (2010 - 2024) منذ عام 2010، بدأت مساحة الغطاء النباتي في التعافي بشكل تدريجي ، في عام 2020، وصلت المساحة إلى 31.8 كم²، وهي زيادة ملحوظة مقارنة بعام 2010، واستمر هذا الاتجاه الإيجابي، حيث بلغت المساحة في عام 2024 الي 37.22 كم²، وبهذا فأن الغطاء النباتي في سبخة تاورغاء شهد مرحلتين متميزتين، مرحلة تدهور حاد من عام 1990 إلى عام 2010، حيث فقدت المنطقة أكثر من نصف غطائها النباتي، ومرحلة تعافٍ جزئي من عام 2010 إلى عام 2024، مما يشير إلى تحسن في الظروف البيئية أو جهود الحماية.

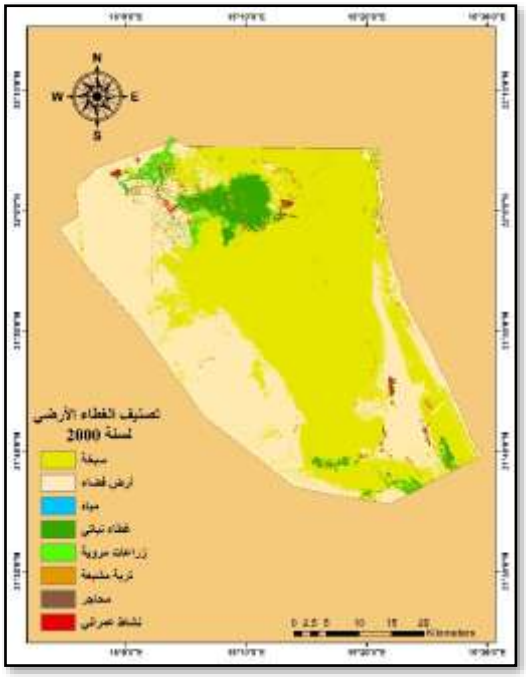
7- المحاجر:

تُظهر البيانات أن منطقة الدراسة شهدت تزايدًا هائلاً في نشاط المحاجر، وصل إلى ذروته في عام 2020، مما أدى إلى زيادة مساحة المحاجر بأكثر من 30 ضعفًا مقارنة بعام 1990، ان مرحلة التوسع السريع (1990-2020) تشير إلى ضغوط بيئية شديدة على المنطقة، مما قد يكون له آثار سلبية كبيرة على التنوع الحيوي والأراضي الرطبة، اما مرحلة التراجع (2020-2024) تشير إلى تغيير في الوضع، سواء كان ذلك بسبب قيود بيئية أو عوامل اقتصادية، ولكن المساحة الحالية للمحاجر لا تزال كبيرة جدًا مقارنة بنقطة البداية.

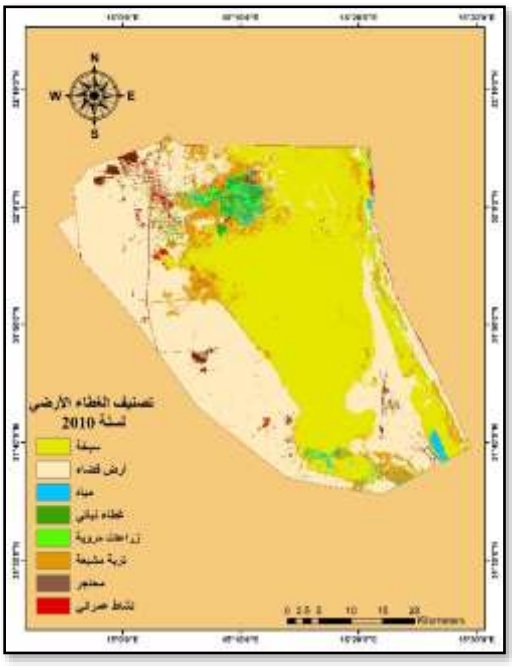
واخيراً فأن بيانات الجدول في استخدامات الأراضي بمنطقة الدراسة تحولات كبيرة خلال الفترة الزمنية بين عامي 2020 و2024، تتلخص هذه التحولات إلى تناقص الأراضي السبخية بشكل ملحوظ، ويرجع هذا التناقص إلى التغيرات المناخية والتدخل البشري، من الزحف العمراني السريع على حساب الأراضي الزراعية والمياه، وتدهور حاد في الأراضي الزراعية المروية والموارد المائية، وأيضاً زيادة في مساحات الأراضي المشبعة والمحاجر.



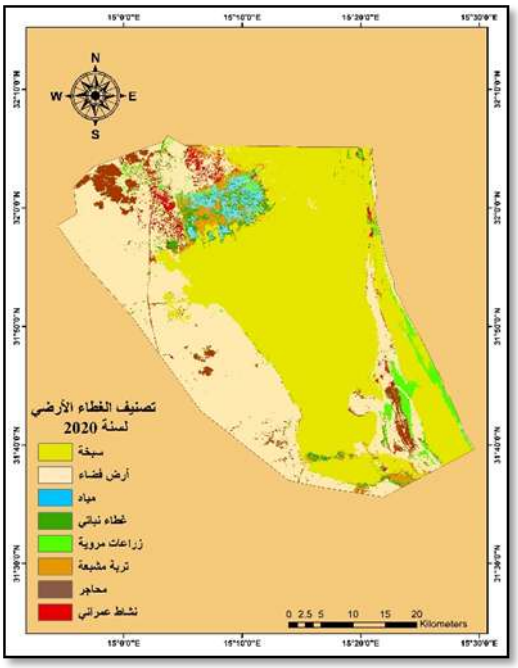
الخريطة (4) تصنيف الغطاء الاارضي سنة 1990



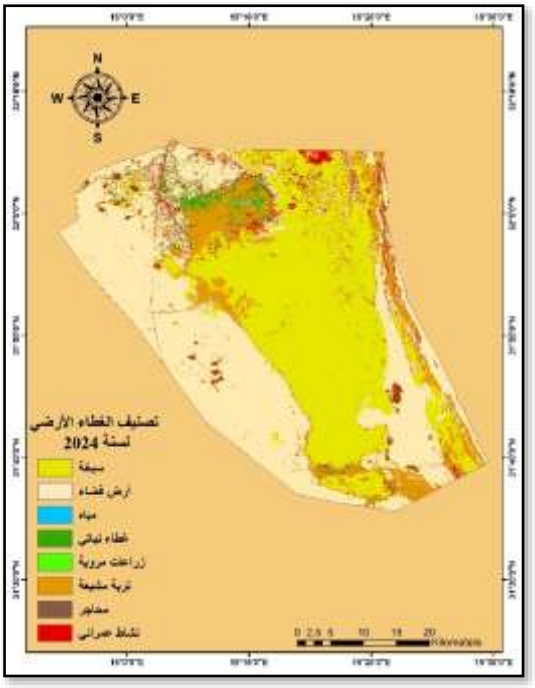
الخريطة (5) تصنيف الغطاء الاارضي سنة2000



الخريطة (6) تصنيف الغطاء الأرضي سنة2010



الخريطة (7) تصنيف الغطاء الاارضي سنة2020



الخريطة (8) تصنيف الغطاء االارضي سنة2024

الحيونات والطيور والاسماك في سبخة تاورغاء

1- الحيوانات

تعتبر الحيوانات ذات أهمية خاصة حيث كان قديما يعتمد عليها السكان في تحسين أوضاعهم المعيشية والاقتصادية والاكتفاء الذاتي ، وسكان منطقة الدراسة من المهتميين بتربية الحيوانات ذات الرعي المفتوح وخاصة الماعز والاغنام والابقار والإبل وهي الملازمة لمعيشتهم، كما يوجد بالمنطقة عدد من حيونات التوازن البيئي ومن أهمها الفصيلة المخلبية مثل الثعالب والذئاب والكلاب كما يوجد بالمنطقة عدد كبير من الزواحف مثل الثعابين والافاعي والسحالي والفأران والقنفذ والحرباء وغيرها من الزواحف، ولوحظ ايضاً بعض البرمائيات مثل الثعابين و الضفادع.

صورة (4) التقطها الباحثان (أغسطس- 2025)

2- الطيور

تعتبر المنطقة غنية بأنواع مختلفة من الطيور المقيمة والمهاجرة لما تتميز به من وفرة لغذائها بمياه العين والاسباخ المحيطة بها، وهي موقع مهم وطنياً لمجموعة من الطيور أهمها: أبو المغازل، وبلشون الماشية، والكركى الرمادي، والنحام، وابومجرف، وبط شهرمان، والصواي، خضارى، البلبول، شرمشير مخطط، الحدق، ابومجرف، وهذا الموقع ذو أهمية وطنية محتملة لأبومنجل الأسود، ومرزة البطائح(اطلس الطيور،2012). ولقد تم إجراء مسوحات شتوية لهجرة الطيور من

قبل الهيئة العامة للبيئة وبعض المنظمات الدولية ذات العلاقة خلال الفترة من (2005-2010) واتضح من الجدول (4) ان المنطقة تعتبر من اهم محطات الطيور المهاجرة أثناء رحلته حول العالم بحثاً عن الغذاء أو التعشيش.

جدول (4) الطيور المقيمة والمهاجرة في سبخة تاورغاء وعين تاورغاء

ت	اسم الطيور	الاسم العلمي
1	الوز الرمادي	Anser anser
2	بط ابوفروة	Tadorna ferruginea
3	الصواي	Anas penelope
4	خضاري	Anas platyrhynchos
5	البلبول	Anas acuta
6	شرمشير مخطط	Marmaronetta angustirostris
7	حدف شتوي	Anas crecca
8	حدف صيفي	Anas querquedula
9	ابومجرف	Anas clypeata
10	حمراوى	Aythya ferina
11	غراب الماء	Carganey
12	الواق	Ixobrychus minutus
13	البلشون الليل	Nycticorax nycticorax
14	الواق الابيض	Ardeola ralloides
15	البلشون الابيض	Egretta garzetta
16	البلشون الرمادي	Ardea cinerea
17	مالك الحزين	Ardea purpurea
18	اللقلق الابيض	Ciconia ciconia
19	ابومنجل الاسود	Plegadis falcinellus
20	أبو ملعقة	Platalea leucorodia
21	غطاس	Tachybaptus ruficollis
22	مرزة البطائح	Circus aeruginosus
23	مرعة الماء	Rallus aquaticus
24	دجاج الماء	Gallinula chloropus
25	الغرة	Fulica atra
26	الكركي الرمادي	Grus grus
27	ابومغازل	Himantopus himantopus
28	النكات	Recurvirostra avosetta
29	الكروان الجبلى	Burhinus oedicnemus
30	قطقاط مطوق	Charadrius hiaticula s
31	المدروان	Calidris alba
32	دريجة	Calidris alpina
33	طيطوى مقوس المنقار	Calidris ferruginea
34	الحجوالة	Philomachus pugnax
35	الشنقب	Lymnocryptes minimus
36	كروان الماء	Numenius arquata
37	قنيبرة الماء	Arenaria interpres
38	نورس فرفطي	Chroicocephalus genei
39	نورس اسود الراس	Chroicocephalus ridibundus
40	صياد السمك	Alcedo atthis
41	بط الشهرمان	Tadorna tadorna

المصدر/ عمل الباحثان استناداً على: اطلس الشتوي للطيور المائية في ليبيا (2005-2010)، 2012.

3- **الأسماك.**

يوجد بعين تاورغاء اسماك تعيش على المياه الحلوة مثل البلطي واسماك اخري تتغذى عليها الطيور.

نتائج تحاليل عينات المياه والتربة:

تم أجراء التحليل للمياه والتربة من عدة مواقع داخل منطقة الدراسة والتي شملت على القياس الاس الهيدروجيني للمياه ومجموعة الاملاح الذائبة والحرارة والفات الطبيعية للمياه، اما التربة فقد تم أجراء تحاليل على قياس الاملاح الذائبة الكلية ومعامل التوصيل الكهربائي والاملاح الكالسيوم والصوديوم والبوتاسيوم والاس الهيدروجيني.

وكانت نتائج التحاليل كما في الجدول التالي:-

1/ تحليل مياه عين تاورغاء

جدول (5) الخصائص الطبيعية لعين تاورغاء.

م	النوع	النتيجة
1	الطعم	جيد
2	اللون	شفاف
3	الرئحة	بدون رئحة
4	العكارة	جيد

جدول (6) الخصائص الكيميائية لعينات مياه عين تاورغاء.

رقم العينة	Ec	TDS	PH	Na	K	Ca
1	7.56	1938	6.07	8.8	3.4	8.5
2	7.41	1914	5.63	8.3	0.5	8.3
3	7.42	1890	5.92	8.4	1.2	8.4

عند درجة حرارة 29.5 وحدة القياس ppm

يوضح الجدول التالي تحاليل كيمائية لعدد ثلاث عينات مياه من عين تاورغاء وهي التوصيل الكهربائي (EC) وإجمالي الاملاح الذائبة (TDS) والاس الهيدروجيني (PH) والصوديوم (Na) والبوتاسيوم (K) والكالسيوم (Ca) تشير النتائج إلى التقارب بين قيم Ec ، TDSوالأس الهيدروجيني PH والصوديوم Na والبوتاسيوم K والكالسيومCa والتي ترتبطان ارتباطا طردي ببعضهما البعض فكلما زادت قيمة Ec زادت .TDS كما تشير النتائج إلى أن كل العينات لديها قيم مرتفعة Ec و TDS وهذا دليل على احتواء المياه على كميات كبيرة من الاملاح الذائبة. أما نتائج PH فهي تشير إلى حامضية هذه المياه لأن القيم أقل من 7. ونتائج تحليل البوتاسيوم فتشير النتائج إلى اختلاف كبير بين العينات حيث بلغ 3.4 في العينة رقم 1 و 0.5 في العينة رقم 2 و 1.2 في العينة رقم 3 وهذا دليل على وجود مصدر تلوث مؤثر على العينة 1.

صورة (5) توضح اخذ عينات المياه من عين تاورغاء الطبيعية **صورة (6)** توضح اخذ عينات التربة من منطقة الدراسة.

2/ تحليل التربة

توضح البيانات الموضحة في الجدول التالي أن كمية الأملاح الذائبة الكلية (TDS) مرتفعة جدًا، خاصة في العينة رقم 2 (29000)، تشير إلى أن هذه التربة مالحة جدًا. مما يسبب في إجهاد النباتات عن طريق سحب الماء منها (الإجهاد الأسموزي)، الذي يؤدي إلى ذبولها، وحتى موتها. أما درجة التوصيل الكهربائي (Ec) القيم المرتفعة (45.31 في العينة رقم 2) تُصنف التربة على أنها مالحة جدًا وغير مناسبة للزراعة دون معالجة.

جدول (7) نتائج التحاليل الكيميائية لعينات التربة في سبخة تاورغاء

رقم العينة	العمق	Ec	TDS	PH	Na	K	Ca
1	0-30	17.38	11120	8.07	77.7	5.5	47.6
	30-50	5.69	3640	7.85	35.3	2.6	26.5
2	0-30	45.31	29000	8.32		20.1	105.6
	30-50	22.56	14440	7.81		11	64.8
3	0-30	20.03	12820	8.34		9.3	59.4
	30-50	5.66	3620	7.74	16.6	2.1	15.5

التخفيف 1:50 وحدة القياس ppm

النتائج

1- أظهرت البيانات المناخية أن سبخة تاورغاء هي بيئة قاسية بالفعل بسبب ارتفاع درجات الحرارة وندرة الأمطار وتكرار فترات الجفاف، مما أدي إلى زيادة الضغط على الكائنات الحية في المنطقة وانخفاض كبير في التنوع الحيوي.

2- الحياة النباتية في سبخة تاورغاء بعضها نباتات حولية تحيا في فصل المطر ثم تجف في فصل الجفاف، ولكن جذورها تبقى في الأرض حتى تستعيد نموها من جديد في موسم المطر التالي، أما النوع الأخر من النباتات فهي النباتات دائمة الخضرة المعمرة.

3- تتجه مساحة سبخة تاورغاء إلى اتجاه تناقصي ملحوظ على المدى الطويل، حيث بلغت مساحتها 885.1 كم² عام 1990، ثم شهدت السبخة انخفاضًا مستمرًا حتى وصلت إلى 737.363 كم² في عام 2024، وقد بلغ إجمالي النقصان في المساحة خلال هذه الفترة 147.737 كم².

4- هناك تحولات كبيرة في استخدامات الأراضي بمنطقة الدراسة خلال الفترة الزمنية بين عامي 2020 و2024، وهذه التحولات هي تناقص الأراضي السبخية بشكل ملحوظ بسبب التغيرات المناخية والتدخل البشري.

5- اتضح من خلال هذه الدراسة أن تقنية الاستشعار عن بعد ونظم المعلومات الجغرافية لها القدرة في تعزيز نتائج الدراسات الميدانية في إنتاج خرائط دقيقة لمراقبة التغير في بيئة السبخة، لما تتميز به تقنية الاستشعار عن بعد ونظم المعلومات الجغرافية من دقة وتوفير الوقت والجهد، كما يمكن استخدامها في الإنذار المبكر للمخاطر التي قد تصيب الأراضي الرطبة.

6-إنتاج خرائط رقمية للتغيرات الحاصلة على تصنيفات الغطاء الأرضي للفترات الزمنية (1990/2000/2010/2020/2024) والتي قد تساهم في الإنذار المبكر لأي مخاطر بيئية محتملة.

7- تُظهر تحاليل العينات أن التربة في المنطقة تعاني من التملّح والقلوية الشديدة، وهذه الظروف تجعل التربة غير صالحة لبعض الأنشطة الزراعية دون معالجة.

8- من نتائج تحليل مياه عين تاورغاء الطبيعية يتضح بأن هذه المياه غير صالحة للشرب لاحتوائها على مستوى مرتفع جداً من الاملاح حيث توصي منظمة الصحة العالمية (WHO) بأن لا يتجاوز قيمة TDS مياه الشرب 500 وأن المستويات التي تزيد عن 1000 فهي غير مقبولة، وعليه فإن هذه المياه غير صالحة للشرب إلا بعد معالجتها بتقنية متقدمة مثل التناضح العكسي Reverse Osmosis، كما يمكن استعمالها للزراعة في ري المحاصيل التي تتحمل الملوحة مع مراعاة ملوحة التربة.

التوصيات

بناءً على النتائج التي توصلت إليها الدراسة، هذه بعض التوصيات الرئيسية:

1- يجب وضع خطة شاملة لإدارة الأراضي الرطبة (سبخة تاورغاء) من أجل حمايتها من التدهور البيئي، ولبد أن تتضمن هذه الخطة تدابير للحد من تأثير التغيرات المناخية والأنشطة البشرية.

2- نظرًا لتدهور التنوع الحيوي في سبخة تاورغاء، نحتاج إلى اتخاذ إجراءات فورية لحماية النباتات والحيوانات المحلية والمهاجرة ، يمكن ان يتحقق هذا من خلال إنشاء مناطق محمية داخل السبخة، ووضع برامج بزراعة نباتات متكيفة مع البيئة القاسية، وإعادة تأهيل الأنواع المهددة بالانقراض.

3- سن قوانين صارمة للحد من الأنشطة البشرية الضارة كالصيد والرعي الجائر، و ورمي المخلفات الضارة بالأراضي الرطبة ، وكذلك التوسع العمراني غير المنظم والأنشطة الصناعية كالمحاجر القريبة من سبخة تاورغاء التي ترمي مخلفاتها بها.

4- الاستفادة بشكل كامل من تقنيات الاستشعار عن بعد (RS) ونظم المعلومات الجغرافية (GIS) لرصد وتقييم التغيرات في مساحة السبخة وتصنيفات الغطاء الأرضي بشكل مستمر، هذه التقنيات توفر خرائط دقيقة وتساهم في الإنذار المبكر لأي مخاطر محتملة.

5- إنتاج خرائط رقمية سنويًا أو كل بضع سنوات بشكل دوري لمراقبة التغيرات التي تحصل في مساحة السبخة وتحديد المناطق الأكثر تأثرًا بالتدهور.

6- إنشاء قاعدة بيانات جغرافية شاملة لسبخة تاورغاء تضم جميع البيانات المناخية، ومساحات الأراضي، واستخدامات الأراضي، والتنوع الحيوي، هذه القاعدة ستسهل إجراء الدراسات المستقبلية واتخاذ القرارات المناسبة من اجل استدامة هذه الاراضي.
7- توعية السكان المحليين بأهمية سبخة تاورغاء وقيمتها البيئية، وضرورة المشاركة المجتمعية من اجل الاهتمام بها وحمايتها من التدهور، من خلال القيام بالورش العمل وحملات التوعية لتعزيز الاستدامة.

المصادر والمراجع

1- الكتيب التفسيري، 1977، لوحة القداحية، مركز البحوث الصناعية، طرابلس.
2- الكتيب التفسيري، 1975، لوحة مصراتة، مركز البحوث الصناعية، طرابلس.
3- بسمة مفتاح بركة،2008 المشكلات البيئية بمنطقة تاورغاء وطرق مكافحتها، دراسة في الجغرافية التطبيقية، رسالة ماجستير، قسم الجغرافية، كلية الآداب، جامعة قاريونس.
4- عبد العزيز الطريح شرف،1996 جغرافية ليبيا، ط3, الاسكندرية، مركز الاسكندرية للكتاب.
5- فتحي أحمد الهرام، 1997جيومرفولوجية الساحل، في كتاب الساحل الليبي، تحرير الهادي مصطفي بولقمة، سعد القزيري، منشورات مركز البحوث والاستشارات، ط1، جامعة قاريونس بنغازي.
6- فريق الهيئة العامة للبيئة، 2012، مركز الأنشطة الإقليمية للمناطق المتعددة بحماية خاصة، الاطلس الشتوي للطيور المائية في ليبيا 2005-2010، المصرف التونسي للطباعة، تونس.
6- كتاب الأعشاب في ليبيا، 1988، تأليف: أحمد صالح أحمد، مركز البحوث الزراعية طرابلس، الطبعة الاولي.
7- كتاب مصدات الرياح والاحزمة الواقية،1986، تأليف: منير الصغير، دار الجماهيرية للنشر، مصراتة، الطبعة الاولي.
8- محمود محمد صباح، صباح محمود أنور، 2001، نظم المعلومات الجغرافية، مؤسسة الرواق، عمان الأردن.
9- موقع هيئة المساحة الأمريكيةwwwearthexplorer.usgs.gov ، زيارة الموقع (11-6-2025).