LJEEST
ISSN 2710-5237
www.srcest.org.ly/jou

المجلة الليبية لعلوم وتكنولوجيا البيئة

Libyan Journal of Ecological & Environmental Sciences and Technology(LJEEST)

DOI: https://doi.org/10.63359/y94pd370

الخصائص الفيزيائية والكيميائية للمياه والتربة في جزيرة فروة ومدى وملاءمتها لاستزراع أشجار المانجروف

بدرية الحاجي * سارة موسي ضحي الضبع ضحي حمودة علي أبو عجيلة أسامة كنان

ARTICLE INFO

Vol. 8 No. 1 April, 2026.

Pages (A27- 34)

Article history:
Revised form 30 Novamber 2025
Accepted 09 January 2026

Authors affiliation
Libyan Center for Climate Change Research
bdriaalhaje@gmail.com

Keywords:
Farwa Island, Mangroves, Climatic Factors, Physicochemical Properties, GIS Correspondence

© 2026
Content on this article is an open access licensed under creative commons CC BY-NC 4.0.

الملخص

تهدف هذه الورقة الى دراسة العوامل المناخية و القيام بالتحاليل الكيميائية والفيزيائية لعينات التربة والمياه لمنطقة الدراسة ومقارنتها مع بيئة اشجار المانجروف في ساحل بحر الاحمر والخليج العربي لمعرفة مدى ملائمتها لزرعة اشجار المانجروف، كحل بالإمكان تطبيقه لحماية جزيرة فروة من مشكلة التناقص المستمر لمساحتها والتخفيف من تأكل سواحلها، ولتحقيق اهداف الدراسة تم حساب متوسط البيانات للعوامل المناخية المتمثلة في درجة الحرارة والرطوبة وقطرة الندى وسرعة الرياح وكمية الامطار من سنة 2001م الى 2021 م لجزيرة فروة ومنطقة المقارنة جزيرة الغردقة في ساحل بحر الاحمر(بيئة اشجار المانجروف) تبين وجود تقارب في العوامل المناخية للمنطقتين، حيث تم القيام بزيارة ميدانية بتاريخ 2024/8/15م الى جزيرة فرورة وأخذ عينات (التربة والمياه) من مواقع مختلفة و تم توثيق الوضع الراهن لمنطقة الدراسة من خلال أخذ الصور التي أوضحت عملية النحت البحري على الشاطئ و تدهورا في الغطاء النباتي، وكذلك تم استخدام تقنية نظم المعلومات الجغرافية *GIS* لحساب مقدار النقص لمساحة الجزيرة من سنة 1990م الى 2022م، وكان بمقدار 1.57كم^2 وهو تناقص خطير خلال 32 سنة، ومن خلال مقارنة الخواص الكيميائية و الفيزيائية لمياه وتربة جزيرة فروة مع بيئة اشجار المانجروف تبين وجود تقارب في اغلب الخواص وخصوصا مع اشجار المانجروف من نوع القرم أو الشورى الذي تنمو في التربة الرملية وهي نوع التربة السائد في جزيرة فروة، حيث كانت قيم كل من الكثافة الظاهرية و الصوديوم وبوتاسيوم والاس الهيدروجيني لتربة والمياه وايضا التوصيل الكهربائي لتربة متقاربة، كما كانت قيمة الملوحة لمياه جزيرة فروة مناسبة وفي الحدود التي تنمو فيه اشجار المانجروف بينما كان هناك اختلاف واضح في درجة التوصيل الكهربائي(EC) للمياه.

Water and Soil Physical and Chemical Characteristics of Farwa Island For Mangrove Cultivation Suitability

Badria Alhaji*[1], Sara Mousa[1], Dahi Al-Dabaa[1], Dahi Hamouda[1], Ali Abu Ajila[1], Osama Knan[1]

This study investigates climatic factors and conducts physicochemical analyses of water and soil samples from Farwa Island (Libya), comparing them with mangrove habitats in the Red Sea and Arabian Gulf to assess their suitability for mangrove cultivation. The proposed afforestation could mitigate the island's persistent coastal erosion and area loss Climatic data (temperature, humidity, dew point, wind speed, and precipitation) were averaged from 2001 to 2021 for Farwa Island and the control site (Hurghada Island, Red Sea, a known mangrove habitat). Results revealed significant climatic similarities between the two regions . Fieldwork on 15/8/2024 documented Farwa Island's current state through soil/water sampling and photographic evidence of coastal erosion and vegetation degradation. GIS analysis quantified a critical reduction in the island's area by 1.57 km² between 1990–2022 Physicochemical comparisons showed strong alignment between Farwa Island's sandy soil/water properties and those of Avicennia marina (gray mangrove) habitats, particularly in bulk density, sodium/potassium content, pH, and soil electrical conductivity. While Farwa's water salinity fell within the optimal range for mangroves, notable differences in water conductivity were observed

المقدمة

تتعرض العديد من المناطق الواقعة على سواحل الحوض البحر الأبيض المتوسط وبعض الجزر الصغيرة الزاخرة بالتنوع الاحيائي الى العديد من المخاطر نتيجة ظاهرة الإحترار العالمي، مما نتج عنه ارتفاع في متوسط مستوى سطح البحر وزيادة توتر وحدة التيارات البحرية، التي تؤدي الى حدوث فيضانات وتسبب في تآكل السواحل (Westley, Nikolaus et al. 2023)، ليبيا كدولة مطله على البحر الأبيض المتوسط تتأثر بهذه التغيرات، وتتعرض جزيرة فروة الواقعة في الشمال الغربي لليبيا إلى مشكلة النقص المستمر لمساحتها وانجراف تربتها مما يؤثر على التنوع الحيوي وعلى موائل الأحياء البحرية، حيث تقوم حالياً منظمة الليكاو *LECAO* شريكة *UNICEF Libya* مع جمعية *BESSIDA* البيئية المعنية بحماية جزيرة فروة وقسم علم الحيوان(جامعة طرابلس) بكتابة تقريراً مفصلاً عن ظاهرة انجراف تربة الجزيرة، و تم القيام بوضع مصدات رملية والتي قد لا تصمد طويلاً، يلعب الغطاء النباتي دوراً مهما في حماية الشواطئ من الأمواج القوية حيث تساعد الجذور القوية على تثبيت الرمال في مكانها بينما الأوراق والسيقان تساعد على احتجاز الرمال وتراكمها مما يشكل حاجزاً ضد الأمواج ويحافظ على شكل الساحل وحجمه مع مرور الوقت (احمد 2024)، تعد أهمية هذه الدراسة في تغطية الفجوة البحثية حيث لا يوجد دراسات سابقة في وضع الحلول القائمة على الطبيعة لحماية جزيرة فروة من انجراف التربة والنقص المستمر لمساحتها وتعزيز قدرتها على التكيف مع التغيرات المناخية حيث تم في هذه الدراسة طرح احد الحلول وهي زراعة أشجار المانجروف الساحلية، توجد غابات المانجروف في المناطق الاستوائية بين دائرتي عرض 30 درجة شمالاً وجنوبا (الحارث و البغدادي، 2017)، وتنتمي الى فصيلة *Acanthaceae* والتي تنمو في المستنقعات المالحة والسواحل الموحلة، فهي تعمل كحاجز بين البيئة البحرية والبرية و تحمي الشواطئ من الأمواج والفيضانات والأعاصير(الشابقة 2023)، و تشكل غطاءً أخضراً يضيف جمالاً طبيعياً على السواحل (خليل 2024)، تعد أشجار المانجروف من النباتات المميزة للغطاء النباتي في ساحل البحر الأحمر بمصر(G. et al. 2019)، وهامة في مواجهة التغيرات المناخية في أفريقيا (مجدي، 2022)، ويشكل هذا النظام البيئي حضانة نشطة لحوالي 4100 نوع من الكائنات الحية، كما اثبتت اشجار المانجروف قدرتها في التخلص من العديد من الملوثات التي تهدد النظم البيئية (Mosa et al. 2022)، أظهرت الدراسات وجود تبايناً في تركيب تربة المانجروف باختلاف الأعماق والموقع الجغرافي (احمد، 2024)، تهدف هذه الورقة الى دراسة العوامل المناخية وتحليل خصائص التربة والمياه الشاطئية لمنطقة الدراسة ومقارنتها ببيئة أشجار المانجروف لمعرفة مدى امكانية زراعة اشجار المانجروف في جزيرة فروة، وكما تم توضيح ظاهرة انجراف التربة ونحت الشاطئ بواسطة صور فوتوغرافية أثناء الزيارة الميدانية الى جزيرة فروة، وكذلك حساب مقدار تناقص مساحة الجزيرة خلال 32 سنة باستخدام تقنية *GIS*.

المواد والطرق:

تقع جزيرة فروة في الجزء الغربي من الساحل الليبي قرب الحدود الليبية التونسية وتبعد عن الساحل نحو 3.70 كيلومتر وعن مدينة طرابلس نحو 140 كيلومتر وعن مدينة زوارة 40 كيلومتر وطولها يتجاوز 11كيلومتر وعرض يتراوح بين 400 متر الى 700متر (البكوش 2020).

اتبع في هذه الدراسة المنهج الوصفي لوصف تدهور الوضع في الجزيرة وتوثيق ذلك بالصور من قبل الباحثين حيث تبين وجود تأثر واضح للجزيرة بمياه المد والجزر، فالجهة الغربية للجزيرة تعرضت لانجراف التربة كان ذلك واضحاً مع تدهور الغطاء النباتي ودخول المياه الشاطئية إلى منتصف الجزيرة (شكل1) حيث تناقص عرضها في أقصى حد إلى أقل من 200 متر حيث كانت الأصداف البحرية كثيرةٍ ومنتشرةٍ داخل الجزيرة (شكل2) وهناك تقدم واضح لشاطئ نحو اليابسة (شكل3)، أما الجهة الشرقية فكانت أيضا تعاني من قلة الغطاء النباتي بشكلٍ واضح مع تعرض شواطئها لعملية النحت البحري في أقصى الشرق (شكل4) و(شكل5)، كما أوضح (الشكل6) عملية انجراف التربة القريبة من المنارة الأثرية.

(شكل1) دخول المياه الشاطئية داخل الجزيرة في الجهة الغربية–المصدر: من تصوير الباحث 2024/8/15

(شكل2) صورة توضح الأصداف داخل الجزيرة–المصدر: من تصوير الباحث 8/15/ 2024

(شكل3) توضح تقدم الشط نحو اليابسة الجهة الغربية–المصدر: من تصوير الباحث15 2024/8/

(شكل4) قلة الغطاء النباتي في الجهة الشرقية للجزيرة–المصدر: من تصوير الباحث 2024/8/15

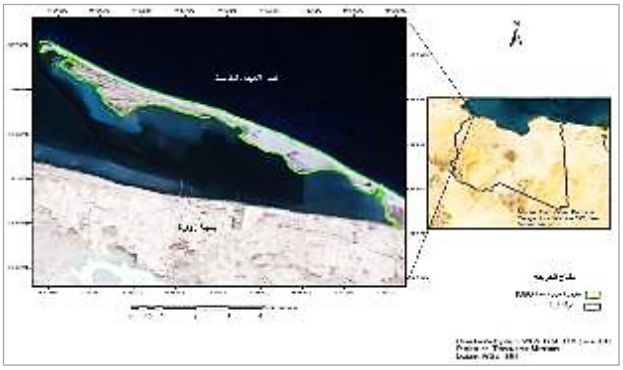
(شكل5) تدهور الغطاء النباتي–المصدر: من تصوير الباحث15 /8/ 2024

(شكل6) صورة توضح انجراف التربة المصدر: منظمة الليكاو17 /6/ 2023

تم استخدام تقنية الاستشعار عن بعد ونظم المعلومات الجغرافية لمعرفة مقدار التغير في مساحة الجزيرة من سنة 1990م الي 2022م باستخدام مرئيات فضائية من القمر الصناعي لاند سات المتحصل عليها من هيئة المساحة الجيولوجية الأميركية *USGS* ، والجدول(1) يبين بيانات المرئيات الفضائية المستخدمة في هذه الورقة. تم دمج 3 نطاقات من منطقة الأشعة المرئية visible region لتكوينً صورة طبيعية مركبة Natural color composite فالمرئية الفضائية الملتقطة بواسطة القمر لاند سات (8-OLI/TIRS) تم تجميع النطاقات الطيفية Band4 (μm0.67-0.64) وBand3(μm0.59-0.53) و Band2(μm0.51-0.45) اما المرئية الفضائية الملتقطة بواسطة القمر (TM- 5) تم تجميع النطاقات الطيفية Band3(μm0.69-0.63) وBand2(μm0.60-0.52) وBand1(μm0.52-0.45) لتكوين صورة طبيعية مركبة من خلالها تم ترسيم حدود الجزيرة عن طريق انشاء طبقتين من نوع خط واجراء عملية رقمنة Digitizing على طول ساحل الجزيرة للمرئية سنة 1990م وكذلك مرئية 2022م كما هو مبين في خريطة (1،2) كما تم تحويل الطبقتين الى طبقتين نوع مضلع لحساب مساحة الجزيرة في سنة 1990م وسنة 2022م وحساب مقدار التغير في المساحة، الخريطة(3) والجدول(2) توضح الفرق ومقدار النقص في مساحة الجزيرة بالكيلومتر مربع.

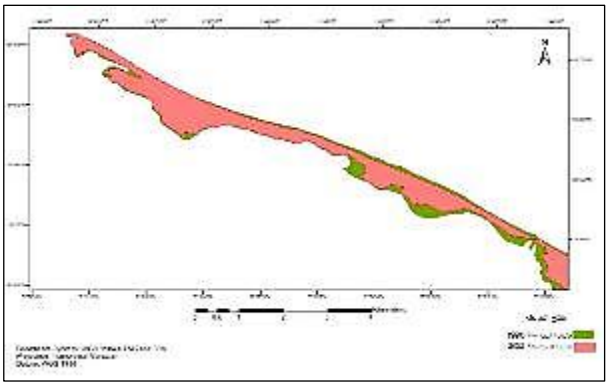
(جدول1) بيانات المرئيات الفضائية المستخدمة

القمر والمستشعر	رقم المشهد	ساعة الالتقاط	التاريخ	الدقة المكانية
Landsat 5–TM	189037	09:03:27.51	1990/7/30	30
Landsat8–OLI/TIRS	189037	09:43:43.41	2022/7/22	30



(خريطة 1) مرئية فضائية لجزيرة فروة (1990) –عمل الأستاذة / ضحى الضبع

(خريطة 2) مرئية فضائية لسنة (2022) –عمل الأستاذة ضحى الضبع



(خريطة 3) خريطة توضح الفرق بين مساحة الجزيرة سنة (2022 و1990) –عمل الأستاذة ضحى

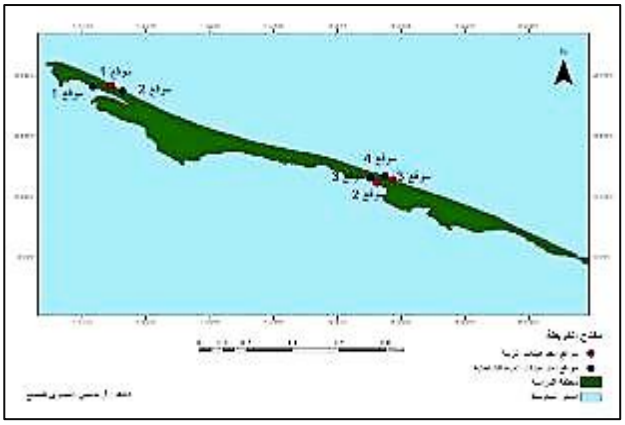
(جدول2) يوضح الفرق بين مساحة الجزيرة سنة 1990 و2022

السنة	المساحة كم2
1990	**6.97**
2022	**5.40**
الفارق	**1.57**

كما شملت الدراسة المنهج التحليلي وذلك من خلال تحليل العوامل المناخية لجزيرة فروة من حيث درجة الحرارة والرطوبة وسرعة الرياح وكمية هطول الأمطار ونقطة الندى من سنة 2001م الي 2021م تم الحصول على البيانات المناخية من وكالة ناسا الأمريكية لكل من جزيرة فروة وجزيرة الغردقة في مصر ومقارنتها مع بعض.

اما عينات التربة والمياه تم اتباع طريقة كلية الزراعة جامعة حماه لأخذ العينات حيث تم تجميع

7عينات من7مواقع، (3) عينات لتربة الشاطئية و(4) لعينات الماء، وتم تسجيل احداثيات مواقع العينات باستخدام جهاز تحديد المواقع (*GPS*)، حيث قسمت الجزيرة الى قسمين، القسم الأول جهة الغرب ومن ناحية الشمال أُخذت منها عينات سطحية وعميقة، والقسم الثاني جهة الشرق أُخذ منها عينات من ناحية الجنوب والشمال، أما عينات الماء من جهة غرب الجزيرة أخذت عينة من ناحية الشمال الغربي وعينة من ناحية الجنوب الغربي وأيضا جهة شرق الجزيرة أُخذت عينة من ناحية الشمال الشرقي وعينة من ناحية الجنوب الشرقي و قدر طول الجزيرة حوالي 11.5كم، حسب جمعية بسيدا المسؤولة على الجزيرة ونظراً لصغر مساحتها وغمر شواطئها بالماء أُخذت العينات من مواقع عشوائية من الجهتين كما في الخريطة (4)



(خريطة 4) مواقع اخد عينات التربة والمياه الشاطئية المصدر– اعتمادا على احداثيات *GPS*

وكان البدء في أخذ العينات بارتداء القفازات واستخدام *spatula* لإزالة الطبقة السطحية للتربة، حيث تم غرس المجرفة والمسطرة في التربة ودوران باتجاه عقارب الساعة وبعمق 10سم للعينات السطحية، و30سم للعينات العميقة. تراوح وزن العينة بين 0.5-1كجم وقد تم خلطها في الطبق الخاص لمجانسة التربة ثم وضعت العينات في أكياس بلاستيكية مخصصة وكتابة بيانات الجهة عليها ووضع الأكياس داخل حافظة مخصصة لحفظ التربة من العوامل الخارجية، وإعادة نفس الخطوات مع كل العينات، في الجهة الغربية وعلى بعد 2 متر من الشط أثناء الحفر و الوصول إلى عمق 60 سم خرج ماء البحر من داخل الحفرة، وهذه إحدى العوائق التي واجهتنا في أخذ العينات (شكل7).

(شكل7) يوضح تجمع المياه على عمق 60 سم–المصدر: تصوير الباحث

وأما بالنسبة لتجميع عينات الماء بعد ارتداء القفازات تم تثبيت قارورة فارغة ومعقمة بواسطة ماسك وأخذ عينة من ماء البحر في كل من الجهات وإغلاق القارورة بإحكام وتسجيل البيانات عليها، وتم قياس درجة الحرارة الفورية باستخدام جهاز *Thermometer for seawater* في يوم 2025/8/15 الساعة 12 ظهراً وبعد الانتهاء من تجميع العينات المطلوبة تم إرسالها إلى شركة الدلتا للخدمات الفنية لإجراء التحاليل الفيزيائية والكيميائية.

النتائج والمناقشة:

سيتم مقارنة نتائج هذه الدراسة (نتائج تحاليل التربة والمياه لجزيرة فروة) مع نتائج دراسة (Afefe et al., 2019) ودراسة (الفريدان، 2006) في ساحل البحر الأحمر والخليج العربي، حيث يقتصر وجود نوعان فقط من أشجار المانجروف في ساحل بحر الأحمر في مصر والسعودية النوع الأول: الشورى أو القرم *Avicennia marina* والنوع الثاني: القندل *Rhizophora mucronata* (الحارث و البغدادي، 2017).

العوامل المناخية: تتمثل العوامل المناخية في كمية هطول الأمطار و درجة الحرارة ونسبة الرطوبة وسرعة الرياح ونقطة الندى، التي تم الحصول عليها من وكالة ناسا ومن خلال برنامج *Excel* تم حساب متوسط كل منها لجزيرة فروة وجزيرة الغردقة (جزيرة في ساحل البحر الأحمر، مصر) جدول(3) وبمقارنة النتائج تبين ان:

درجة الحرارة (Temperature): أقل درجة حرارة لجزيرة فروة $3.74c^o$ بينما في جزيرة الغردقة $5.18\ c^o$ وهي درجة حرارة أقل من تحمل الشجرة ولا تسبب في موتها من المحتمل تأخر نموها وتأثر كثافتها لأنها من الأشجار التي تنمو وتزداد كثافتها مع ارتفاع في درجات الحرارة وهذا ما أشاره إليه دراسة(الفريدان، 2006)، تنمو غابات المانجروف بصورة مثلى في درجة حرارة تتراوح ما بينc^o 25.3 الى $26.3c^o$ وإذا انخفضت درجة الحرارة إلى عشرة درجات عن الدرجة المثلى لنمو الشجرة فإنه لا يحول دون نموها بل يؤثر في الكثافة والحجم(زايد، 2019)، يبلغ متوسط درجة الحرارة في جزيرة فروة $20.83c^o$ وفي الغردقة $24.17c^o$ وقد سجلت أعلى درجة حرارة في جزيرة فروة $44.11c^o$ وفي الغردقة $42.93c^o$ وهذا الاختلاف الطفيف في ارتفاع درجة الحرارة يناسب نمو أشجار المانجروف لأنها من الأشجار التي تتأقلم مع ارتفاع درجة الحرارة.

الرطوبة النسبية (Relative Humidity): متوسط درجة الرطوبة في جزيرة فروة 62.69% وفي جزيرة الغردقة 42.70% وأشجار المانجروف من الأشجار المحبة للرطوبة العالية (الفريدان، 2006).

نقطة الندى (Dew Point) : أما متوسط نقطة الندى فكانت لجزيرة فروة $12.62c^o$ وجزيرة الغردقة $8.82c^0$ وفي فروة أفضل من الغردقة لدورها في عملية غسل أوراق الشجرة من الرواسب الملحية التي تخرجها الأوراق من الغدة الملحية لتخلص من الملح الزائد.

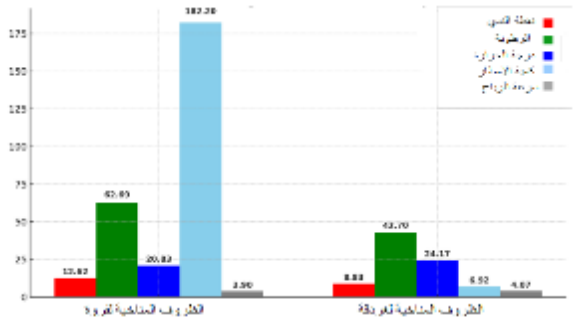
كمية الامطار (Rainfall): بلغ متوسط السنوي لكمية هطول الأمطار في جزيرة فروة 182.2ملم في حين بلغ ذروته 306ملم سنة 2017م، وأقل قيمة 52.86ملم سنة 2021م، بينما المتوسط السنوي لكمية هطول الامطار في جزيرة الغردقة 6.92ملم وبلغ ذروته 45.8ملم سنة 2016م وأقل قيمة 0.26ملم سنة 2009م، أتضح أن جزيرة فروة تتمتع بمعدل أعلى من نظرتها في الغردقة.

سرعة الرياح (Wind speed): بلغت ادنى قيمة لسرعة الرياح في جزيرة فروة 0.02م/ث بينما في جزيرة الغردقة 0.01م/ث وبلغ المتوسط السنوي لسرعة الرياح في جزيرة فروة 3.90 م/ث وفي جزيرة الغردقة 4.07م/ث بينما بلغت اقصى سرعة لرياح في جزيرة فروة 16.28م/ث وفي الغردقة 12.18م/ث، فبتالي نتائج مقارنة العوامل المناخية بين جزيرة فروة وجزيرة الغردقة متقاربة وملائمة لنمو الشجرة. كما هو مبين في الشكل (8)

(جدول3) العوامل المناخية لجزيرة فروة والغردقة من (2001م الى 2021م).

فروة					
	درجة الحرارة C°	نقطة الندى C°	الرطوبة النسبية (%)	كمية الامطار(mm)	سرعة الرياح m/s
Min	3.74	-5.27	9.75	52.86	0.02
Average	20.83	12.62	62.69	182.2	3.90
Max	44.11	27.51	100	306	16.28
غردقة					

	سرعة الرياح m/s	كمية الامطار(mm)	الرطوبة النسبية (%)	نقطة الندى C°	درجة الحرارة C°
Min	0.01	0.26	8.31	-9.88	5.18
Average	4.07	6.92	42.70	8.83	24.17
Max	12.18	45.8	100	23.8	42.93



شكل (8) مقارنة باستخدام clustered *column char*

تحاليل التربة الشاطئية: وبمقارنة نتائج تحاليل التربة الشاطئية لجزيرة فروة جدول(4، 5، 6) مع نتائج تحاليل تربة ساحل بحر الاحمر جدول(7) نجد ان:

الكربون العضوي (Organic Carbon): كانت قيمته صفر في كل من ساحل البحر الأحمر و جزيرة فروة في الجهة الشرقية والغربية.

المادة العضوية (Organic Matter): كانت النسبة في جزيرة فروة صفر، وانخفاض محتوى التربة من المادة العضوية مؤشر على التدهور الكيميائي للتربة (محمد و السعيدي، 2020).

الكثافة الظاهرية (Bulk Density): في جزيرة فروة كانت قيمتها 1.20g/cm^3 و 1.10 g/cm^3 في الموقع الاول للعينات العميقة والسطحية على التوالي بينما 1.50g/cm^3 في الموقع الثاني و 1.40 g/cm^3 في الموقع الثالث، أما ساحل البحر الأحمر كانت كثافة التربة التي تعيش فيها أشجار *A.marina* 1.24 g/cm^3 و . *R mucronate* 1.16g/cm^3 وهي متقاربة جداً خصوصاً مع كثافة تربة الموقع الاول (شكل9).

قوام التربة(Soil texture): تشير النتائج التحاليل إلى أن التربة في جزيرة فروة يغلب عليها القوام الرملي حيث كانت نسبة الرمل في جميع المواقع 96% بينما لم تتجاوز نسب مكونات الطين والطمي 4% في جميع العينات المدروسة مما يجعلها ذات المحتوى المنخفض من المواد الدقيقة، وبالمقارنة مع تربة ساحل البحر الاحمر التي تتسم بارتفاع محتواها من الطين بنسبة 36% لشجرة *Avicennia marina* و39% لشجرة *mucronata* *Rhizophora* بينما نسبة الرمل في بيئة أشجار *Avicennia marina* حوالي 38% وفي بيئة أشجار *Rhizophora mucronata* حوالي 34% كما موضح في(شكل9،10)، يمكن القول أن تربة جزيرة فروة هيا تربة رملية أو رملية طميه خفيفة على حسب تصنيف مثلث التربة الامريكي، حيث انها ذات نفاذية عالية وقابلية ضعيفة للاحتفاظ بالرطوبة، مما يجعلها أقل ملائمة لنمو الانواع النباتية المحبة لرطوبة كأشجار *Rhizophora mucronata* وملائمة جدا للأنواع الاكثر تحملا مثل أشجار من نوع *Avicennia marina* التي أثبتت الدراسات أنها تنمو بشكل أفضل في التربة الرملية (الفريدان، 2006).

الاس الهيدروجيني (pH): بلغت قيمة الاس الهيدروجيني لجزيرة فروة في الموقع الاول 9.61 للعينة التربة العميقة بينما 9.23 للعينة السطحية أما في الموقع الثاني كانت قيمته 9.85 بينما 9.95 للموقع الثالث و في ساحل بحر الاحمر في البيئة التي تعيش فيها أشجار *A.marina* كانت قيمة الاس الهيدروجيني 7.89 وفي تربة الاشجار من نوع *R.mucronate* كانت 7.93 كما في (شكل9) ويرجع السبب في انخفاض الاس الهيدروجيني في جزيرة فروة الى قلة المادة العضوية كما جاء في (محمد و السعيدي،2020)

الصوديوم (Sodium): في الموقع الاول لجزيرة فروة كانت قيمته 2640 mg/kg و 4.17 mg/kg للعينات العميقة والسطحية على التوالي بينما بلغ 2300 mg/kg في الموقع الثاني و2100 mg/kg في الموقع الثالث، أما في ساحل البحر الأحمر فقد بلغت قيمة الصوديوم بنسبة لأشجار *A. marina* حوالي3277.5 mg/kg بينما *R. mucronata* حوالي 4751.8 mg/kg وتُظهر هذه القيم أنها متقاربة وتقع ضمن نفس المدى، مما يشير إلى عدم وجود فارق كبيرة قد تؤثر على نمو الأشجار، كما هو موضح في (شكل 10).

البوتاسيوم (Potassium): أظهرت النتائج أن تركيز البوتاسيوم يختلف باختلاف المواقع الجغرافية، في جزيرة فروة كانت قيمته 497 mg/kg و 650 mg/kg للموقع الاول للعينات العميقة والسطحية على التوالي بينما في الموقع الثاني بلغ 774mg/kg والموقع الثالث بلغ 730 mg/kg حيث اوضحت هذه النتائج ان قيمة البوتاسيوم اكثر في الجهة الشرقية المتمثلة في الموقع الثاني والثالث مقارنة بالجهة الغربية المتمثلة في الموقع الاول، أما في ساحل البحر الأحمر فقد كانت قيم البوتاسيوم في تربة أشجار *Avicennia marina* حوالي74.29 mg/kg وفي تربة أشجار *Rhizophora mucronata* حوالي 109.48 mg/kg، وتُعد قيم البوتاسيوم في جزيرة فروة مرتفعة نسبيًا، ويُعزى ذلك إلى قلة الغطاء النباتي مما يقلل من استهلاك البوتاسيوم من التربة وتكمن أهمية هذا العنصر في دوره الحيوي للنباتات، حيث يُستخدم في تكوين البروتينات، ويؤدي نقصه إلى اختلالات في عمليات أساسية كالتنفس والبناء الضوئي (ديفلين، 2011). في المقابل فإن انخفاض تركيز البوتاسيوم في تربة ساحل البحر الأحمر قد يكون نتيجة استهلاك أيونات البوتاسيوم من قِبل غابات المانجروف والنباتات الأخرى، على عكس جزيرة فروة التي تعاني من قلة النباتات والاشجار الشكل (10).

التوصيل الكهربائي (EC): سجلت قياسات التوصيل الكهربائي في جزيرة فروة تفاوتًا طفيفًا بين المواقع المختلفة، ففي الموقع الاول كانت قيمته في العينة العميقة 1.96 µS/m بينما 2.35 µS/m. في العينة السطحية وفي الموقع الثاني بلغت القيمة 1.83 µS/m و 2.33 µS/m للموقع الثالث أما في ساحل البحر الأحمر فقد سجلت التربة في بيئة أشجار *Avicennia marina* توصيلًا كهربائيًا قدره 2.79 µS/m بينما سجلت في بيئة *Rhizophora mucronata* قيمة أعلى بلغت 4.03 µS/m. ويُشير ارتفاع الإيصالية الكهربائية إلى زيادة ملوحة التربة، وهو ما يُعرف بالتملح الشديد (محمد وآخرون، 2017).

الفسفور(P): أظهرت نتائج ان قيمة الفسفور في تربة جزيرة فروة للموقع الاول 1120 mg/kg للعينة العميقة و 1260 mg/kg للعينة السطحية بينما في الموقع الثاني كانت قيمته 1000 mg/kg وفي الموقع الثالث سجلت أعلى تركيز 1300 mg/kg، ويُعد الفسفور عنصرًا أساسيًا في دعم النمو السليم للنباتات، كما يؤثر بشكل مباشر في العمليات الحيوية للنبات (ديفلين، 2011).

النيتروجين (N): أظهرت نتائج تحليل النيتروجين الكلي في التربة جزيرة فروة نسبًا متقاربة في كل من المواقع في الجهة الغربية والشرقية حيث كانت نسبته 0.40% في الموقع الاول للعينة العميقة بينما 0.37% للعينة السطحية و0.40% للموقع الثاني والثالث، وتُعد هذه النسب منخفضة إلى متوسطة، حيث أن النيتروجين يُعد عنصرًا حيويًا كونه يدخل في تركيب البروتينات ويؤثر على نمو النباتات ووظائفها الأساسية (ديفلين، 2011).

(جدول4) الموقع (1) غرب الجزيرة (الجهة الشمالية) ق "1 '42 °11 ش "23 '7 °33

العينات	PH	EC µs/m	H2O %	Na mg/kg	K mg/kg	P mg/kg	
شاطئية عميقة	9.61	1.96	-	2640	497	1120	
شاطئية	9.23	2.35	-	4.17	650	1260	

سطحية							
العينات	N %	OM %	OC %	D g/cm3	Sand %	Clay %	Silt %
شاطئية عميقة	0.4	0	0	1.20	96.68	1.20	2.12
شاطئية سطحية	0.37	0	0	1.10	96.42	2.21	1.36

(جدول5) الموقع(2) شرق الجزيرة (الجهة الجنوبية) ق "28 '45 °11 ش"3.1 '6 °33

العينات	PH	EC µs/m	H_2O %	Na mg/kg	K mg/kg	P mg/kg	
شاطئية	9.85	1.83	-	2300	774	1000	
العينات	N %	OM %	OC %	D g/cm³	Sand %	Clay %	Silt %
شاطئية	0.40	0	0	1.50	96.32	3.68	2.45

(جدول6) الموقع (3) شرق الجزيرة (جهة الشمال) ق "39 '45 °11 ش 4.6' "6 °33

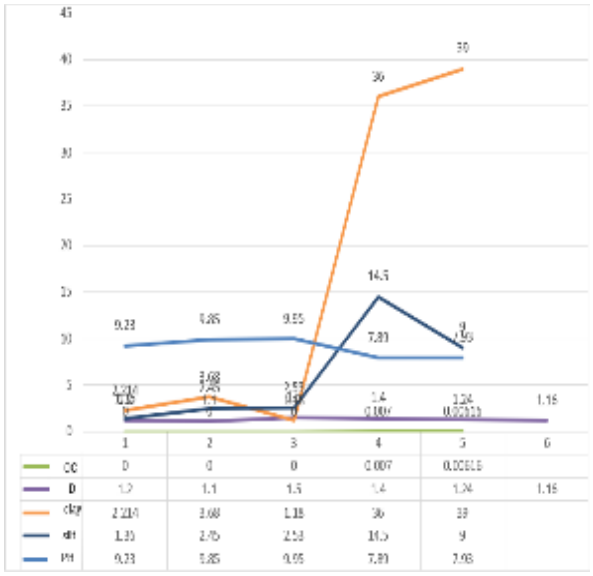
العينات	PH	EC µs/m	H_2O %	Na mg/kg	K mg/kg	P mg/kg	
شاطئية	9.95	2.33	-	2100	730	1300	
العينات	N %	OM %	OC %	D g/cm³	Sand %	Clay %	Silt %
شاطئية	0.40	0	0	1.40	96.29	1.18	2.53

(جدول7) تحاليل الفيزيائية لتربة الساحل بحر الاحمر (Afefe et al., 2019).

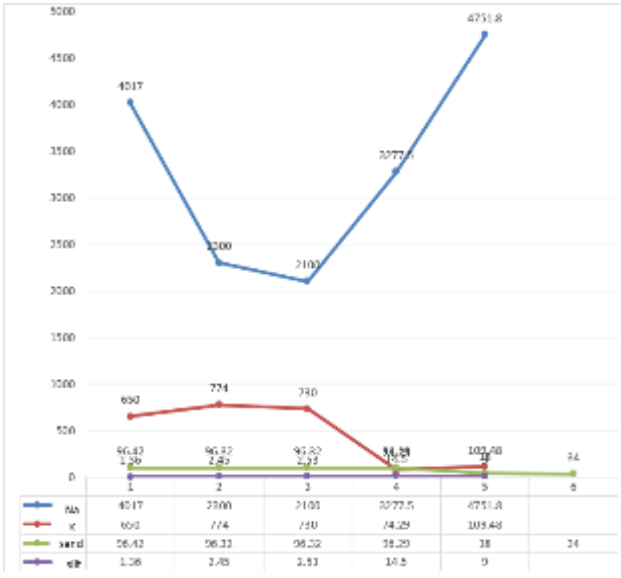
	K mg/kg	Na mg/kg	Ec µs/m	PH	*Charaoter*
	74.29	3277.5	2.79	7.89	*A.marina*
	109.48	4751.8	4.03	7.93	*R . mucronate*
Silt %	**Clay %**	**Sand %**	**D g/cm³**	**OC %**	***Charaoter***
14.5	36	38	1.24	0.01	*A.marina*
9	39	34	1.16	0.01	*R . mucronate*

المياه الشـاطئية: وبالاطلاع على نتائج تحاليل مياه جزيرة فروة في جدول (8، 9، 10، 11) ومقارنتها مع نتائج تحاليل مياه الخليج العربي جدول(12) نجد ان:

درجة الحرار(Temperature): تتحمل أشـجار المانجوف درجات حرارة مياه تتراوح بين°C 15 إلى °C 30 ولا تستطيع العيش في المياه التي تصل إلى درجات التجمد (أحمد، 2024)، وقد أظهرت القياسـات الفورية التي أُجريت في شـهر أغسـطس في جزيرة فروة أن درجة حرارة المياه بلغت في الموقع الاول °C 30.9 بينما في الموقع الثاني °C30.3 للعينات السـطحية والعميقة و°C 31.9 للموقع الثالث و°C 31.1 للموقع الرابع، وعند مقارنة هذه النتائج مع نتائج مياه الخليج العربي، تبيّن أن أعلى درجة حرارة سُـجلت كانت في منطقة سـلوى وبلغت°C 33.9 بينما كانت أدنى درجة حرارة في منطقة الخفجي وبلغت °C 27.8، كما هو موضـح في الشـكل (11)، وبذلك فإن درجة حرارة المياه في جزيرة فروة قريبة من درجة حرارة المياه في بيئة أشجار المانجروف.



شكل(9) المقارنة باستخدام برنامج ***clustered column chart with stacked line***



شكل(10) المقارنة باستخدام برنامج ***clustered column chart with stacked line***

الأس الهيدروجيني (pH): أظهرت نتائج قياس الأس الهيدروجيني لمياه جزيرة فروة أن المياه تتسـم بالقلوية في مختلف الجهات، في الموقع الاول بلغت قيمة الأس الهيدروجيني 8.26 بينما بلغت في الموقع الثاني 8.32 للعينة سـطحية و 8.18 للعينة العميقة أما بنسـبة للموقع الثالث والرابع بلغت 8.58 و8.40 على التوالي، وبالمقارنة مع مياه الخليج العربي فقد سُجلت أعلى قيمة للأس الهيدروجيني في منطقة سلوى وبلغت 8.8 في حين كانت أدنى قيمة في منطقة الخفجي وبلغت 8.3 كما هو موضح في الشكل (12)، وتشير هذه البيانات إلى أن كلًا من مياه جزيرة فروة ومياه الخليج العربي تتصف بالقلوية وهي بيئة مناسبة لنمو أشجار المانجروف.

التوصيل الكهربائي (Electrical Conductivity): أظهرت نتائج قياس التوصيل الكهربائي لمياه جزيرة فروة وجود فارق بين الجهات المختلفة، في الموقع الاول كانت قيمة التوصـيل الكهربائي 65.37 S/m أما في الموقع الثاني بنسـبة للعينة السـطحية 63.36 S/m وبلغت في العينة العميقة 54.29 S/m بينما في الموقع الثالث 64.72 S/m وفي

الموقع الرابع 65.29 S/m، وعند مقارنة هذه القيم مع مياه الخليج العربي تبين أن أعلى قيمة لتوصيل الكهربائي سُجل في منطقة سلوى بقيمة 45.7 S/m وأقل قيمة سُجلت في منطقة الخفجي بلغت 41.4 S/m كما هو موضح في الشكل (13)، ومن خلال هذه المقارنة يتضح أن مياه جزيرة فروة تحتوي على نسب أعلى من الأملاح الذائبة مما يرفع من قيمة التوصيل الكهربائي، وربما يُفسَّر انخفاض التوصيل الكهربائي في مياه الخليج بوجود غابات المانجروف التي تستهلك وتمتص الاملاح الذائبة في الماء مما يؤدي إلى انخفاض الإيصالية.

الملوحة (Salinity): تُعد أشجار المانجروف من النباتات الملحية التي تستطيع العيش في المياه المالحة، ولكن في مدى معين لا يتجاوز درجة الملوحة الشديدة، حيث أظهرت الدراسات أن الحد الأقصى للملوحة في بيئة أشجار المانجروف هو 90 g/l بينما تنمو بشكل افضل في ملوحة تتراوح بين 5 g/l إلى 75 g/l (أحمد، 2024)، وقد أظهرت النتائج أن ملوحة المياه في جزيرة فروة تتراوح بين هذه القيم العليا، حيث بلغت في الموقع الاول 84.5 g/l للمياه السطحية و72.4 g/l للمياه العميقة بينما في الموقع الثاني وصلت إلى 87.2 g/l وفي الموقع الثالث 87.1 g/l بينما في الموقع الرابع 86.3 g/l وبما أن هذه القيم لم تتجاوز الحد الأقصى لقدرة تحمل أشجار المانجروف فإن ذلك يشير إلى إمكانية نمو هذه الأشجار في بيئة جزيرة فروة، مع الأخذ في الاعتبار أن الملوحة العالية قد تؤثر على معدل النمو أشجار المانجروف مقارنة بالظروف المثلى.

(جدول8) موقع(1) غرب الجزيرة (الجهة الجنوبية) ق"46.4 '41 °11 ش"22 '7 °33

العينات	*PH*	EC s/m	*Temperature* C°
شاطئية	8.26	65.37	30.9

(جدول9) الموقع(2) غرب الجزيرة (الجهة الشمالية) ق"13 '42 °11 ش"15.2 '7 °33

العينات	*PH*	EC s/m	*Temperature* C°
شاطئية سطحية	8.32	63.357	30.3
شاطئية عميقة	8.18	54.285	30.3

(جدول10) الموقع (3) شرق الجزيرة (جهة الجنوب) ق"20 '45 °11 ش"5.9 '6 °33

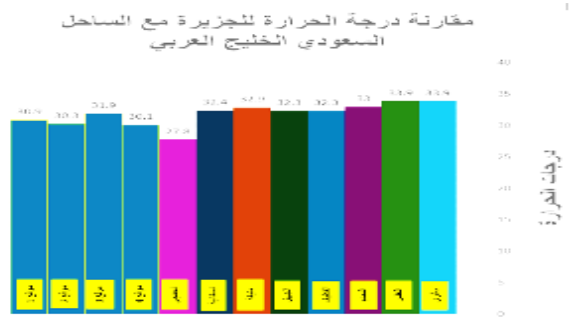
العينات	*PH*	EC s/m	*Temperature* C°
شاطئية سطحية	8.58	64.72	31.9

(جدول11) الموقع (4) شرق الجزيرة الجهة الشمالية) ق"30 '45 °11 ش"8.9 '6 °33

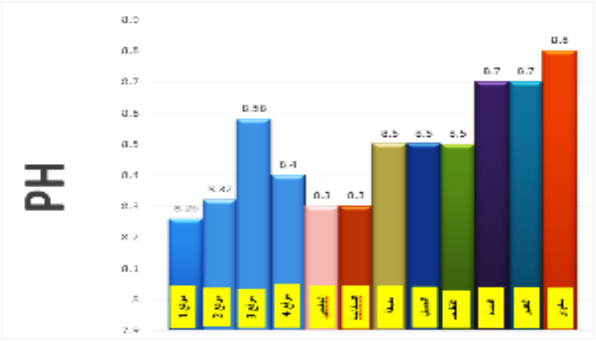
العينات	*PH*	EC s/m	*Temperature* C°
شاطئية سطحية	8.40	65.29	30.1

(جدول12) تحاليل الماء لساحل السعودي للخليج العربي(الفريدان، 2006)

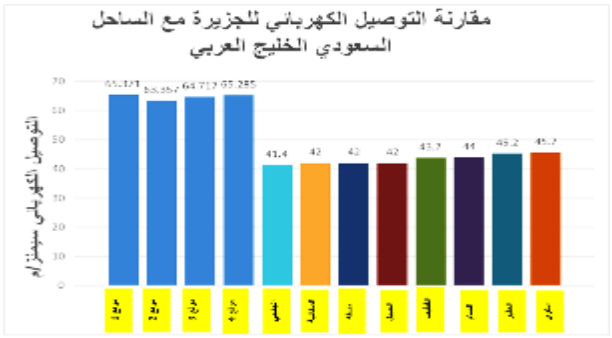
الموقع	*PH*	EC s/m	*Temperature* (Co)
الخفجي	8.3	41.4	**27.8**
السفانية	8.3	42.0	**28.0**
منيفة	8.5	42.0	**32.4**
الجبيل	8.5	42.0	**32.9**
القطيف	8.5	43.7	**32.3**
الدمام	8.7	44.0	**32.3**
العقير	8.7	45.2	**33.0**
سلوى	8.8	45.7	**33.9**



شكل (11) باستخدام clustered *column char*



شكل (12) مقارنة الأس الهيدروجيني لمياه فروة والخليج العربي باستخدام *clustered column char*



شكل (13) مقارنة التوصيل الكهربائي لمياه فروة والخليج العربي باستخدام *clustered column char*

الخلاصة

تؤثر غابات المانجروف تأثيراً ايجابياً كبيراً على البيئة مقارنةً بتأثيرها السلبي الذي لا يذكر. ويعد امكانية زراعتها في بيئة غير بيئتها أمراً من الممكن حدوثه الا أنه يحتاج للعديد من الدراسات ومنها ما قدم في هذه الدراسة حيث استنتج أن العوامل المناخية بين بيئة غابات المانجروف وموقع الدراسة (جزيرة فروة) من حيث درجة الحرارة وسرعة الرياح ونسبة هطول الأمطار ونقطة الندى والرطوبة النسبية متقاربة جداً، وأن امكانية نجاح زراعتها تتأثر بدرجة الأولى على العوامل المناخية ، ومن خلال تحليل الخصائص الكيميائية والفزيائية للتربة جزيرة فروة تبين قلة احتوائها للمواد العضوية وهذا دليل على قلة الغطاء النباتي و التنوع البيولوجي وبالتالي التدهور الكيميائي للتربة ، وقد أظهرت النتائج ان كثافة تربة التي يعيش فيها نوعين من أشجار المانجروف الموجود في ساحل البحر الأحمر الشورى و القندل قريبة من كثافة تربة موقع الدراسة (جزيرة فروة) التي تبين أنها تربة رملية وهيا تناسب أشجار الشورى الذي ينمو بشكل أفضل في التربة الرملية ، وحيث استنتج أيضا ان كل من الأس الهيدروجيني و صوديوم والبوتاسيوم وقيمة التوصيل الكهربائي للتربة جزيرة فروة وتربة ساحل البحر الأحمر متقاربة ، وأن درجة الحرارة والأس الهيدروجيني ودرجة الملوحة لمياه المنطقتين متقاربة جداً بينما كانت نتائج التوصيل الكهربائي لمياه جزيرة فروة أعلى قيمة من التوصيل الكهربائي لمياه ساحل بحر الأحمر، بما أن نتائج جل العناصر في هذه الدراسة

كانت قريبة من بيئة الشجرة يتبين أن من الممكن أن تنمو أشجار المانجروف في جزيرة فروة مع ذلك يجب القيام بالعديد من الدراسات الأخرى لبيئة جزيرة فروة وبيئة أشجار المانجروف لتقييم مدى نجاح زراعتها.

التوصيات

1ـــ أ همية زراعة أشجار المانجروف حول ساحل جزيرة فروة لتخفيف من نقص المستمر لمساحتها ولزيادة التنوع الحيوي للجزيرة.

2. مشاركة وزارة الزراعة و البيئة والسياحة في زراعة غابات المانجروف.

3ـــ عمل أبحاث ودراسات حول أكثر النباتات تأقلما مع بيئة جزيرة فروة لزيادة الغطاء النباتي والمحافظة على التنوع الحيوي.

4ـــ الحاجة الى اجراء المزيد من البحوث التجريبية حول الخصائص الفيزيائية والكيميائية لتربة وماء المناطق الساحلية في ليبيا لملائمتها مع بيئة أشجار المانجروف.

5ـــ زراعة أشجار المانجروف تعد كخطة وطنية لتخفيف من حدة الكوارث الطبيعية للمناطق الساحلية خاصة المنخفضة.

الشكر وتقدير

كل الشكر والامتنان الى كل من ساهم في اتمام هذه الدراسة المهندس: عبدالله احمد عمر، دكتور: على بن طالب ، أ. يوسف خليفة ، أ. مفتاح الصيد أ.حسين بحري، سعاد محمد صهيب، خلود فوزي صيد، شركة الدلتا للخدمات الفنية للمهندسة ضحي الطاهر حمودة .

المراجع:

احمد، بهاء. 2024. تقييم إمكانية توطين أشجار المانغروف في الساحل السوري كإجراء تكيفي مع التغيرات المناخية. مشروع ماجستير،الإدارة المتكاملة للموارد الطبيعية، الجامعة الافتراضية السورية،86.

البكوش، و. (2020). فروة جزيرة الأحلام الليبية ... الجزيرة تغرق والمحاولات الذاتية لإنقاذها تفشل، فمن المسؤول؟ [Interview]. https://febp.ly/فروة-جزيرة-الأحلام-الليبية-الجزيرة-ت

الحارث،عواطف الشريف و محمود ابراهيم البغدادي. 2017. الإدارة البيئية المستدامة لغابات المانجروف على جانبي البحر الأحمربالسعودية ومصر. مجلة بحوث الشرق الأوسط 5 (42): 457-500. https://doi.org/10.21608/mercj.2017.76865

الشابقة، عنود. 2023. كل ما تحتاج معرفته عن زراعة شجرة المانجروف. مجلة الزراعة. Accessed: Aug.10, 2025. [Online]. Available: https://planting.mawdoo3.com//p/كل-ما-تحتاج-معرفته-عن-زراعة-شجرة-المانجروف

الفريدان، محمد بن عبد الوهاب. 2006. دراسة مجتمعات المانجروف بالساحل الشرقي للمملكة العربية السعودية *Assiut University Bulletin for Environmental Researches* 9(1):1-13. https://doi.org/10.21608/auber.2006.150255

خليل، خليل محمد خليل. 2024. استدامة المانجروف كأحد موائل الكربون الأزرق بجمهورية مصر العربية. مجلة المجمع العلمي المصري 99 (99): 289-328. https://doi.org/10.21608/jfnile.2024.262854.1055

ديفلين، فرانسيس هـ ويدام روبرت م. 2011. فسيولوجية النبات. ترجمة محمد محمود شرفي، عبد الهادي خضر، على سعد الدين سلامة و نادية كامل. الطبعة العربية الثالثة. الدار العربية للنشر والتوبع،894.

زايد،أحمد. 2019. جيومورفولوجية مستنقعات المانجروف على ساحل البحر الأحمر في مصر جنوب رأس جمسة. مدرس الجيومورفولوجيا بكلية الآداب – جامعة أسيوط 73 (7): 11 - 59.

مجدي، شيماء. 2022. أشجار المانجروف حصن مصر الأخضر للتكيف مع التغيرات المناخية. https://www.elbalad.news/5477606.

محمد، عائشة رمضان ومحمد على السعيدي. 2020. الخصائص الفزيائية والكيميائية للتربة والمياه لمنطقة السبخة بتراغن،جنوب غرب ليبيا. مجلةالمختار للعلوم 35 (1): 59-https://doi.org/10.54172/mjsc.v35i1.63.46

محمد، عائشة رمضان،عبد السلام محمدالمثناني ومحمدعلى السعيدي. 2017. تملح الترب الزراعية كأحد إشكاليات التنمية بمنطقة وادي الشاطئ. مجلة علوم البحار والتقنيات البيئية 3 (1): 14-34. https://doi.org/10.59743/jmset.v3i1.102

Afefe, A. A., S Abbas, M., Sh Soliman, A., A Khedr, A.-H., & E Hatab, E.-B. (2019). Physical and chemical characteristics of mangrove soil under marine influence. A case study on the Mangrove Forests at Egyptian African Red Sea Coast. Egyptian Journal of Aquatic Biology and Fisheries, 23(3), 385-399. https://doi.org/10.21608/ejabf.2019.47451

Mosa, A., Selim, E.-M .M., El-Kadi, S. M., Khedr, A. A., Elnaggar, A. A., Hefny, W. A., Abdelhamid, A. S., El Kenawy, A. M., El-Naggar, A., & Wang, H. (2022). Ecotoxicological assestment of toxic elements contamination in mangrove ecosystem along the Red Sea coast, Egypt. Marine Pollution Bulletin, 176, 113446. https://doi.org/10.1016/j.marpolbul.2022.113446

Westley, K., Nikolaus, J., Emrage, A., Flemming, N., & Cooper, A. (2023). The impact of coastal erosion on the archaeology of the Cyrenaican coast of Eastern Libya. PLoS One, 18(4), e0283703. https://doi.org/10.1371/journal.pone.0283703

G., A.-R., Agamy, E., Foud, M., M, U., & Ghiet, A. E. (2019). Widespread Of Trichogramma Eggparasitoids Among Mangrove Forests, Avicennia Marina. Egyptian J. Desert Res(69), 165-173 .