مجلة الريادة للبحوث والأنشطة العلمية
Al-Riyadah Journal For Researches And Scientific Activities
العدد الحادي عشر
مارس March 2025
المجلد الثاني

# استشراف الأثر البيئي لإعادة تأهيل السبخات الساحلية الليبية: دراسة توقعية

د. محمد نصر أمحمد بن نصر
جامعة الزنتان
mohamed.bnnaser@uoz.edu.ly

**المستخلص**

تعد السبخات الساحلية نظمًا بيئية حيوية ذات أهمية كبيرة لأنها تعمل كحواجز طبيعية تحمي السواحل من التآكل وارتفاع منسوب سطح البحر والعواصف، كما توفر موائل غنية ومتنوعة تدعم التنوع الإحيائي بالإضافة إلى ذلك تلعب دورًا فعالًا في تحسين جودة المياه عن طريق امتصاص الملوثات وتخزين كميات كبيرة من الكربون، مما يساهم في التخفيف من آثار تغير المناخ. لذلك هدفت الدراسة إلى تقييم حالة السبخات الساحلية الليبية، وتحديد الضغوط المؤثرة عليها، وتقييم إمكانية ترميمها (إعادة تأهيلها) من خلال تحليل الآثار البيئية المحتملة لمشاريع إعادة تأهيل السبخات الساحلية في ليبيا، مع التركيز على استراتيجيات الترميم البيئي واستدامة الموارد الطبيعية، تعتمد الدراسة على منهجية تحليل السيناريوهات التوقيعية من خلال تقييم التغيرات في التوازن البيئي، وجودة المياه الجوفية، والتنوع الحيوي قبل وبعد عمليات التأهيل. وقد أظهرت نتائج هذه الدراسة أنه من المتوقع أن يطرا تحسن كبير في بيئة السبخات الساحلية بعد إعادة تأهيلها وذلك فيما يلي: زيادة وتعزيز التنوع الإحيائي، تحسين الخصائص الفيزيائية والكيميائية للتربة من خلال: زيادة المحتوى العضوي – تحسين التهوية – تعديل درجة الحموضة والملوحة.

**الكلمات المفتاحية: السبخات الساحلية، إعادة التأهيل، الأثر البيئي، التنوع الاحيائي، تغير المناخ.**

**Abstract:**

Coastal sabkhas are vital ecosystems of great importance because they act as natural barriers that protect coasts from erosion, sea level rise, and storms. They also provide rich and diverse habitats that support biodiversity. Additionally, they play an effective role in improving water quality by absorbing pollutants and storing large amounts of carbon, thus contributing to mitigating the effects of climate change. Therefore, this study aimed to assess the condition of Libyan coastal sabkhas, identify the pressures affecting them, and evaluate their restoration potential by analyzing the potential environmental impacts of coastal sabkha restoration projects in Libya, with a focus on environmental restoration strategies and natural resource sustainability. The study relies on a scenario analysis methodology that evaluates changes in

ecological balance, groundwater quality, and biodiversity before and after rehabilitation operations. The results of this study showed that significant improvements in the coastal sabkha environment are expected after their rehabilitation, including: increasing and enhancing biodiversity; improving the physical and chemical properties of the soil through: increasing organic content, improving aeration, and adjusting pH and salinity.

**Keywords:** Coastal Salt Marshes, Rehabilitation, Environmental Impact, Biodiversity, Climate Change.

## 1. المقدمـة:

تعد المستنقعات الملحية أو ما يعرف بالسبخات، أنظمة بيئية حيوية، حيث تقدم خدمات أساسية للمجتمعات الساحلية، مثل: احتجاز الكربون، الحماية الساحلية، تخفيف حدة الأمواج، الإثراء الغذائي للمياه، توفير موائل للعديد من الكائنات الحية، وعلى الرغم من تغطيتها لأقل من 1% من سطح الأرض إلا أن قيمتها البيئية والاقتصادية مرتفعة بشكل ملحوظ (Janine et al., 2021, p.1) وتواجه هذه الأنظمة تهديدات متزايدة، من حيث: الضغوط البشرية المتمثلة في (انخفاض تدفق المياه العذبة، تغيير استخدام الأراضي، التلوث). والمخاطر الطبيعية مثل(العواصف، الفيضانات، ارتفاع مستوى سطح البحر).

وتشير التقديرات إلى فقدان وتدهور أنظمة السبخات بمعدل 1–2% سنويًا منذ منتصف القرن العشرين (Duarte et al., 2008, p.234)، مع توقعات بتسارع هذه الخسائر في المستقبل القريب لذلك أصبح الترميم البيئي او إعادة التأهيل لهذه السبخات ضرورة ملحة، في ظل أساليب الإدارة الحالية الغير كافية للحفاظ على هذه الأنظمة، مما يستدعي الحاجة إلى ترميم المناطق المتدهورة، ويعد "عقد الأمم المتحدة للترميم البيئي" (2021–2030) خطوة مهمة نحو تعزيز جهود الترميم (إعادة التأهيل) حيث يشمل إعادة التأهيل مجموعة من الأنشطة، تبدأ بتقليل الآثار السلبية، وصولًا إلى إعادة تأهيل الأنظمة البيئية.، وتتطلب معالجة الآثار المتنوعة على السبخات اعتماد مقاربات خاصة بكل موقع، مع التركيز على الضغوط الشائعة مثل القيود المدية والتوسع العمراني والرعي الجائر (United Nations Decade on Ecosystem Restoration 2021–2030).

شهدت السنوات الأخيرة اهتمام وتحول في إدارة السبخات الملحية، من الاستغلال إلى إعادة التأهيل والمحافظة على خدمات النظام البيئي، حيث شهدت إدارة السبخات الملحية تحولًا ملحوظا

مدفوعًا بتزايد الوعي بأهميتها البيئية وقدرتها على توفير خدمات نظام بيئي متعددة، تاريخيًا اتسمت إدارة هذه النظم بالتركيز على استصلاح الأراضي والاستغلال، إلا أن التوجه الحالي يتجه نحو الحماية والترميم، وذلك استنادًا إلى القيمة البيئية والاقتصادية الجوهرية لهذه النظم. وتساهم إعادة التأهيل البيئي في الحفاظ على المستنقعات الملحية، نظرًا لقدرتها على تقديم خدمات متنوعة، بما في ذلك عزل الكربون (الكربون الأزرق) بمعدلات فعالة لقرون، مما يساهم في التخفيف من آثار تغير المناخ، كذلك بالإضافة إلى ذلك، تعد هذه النظم موائل حضانة للعديد من الأنواع البحرية، وتدعم مصايد الأسماك، وتساهم في الأمن الغذائي وسبل العيش كما تلعب دورًا هامًا في تقليل أضرار الفيضانات الساحلية.

**2.مشكلة الدراسة:**

تكمن مشكلة الدراسة في السؤال الرئيسي الآتي:

**ما مدى الأثر البيئي المتوقع لإعادة تأهيل السبخات الساحلية الليبية، في ظل التدهور البيئي، والتغيرات المناخية، والنقص المعرفي في هذا المجال؟** ويتفرع عن هذا السؤال عدة اسئلة فرعية، تشمل:

1. ما أبرز مظاهر تدهور النظم البيئية في السبخات الساحلية، وما تأثير ذلك على التنوع الحيوي والخدمات الإيكولوجية التي تقدمها؟
2. كيف يسهم تغير المناخ في زيادة تدهور السبخات الساحلية، خاصة من خلال ارتفاع منسوب سطح البحر وفقدان قدراتها على عزل الكربون؟
3. ما الفجوات المعرفية الحالية في تقييم الأثر البيئي لإعادة التأهيل، وكيف يمكن ردمها عبر الدراسات والتحاليل البيئية؟
4. ما مدى قابلية السبخات الساحلية الليبية للتأهيل البيئي في ضوء خصائصها الجيومورفولوجية وارهاصات التدخل البشري؟

**3. أهمية الدراسة:**

تكمن أهمية الدراسة في:

1. تسلط الضوء على إحدى البيئات الهشة والمهملة في ليبيا، وهي السبخات الساحلية والتي لا تحظى بالاهتمام الكافي رغم أهميتها البيئية العالية.
2. توفر إطار علمي استشرافي لدراسة أثر إعادة التأهيل البيئي لهذه السبخات، في ظل نقص في الدراسات المحلية السابقة التي تناولت هذا الملف بشكل متكامل.

3. ابراز الدور البيئي الحيوي للسبخات، مثل تخزين الكربون، وتثبيت السواحل، وتنقية المياه، واحتضان التنوع الحيوي، خاصة للطيور المهاجرة والكائنات الملحية.
4. تساهم في تعزيز السياسات البيئية الوطنية، من خلال نتائج يمكن استخدامها لوضع خطط تأهيل بيئي مستدامة ومتكاملة في مناطق السبخات المتدهورة
5. تتماشى مع التوجهات البيئية العالمية، خصوصاً مع أهداف "عقد الأمم المتحدة لإعادة تأهيل النظم البيئية (2021–2030)"، وتدعم التزامات الدولة الليبية في اتفاقيات المناخ والحد من انبعاثات الغازات المسببة للاحتباس الحراري.
6. تدعم التكامل بين المعرفة العلمية وصناعة القرار، بتقديم توصيات عملية قابلة للتنفيذ، تأخذ في الاعتبار الخصوصية البيئية والاجتماعية للمنطقة الساحلية الليبية.

**4.أهداف الدراسة:**

تهدف هذه الدراسة إلى تقييم الأثر البيئي المتوقع لإعادة تأهيل السبخات الساحلية الليبية، وذلك من خلال تحقيق الأهداف التالية:

1. **تقييم الوضع الحالي:** وذلك من خلال: تحديد وتقييم حالة السبخات من حيث التنوع البيولوجي والوظائف البيئية والخدمات التي تقدمها، وتقييم الضغوط والعوامل المؤثرة على تدهور السبخات.
2. **تقييم الأثر البيئي:** والذي يتم خلال تحليل وتقييم الأثر البيئي لإعادة التأهيل، وتقييم الفوائد البيئية المحتملة لإعادة التأهيل.
3. **تطوير استراتيجيات إعادة التأهيل:** من خلال تطوير استراتيجيات فعالة لإعادة تأهيل السبخات وتقييم أفضل الممارسات لإعادة التأهيل.
4. **تقديم توصيات عملية:** بناءً على نتائج الدارسة نستطيع تقديم توصيات عملية لصناع القرار والجهات المعنية، وتحديد وتقييم الاحتياجات من الموارد والقدرات لتنفيذ استراتيجيات إعادة التأهيل.

**5. خطة الدراسة:**

تعتمد الدراسة في منهجيتها على خطة بحثية متكاملة تقوم على التحليل البيئي الاستشرافي، وتتوزع محاورها كما يلي:

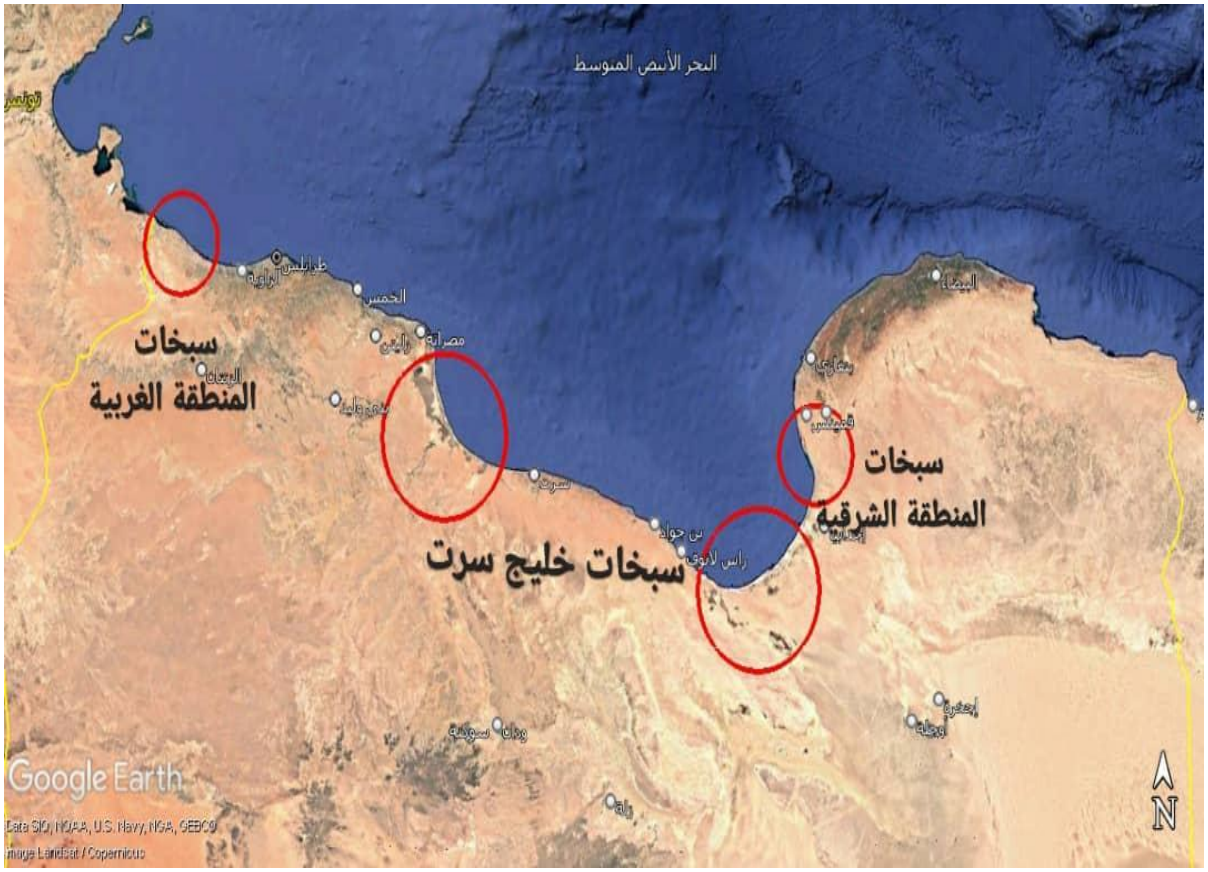
1. **وصف وتشخيص الوضع الحالي للسبخات الساحلية الليبية**، من خلال جمع وتحليل بيانات ميدانية ومصادر علمية موثقة، بهدف تقييم الخصائص البيئية، والضغوط البشرية والطبيعية المؤثرة.
2. **تحليل الأثر البيئي المتوقع لعمليات إعادة التأهيل**، من خلال مقارنة الوضع قبل وبعد التدخلات البيئية، باستخدام أدوات تقييم علمية كالمؤشرات البيئية.
3. **اقتراح حلول مستدامة وتقنيات ترميم بيئي مناسبة** لطبيعة السبخات الساحلية الليبية، تراعي الخصائص الجيومورفولوجية، والأنواع النباتية، والحيوانية، والأنشطة البشرية المحيطة.
4. **الخروج بتوصيات تطبيقية موجهة لصناع القرار**، تستند إلى نتائج الدراسة.

**6. منطقة الدراسة:**

تنتشر السبخات الساحلية على طول الساحل الليبي وتختلف في حجمها وأهميتها البيئية، ومن أبرز السبخات الساحلية وأماكن توزيعها الجغرافي الآتي:

1. **سبخات المنطقة الشرقية:** وأشهرها سبخة (الكوز) التي تقع في شمال مدينة بنغازي وتعتبر من أهم الأمثلة على البحيرات النموذجية المتوسطية، وتتميز بتنوعها البيولوجي الغني، ويوجد العديد من السبخات الأخرى التي تنتشر في المنطقة مثل سبخات (دريانا – عين الزيانة – توكره – بومريم – قاريونس – اللثامة – قاريونس – الزويتينة – كركورة – سيدي الحمري – الشويرب – الشام – طالب).
2. **سبخات السهل الساحلي لمنطقة خليج سرت:** تنتشر في منطقة خليج سرت، ووسط ليبيا ومن أشهرها سبخات (تاورغاء – قصر أحمد – الهيشة – العوينات – بويرات الحسون – سوف الجين – مراح –الابيب – الحنيوة – سلطان – بي الكبير) وتعد سبخات: بويرات الحسون وسبخة تاورغاء وقصر أحمد، من أكبر سبخات المنطقة، حيث تتميز بتنوعها الجيومرفولوجي، وتلعب دورًا مهم في النظام البيئي الساحلي.
3. **سبخات الساحل الغربي:** تمتد على طول الساحل الغربي الليبي، من مدينة الخمس إلى الحدود التونسية وتقع أهم السبخات وأكبرها من منطقة زواغة إلى منطقة بوكماش عند الحد التونسي ومن أشهر سبخاتها ( سبخة تليل – المطرد – العلالقة – البريقة – سبخة شرق زوارة وسبخة غرب زوارة – سبخة المقطن – سبخة سمدن – سبخة ابونومة – سبخة الجدر – وسبخة الأبيض)

وتعد سبخة البريقة أكبر سبخات المنطقة حيث يبلغ طولها حوالي 30كم ويبلغ متوسط عرضها 4.2كم، بمساحة تقدر بـ 120كم$^2$ وتمتد داخل الحدود التونسية (قريرة و زايد، 2017، ص. 242). وبالإضافة إلى هذه السبخات توجد العديد من السبخات الصغيرة والمتفرقة المنتشرة على طول الساحل الليبي. والشكل رقم 1 يوضح التوزيع الجغرافي لأهم السبخات الساحلية الليبية.




**الشكل 1:** يوضح التوزيع الجغرافي لأهم السبخات الساحلية

**7. منهجية الدارسة:**

عند دراسة الأثر البيئي لإعادة تأهيل السبخات الساحلية الليبية، يمكن تطبيق مجموعة من المناهج العلمية المتكاملة، حيث يخدم كل منهج هدفًا محددًا في عملية التقييم، ومن أبرز المناهج العلمية التي تم استخدامها:

**1.المنهج الوصفي (Descriptive Method):** حيث يهدف إلى وصف الحالة الراهنة للسبخات الساحلية قبل وأثناء وبعد عملية إعادة التأهيل بشكل تفصيلي ودقيق، ويستخدم لوصف الخصائص

البيئية المختلفة، مثل أنواع الغطاء النباتي وتوزيعه، وتنوع الكائنات الحية والخصائص الفيزيائية والكيميائية للمياه والتربة، والخصائص الهيدرولوجية، يتم كل ذلك من خلال جمع البيانات النوعية والكمية.

**2.المنهج الارتباطي (Correlational Method):** يهدف إلى تحديد العلاقات والارتباطات بين المتغيرات البيئية المختلفة وعملية إعادة التأهيل، حيث يمكن استخدامه لدراسة العلاقة بين شدة التلوث ونجاح استعادة أنواع نباتية معينة، أو العلاقة بين التغيرات في منسوب المياه وتنوع الطيور.

**8. الدراسات السابقة:**

يوجد بعض الدراسات التي تناولت جوانب مهمة في السبخات الساحلية الليبية وفي إعادة تأهيل السبخات بصورة عامة ومن أهم هذه الدراسات الآتي:

**1.نشأة وتكون السبخات الساحلية شمال غرب ليبيا.** (قريرة و زايد، 2017)

تتناول الدراسة نشأة وتكوّن السبخات الساحلية شمال غرب ليبيا، مع التركيز على العوامل الجيومرفولوجية والجيولوجية المؤثرة في تكوينها، اعتمدت الدراسة على تحليل التغيرات في مستوى سطح البحر والترسبات البحرية وتأثيرها على تطور المنخفضات الملحية وقد خلصت الدراسة إلى أن السبخات الساحلية شمال غرب ليبيا نشأت نتيجة تفاعل معقد بين التغيرات في مستوى سطح البحر، الترسبات البحرية، والعمليات الجيومرفولوجية، وأكدت أن العوامل المناخية والتكونية لعبت دورًا رئيسيًا في تكوينها، مع تأثير واضح لعمليات التبخر والملوحة في تشكيل خصائصها البيئية.

**2.مراقبة وتقييم التغيرات البيئية في المناطق الرطبة الساحلية (سبخة قصر احمد) باستخدام نظم المعلومات الجغرافية وتطبيقات الاستشعار عن بعد.** (معتوق وأخرون، 2022).

وقد ركزت هذه الدراسة على التغيرات البيئية التي طرأت على سبخة قصر أحمد من جرأ النشاط البشري وخلصت الدراسة إلى أن مساحة السبخة قد تقلصت في الفترة من 1973م الى 2022م من حوالي 342.9 كم$^2$ الى 234.7 كم$^2$، بسبب النشاط البشري مثل الرديم والتجريف والبناء واستخدام أجزاء من السبخة كمكب للنفايات.

**3. أثر السبخات الساحلية على الأنشطة البشرية بمنطقة الزويتينة– ليبيا.** (القبائلي، 2018)

تتمحور هذه الدراسة حول ظاهرة السبخات وأثرها على الأنشطة البشرية من خلال تعرض هذه الأنشطة لأثر التجوية الملحية الناتج عن كثرة استعمالات الأراضي السبخية لرخص أسعارها،

وامتدادها الشريطي على طول المنطقة، فضلاً عن إهمال الأساليب الفنية المناسبة في اغلب الإنشاءات المختلفة مما أدى ذلك الى العديد من المشكلات التي تتعرض لها هذه الأنشطة.

**4. سبخات السهل الساحلي بمنطقة سرت – ليبيا: دراسة جيومرفولوجية.** (محمد، 2021)

تناولت هذه الدراسة الخصائص الجيومرفولوجية لسبخات منطقة سرت، كالقشرة الملحية، البرك الملحية، التنهدات الملحية، المضلعات الملحية، والتجعدات الملحية، وأشارت إلى إمكانية الاستفادة منها في مجالات مثل الرعي والزراعة واستخلاص الأملاح، خاصة في سبختي سلطان والوشكة .

**5. السبخات الساحلية دراسة بيئية لسبخة دريانه – سهل بنغازي – ليبيا** (الحنفي و أغا، 2011)

ركزت الدراسة التي أجريت على سبخة دريانا في ليبيا على مصادر المياه، وتكوين التربة، والتنوع البيولوجي، وخلصت الدراسة إلى أن الإدارة الفعالة ضرورية للحفاظ على البيئة والتراث الثقافي في المنطقة الساحلية.

## 9. الطرق والأدوات

اتبعت الدراسة الخطوات والطرق التالية للحصول على النتائج:

### 9.1. تقييم الوضع الحالي

تعد هذه الخطوة من أهم الخطوات لمعرفة وتشخيص وتقييم الوضع الحالي للسبخات الساحلية من خلال:

#### 9.1.1. تحديد وتقييم حالة السبخات الساحلية الليبية من حيث الغطاء النباتي، التنوع البيولوجي، والوظائف البيئية، والخدمات التي تقدمها.

وأن السبخات الساحلية هي أنظمة بيئية هشة تلعب دورًا مهم في تحقيق التوازن البيئي، تتأثر هذه النظم بالعوامل المناخية والأنشطة البشرية، التي توثر على الحياة النباتية والتنوع البيولوجي بها والذي بدوره يؤثر على الوظائف البيئية وعلى الخدمات التي تقدمها:

**1. الغطاء النباتي:** تتميز السبخات الساحلية الليبية بتنوعها النباتي الفريد، حيث تتكيف النباتات مع الظروف المالحة والقاسية، ويتكون الغطاء النباتي من مجموعة من النباتات المختلفة (الحنفي و اغا، 2011، ص. 71)، والتي يمكننا تصنيفها كالاتي:

- **النباتات الطبية:** مثل السعد والقرنفل البحري، والتي تستخدم في الطب الشعبي لعلاج العديد من الأمراض.

- **النباتات العطرية:** مثل الرمرام والزعتر البري، والتي تستخدم في صناعة العطور والزيوت العطرية.
- **النباتات الصالحة للأكل:** مثل السلق البحري والسبانخ البري، والتي تستخدم في الطهي.
- **النباتات المقاومة للملوحة:** مثل الطرفة (Tamarix spp) والرمرام، والتي تلعب دورًا مهم في تثبيت التربة ومنع تآكلها.

ويختلف الغطاء النباتي من حيث الكثافة ونوع النباتات الملحية من سبخة إلى أخرى على طول الساحل الليبي كما هو موضح في الجدول رقم 1.

**الجدول 1: الغطاء النباتي وأشهر النباتات الملحية في اهم السبخات الساحلية الليبية**

| ت | اسم السبخة | الموقع الجغرافي | نوع الغطاء النباتي السائد | النباتات الملحية الشائعة (مع الإشارة المحتملة للأجناس) | ملاحظات |
|---|---|---|---|---|---|
| 1 | سبخة الكوز | شمال مدينة بنغازي | نباتات ملحية منخفضة النمو، أعشاب حولية مقاومة للملوحة | *Salicornia europaea* (ساليكورنيا أوروبية)، *Arthrocnemum macrostachyum* (أرثرونيموم كبير السنابل)، *Suaeda vera* (سويدا حقيقية)، أنواع من جنس *Halocnemum* (هالوسنيموم) وأيضاً الرمث، الثليث، الريسول، البلبال، العنصل والزهيرة. | الغطاء النباتي في تناقص بسبب تأثر التلوث الحضري والزراعي القريب |
| 2 | سبخة قصر أحمد | شرق مدينة مصراتة | تنوع نباتي متوسط، شجيرات ملحية متفرقة، أعشاب معمرة مقاومة للملوحة | *Atriplex halimus* (رغل ملحي)، *Tamarix africana* (طرفاء أفريقية)، *Juncus maritimus* (أسل بحري)، أنواع من جنس *Limonium* (ليمونيوم) | تقلص رقعة السبخة باستمرار بسبب أعمال الردم والأنشطة البشرية المختلفة مما أدى إلى تضرر الغطاء النباتي |
| 3 | سبخات منطقة سرت (سبخات متعددة) | امتداد واسع على طول ساحل خليج سرت، من مدينة اجدابيا شرقاً إلى مدينة مصراتة غرباً | تباين كبير في الغطاء النباتي حسب درجة الملوحة وتوفر المياه الجوفية، نباتات ملحية قزمية وشجيريه | *Arthrocaulon macrostachyum* (مرادف محتمل لـ *Arthrocnemum macrostachyum*), *Halostachys belangeriana* (هالوستاشيس بيلانجيريانا)، أنواع من جنس *Sporobolus* (سبوروبولوس) | أقل السبخات تأثرا بالنشاط البشري |
| 4 | سبخات الساحل الغربي | غرب ليبيا، وبالقرب من الحدود التونسية | غطاء نباتي كثيف نسبيًا في بعض المناطق، نباتات عصارية ملحية، أعشاب قصيرة | *Sarcocornia fruticosa* (ساركوكورنيا شجيرية)، *Halopeplis amplexicaulis* (هالوبيبليس ملتف الساق)، *Phragmites australis* (قصب أسترالي) في المناطق الأقل ملوحة | الأنشطة البشرية والتوسع العمراني الاخذ في الأزدياد يهددان الغطاء النباتي |

**المصدر**: الباحث بالاعتماد على معلومات الدراسات السابقة

بناءً على الجدول 1: يظهر الغطاء النباتي في السبخات الساحلية الليبية تباينًا ملحوظا في التكوين والتوزيع والغطاء اعتمادًا على عدة عوامل إيكولوجية محلية، بما في ذلك درجة الملوحة، ونظام الهيدرولوجيا (تدفق المياه العذبة والجوفية)، ونوع التربة، ودرجة التعرض للمد والجزر، بالإضافة إلى التأثيرات البشرية المختلفة، وتعتبر الفصيلة الرمرامية (Chenopodiaceae) من بين الفصائل

النباتية الأكثر تمثيلاً في السبخات الليبية، حيث تضم أجناسًا مثل ساليكورنيا (Salicornia) و أرثرونيموم و (Arthrocnemum) و سويدا (Suaeda) و هالوكليموم (Halocnemum) و ساركوكورنيا (Sarcocornia) و هالوبيليس (Halopeplis). تتميز نباتات هذه الأجناس بقدرتها العالية على تحمل الملوحة من خلال آليات مختلفة مثل استبعاد الأملاح على مستوى الجذور، وإفراز الأملاح عبر الأوراق، وتخزين الأملاح في الأنسجة المتخصصة، على سبيل المثال يعد نبات السليكورنيا الأوروبية (Salicornia europaea) من النباتات العشبية العصارية الشائعة التي تتكيف بشكل جيد مع التربة المالحة، بينما يظهر الأرثرونيموم كبير السنابل (Arthrocnemum macrostachyum) نموًا أكثر شجيرية ويوجد غالبًا في مناطق ذات ملوحة مرتفعة.

وإلى جانب الفصيلة الرمرامية، تلعب فصائل أخرى دورًا مهم في تكوين الغطاء النباتي للسبخات الليبية حيث يعتبر **الرغل** الملحي (Atriplex halimus) شجيرة ملحية منتشرة يمكن أن تتحمل مدى واسع من الظروف الملحية، كما يمكن العثور على أنواع من الطرفاء (Tamarix africana) من الفصيلة الطرفاوية (Tamaricaceae) في المناطق الانتقالية بين السبخات والأراضي الأكثر جفافًا، حيث تظهر قدرة على إفراز الأملاح.

وفي المناطق ذات الملوحة الأقل أو التي تتأثر بتدفق المياه العذبة قد تظهر أنواع أخرى مثل الأسل البحري(Juncus maritimus) من الفصيلة الأسلية (Juncaceae) والقصب الأسترالي (Phragmites australis) من الفصيلة النجيلية .(Poaceae) هذه النباتات تعتبر غالبًا من المتحملات للملوحة (Salt–tolerant) أكثر من كونها نباتات ملحية حقيقية.

يلاحظ أن التوزيع والوفرة النسبية لهذه الأنواع يمكن أن تكون مؤشرات حساسة للتغيرات في الظروف البيئية للسبخات، مثل التغيرات في درجة الملوحة الناتجة عن التغيرات في تدفق المياه العذبة أو ارتفاع مستوى سطح البحر، أو التأثيرات البشرية مثل التلوث والتجفيف.

**2.التنوع الإحيائي:** تعتبر السبخات الساحلية الليبية موطنًا للعديد من الأنواع الحيوانية والنباتية، كاللافقاريات وبعض أنواع الأسماك والزواحف والبرمائيات والطيور (معتوق واخرون، مرجع سابق، ص.62)، كما يبين ذلك الجدول رقم 2.

الجدول2: التنوع الاحيائي في السبخات الساحلية الليبية

| المكون الحيوي | الأنواع والاجناس المتواجدة | الموائل المرتبطة | الأهمية البيئية |
|---|---|---|---|
| اللافقاريات | أنواع من القشريات (مثل الروبيان والجمبري الصغير)، الديدان الحلقية(Polychaetes) ، الرخويات (مثل القواقع البحرية الصغيرة)، يرقات الحشرات المقاومة للملوحة | التربة الطينية، الرواسب، بين جذور النباتات، المياه الضحلة | تشكل جزءًا أساسياً من السلسلة الغذائية، وتساهم في تحلل المواد العضوية |
| الأسماك | أنواع من أسماك الشاطئ الصغيرة(Gobies) ، أسماك القد الصغيرة(Blennies) ، بعض أنواع أسماك البوري (Mullets) في المناطق القريبة من مصبات الأنهار أو القنوات | المياه الضحلة، القنوات المائية داخل السبخة، المناطق القريبة من البحر | تدعم التنوع الأحيائي وتوفر مصدراً غذائياً للطيور والأسماك الأكبر |
| البرمائيات والزواحف | أنواع قليلة متكيفة مع الظروف المالحة أو القريبة منها (مثل بعض أنواع الضفادع المتحملة للملوحة، بعض أنواع السحالي الصغيرة التي تعيش على حواف السبخات)، السلاحف البحرية (تستخدم الشواطئ الرملية المجاورة للتعشيش) | حواف السبخات، المناطق الرملية المجاورة، المياه الضحلة | ملجأ وبيئة مهمة لتكاثر البرمائيات |
| الطيور | أنواع من الطيور الخواضة (Waders) مثل النوارس(Gulls) ، الخطافات(Terns) ، البلشون(Herons) ، طيور الرمل (Sandpipers)، بالإضافة إلى بعض أنواع البط والإوز (Ducks & Geese) خلال الهجرة | مسطحات المد والجزر، ضفاف القنوات، المناطق الضحلة | تلعب دورًا في الشبكة الغذائية وتساعد في التوازن البيئي |
| | | | |

المصدر: الباحث

**3.الوظائف البيئية:** تلعب السبخات الساحلية الليبية دورًا مهم في الحفاظ على التوازن البيئي، حيث تقوم بالوظائف التالية:

1) **تنقية المياه:** تعمل السبخات كمرشحات طبيعية، حيث تمتص الملوثات والمغذيات الزائدة من المياه الساحلية.

2) **حماية السواحل:** تعمل السبخات كحواجز طبيعية، حيث تقلل من قوة الأمواج وتمنع تآكل السواحل

3) **تخزين الكربون:** تمتص السبخات كميات كبيرة من ثاني أكسيد الكربون من الغلاف الجوي، مما يساعد على التخفيف من آثار تغير المناخ

4) **توفير الموائل:** توفر السبخات موائل للعديد من الأنواع الحيوانية والنباتية، مما يساهم في الحفاظ على التنوع البيولوجي.

**4. الخدمات التي تقدمها:** توفر السبخات الساحلية الليبية العديد من الخدمات للمواطن، بما في ذلك:

1) **الصيد:** تعتبر السبخات مصدرًا مهمًا للأسماك والقشريات، التي يتم صيدها واستهلاكها من قبل السكان المحليين.

2) **السياحة:** تعتبر السبخات وجهة سياحية مهمة، حيث يجذب جمالها الطبيعي العديد من الزوار.

3) **التعليم والبحث العلمي:** توفر السبخات بيئة طبيعية فريدة لدراسة التنوع البيولوجي والوظائف البيئية.

**9.1.2. تحديد وتقييم الضغوط والعوامل المؤثرة على تدهور السبخات:** مثل التلوث، والتوسع العمراني، وتغير المناخ.

وتتعرض السبخات الساحلية الليبية لعدة ضغوط وعوامل متداخلة تساهم في تدهورها، يمكن تصنيفها إلى ما يلي:

**1.التلوث:** حيث يوجد عدة مصادر لتلوث السبخات الساحلية من أهمها:

- **التلوث الصناعي:** تفتقر ليبيا إلى بنية تحتية متطورة لمعالجة النفايات الصناعية، مما يؤدي إلى تصريف ملوثات مختلفة (مثل المعادن الثقيلة والمواد الكيميائية العضوية) مباشرة أو بشكل غير مباشر إلى المناطق الساحلية والسبخات كما هو حاصل في سبخة قصر احمد (معتوق واخرون، مرجع سابق، ص64)، يمكن أن تتراكم هذه الملوثات في التربة والنباتات والحيوانات، مما يؤثر سلبًا على صحة النظام البيئي والتنوع البيولوجي، وتعد سبخات كلاً من قصر احمد بمصراته والبريقة في بوكماش من أكثر السبخات تأثرا بالتلوث الصناعي. ويشكل التلوث الصناعي ما نسبته تقريباً 16% من إجمالي مصادر تدهور السبخات الليبية.
- **التلوث الزراعي:** استخدام الأسمدة والمبيدات الزراعية بكميات كبيرة في المناطق القريبة من السواحل يمكن أن يؤدي إلى جريان سطحي يحمل هذه المواد إلى السبخات ( Ting Jiang, et al. 2015. P.270) ، يمكن أن يسبب ذلك فرط مغذيات(Eutrophication) ، مما يؤدي إلى نمو الطحالب بشكل مفرط واستنزاف الأكسجين في المياه، وبالتالي الإضرار بالكائنات الحية الأخرى، ويساهم التلوث الزراعي في تدهور السبخات الساحلية بنسبة تقدر بحوالي 5%.
- **التلوث بمياه الصرف الصحي:** عدم كفاية شبكات الصرف الصحي ومحطات المعالجة يؤدي إلى تصريف مياه الصرف الصحي غير المعالجة أو المعالجة جزئيًا إلى البيئة الساحلية (الشركة العامة للمياه والصرف الصحي). تحتوي هذه المياه على مسببات الأمراض والمغذيات الزائدة والمواد العضوية التي تلوث السبخات وتؤثر على جودة المياه وصحة الإنسان. ويشكل التلوث بمياه الصرف الصحي ما نسبته 16% من اجمالي مصادر تدهور السبخات الليبية.

- **التلوث النفطي:** تعتبر ليبيا دولة منتجة للنفط، وتتعرض سواحلها لخطر التلوث النفطي الناتج عن التسربات من المنشآت النفطية أو ناقلات النفط، يمكن أن يكون للنفط آثار مدمرة على الكائنات الحية في السبخات، بما في ذلك النباتات واللافقاريات والطيور، والسبخات الأكثر عرضة للتلوث النفطي هي سبخات خليج سرت في مناطق رأس لا نوف والبريقة حيث الموانئ النفطية والمصافي ويشكل التلوث النفطي ما نسبته 3% من إجمالي مصادر تلوث السبخات الساحلية.
- **التلوث بالبلاستيك والنفايات الصلبة:** تتراكم كميات كبيرة من البلاستيك والنفايات الصلبة على الشواطئ وفي السبخات الساحلية، مما يؤدي إلى تدهور المظهر الجمالي، وخطر ابتلاعها من قبل الحيوانات، وإطلاق مواد كيميائية ضارة مع تحللها، ويتنشر هذا النوع من التلوث في جل السبخات الساحلية ويشكل تقريباً 13% من إجمالي مصادر التلوث للسبخات.

2. **الزحف العمراني والأنشطة البشرية:** تؤثر الأنشطة البشرية المختلفة والزحف العمراني على أراضي السبخات تأثير سلبية وذلك من خلال:

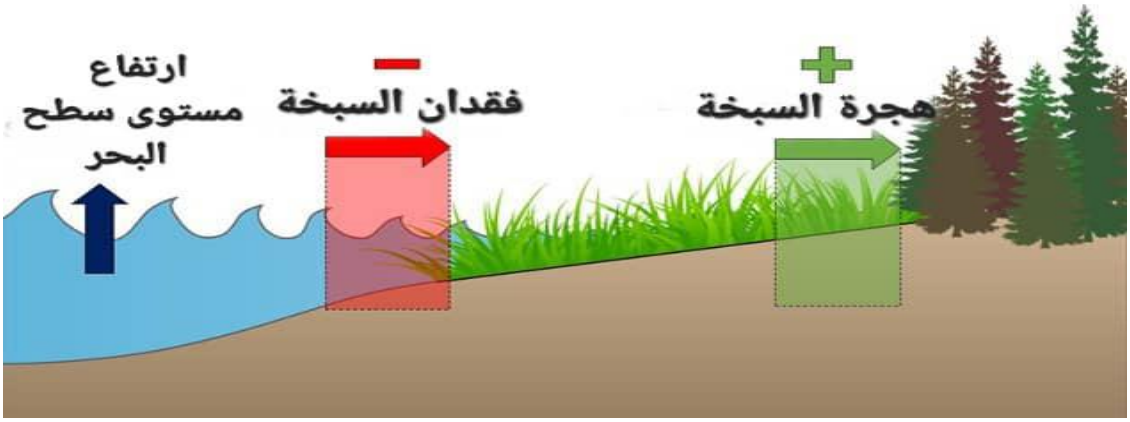
- **الردم والتجفيف:** يتم ردم أجزاء من السبخات الساحلية لتوسيع المناطق الحضرية، وإنشاء موانئ ومشاريع سياحية وبنية تحتية أخرى. يؤدي ذلك إلى فقدان مباشر لمساحات السبخات وتدمير الموائل الطبيعية كما يحدث في سبخة قصر أحمد (معتوق وأخرون، مرجع سابق، ص.76).
- **تغيير استخدام الأراضي:** تحويل مناطق السبخات والأراضي الرطبة المجاورة إلى أراضي زراعية أو مناطق صناعية يؤدي إلى فقدان وظائفها البيئية وتغيير تدفق المياه إليها (Gedan et al, 2011, p.118) مثل ما يحدث بسبخة البريقة في بوكماش.
- **الرعي الجائر:** في بعض المناطق يمكن أن يؤدي الرعي الجائر من قبل الحيوانات إلى تدهور الغطاء النباتي في السبخات وتعرية التربة كما هو حاصل في سبخات المنطقة الشرقية.
- **الصيد الجائر:** يمكن أن يؤدي الصيد غير المستدام للأسماك والقشريات والطيور التي تعتمد على السبخات إلى اختلال التوازن البيئي.

حيث يسبب الزحف العمراني والأنشطة البشرية الأخرى بما نسبته 31% من إجمالي مصادر التلوث للسبخات.

3. **التغير المناخي:** أن للتغير المناخي أثر سلبي يهدد مساحة أراضي السبخات الساحلية والحياة النباتية والحيوانية من خلال عدة عوامل تعد من ارهاصات التغير المناخي العالمي واحترار الأرض ومن أهمها:

- **ارتفاع مستوى سطح البحر:** يعتبر ارتفاع مستوى سطح البحر من أبرز التهديدات التي يفرضها تغير المناخ على السبخات الساحلية المنخفضة، حيث يمكن أن يؤدي ذلك إلى غمر المناطق الداخلية، وزيادة ملوحة التربة والمياه، وتآكل الشواطئ وفقدان مساحات السبخات مما يؤدي إلى فقدان الموائل الطبيعية (Michael et al, 2016،p.2 )، كما يوضح ذلك الشكل رقم 2.

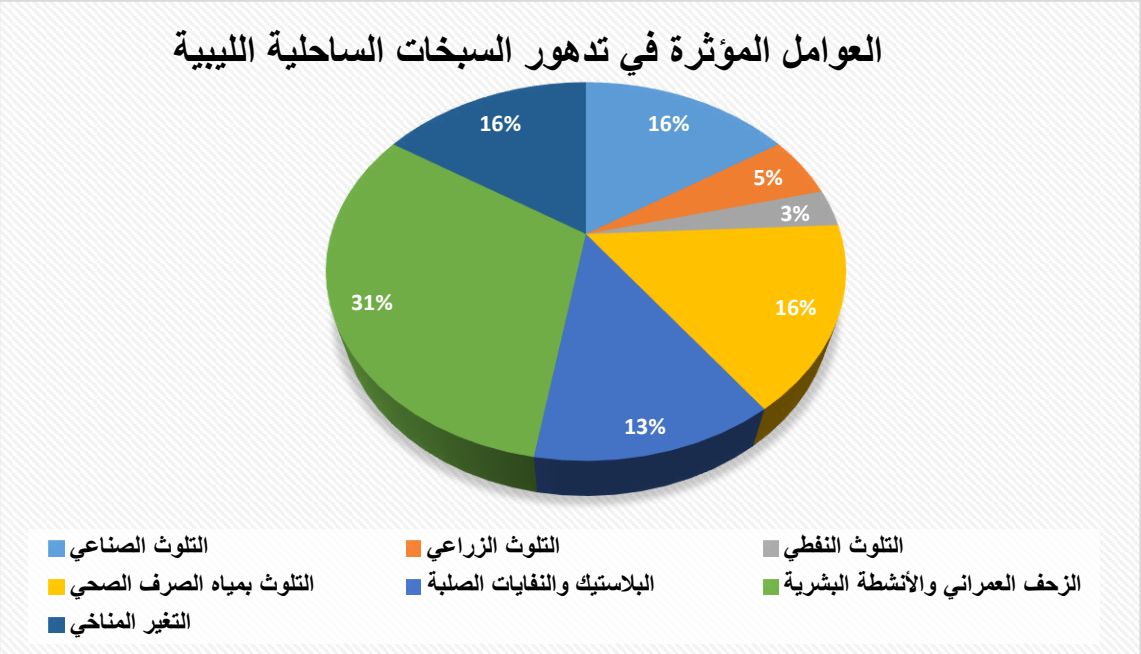
وحالياً لا يشكل ارتفاع مستوى البحر تهديداً لأنه لم يضطرا ارتفاع خطير أو ملحوظ في مستوى سطح البحر في المناطق السبخية الليبية، لكن من المتوقع أن يتصاعد التهديد مع ازدياد حدة التغير المناخي العالمي واحترار الأرض وزيادة معدلات ذوبان الجليد في القطبين، لذلك فإن ارتفاع مستوى سطح البحر في السبخات الساحلية الليبية لا يتعدى2% من إجمالي مصادر تدهور السبخات.




**الشكل2: رسم تخطيطي لتغيرات الموائل مع ارتفاع مستوى سطح البحر**
**المصدر:** The Official Blog of the Wetland Monitoring & Assessment Program (2021)

- **زيادة وتيرة وشدة العواصف:** يمكن أن تؤدي العواصف الشديدة إلى تدمير الغطاء النباتي، وتغيير شكل السواحل، وزيادة الفيضانات في مناطق السبخات.
- **التغيرات في أنماط هطول الأمطار:** يمكن أن تؤدي التغيرات في كمية وتوزيع هطول الأمطار إلى تغييرات في تدفق المياه العذبة إلى السبخات، مما يؤثر على ملوحتها وتوازنها البيئي، وهذا ما نلاحظه في السنوات الأخيرة من تذبذب وشدود في هطول الأمطار وتعاقب فترات الجفاف، ويساهم هذا المؤشر فيما نسبته 3% من إجمالي مصادر تلوث وتدهور السبخات.
- **ارتفاع درجة الحرارة:** يمكن أن يؤدي ارتفاع درجة الحرارة إلى زيادة تبخر المياه، مما يزيد من ملوحة السبخات ويؤثر على الكائنات الحية التي تعيش فيها، كما يمكن أن يؤثر على توزيع وأنواع النباتات والحيوانات ويساهم مؤشر ارتفاع درجة الحرارة فيما نسبته 5% تقريباً من مصادر

تلوث السبخات ويوضح الشكل البياني (رقم 3) أهم العوامل والأسباب المؤثرة على تدهور السبخات الساحلية الليبي والاخلال من توازنها البيئي.




**الشكل 3: يوضح العوامل المؤثرة في تدور السبخات الساحلية الليبية**

**المصدر**: الباحث اعتماداً على بيانات الدراسات السابقة والزيارات الميدانية حيث ان النسب المئوية للمؤشرات نسب تقريبية.

**9.2. الأثر البيئي لتدهور السبخات الساحلية الليبية:** يؤدي تدهور السبخات الساحلية في ليبيا إلى مجموعة واسعة من الآثار البيئية السلبية، يمكن تلخيصها فيما يلي:

**1.فقدان التنوع الإحيائي:-**

- **فقدان الموائل:** يؤدي تدمير السبخات أو تغيير خصائصها (مثل زيادة الملوحة أو التلوث) إلى فقدان الموائل الطبيعية التي تعتمد عليها العديد من الأنواع النباتية والحيوانية.
- **انخفاض أعداد الأنواع:** يؤدي فقدان الموائل وتدهور جودة البيئة إلى انخفاض أعداد الكائنات الحية، بما في ذلك الأنواع المستوطنة والمهددة بالانقراض.
- **اضطراب السلاسل الغذائية:** يؤثر فقدان بعض الأنواع على التفاعلات الغذائية المعقدة داخل النظام البيئي، مما قد يؤدي إلى انهيار السلاسل الغذائية.
- **انتشار الأنواع الغازية:** قد يؤدي تدهور السبخات إلى خلق ظروف مواتية لغزو أنواع غير محلية، مما يزيد من الضغط على الأنواع المحلية.

2. **تدهور جودة المياه:** يؤدي تدهور جودة المياه الى عدة مشاكل بيئية تقود إلى تدهور السبخات مثل:-

- **فقدان وظيفة الترشيح:** يؤدي تدمير السبخات إلى فقدان قدرتها الطبيعية على امتصاص الملوثات والمغذيات الزائدة، مما يؤدي إلى تدهور جودة المياه الساحلية.
- **زيادة تركيز الملوثات:** يمكن أن يؤدي تصريف الملوثات مباشرة إلى السبخات المتدهورة إلى تراكمها بتركيزات عالية في التربة والمياه والكائنات الحية.
- **فرط المغذيات (Eutrophication):** تلعب المغذيات دورًا محوريًا في دعم الإنتاج الأولي، وهو العملية الأساسية لتدفق الطاقة في السلاسل الغذائية البحرية، وفي هذا الإطار يمثل النيتروجين والفسفور العنصرين الغذائيين الأكثر أهمية في البيئة البحرية، حيث تنظم النسبة بينهما الديناميكيات البيولوجية لكائنات العوالق (Biswajit & Kamal Uddin, 2019,p.157) يمكن أن يؤدي تدفق المغذيات الزائدة إلى السبخات المتدهورة إلى نمو الطحالب بشكل مفرط، مما يسبب استنزاف الأكسجين وظهور مناطق ميتة (hypoxic zones) تضر بالحياة البحرية.
- **زيادة التعكر:** يمكن أن يؤدي تدمير الغطاء النباتي في السبخات إلى زيادة تعكر المياه بسبب إنجراف التربة والرواسب.

3. **تفاقم المخاطر الساحلية:** من خلال عدة عوامل أهمها:

- **فقدان الحماية من العواصف:** تقل قدرة السبخات المتدهورة على امتصاص طاقة الأمواج والرياح، مما يزيد من تعرض المناطق الساحلية للفيضانات والتآكل الناتج عن العواصف.
- **زيادة تأثير ارتفاع مستوى سطح البحر:** تصبح المناطق الساحلية المنخفضة المحمية بالسبخات المتدهورة أكثر عرضة للغمر الدائم أو المؤقت نتيجة لارتفاع مستوى سطح البحر.
- **تآكل السواحل:** يؤدي تدهور الغطاء النباتي في السبخات إلى تقليل استقرار التربة وزيادة معدلات تآكل الشواطئ والضفاف.

4. **تأثيرات أخرى على البيئة الطبيعية:**

- **اضطراب دورات المغذيات:** يؤثر تدهور السبخات على قدرتها على تنظيم دورات النيتروجين والفوسفور والعناصر الغذائية الأخرى، مما يمكن أن يؤثر على صحة النظم البيئية الساحلية المجاورة.
- **إطلاق الكربون المخزن:** يمكن أن يؤدي تدمير السبخات إلى إطلاق كميات كبيرة من الكربون المخزن في تربتها إلى الغلاف الجوي، مما يساهم في تفاقم تغير المناخ.

- **تغيرات في خصائص التربة:** يمكن أن يؤدي التلوث وزيادة الملوحة وتغيرات تدفق المياه إلى تغييرات في الخصائص الفيزيائية والكيميائية لتربة السبخات، مما يؤثر على قدرتها على دعم الحياة النباتية والحيوانية.
- **تدهور المشهد الطبيعي:** يؤدي تدمير السبخات وتراكم النفايات والملوثات إلى تدهور المظهر الجمالي للمناطق الساحلية.

### 9.3. الطرق المستدامة لإعادة تأهيل (ترميم) السبخات الساحلية الليبية

تتجاوز أهمية إعادة تأهيل السبخات الساحلية مجرد استعادة المظهر الطبيعي، فهي تهدف إلى استعادة الوظائف البيئية الأساسية التي توفرها هذه النظم، وتشمل هذه الوظائف تحسين جودة المياه من خلال الترشيح الطبيعي، واستعادة الموائل الضرورية للأنواع النباتية والحيوانية المتنوعة، وتعزيز قدرة السواحل على مقاومة آثار ارتفاع مستوى سطح البحر والعواصف المتزايدة، بالإضافة إلى ذلك يمكن أن تساهم السبخات الصحية في دعم مصائد الأسماك المحلية وتعزيز فرص السياحة البيئية المستدامة، مما يعود بالنفع على المجتمعات المحلية. في هذا الصدد يمكن تطبيق مجموعة متنوعة من الطرق المستدامة لإعادة تأهيل السبخات الساحلية في ليبيا، مع مراعاة الخصائص الفريدة لكل موقع والتحديات التي يواجهها من خلال:

**1.استعادة الهيدرولوجيا الطبيعية:** التي تتم بواسطة:

**أ) إزالة العوائق:** إزالة السدود والقنوات والجدران الاستنادية التي تعيق التدفق الطبيعي للمياه بين البحر والسبخة مما يسمح بتجديد المياه وتوزيع الأملاح بشكل طبيعي.

**ب) إعادة توجيه تدفق المياه:** تعديل أو إعادة توجيه القنوات والمصارف الزراعية والصناعية لمنع تدفق المياه الملوثة أو العذبة الزائدة إلى السبخة، واستعادة أنماط الفيضانات الطبيعية.

**ج) إدارة مستويات المياه:** تطبيق تقنيات لإدارة مستويات المياه في السبخة بشكل يراعي احتياجات الأنواع النباتية والحيوانية المختلفة، مثل استخدام بوابات التحكم أو إنشاء مناطق ذات مناسيب مياه متنوعة.

**2. استعادة الغطاء النباتي:** يمكننا استعادة الغطاء النباتي واضافة أنواع نباتية جديدة من خلال:

- **زراعة الأنواع المحلية:** جمع بذور وشجيرات الأنواع النباتية المحلية المتكيفة مع ظروف السبخات واضافة نباتات دخيلة مثل (الأرثرونيموم كبير السنابل Arthrocnemum

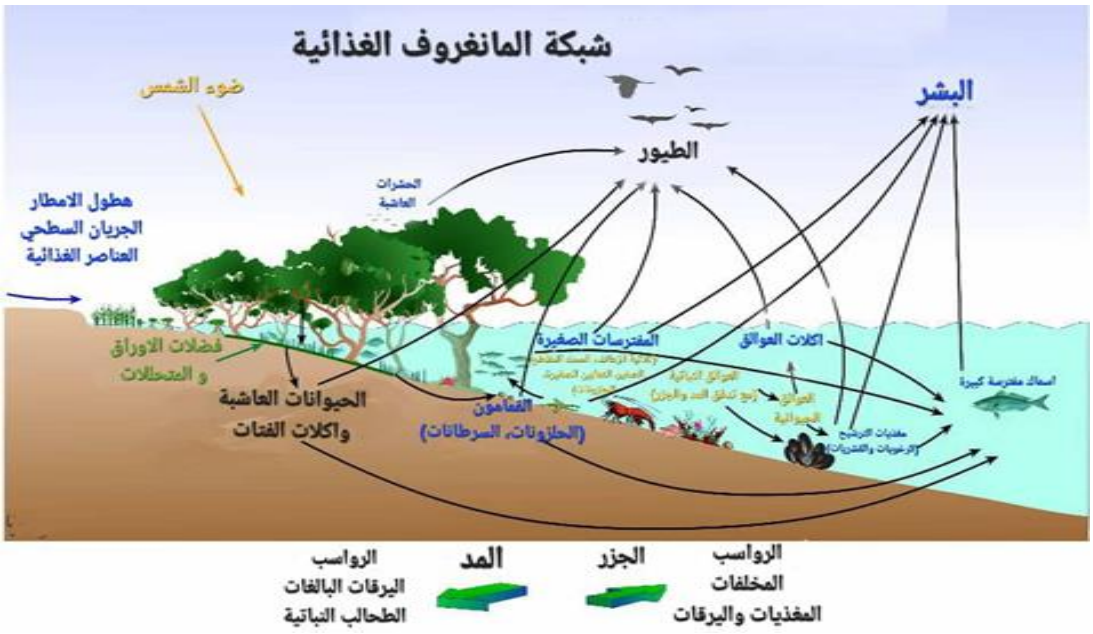
macrostachyum، السليكورنيا Salicornia، السويدا Suaeda) وزراعتها في المناطق المتدهورة، يجب أن يتم ذلك بعد دراسة دقيقة لظروف التربة والملوحة.

- **زراعة أنواع جديدة كشجرة المانغروف (mangrove):** حيث تعد شجرة المانغروف من الشجيرات الملحية الواعدة والتي من المأمول أن تعطي إضافة كبيرة لإعادة احياء السبخات لما لهذه الشجرة من مميزات كثيرة وتكيفات مورفولوجية وفسيولوجية في البيئات الساحلية المالحة من حيث تحمل الملوحة والتكيف مع التربة اللاهوائية والتكاثر والانتشار في البيئة البحرية حيث تظهر العديد من أنواع المانغروف ظاهرة الإنبات الحي(Vivipary) ، حيث ينمو الجنين داخل الثمرة المتصلة بالنبات الأم لينتج فلقة (Propagule) قادرة على الطفو، هذه الفلقات مهيأة للانتشار المائي (Hydrochory) بفضل شكلها وقدرتها على تحمل الغمر بالماء المالح لفترات طويلة، مما يزيد من فرص استيطانها في مواقع جديدة Kandasamy & (Bingham.2001,p.124)، وتساهم أشجار المانغروف في:

1) **حماية السواحل:** حيث تقاوم التآكل وتقلل أثر العواصف والأمواج.
2) **دعم التنوع البيولوجي:** توفر موائل وغذاء للعديد من الكائنات البحرية والبرية.
3) **تنقية المياه:** تمتص الملوثات والمغذيات الزائدة.
4) **تخزين الكربون:** تحتجز كميات كبيرة من الكربون، مما يساهم في مكافحة تغير المناخ.
5) **دعم مصائد الأسماك:** تعتبر مناطق حضانة وتكاثر للعديد من الأنواع السمكية الهامة.

الشكل رقم 4 و 5 يوضحان شجرة المانغروف والشبكة الغذائية التي توفرها.

**الشكل 4: شجرة المانغروف**




**الشكل5:** الشبكة الغذائية لشجرة المانغروف

- **مكافحة الأنواع الغازية:** تحديد وإزالة الأنواع النباتية الغازية التي تنافس الأنواع المحلية وتؤثر على التنوع البيولوجي. يمكن استخدام طرق يدوية أو ميكانيكية أو بيولوجية لمكافحة متكاملة.
- **تحسين جودة التربة:** استخدام مواد عضوية محلية لتحسين خصائص التربة وزيادة قدرتها على الاحتفاظ بالمياه والمغذيات، مما يعزز نمو النباتات.

**3. تعزيز التنوع الإحيائي:** من خلال:

**أ) نشاء موائل متنوعة:** تصميم مناطق إعادة التأهيل لتوفر مجموعة متنوعة من الموائل، مثل مناطق المد والجزر المختلفة، والمستنقعات المالحة، والمسطحات الطينية، مما يجذب مجموعة واسعة من الأنواع الحيوانية.

**ب) إعادة إدخال الأنواع المحلية:** في الحالات التي انقرضت فيها أنواع حيوانية محلية بسبب تدهور السبخة، يمكن النظر في برامج إعادة إدخال مدروسة بعناية بعد استعادة الظروف البيئية المناسبة.

**ج) إدارة الضغوط البشرية:** تطبيق تدابير للحد من الأنشطة البشرية التي تضر بالحياة البرية في السبخة، مثل تنظيم الصيد والوصول إلى المناطق الهشة بيئياً.

**4. معالجة مصادر التلوث:** ويتم بواسطة الخطوات التالية: –

أ) **الحد من التصريفات الملوثة:** تطبيق قوانين صارمة ومراقبة فعالة للحد من تصريف النفايات الصناعية والزراعية ومياه الصرف الصحي غير المعالجة إلى المناطق الساحلية والسبخات.

ب) **إنشاء مناطق عازلة:** إنشاء مناطق نباتية عازلة بين مصادر التلوث والسبخة لامتصاص الملوثات والمغذيات الزائدة قبل وصولها إلى النظام البيئي الحساس.

ج) **تنظيف المواقع الملوثة:** في الحالات التي تكون فيها التربة أو المياه ملوثة بشدة، قد يكون من الضروري تنفيذ إجراءات تنظيف بيئية مناسبة.

5. **تعزيز المرونة المناخية:** من خلال، **استعادة حواجز طبيعية:** استعادة الكثبان الرملية والنباتات الساحلية التي تعمل كحواجز طبيعية ضد ارتفاع مستوى سطح البحر والعواصف، و**زيادة قدرة تخزين الكربون:** تعزيز نمو النباتات في السبخة لزيادة قدرتها على امتصاص وتخزين الكربون، مما يساهم في التخفيف من آثار تغير المناخ، كذلك **توفير ممرات هجرة:** ضمان وجود ممرات طبيعية تسمح للكائنات الحية بالتحرك والتكيف مع التغيرات في الظروف البيئية الناتجة عن تغير المناخ.

### 9.4. الأثر البيئي المتوقع من إعادة تأهيل السبخات الساحلية: –

إن إعادة تأهيل السبخات الساحلية الليبية تحمل آثارًا بيئية إيجابية متعددة ومتنوعة، تساهم في استعادة التوازن البيئي وتعزيز الاستدامة. يمكن تلخيص هذه الآثار المتوقعة فيما يلي:

**1. استعادة وتعزيز التنوع الإحيائي:(Biodiversity Restoration and Enhancement)**

- **استعادة الموائل المتنوعة:** تتسم السبخات الصحية بتنوع هيكلي ووظيفي في الموائل، بما في ذلك مناطق المد والجزر العليا والدنيا، والقنوات المائية، والمسطحات الطينية، والمجتمعات النباتية المتباينة، و تهدف إعادة التأهيل إلى استعادة هذا التنوع الهيكلي من خلال تدخلات مثل إعادة تشكيل التضاريس الدقيقة، وإزالة العوائق التي تعيق التدفق الطبيعي للمياه، وإنشاء مناطق ذات مناسيب مائية متدرجة، وأن هذا التنوع الهيكلي يوفر منافذ إيكولوجية متخصصة تدعم طيفًا أوسع من الأنواع النباتية والحيوانية(Zedler & Kercher, 2004, p.432).
- **زيادة وفرة وتنوع الأنواع النباتية: تتضمن** جهود إعادة التأهيل إدخال وإعادة توطين الأنواع النباتية المحلية المتكيفة مع ظروف الملوحة والإغراق في السبخات الليبية مثل نباتات: (الأرثر ونيموم كبير السنابل Arthrocnemum macrostachyum، السليكورنيا Salicornia،

السويدا Suaeda، و المانغروف mangrove) هذا لا يزيد فقط من الغطاء النباتي، بل يعزز أيضًا التنوع الجيني والوظيفي، مما يزيد من استقرار النظام الإيكولوجي وقدرته على مقاومة الاضطرابات.

- **دعم التجمعات الحيوانية:** يوفر الغطاء النباتي المستعاذ والموائل المتنوعة الغذاء والمأوى ومواقع التكاثر لمجموعة واسعة من الحيوانات، بما في ذلك الطيور الساحلية والمائية (التي تستخدم السبخات كمحطات توقف مهمة خلال الهجرة)، والأسماك والقشريات ذات الأهمية التجارية والإيكولوجية (التي تعتمد على السبخات كمناطق حضانة)، واللافقاريات التي تلعب دورًا حاسمًا في دورات المغذيات وتكوين التربة (الحنفي وأغا، مرجع سابق، ص.101).
- **مكافحة الأنواع الغازية:** غالبًا ما تستغل الأنواع الغازية النظم الإيكولوجية المتدهورة Zedler). & Kercher, Earlier work, p.448) تتضمن برامج إعادة التأهيل استراتيجيات لإدارة ومكافحة هذه الأنواع مما يسمح للأنواع المحلية بالازدهار واستعادة التفاعلات الإيكولوجية الطبيعية.

**2. تحسين جودة المياه:(Water Quality Improvement)**

- **تعزيز وظيفة الترشيح الإحيائي:** تعمل نباتات السبخات وتربتها الغنية بالكائنات الدقيقة كمرشحات طبيعية فعالة، من خلال عمليات الامتصاص والامتزاز والتحول البيولوجي، يمكن للسبخات المعاد تأهيلها إزالة أو تقليل تركيزات الملوثات المختلفة، بما في ذلك المعادن الثقيلة، والمغذيات الزائدة (النيتروجين والفوسفور)، والمواد العضوية، والرواسب العالقة.
- **خفض مستويات المغذيات:** يمكن أن يؤدي التدفق المفرط للمغذيات إلى فرط المغذيات في المياه الساحلية، مما يسبب ازدهار الطحالب الضارة ونقص الأكسجين، وتعزز السبخات المعاد تأهيلها عمليات إزالة النيتروجين من خلال النترتة والاختزال النتراتي(denitrification) ، كما تمتص النباتات الفوسفور وتخزنه في أنسجتها وتربتها (Biswajit & Kamal Uddin, Earlier work,p.160).
- **معالجة الملوثات العضوية:** يمكن للكائنات الدقيقة في تربة السبخات أن تحلل العديد من الملوثات العضوية، بما في ذلك الهيدروكربونات النفطية والمبيدات الحشرية، من خلال عمليات الأيض المختلفة.

**3. تعزيز الحماية الساحلية والمرونة المناخية: (Enhancement Coastal Protection and Climate Resilience)**

- **تخفيف طاقة الأمواج والمد والجزر**: يعمل الغطاء النباتي الكثيف في السبخات كحاجز طبيعي يبدد طاقة الأمواج والتيارات المدية، مما يقلل من تأثيرها على الخط الساحلي ويحمي المناطق الداخلية من الفيضانات والتآكل.
- **تثبيت الرواسب وتقليل التآكل**: تساعد جذور النباتات في السبخات على تماسك التربة والرواسب، مما يقلل من معدلات التآكل الناتج عن الأمواج والتيارات والرياح، كما يمكن للسبخات أن تحبس الرواسب المنقولة بالمياه، مما يساهم في بناء الأراضي ورفع منسوبها لمواكبة ارتفاع مستوى سطح البحر(Kirwan & Megonigal, 2013,p.54).
- **تعزيز تخزين الكربون الأزرق**: تعتبر السبخات من النظم الإيكولوجية الساحلية الأكثر فعالية في امتصاص وتخزين الكربون من الغلاف الجوي في الكتلة الحيوية والتربة على المدى الطويل، ويساهم إعادة التأهيل في زيادة مساحة وكتلة حيوية السبخات، وبالتالي تعزيز قدرتها على تخزين الكربون والمساهمة في التخفيف من آثار تغير المناخ(Mcleod et al, 2011,p.555) .
- **توفير ملاذ مناخي**: يمكن للسبخات الصحية أن توفر ملاذًا للكائنات الحية من الظواهر المناخية المتطرفة مثل ارتفاع درجات الحرارة والجفاف، خاصة إذا كانت متصلة بموائل أخرى وتوفر تدرجات بيئية متنوعة.

**4. تحسين دورات المغذيات:(Nutrient Cycling Improvement)**

- **تعزيز عمليات التحول البيولوجي للمغذيات**: تلعب الكائنات الدقيقة والنباتات في السبخات دورًا حيويًا في تحويل المغذيات بين الأشكال العضوية وغير العضوية، مما يجعلها متاحة للكائنات الحية الأخرى ويمنع تراكمها المفرط الذي قد يؤدي إلى التلوث.
- **زيادة كفاءة استخدام المغذيات**: تعمل النظم الإيكولوجية الصحية على تدوير المغذيات بكفاءة عالية، مما يقلل من الحاجة إلى مدخلات خارجية ويقلل من فقدان المغذيات إلى النظم البيئية المجاورة.

**4. تحسين الخصائص الفيزيائية والكيميائية للتربة: (Improvement Soil Physical and Chemical Property)**

- **زيادة المحتوى العضوي**: يساهم تراكم المواد النباتية المتحللة في زيادة محتوى المادة العضوية في التربة، مما يحسن بنيتها وقدرتها على الاحتفاظ بالمياه والمغذيات ويزيد من نشاط الكائنات الدقيقة.

- **تحسين التهوية:** يمكن أن تساعد استعادة التدفق الطبيعي للمياه في تحسين تهوية التربة، وهو أمر ضروري لنمو جذور النباتات ونشاط الكائنات الدقيقة الهوائية.
- **تعديل درجة الحموضة والملوحة: (pH and Salinity Modification)** يمكن أن تساعد استعادة الهيدرولوجيا الطبيعية وتدفق المياه العذبة (إذا كان ذلك مناسبًا) في تعديل درجة حموضة وملوحة التربة إلى المستويات المثلى لنمو الأنواع النباتية المحلية.

**10.النتائج والمناقشة**

قد أظهرت نتائج هذه الدراسة بأنه من المتوقع أن يطرا تحسن كبير في السبخات الساحلية بعد إعادة تأهيلها في:

**1) زيادة وتعزيز التنوع البيولوجي** المتمثل في: استعادة الموائل المتنوعة – زيادة وفرة وتنوع الأنواع النباتية من خلال تنمية الأنواع المحلية وإدخال أنواع جديدة كشجرة المانغروف ومالها من فوائد كبيرة لإعادة الحياة للسبخات – دعم الحياة الحيوانية – مكافحة الأنواع الغازية التي كانت تستغل النظم البيئي المتدهورة في السبخات قبل إعادة التأهيل.

**2) تحسين جودة المياه** من خلال: تعزيز وظيفة الترشيح البيولوجي – خفض مستويات المغذيات – معالجة الملوثات العضوية.

**3) تعزيز الحماية الساحلية والمرونة المناخية** من خلال: تخفيف طاقة الأمواج والمد والجزر – تثبيت الرواسب وتقليل التآكل – تعزيز تخزين الكربون الأزرق – توفير ملاذ مناخي.

**4) تحسين دورات المغذيات** من خلال: تعزيز عمليات التحول البيولوجي للمغذيات – زيادة كفاءة استخدام المغذيات.

**5) تحسين الخصائص الفيزيائية والكيميائية للتربة** من خلال: زيادة المحتوى العضوي – تحسين التهوية – تعديل درجة الحموضة والملوحة.

وبالإضافة إلى أنه من المتوقع حصول انخفاض كبير في تركيزات المغذيات الزائدة (النيتروجين والفوسفور) في المياه المتدفقة عبر المناطق المعاد تأهيلها، مما يدعم فرضية أن استعادة الغطاء النباتي والتربة الصحية يعزز وظيفة الترشيح الطبيعي للسبخات حيث تتفق هذه النتائج مع دراسات سابقة أجريت على سبخات ساحلية أخرى مشابهة والتي أكدت على الدور الحيوي للنباتات الملحية

في امتصاص الملوثات وتحسين جودة المياه ، وعلى صعيد التنوع البيولوجي للحيوانات، من المتوقع حصول زيادة في أنواع وأعداد الرخويات والقشريات وفي أعداد وأنواع الطيور الساحلية وزيادة فترة مكوثها في المواقع المعاد تأهيلها، مما يدل على توفر المزيد من مصادر الغذاء والمأوى نتيجة لاستعادة الغطاء النباتي والموائل المتنوعة.

أما فيما يتعلق بالحماية الساحلية، فمن المتوقع حدوث انخفاض في معدلات تآكل التربة في المناطق التي تم فيها استعادة الغطاء النباتي الكثيف وإنشاء حواجز طبيعية والتي ستساهم أشجار المانغروف مساهمة كبيرة فيه مم يدعم الدور الهام للسبخات الساحلية في توفير حماية طبيعية ضد قوى التعرية وتأثيرات ارتفاع مستوى سطح البحر المتوقع نتيجة لتغير المناخ. ومع ذلك، قد تختلف الاستجابات الخاصة لأنواع معينة من النباتات والحيوانات بناءً على الظروف المحلية الفريدة للسبخات الليبية، بما في ذلك طبيعة التربة، ونظام المد والجزر، وأنواع الضغوط التي تعرضت لها قبل إعادة التأهيل.

## 11. الاستنتاج والتوصيات

### 11.1. الاستنتاج

من خلال الدراسة نستطيع ان نستنتج الاتي:

1. تعد السبخات الساحلية الليبية نظماً بيئية هشة وذات أهمية بالغة في التوازن البيئي الساحلي، إلا أنها تشهد تدهورًا مستمرًا بسبب الأنشطة البشرية المباشرة والتغيرات المناخية.
2. أظهرت الدراسة أن إعادة تأهيل هذه السبخات يمثل خيارًا بيئيًا واعدًا يمكن أن يعيد تفعيل خدماتها البيئية، لا سيما قدرتها على تعزيز الحماية الساحلية وتخزين الكربون وتنقية المياه واستعادة التنوع البيولوجي من خلال توفير موائل للطيور والكائنات المتكيفة مع الملوحة.
3. تبين وجود فجوة معرفية واضحة في الأبحاث التطبيقية التي تتناول إعادة تأهيل السبخات في ليبيا، ما ينعكس سلباً على فعالية التدخلات البيئية، ويبرز الحاجة إلى دعم البحث العلمي البيئي في هذا المجال.
4. خلصت الدارسة الى ان عمليات إعادة التأهيل قد تساهم في تعزيز قدرة السبخات على مقاومة آثار تغير المناخ، خاصة في مواجهة ارتفاع منسوب سطح البحر وتغير أنماط الترسيب.

### 11.2. التوصيات:

وبناءً على النتائج التي تم التوصل إليها في هذه الدراسة حول الأثر البيئي لإعادة تأهيل السبخات الساحلية الليبية، يمكن تقديم التوصيات التالية بهدف تعزيز فعالية جهود إعادة التأهيل وضمان استدامتها على المدى الطويل:

1. **التأكيد على الأولوية الوطنية لإعادة تأهيل السبخات:** نظرًا للقيمة البيئية والاقتصادية المهمة للسبخات الساحلية ودورها الحيوي في التخفيف من آثار تغير المناخ وتعزيز التنوع البيولوجي، يجب أن تحظى برامج إعادة تأهيل هذه النظم الإيكولوجية بأولوية قصوى على المستوى الوطني، يتطلب ذلك تخصيص الموارد الكافية وتطوير استراتيجيات وطنية متكاملة لإدارة وحماية السبخات.
2. **تبني نهج متكامل وشامل لإعادة التأهيل:** يجب أن تتضمن خطط إعادة التأهيل نهجًا شاملاً يراعي التفاعلات المعقدة بين المكونات البيئية المختلفة (الغطاء النباتي، التنوع الحيوي، الهيدرولوجيا، جودة المياه، التربة). يجب أن تستند التدخلات إلى فهم دقيق للعمليات الإيكولوجية الطبيعية وأسباب التدهور في كل موقع محدد.
3. **الاستثمار في البحث العلمي والمراقبة طويلة الأجل:** لضمان فعالية واستدامة جهود إعادة التأهيل، من الضروري الاستثمار في برامج بحث علمي مستمرة لتقييم حالة السبخات، وفهم استجابتها لتدخلات إعادة التأهيل المختلفة، وتحديد أفضل الممارسات، كما يجب وضع برامج مراقبة بيئية طويلة الأجل لتقييم التقدم المحرز وتحديد أي آثار غير متوقعة وتكييف استراتيجيات الإدارة بناءً على النتائج.
4. **تعزيز الحلول القائمة على الطبيعة:** (Nature-based Solutions – NbS) يجب تفضيل استخدام الحلول القائمة على الطبيعة في إعادة تأهيل السبخات، مثل استعادة التدفقات الهيدرولوجية الطبيعية، وزراعة الأنواع النباتية المحلية المتكيفة، واستخدام المواد الحيوية لتثبيت التربة. هذه الحلول غالبًا ما تكون أكثر فعالية من حيث التكلفة واستدامة على المدى الطويل وتوفر فوائد بيئية واجتماعية متعددة.
5. **تطبيق مبادئ الإدارة المتكاملة للمناطق الساحلية:** (ICZM) يجب دمج خطط إعادة تأهيل السبخات ضمن إطار أوسع للإدارة المتكاملة للمناطق الساحلية، مع مراعاة التفاعلات بين النظم

البيئية المختلفة والأنشطة البشرية في المناطق الساحلية المجاورة، يضمن هذا النهج معالجة الضغوط الناجمة عن الأنشطة الأخرى التي قد تؤثر على نجاح إعادة تأهيل السبخات.

6. **وضع أطر قانونية وسياسيات داعمة:** لضمان حماية السبخات الساحلية واستدامتها على المدى الطويل، يجب تطوير وتطبيق أطر قانونية وسياسيات واضحة وفعالة تنظم الأنشطة في المناطق الساحلية وتحمي السبخات من التدهور، يجب أن تتضمن هذه الأطر آليات للمساءلة وإنفاذ القوانين البيئية.
7. **تعزيز التعاون والشراكات:** تتطلب جهود إعادة تأهيل السبخات الساحلية تعاونًا وتنسيقًا فعالًا بين مختلف الجهات الفاعلة، بما في ذلك المؤسسات الحكومية، والمجتمع المدني، والقطاع الخاص، والمؤسسات الأكاديمية والبحثية، والمنظمات الدولية. يمكن للشراكات وتبادل الخبرات أن يساهم في تحقيق أهداف إعادة التأهيل بكفاءة أكبر.
8. **توعية المجتمع بأهمية السبخات:** يجب بذل جهود متواصلة لزيادة وعي المجتمع بأهمية السبخات الساحلية وخدماتها البيئية والقيمة الاقتصادية، بالإضافة إلى التهديدات التي تواجهها وضرورة حمايتها، ويمكن تحقيق ذلك من خلال حملات التوعية والبرامج التعليمية والمشاركة المجتمعية.
9. **تكييف استراتيجيات إعادة التأهيل مع تغير المناخ:** يجب أن تأخذ خطط إعادة التأهيل في الاعتبار الآثار المتوقعة لتغير المناخ، مثل ارتفاع مستوى سطح البحر وزيادة وتيرة العواصف، يمكن أن يشمل ذلك اختيار أنواع نباتية أكثر مقاومة للظروف المتغيرة وتصميم مناطق إعادة التأهيل بطريقة تعزز مرونة النظام البيئي في مواجهة هذه التحديات.

وأن من خلال تبني هذه التوصيات، يمكننا أن تخطو خطوات مهمة نحو إعادة تأهيل السبخات الساحلية المتدهورة وحماية هذه النظم الإيكولوجية القيمة للأجيال القادمة، مما يساهم في تحقيق التنمية المستدامة وتعزيز المرونة البيئية والاقتصادية للمناطق الساحلية.

## 12. المراجع

### اولاً: المراجع العربية

1. أحمد قريرة أحمد و محمود علي زايد. نشأة وتكون السبخات الساحلية شمال غرب ليبيا. مجلة البحوث الأكاديمية العدد 9 سبتمبر 2017.
2. محمد غازي حنفي وعامر مجيد اغا. السبخات الساحلية دراسة بيئية لسبخة دريانه – سهل بنغازي – ليبيا. مجلة المختار للعلوم الإنسانية 15 (1): 71–107، 2011.
3. عبدالعظيم معتوق، احلام بشير، عبدالله الطويل، ووليد الوالدة. مراقبة وتقييم التغيرات البيئية في المناطق الرطبة الساحلية (سبخة قصر احمد) باستخدام نظم المعلومات الجغرافية وتطبيقات الاستشعار عن بعد. مجلة الساتل العلمية المحكمة، العدد 13 سبتمبر 2022.
4. محمد سالم القبائلي. أثر السبخات الساحلية على الأنشطة البشرية بمنطقة الزويتينة– ليبيا. مجلة العلوم والدراسات الإنسانية – المرج العدد 49 فبراير 2018.
5. محمد عبدالمعتمد عبدالرسول. سبخات السهل الساحلي بمنطقة سرت – ليبيا: دراسة جيومورفولوجية. مجلة كلية الآداب جامعة الفيوم 13 (1): 2021.
6. الشركة العامة للمياه والصرف الصحي 2025.

### ثانياً: المراجع الانجليزية

1. Janine B. Adams, Jacqueline L. Raw ,Taryn Riddin, JohanWasserman ,and Lara Van Niekerk. Salt Marsh Restoration for the Provision of Multiple Ecosystem Services. Diversity. 13(12), 2021.
2. Duarte, C.M.; Dennison,W.C.; Orth, R.J.W.; Carruthers, T.J.B. The Charisma of Coastal Ecosystems: Addressing the Imbalance. Chesap. Sci. 2008, 31, 233–238.
3. United Nations Environment Agency. Resolution 73/284: United Nations Decade on Ecosystem Restoration (2021–2030). Available online: https://undocs.org/A/RES/73/284.
4. Gedan, K. B., Silliman, B. R., Bertness, M. D. Centuries of human-driven change in salt marshes. Annual Review of Marine Science, 3, 117-141. (2011).

5. Ting-ting Jiang [a], Jin-fen Pan [a], Xin-Ming Pu [b], Bo Wang [a], Jing-Jin Pan. Current status of coastal wetlands in China: Degradation, restoration, and future management. Estuarine, Coastal and Shelf Science, Volume 164, 5 October 2015, Pages 265-275.
6. Biswajit Bhagowati, Kamal Uddin Ahamad. A review on lake eutrophication dynamics and recent developments in lake modeling. Ecohydrology & Hydrobiology, Volume 19, Issue 1, January 2019, Pages 155-166.
7. Zedler, J. B., & Kercher, S. Causes and Consequences of Invasive Plants in Wetlands: Opportunities, Opportunists, and Outcomes. Critical Reviews in Plant Sciences, 23(5):431–452 (2004).
8. Kathiresan Kandasamy and Brian Lynn Bingham. Biology of Mangroves and Mangrove Ecosystems. Advances in Marine Biology, 40:81-251. December 2001.
9. Michael J. Osland, Nicholas M. Enwright, Richard H. Day, Christopher A. Gabler, Camille L. Stagg, James B. Grace. Beyond just sea-level rise: considering macroclimatic drivers within coastal wetland vulnerability assessments to climate change. Global Change Biology, (22),2016 1–11.
10. Kirwan, M. L., & Megonigal, J. P. Tidal wetland stability in the face of human impacts and sea-level rise. Nature Communications, 4, 1400. (2013).
11. Mcleod, E., Chmura, G. L., Bouillon, S., Salm, R., Björk, M., Duarte, C. M., ... & Silliman, B. R. A blueprint for blue carbon: Toward an improved understanding of the role of vegetated coastal habitats in sequestering CO2. Frontiers in Ecology and the Environment, 9(10), 552-560. (2011).