



Environmental Assessment and Spatial Distribution of *Posidonia oceanica* Meadows along the Tripoli Coast, Libya: An Exploratory Approach to Protection, Restoration, and Sustainable Propagation Sustainable Development Researches Centre

Mustafa Ahmed Ben Hukuma*

Sustainable Development Research Center, Libya

التقييم البيئي والتوزيع المكاني لمروج "بوسيدونيا أوشيانিকা" (*Posidonia oceanica*) على طول ساحل طرابلس، ليبيا: نهج استكشافي للحماية والترميم والإكثار المستدام – مركز أبحاث التنمية المستدامة

مصطفى أحمد بن حكومة*

مركز أبحاث التنمية المستدامة، ليبيا

*Corresponding author: m_hkoma2017@yahoo.com <https://orcid.org/0009-0006-6814-8468>

Received: August 14, 2026	Accepted: September 25, 2026	Published: October 02, 2026
 Copyright: © 2026 by the authors. This article is an open-access article distributed under the terms and conditions of the Creative Commons Attribution (CC BY) license (https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/).		

Abstract:

Background: *Posidonia oceanica* meadows are among the most important coastal ecosystems in the Mediterranean Sea because of their contribution to biodiversity conservation, coastal stability, habitat provision, and ecosystem functioning. However, these meadows are increasingly exposed to human and environmental pressures, while detailed spatial and ecological information remains limited along the Libyan coast.

Problem: The study addresses the need to assess the current situation of *P. oceanica* meadows along the Tripoli coast, determine the level of awareness of their ecological importance, identify major perceived threats, assess the need for protection and restoration, and explore the feasibility of sustainable propagation programs.

Objective: The study aimed to assess awareness of the ecological importance of *P. oceanica*, identify major threats and human activities affecting the meadows, evaluate perceived needs for protection and restoration, and explore prospects for sustainable propagation.

Methodology: A descriptive-analytical approach was adopted, using a structured questionnaire as the main data-collection instrument. A total of 400 questionnaires were distributed, of which 388 valid responses were obtained, representing a 97% response rate. The respondents included groups associated with the marine and coastal environment. The questionnaire comprised four main dimensions with 20 Likert-scale items. The overall Cronbach's alpha coefficient was 0.927, indicating high internal consistency.

Results and conclusions: The overall mean of the study dimensions was 3.66. Awareness and ecological importance ranked first ($M=3.78$), followed by threats and influencing factors ($M=3.69$), protection and restoration ($M=3.64$), and propagation and future prospects ($M=3.51$). A statistically significant positive correlation was also identified between perceived human pressures and their perceived effects on the meadows ($r=0.612$). The findings indicate relatively high awareness and positive orientations toward protection and restoration.

Recommendations: The study recommends conducting detailed field and spatial surveys, developing a GIS-based database, strengthening environmental monitoring, reducing pollution and coastal pressures, enhancing

public and fisher awareness, and implementing carefully controlled restoration trials supported by long-term monitoring. The findings should be interpreted as exploratory perceptions rather than direct measurements of the actual ecological condition of *P. oceanica* meadows.

Keywords: *Posidonia oceanica*; Seagrass Meadows; Environmental Assessment; Spatial Distribution; Protection and Restoration.

الملخص

تمهيد: تمثل مروج البوسيدونيا البحرية (*Posidonia oceanica*) أحد المكونات المهمة للنظم البيئية الساحلية في البحر المتوسط، لما تؤديه من أدوار في دعم التنوع الحيوي واستقرار البيئة الساحلية، إلا أنها تتعرض لضغوط بشرية وبيئية متزايدة، في ظل محدودية البيانات المكانية والبيئية التفصيلية على الساحل الليبي. مشكلة الدراسة: تتمثل المشكلة في الحاجة إلى التعرف على واقع مروج البوسيدونيا على ساحل طرابلس، ومستوى الوعي بأهميتها، وأبرز التهديدات المؤثرة فيها، ومدى الحاجة إلى حمايتها واستعادتها، وإمكانية تنفيذ برامج مستدامة لإكثارها. أهداف الدراسة: هدفت الدراسة إلى تقييم الوعي بأهمية البوسيدونيا، وتحديد التهديدات والعوامل المؤثرة فيها، وتقييم الحاجة إلى الحماية والاستعادة، واستكشاف آفاق الإكثار المستدام. المنهجية: اعتمدت الدراسة المنهج الوصفي التحليلي، واستخدمت الاستبانة أداة رئيسة لجمع البيانات. وزعت 400 استبانة، استُرد منها 388 استبانة صالحة للتحليل بنسبة استجابة بلغت 97%، وشملت العينة فئات مرتبطة بالبيئة البحرية والساحلية. وتضمنت الأداة أربعة محاور رئيسة بواقع 20 فقرة وفق مقياس ليكرت الخماسي، وبلغ معامل الثبات الكلي كرونباخ ألفا 0.927.

النتائج والاستنتاجات: بلغ المتوسط الكلي لمحاور الدراسة 3.66، وجاء الوعي والأهمية البيئية في المرتبة الأولى بمتوسط 3.78، تلاه التهديدات والعوامل المؤثرة 3.69، ثم الحماية والاستعادة 3.64، والإكثار وآفاق المستقبل 3.51. كما أظهرت النتائج علاقة طردية ذات دلالة إحصائية بين العوامل والأنشطة البشرية والتأثير المدرك في المروج ($r=0.612$). وتشير النتائج إلى وجود وعي نسبي بأهمية البوسيدونيا واتجاه إيجابي نحو حمايتها واستعادتها. التوصيات: توصي الدراسة بإجراء مسوحات بحرية ومكانية دقيقة، وإنشاء قاعدة بيانات GIS، وتفعيل الرصد البيئي، والحد من مصادر التلوث والضغوط الساحلية، وتعزيز التوعية، وإجراء تجارب استعادة محدودة تحت إشراف علمي ومتابعة طويلة الأجل. وتبقى النتائج في إطارها الاستطلاعي ولا تمثل قياساً ميدانياً مباشراً للحالة البيئية للمروج..

الكلمات المفتاحية: *Posidonia oceanica*؛ مروج الأعشاب البحرية؛ التقييم البيئي؛ التوزيع المكاني؛ الحماية والاستعادة.

1 | مقدمة

تُعد النظم البيئية الساحلية والبحرية من أهم مكونات رأس المال الطبيعي، لما توفره من خدمات بيئية واقتصادية واجتماعية، إلا أنها أصبحت تواجه ضغوطاً متزايدة نتيجة التلوث، والتوسع العمراني الساحلي، والأنشطة البحرية، والصيد، والتغيرات المناخية. وتبرز مروج الأعشاب البحرية بوصفها من النظم البيئية ذات الأهمية العالية في المحافظة على التنوع الحيوي واستقرار البيئات الساحلية. وفي هذا السياق، تمثل البوسيدونيا البحرية (*Posidonia oceanica*) أحد أهم مكونات النظام البيئي البحري في البحر المتوسط، وتحتاج المحافظة عليها إلى فهم أفضل لتوزيعها وحالتها والضغوط المؤثرة فيها (Telesca et al., 2020; Bevilacqua et al., 2015).

وتتميز *Posidonia oceanica* بكونها نوعاً مستوطناً في البحر المتوسط، وتشكل مروجاً بحرية تمتد من المناطق الضحلة إلى أعماق أكبر وفق الظروف البيئية الملائمة. وتوفر هذه المروج موائل ومناطق حضانة للعديد من الكائنات البحرية، كما تسهم في تثبيت الرواسب وتخفيف تأثير الأمواج والتيارات، فضلاً عن دورها في دورة المغذيات وتخزين الكربون. وتشير الدراسات إلى أن أهمية البوسيدونيا لا تقتصر على التنوع الحيوي، بل تمتد إلى دعم وظائف النظام البيئي الساحلي وتعزيز قدرته على مواجهة بعض آثار التغير المناخي (Pergent-Martini et al., 2021; Chowdhury et al., 2024).

وعلى الرغم من هذه الأهمية، فإن مروج البوسيدونيا تتعرض لضغوط متعددة، من بينها التلوث، والأنشطة الساحلية، والرسو والقوارب، والصيد، وتغير الخصائص الفيزيائية والكيميائية للمياه، إضافة إلى ارتفاع درجات الحرارة والتغيرات المناخية. وقد أظهر المسح المتوسطي واسع النطاق أن المعلومات المكانية عن البوسيدونيا ما تزال غير مكتملة في أجزاء من جنوب المتوسط، ومنها ليبيا، الأمر الذي يجعل تعزيز

المسوحات والرصد المكاني ضرورة لفهم حالة هذه المروج وتحديد المناطق ذات الأولوية للحماية (Telesca et al., 2015). كما أكدت الدراسات الحديثة أن الضغوط البشرية والمناخية تمثل تحديًا متزايدًا أمام استدامة هذه النظم البيئية (Chowdhury et al., 2024).

وتكتسب هذه القضية أهمية خاصة في ليبيا، التي تمتلك ساحلاً طويلاً وتنوعاً في البيئات الساحلية والبحرية. وتشير الاستراتيجية الوطنية للتنوع الحيوي وخطة العمل في ليبيا 2023-2030 إلى وجود *Posidonia oceanica* وانتشارها على السواحل الليبية، إلى جانب *Cymodocea nodosa*، مع التأكيد على الحاجة إلى المحافظة على التنوع الحيوي والنظم الساحلية وتعزيز قاعدة البيانات العلمية المتعلقة بها (Harhash et al., 2023). كما أوضحت الاستراتيجية أن النظم البحرية والساحلية الليبية تتعرض لضغوط متعددة، وأن تطوير برامج الرصد والحماية يمثل أحد متطلبات الإدارة المستدامة للموارد الطبيعية.

وتشير الأدلة المحلية الحديثة إلى أهمية دراسة البوسيدونيا على الساحل الغربي الليبي بصورة أكثر تحديداً؛ فقد تناولت دراسة (Benzayed et al., 2026) المجتمعات الفطرية المرتبطة بالبوسيدونيا على الساحل الغربي لليبي، وجمعت عينات من الجذور والريزومات والأوراق على أعماق تراوحت بين 5 و12 متراً من مواقع تمتد من القره بوللي إلى السياحية بطرابلس. وتؤكد هذه الدراسة وجود البوسيدونيا في نطاق الدراسة المقترح، وتبرز القيمة العلمية لدراسة خصائصها ومكوناتها البيئية في الساحل الغربي الليبي، مع الحاجة إلى مزيد من المسوحات الميدانية والمكانية.

كما تمثل الضغوط المرتبطة بالتلوث أحد الجوانب المهمة التي ينبغي أخذها في الاعتبار عند دراسة مروج البوسيدونيا في ليبيا. فقد بينت دراسة (Bonsignore et al., 2018)، التي شملت الساحل الليبي في المنطقة الغربية، وجود بيانات مهمة حول الملوثات في الرواسب والكائنات البحرية، وأشارت إلى أن الساحل والبحيرات الليبية ذات أهمية عالية للتنوع والإنتاجية البحرية، مع ارتباط البوسيدونيا بتوفير المأوى ومناطق الحضانة للعديد من الكائنات البحرية. وتبرز هذه النتائج أهمية ربط دراسة حالة البوسيدونيا بالعوامل البشرية والبيئية المحيطة بها عند تقييم احتياجات الحماية والإدارة (Bonsignore et al., 2018).

ومن ناحية أخرى، أصبح التوزيع المكاني والرصد باستخدام نظم المعلومات الجغرافية والاستشعار عن بعد من الأدوات المهمة في دراسة مروج البوسيدونيا. فقد بينت دراسات حديثة إمكانية استخدام بيانات الأقمار الصناعية وتقنيات الذكاء الاصطناعي لإنتاج خرائط مكانية للمروج ومتابعة تغيراتها عبر الزمن، خاصة في المناطق التي تعاني من نقص البيانات الميدانية. (Chowdhury et al., 2024) كما طور (Ozkiper et al., 2024) نموذجاً قائماً على GIS والتحليل متعدد المعايير لتحديد ملائمة المواقع لمروج البوسيدونيا، بالاعتماد على متغيرات مثل العمق وجودة المياه والملوحة والإجهاد الحراري، وهو ما يوفر أساساً منهجياً يمكن الاستفادة منه مستقبلاً في تحديد أولويات الحماية والاستعادة على ساحل طرابلس.

وفي ضوء ذلك، تأتي الدراسة الحالية بوصفها دراسة استطلاعية تهدف إلى التعرف على واقع مروج البوسيدونيا البحرية على ساحل طرابلس، ومستوى الوعي بأهميتها البيئية، وأبرز التهديدات والأنشطة البشرية المؤثرة فيها، ومدى الحاجة إلى حمايتها واستعادتها، فضلاً عن استكشاف إمكانية تنفيذ برامج مستدامة للإكثار والاستعادة. ويتوافق هذا التوجه مع مشكلة الدراسة وأسئلتها وأهدافها التي تركز على الوعي والتهديدات والحماية والاستعادة والإكثار المستدام. كما أن اعتماد الاستبيان في هذه المرحلة يمكن أن يوفر تصوراً أولياً من وجهة نظر أفراد العينة، على أن تُدعم النتائج مستقبلاً بالمسوحات الميدانية والبيانات المكانية والبيئية الدقيقة.



شكل 1. نبات مروج البوسيدونيا البحرية (*Posidonia oceanica*)
بوسيدونيا البحر المتوسط أو رئة البحر تنتج من 14 إلى 20 لترًا من الأكسجين في المتر المربع
الوحيد كل يوم، مما يعكس أهميتها الكبرى للحياة البحرية
المصدر: معهد البحر المتوسط للدراسات المتقدمة (IMEDEA) ومؤسسة BBVA

2 | مشكلة الدراسة

تتمثل مشكلة الدراسة في الحاجة إلى التعرف على واقع مروج البوسيدونيا على ساحل طرابلس، وأهميتها البيئية، وأبرز التهديدات التي تواجهها، ومدى الحاجة إلى برامج لحمايتها واستعادتها من وجهة نظر أفراد العينة. ويمكن صياغة أسئلة الدراسة كالتالي:

1. ما مستوى الوعي بأهمية البوسيدونيا البحرية ودورها في البيئة الساحلية؟
2. ما أبرز العوامل والأنشطة البشرية التي تؤثر في مروج البوسيدونيا على ساحل طرابلس؟
3. ما مدى الحاجة إلى حماية واستعادة مروج البوسيدونيا في المناطق الساحلية؟
4. ما مدى إمكانية تنفيذ برامج مستدامة لإكثار واستعادة البوسيدونيا على ساحل طرابلس؟

3 | فرضيات الدراسة

استنادًا إلى أسئلة الدراسة وأهدافها الأربعة، وبما أن الدراسة استطلاعية وتعتمد على الاستبيان، يمكن صياغة الفرضيات بصورة بسيطة وقابلة للاختبار إحصائيًا كما يلي:

- الفرضية الأولى: توجد درجة مرتفعة ذات دلالة إحصائية في مستوى وعي أفراد العينة بأهمية البوسيدونيا البحرية ودورها في البيئة الساحلية.
- الفرضية الثانية: توجد علاقة ذات دلالة إحصائية بين العوامل والأنشطة البشرية، مثل التلوث والأنشطة الساحلية والصيد والمخلفات البحرية، وبين التأثير المدرك في مروج البوسيدونيا على ساحل طرابلس.
- الفرضية الثالثة: توجد درجة مرتفعة ذات دلالة إحصائية في الحاجة إلى حماية واستعادة مروج البوسيدونيا على ساحل طرابلس.
- الفرضية الرابعة: توجد درجة مرتفعة ذات دلالة إحصائية في آراء أفراد العينة حول إمكانية تنفيذ برامج مستدامة لإكثار واستعادة البوسيدونيا على ساحل طرابلس.

4 | أهمية الدراسة

تتبع أهمية الدراسة من تناولها مروج البوسيدونيا البحرية (*Posidonia oceanica*) على ساحل طرابلس بوصفها أحد المكونات المهمة للنظم البيئية البحرية المتوسطية، ومن محاولة تقديم تصور استطلاعي حول واقعها وأهميتها والضغوط المؤثرة فيها، بما يتوافق مع أهداف الدراسة وأسئلتها.

الأهمية العلمية:

- تسهم الدراسة في إثراء المعرفة العلمية حول البوسيدونيا البحرية في الساحل الليبي، ولا سيما ساحل طرابلس، في ظل الحاجة إلى مزيد من الدراسات المحلية حول توزيعها وحالتها البيئية.

- توفر بيانات استطلاعية أولية حول مستوى الوعي بأهمية البوسيدونيا وأبرز العوامل والأنشطة البشرية المؤثرة فيها .
- يمكن أن تمثل الدراسة نقطة انطلاق لدراسات ميدانية أكثر تخصصًا تعتمد على المسح البحري والقياسات البيئية ونظم المعلومات الجغرافية والاستشعار عن بعد .
- تساهم في ربط موضوع البوسيدونيا بقضايا التنوع الحيوي البحري، والاستدامة، والتغير المناخي، وحماية النظم الساحلية .

ثانيًا: الأهمية البيئية

- تساعد الدراسة في إبراز الأهمية البيئية لمروج البوسيدونيا ودورها في دعم التنوع الحيوي واستقرار البيئة الساحلية .
- تساهم في التعرف على أبرز التهديدات والضغوط البشرية والبيئية التي قد تؤثر في مروج البوسيدونيا على ساحل طرابلس .
- تدعم أهمية تبني برامج الرصد والحماية والاستعادة للمناطق التي يثبت وجود البوسيدونيا فيها .
- توفر أساسًا أوليًا لتحديد المجالات التي تحتاج إلى مزيد من البحث الميداني والتقييم البيئي .

ثالثًا: الأهمية التطبيقية

- يمكن أن تساعد نتائج الدراسة الجهات البيئية والبلديات والمؤسسات البحثية في التعرف على أولويات حماية البيئة البحرية .
- تقدم إطارًا أوليًا يمكن الاستفادة منه في إعداد برامج توعية بيئية تستهدف الصيادين والمجتمع المحلي والمهتمين بالبيئة البحرية .
- يمكن أن تساهم في دعم التوجه نحو استخدام نظم المعلومات الجغرافية والبيانات المكانية في التخطيط للحماية والاستعادة مستقبلاً .
- توفر أساسًا أوليًا لتقييم إمكانية تنفيذ برامج مستدامة لاستعادة وإكثار البوسيدونيا، على أن تسبق أي برامج تنفيذية دراسات ميدانية وفنية متخصصة .

رابعًا: الأهمية بالنسبة للتنمية المستدامة

تكتسب الدراسة أهمية في ضوء توجهات التنمية المستدامة وحماية الموارد الطبيعية البحرية، إذ تربط بين المحافظة على النظم البيئية الساحلية وبين الإدارة المستدامة للموارد والتكيف مع التغيرات البيئية والمناخية. كما يمكن أن تساهم نتائجها في دعم التوجهات الوطنية المتعلقة بالمحافظة على التنوع الحيوي والنظم الساحلية، بما يتسق مع الحاجة التي أشارت إليها الأدبيات المحلية إلى تعزيز الرصد والبيانات العلمية المتعلقة بالبيئة البحرية الليبية.

4 | أهداف الدراسة

1. التعرف على مستوى الوعي بأهمية البوسيدونيا البحرية .
2. تحديد أبرز التهديدات والعوامل المؤثرة في مروج البوسيدونيا .
3. تقييم الحاجة إلى حماية واستعادة مروج البوسيدونيا .
4. التعرف على آراء أفراد العينة حول إمكانية تنفيذ برامج الإكثار والاستعادة المستدامة.

5 | التعريفات الإجرائية

- استنادًا إلى طبيعة الدراسة وأهدافها وأسئلتها، يمكن اعتماد التعريفات الإجرائية الأربعة الآتية:
- البوسيدونيا البحرية (*Posidonia oceanica*): يقصد بها إجرائيًا في هذه الدراسة النبات البحري المستوطن في البحر المتوسط، الذي يشكل مروجًا بحرية ذات أهمية بيئية كبيرة، وتوفر موائل للكائنات البحرية وتساهم في تثبيت الرواسب ودعم وظائف النظام الساحلي (Telesca et al., 2015; Pansini et al., 2022).

- التقييم البيئي: يقصد به إجرائياً تقدير واقع مروج البوسيدونيا من خلال التعرف على أهميتها البيئية، ومستوى الوعي بها، وأبرز الضغوط والأنشطة البشرية المؤثرة فيها، والحاجة إلى حمايتها واستعادتها، وفق استجابات أفراد عينة الدراسة. ويتسق هذا المفهوم مع الدراسات التي تؤكد ضرورة تقييم حالة المروج وتحديد الضغوط المؤثرة فيها قبل وضع برامج الإدارة والحماية (Telesca et al., 2015).
- التوزيع المكاني: يقصد به إجرائياً تحديد مواقع وجود مروج البوسيدونيا وتباين انتشارها على امتداد ساحل طرابلس، اعتماداً على المعلومات التي يقدمها أفراد العينة حول المواقع التي شاهدها أو يعرفون بوجود البوسيدونيا فيها، مع إمكانية دعمها مستقبلاً ببيانات GIS والمسح الميداني. ويستند المفهوم إلى أهمية توثيق التوزيع المكاني للبوسيدونيا وتحديد المناطق التي تعاني من نقص البيانات (Telesca et al., 2015).
- الحماية والاستعادة والإكثار المستدام: يقصد بها إجرائياً مجموعة الإجراءات والتدابير المقترحة للمحافظة على مروج البوسيدونيا، والحد من مسببات تدهورها، واستعادة المروج المتهورة في المواقع الملائمة، وتنفيذ تجارب الإكثار أو الزراعة تحت إشراف علمي ومتابعة طويلة الأجل. ويؤكد الأدب العلمي أن نجاح الاستعادة يرتبط باختيار المواقع المناسبة، واستخدام تقنيات ملائمة، والمتابعة طويلة الأجل قبل التوسع في برامج الاستعادة (Pansini et al., 2022; Bacci et al., 2025).

6 | الدراسات السابقة:

تناولت Bonsignore et al. (2018) التلوث البحري على الساحل الليبي من خلال تقييم الملوثات والمخاطر البيئية في المنطقة الساحلية، وأظهرت أهمية البيئة البحرية الليبية وما تتعرض له من ضغوط بشرية، بما يؤكد ضرورة ربط دراسة مروج البوسيدونيا بمصادر التلوث والأنشطة الساحلية. وفي السياق الليبي نفسه، درست Benzayed et al. (2026) الفطريات البحرية المرتبطة بـ *Posidonia oceanica* على الساحل الغربي لليبي، وجمعت عينات من الجذور والريزومات والأوراق في مواقع تمتد من القره بوللي إلى السياحية بطرابلس، وكشفت عن تنوع فطري مرتبط بالمروج، بما يبرز القيمة البيئية للموقع والحاجة إلى توسيع الدراسات المحلية حول البوسيدونيا. وتكتسب هذه النتائج أهمية مباشرة للدراسة الحالية التي تستهدف ساحل طرابلس تحديداً، حيث تشير الأدلة المحلية إلى وجود البوسيدونيا والحاجة إلى مزيد من المسوحات البيئية والمكانية.

وعلى المستوى العربي، تناولت Bidak et al. (2021) البوسيدونيا البحرية في مصر باعتبارها من أهم الأعشاب البحرية المتوسطة، وناقشت أهميتها البيئية وحساسيتها للضغوط الساحلية والأنشطة البشرية، مؤكدة ضرورة حمايتها في البيئات المتوسطة المصرية. كما بحثت Shabaka et al. (2021) توزيع رواسب البوسيدونيا على الساحل المتوسطي المصري، وأجرت مسوحات في عدة مواقع من العجمي إلى السلوم، وبينت وجود نمط مكاني واضح لتوزيع المروج في الجزء الغربي من الساحل المصري، مع أهمية هذه الرواسب كمخزون للمادة العضوية والكربون.

وفي دراسة عربية أخرى، تناول Besar et al. (2022) التجمعات الحيوانية المرتبطة بمروج *Posidonia oceanica* في منطقة محمية السلوم البحرية بمصر، وكشفت الدراسة عن الدور الذي تؤديه المروج في توفير موائل ومناطق تغذية وحماية وتكاثر للكائنات البحرية. وتبرز هذه النتيجة البعد البيئي المتعدد الوظائف للبوسيدونيا، وهو ما يدعم إدراج الوعي بأهميتها البيئية ضمن محاور الدراسة الحالية. كما تناول Mabrouk et al. (2014) التنوع والتغير الزمني للكائنات اللاطئة والطحالب المرتبطة بريزومات البوسيدونيا في شرق تونس، وكشفت النتائج عن تنوع مرتفع للكائنات المصاحبة وتغيرات موسمية في كثافتها، مما يوضح أن حالة المروج ترتبط بمجموعة معقدة من التفاعلات البيئية.

وتناولت Mabrouk et al. (2015) التوزيع الزمني والمكاني للطحالب المصاحبة لأوراق البوسيدونيا في تونس، وأظهرت وجود اختلافات مكانية وزمنية في تركيب وتغطية المجتمعات المصاحبة. كما درست Mabrouk et al. (2017) التباين الزمني والعمقي في تغطية الطحالب المصاحبة والكتلة الحيوية لأوراق

البوسيدونيا على ساحل المهدية، وأكدت أهمية العمق والزمن في تفسير الاختلافات البيئية للمروج. كذلك قارنت Mabrouk et al. (2021) المجتمعات الطحلبية المصاحبة لأوراق البوسيدونيا مع أنواع أخرى من الأعشاب البحرية في شرق تونس، وأظهرت اختلافًا في تركيب المجتمعات المصاحبة بين الأنواع. وفي دراسة أخرى بتونس، هدفت Sghaier et al. (2013) إلى تحليل أنماط النمو والإزهار للبوسيدونيا على طول الساحل التونسي، باستخدام مؤشرات مرتبطة بكثافة السيقان والإنتاج والتغيرات المناخية، وبينت وجود اختلافات واضحة في كثافة المروج بين المواقع المدروسة، مع ارتباط بعض الخصائص بالظروف المناخية. وتكتسب هذه النتيجة أهمية بالنسبة للدراسة الحالية لأنها تؤكد أن الظروف البيئية والمكانية ينبغي أن تؤخذ في الاعتبار عند تقييم حالة وانتشار البوسيدونيا.

وعلى المستوى المتوسطي الأوسع، قدمت Telesca et al. (2015) دراسة واسعة النطاق هدفت إلى تجميع المعلومات المكانية عن مروج البوسيدونيا في البحر المتوسط وتقييم مساحتها واتجاهات تغيرها، وكشفت عن تراجع عام للمروج ونقص واضح في البيانات المكانية في أجزاء من جنوب المتوسط، ومن بينها ليبيا، حيث كانت الخرائط المتاحة محدودة مقارنة بمناطق متوسطة أخرى. وتمثل هذه الدراسة أساسًا مهمًا للدراسة الحالية، لأنها تبرر الحاجة إلى تحسين المعلومات المكانية عن البوسيدونيا على الساحل الليبي.

وتناولت Campagne et al. (2015) الخدمات البيئية والقيمة الاقتصادية لمروج البوسيدونيا، وحددت مجموعة واسعة من الخدمات التي تقدمها، من بينها الحماية الساحلية ودعم التنوع الحيوي وتوفير المنافع المرتبطة بالنظم البحرية، وبينت أن القيمة الاقتصادية للمروج يمكن أن تكون كبيرة رغم نقص البيانات المتعلقة ببعض الخدمات. وتدعم هذه النتائج إدراج البعد البيئي والتنموي ضمن تقييم البوسيدونيا، بدل الاقتصاد على وجودها النباتي فقط.

أما Lopez y Royo et al. (2010) فقد طورت مؤشرًا حيويًا قائمًا على البوسيدونيا لتقييم الحالة البيئية للمياه الساحلية، وأكدت أن خصائص المروج يمكن استخدامها كمؤشرات على جودة البيئة البحرية. كما تناولت Lopez y Royo et al. (2011) عملية مواءمة أنظمة التصنيف البيئي باستخدام البوسيدونيا، وأثبتت أهمية المؤشرات المرتبطة بها في المقارنة بين الحالات البيئية للمناطق الساحلية المختلفة.

وطورت Pergent-Martini et al. (2005) مجموعة من المؤشرات والوصفات الخاصة بمروج البوسيدونيا بهدف استخدامها في الرصد والتقييم البيئي، وأكدت أهمية خصائص المروج النباتية في تقييم جودة البيئة الساحلية. وفي الاتجاه نفسه، قدمت Gobert et al. (2020) طريقة غير تدميرية لتقييم حالة مروج البوسيدونيا، بما يسمح بجمع المعلومات البيئية دون إحداث أضرار كبيرة بالنباتات، وهو اتجاه مهم عند تصميم برامج الرصد والحماية طويلة الأجل.

ومن منظور بنية المروج وإدارتها، تناولت Abadie et al. (2018) العلاقة بين بنية المشهد البحري والعمليات البيئية داخل مروج البوسيدونيا، وأكدت أن فهم التوزيع المكاني للمروج ودرجة تجزئتها يساعد في تحسين قرارات الإدارة والحماية. كما درست Güreşen et al. (2020) الحالة البيئية لمروج البوسيدونيا في شمال بحر إيجة باستخدام مجموعة من المؤشرات الحيوية والتركيبية، وكشفت النتائج عن اختلافات في تقييم الحالة البيئية تبعًا للمؤشر المستخدم، مع ظهور التجزؤ والتحول في بعض المواقع المتأثرة بالأنشطة البشرية.

وبحثت Pergent-Martini et al. (2021) مساهمة مروج البوسيدونيا في التخفيف من آثار تغير المناخ، وأبرزت قدرتها على تخزين الكربون ودعم وظائف النظام الساحلي، مما يعزز أهمية إدماج البوسيدونيا في سياسات التكيف والتخفيف المناخي. كما تناولت Pazzaglia et al. (2020) التفاعل بين ارتفاع درجة الحرارة والإثراء الغذائي، وأظهرت أن الضغوط المتعددة يمكن أن تتفاعل بصورة تؤثر في استجابة البوسيدونيا، وهو ما يدعم ضرورة دراسة التهديدات بصورة متكاملة بدل تحليل كل عامل بمعزل عن الآخر.

وفي مجال الرصد المكاني الحديث، استخدمت Chowdhury et al. (2024) الاستشعار عن بعد والذكاء الاصطناعي لتحسين مراقبة الأعشاب البحرية المتوسطة، وأظهرت الدراسة إمكانية الاستفادة من بيانات الأقمار الصناعية في إنتاج معلومات مكانية تدعم جهود الحماية في المناطق التي تعاني من نقص البيانات.

كما طور Ozkiper et al. (2024) نموذجًا يجمع بين نظم المعلومات الجغرافية والتحليل متعدد المعايير لتحديد الملاءمة البيئية لمروج البوسيدونيا، ودمج متغيرات جيومورفولوجية ومائية ومناخية لتحديد المناطق ذات الأولوية. وتنسجم هذه المنهجية بصورة مباشرة مع التوجه المستقبلي للدراسة الحالية نحو دعم بيانات الاستبيان بالتحليل المكاني .

وفي السياق نفسه، قدم Bendaas et al. (2026) تطبيقًا حديثًا للاستشعار عن بعد وبيانات-Sentinel 2 لرسم خرائط مروج البوسيدونيا على الساحل الجزائري، وأظهرت الدراسة أن دمج بيانات الأقمار الصناعية مع البيانات الميدانية يمكن أن ينتج خرائط دقيقة نسبيًا للمروج، وأن هذه الخرائط توفر قاعدة مهمة لاتخاذ قرارات الحماية والتخطيط المكاني البحري في جنوب المتوسط. وتبرز هذه الدراسة أهمية الاستفادة من التجارب الإقليمية القريبة جغرافيًا من ليبيا عند تطوير قاعدة بيانات مكانية للبوسيدونيا على ساحل طرابلس .

وفي مجال الاستعادة، راجعت Pansini et al. (2022) الأدلة العلمية الخاصة بجهود استعادة *Posidonia oceanica*، وكشفت عن تفاوت كبير في أساليب الاستعادة وطرق تقييم نجاحها، وأكدت الحاجة إلى مزيد من التجارب الميدانية طويلة الأجل والتنسيق بين الباحثين وأصحاب المصلحة. كما اختبرت Piazzi et al. (2021) تقنيات هندسية بيئية لاستعادة المروج المتدهورة، وأشارت إلى إمكانية استخدام تقنيات تثبيت مناسبة لدعم استعادة النبات وتكوين موائل للكائنات المصاحبة، مع ضرورة تقييم التكلفة والفعالية قبل التوسع .

وأظهرت دراسة Bacci et al. (2025) أهمية المتابعة طويلة الأجل لعمليات استعادة البوسيدونيا، إذ ركزت على الاستجابة على مستوى النبات والمجتمع بعد عمليات الاستعادة، مؤكدة أن تقييم النجاح لا ينبغي أن يعتمد على المدى القصير فقط. وفي الاتجاه نفسه، أجرت Pansini et al. (2025) تحليلًا تلويًا لخبرات استعادة البوسيدونيا خلال أربعة عقود، وكشفت عن أهمية اختيار الموقع المناخ والموقع المستقبل بعناية، واستخدام مواد نباتية مناسبة، واعتماد برامج متابعة طويلة الأجل لتقييم نجاح الاستعادة .

كما قدمت Astruch et al. (2026) دراسة طويلة الأجل امتدت لنحو أربعة عقود في خليج برادو بمرسيلي، وكشفت عن تعافٍ طبيعي ملحوظ لمروج البوسيدونيا بعد انخفاض بعض الضغوط البشرية، مما يدعم أهمية معالجة مصادر التدهور قبل اللجوء إلى الاستعادة النشطة. وتناولت Gerovasileiou et al. (2026) تحديث خرائط توزيع مروج البوسيدونيا في البحر المتوسط، وأكدت أهمية قواعد البيانات المكانية الموحدة في توجيه جهود الحماية والاستعادة وتحديد المواقع ذات الأولوية .

ومن جانب آخر، تناول Procaccini et al. (2023) التنوع الوراثي والاتصال بين تجمعات البوسيدونيا في البحر المتوسط، وأكد أهمية المعرفة الوراثية في دعم استراتيجيات الحماية والاستعادة، بينما بحث Haverbeck et al. (2025) التنوع الوراثي والاتصال في الحد الشرقي لانتشار النوع، وأظهرت النتائج اختلافات في التنوع والاتصال بين التجمعات، بما يشير إلى أهمية مراعاة الخصائص المحلية عند تصميم برامج الحماية والاستعادة .

وتناولت Scanu et al. (2022) القيمة الاقتصادية لخدمات مروج البوسيدونيا على السواحل الإيطالية باستخدام نظم المعلومات الجغرافية، وربطت بين توزيع المروج وخدمات مثل تخزين الكربون، والمعالجة الحيوية، وإنتاج الأكسجين، وحماية السواحل والإنتاج الغذائي، مؤكدة أن تقييم الخدمات البيئية يمكن أن يكون أداة مهمة في إدارة المناطق الساحلية. كما قام Pisani et al. (2024) بتقييم القيمة الاقتصادية للبوسيدونيا في جزر تريميتي بإيطاليا اعتمادًا على حالة النظام البيئي، مؤكدًا أهمية ربط القيمة الاقتصادية بحالة المروج عند اتخاذ القرارات المتعلقة بالحماية والإدارة .

وأخيرًا، تناولت Stipcich et al. (2023) آثار درجات الحرارة المرتفعة وموجات الحر البحرية على القيمة الغذائية للبوسيدونيا، وأظهرت أن الاحترار البحري يمكن أن يغير بعض الخصائص الكيميائية المرتبطة بالنبات. كما بحثت Gallo et al. (2023) قدرة المجتمعات الطحلبية المصاحبة لأوراق البوسيدونيا على التعافي بعد موجة حر بحرية، وكشفت عن بطء واضح في التعافي، مما يؤكد أن آثار الضغوط الحرارية قد تستمر لفترات طويلة بعد انتهاء الحدث المناخي .

1.6 | التعقيب على الدراسات السابقة والفجوة البحثية

تكشف مراجعة الدراسات السابقة عن اتفاق واضح على الأهمية البيئية والاقتصادية لمروج *Posidonia oceanica*، وعلى حساسيتها للضغوط البشرية والمناخية، كما يتضح تطور الاتجاه البحثي من مجرد وصف وجود المروج إلى التقييم البيئي، والرصد المكاني، والاستشعار عن بعد، وتقييم الخدمات البيئية، والاستعادة طويلة الأجل. وتؤكد الدراسات المتوسطة أن نقص البيانات المكانية ما يزال يمثل مشكلة خاصة في أجزاء من جنوب المتوسط، ومن بينها ليبيا (Telesca et al., 2015). وعلى الرغم من وجود دراسات ليبية حديثة تناولت التلوث الساحلي والمجتمعات الفطرية المرتبطة بالبوسيدونيا، فإن الدراسات التي تتناول ساحل طرابلس من منظور استطلاعي يجمع بين الوعي البيئي، والتهديدات المدركة، والحاجة إلى الحماية والاستعادة، وإمكانات الإكثار المستدام ما تزال محدودة. ومن هنا تتمثل الإضافة الحالية في تقديم تصور استطلاعي متكامل يمكن أن يشكل مرحلة أولى قبل تنفيذ مسح بحري ومكاني أكثر تفصيلاً. وهذا يتوافق مع طبيعة الدراسة الحالية وأسئلتها الأربعة التي تركز على الوعي، والتهديدات، والحماية والاستعادة، وإمكانات الإكثار المستدام.

2.6 | الفجوة البحثية

على الرغم من تزايد الاهتمام العلمي بمروج البوسيدونيا البحرية (*Posidonia oceanica*) في البحر المتوسط، فقد ركزت غالبية الدراسات السابقة على توصيف حالتها البيئية، وتوزيعها الجغرافي، ومؤشرات تدهورها، أو إمكانات استعادتها باستخدام المسوحات الميدانية والاستشعار عن بُعد ونظم المعلومات الجغرافية. كما تناولت بعض الدراسات الأهمية البيئية والاقتصادية للمروج ودورها في حفظ التنوع الحيوي وتثبيت الرواسب والتخفيف من آثار تغير المناخ. وفي المقابل، ما تزال الدراسات التي تتناول الساحل الليبي، وبخاصة ساحل طرابلس، محدودة من حيث البيانات المكانية والبيئية المنشورة، مع وجود فجوة في المعلومات المتعلقة بواقع المروج والضغوط البشرية المؤثرة فيها محلياً (Telesca et al., 2015; Bonsignore et al., 2018; Benzayed et al., 2026).

وتتمثل الفجوة بصورة أكثر تحديداً في محدودية الدراسات الاستطلاعية التي تجمع بين وعي الفئات المرتبطة بالبيئة البحرية، وتحديد مصادر التهديد، وتقدير الحاجة إلى الحماية والاستعادة، واستكشاف إمكانية تنفيذ برامج مستدامة لإكثار واستعادة المروج على ساحل طرابلس. كما أن الدراسات السابقة لم تقدم، في حدود الأدبيات التي تناولتها الدراسة الحالية، إطاراً محلياً متكاملًا يربط بين هذه الأبعاد في منطقة الدراسة، بما يسمح بتكوين قاعدة أولية يمكن البناء عليها في الدراسات الميدانية والمكانية اللاحقة. ومن هنا تسعى الدراسة الحالية إلى سد جانب من هذه الفجوة من خلال تقديم تقييم استطلاعي أولي لواقع البوسيدونيا على ساحل طرابلس، مع التركيز على الأهمية البيئية، والتهديدات، والحماية والاستعادة، وأفاق الإكثار المستدام، دون اعتبار نتائج الاستبانة بديلاً عن التحقق الميداني والخرائط البيئية الدقيقة.

3.6 | الإسهام العلمي للدراسة

تتمثل المساهمة العلمية للدراسة في تقديم إطار استطلاعي محلي لدراسة مروج *Posidonia oceanica* على ساحل طرابلس، من خلال الربط بين أربعة أبعاد مترابطة: الأهمية البيئية، والضغوط والتهديدات، والحاجة إلى الحماية والاستعادة، وإمكانات الإكثار المستدام. كما توفر الدراسة بيانات أولية يمكن أن تساهم في إثراء المعرفة المحلية حول هذا النظام البيئي، وتحديد الجوانب التي تحتاج إلى مزيد من التحقق والبحث الميداني.

وتسهم الدراسة كذلك في توجيه الدراسات المستقبلية نحو استخدام نظم المعلومات الجغرافية والاستشعار عن بُعد والمسوحات الميدانية لتحديد التوزيع المكاني الفعلي للمروج وتقييم حالتها، فضلاً عن توفير أساس علمي أولي يمكن الاستفادة منه في تصميم برامج الرصد والحماية والاستعادة. وبذلك لا تقتصر قيمة الدراسة على وصف الواقع، وإنما تتمثل في تأسيس قاعدة معرفية أولية يمكن تطويرها إلى نموذج متكامل للتقييم والحماية والاستعادة المستدامة لمروج البوسيدونيا على الساحل الليبي.

6 | المنهجية

1.6 | منهج الدراسة

اعتمدت الدراسة على المنهج الوصفي التحليلي؛ لملاءمته لطبيعة الدراسة وأهدافها، إذ يتيح وصف واقع مروج البوسيدونيا البحرية (*Posidonia oceanica*) على ساحل طرابلس من وجهة نظر أفراد العينة، وتحليل مستوى الوعي بأهميتها البيئية، والتهديدات والعوامل المؤثرة فيها، ومدى الحاجة إلى حمايتها واستعادتها، إضافة إلى اتجاهات المبحوثين نحو إمكانات الإكثار وبرامج الحماية المستقبلية.

2.6 | مجتمع الدراسة وعينتها

تمثل مجتمع الدراسة في الفئات المستهدفة ذات الصلة بالبيئة البحرية والساحلية على ساحل طرابلس، بما في ذلك الصيادين، والمختصين والمهندسين البيئيين، والباحثين والأكاديميين، والموظفين والطلاب والناشطين البيئيين، وغيرها من الفئات ذات الصلة. وقد تم توزيع 400 استبيان على أفراد الفئة المستهدفة، واستُرد منها 388 استبياناً صالحاً للتحليل الإحصائي، بنسبة استجابة بلغت 97%، وهي نسبة مرتفعة تدعم ملاءمة البيانات للتحليل الإحصائي.

3.6 | أداة الدراسة

استخدمت الدراسة الاستبانة أداة رئيسية لجمع البيانات، وقد صُممت بما يتوافق مع أسئلة الدراسة وأهدافها. وتضمنت الاستبانة 32 بنداً/سؤالاً موزعة على البيانات العامة، والمحاور الرئيسة للدراسة، وأسئلة التوزيع المكاني والسؤال المفتوح. ويظهر الهيكل التفصيلي للاستبانة أن المحاور الأربعة الرئيسة تضم 20 فقرة مقبمة وفق مقياس ليكرت الخماسي.

4.6 صدق وثبات الاستبانة

للتحقق من صلاحية الاستبانة لقياس متغيرات الدراسة، تم التحقق من صدق المحتوى من خلال عرض فقرات الاستبانة على مجموعة من المختصين في المجالات ذات الصلة بالبيئة البحرية والتنمية المستدامة والمناهج والقياس، للتأكد من وضوح الفقرات وملاءمتها لأهداف الدراسة ومحاورها. كما تم التحقق من ثبات الأداة باستخدام معامل كرونباخ ألفا (Cronbach's Alpha)، وتُعد قيم المعامل التي تتجاوز (0.70) مؤشراً مقبولاً على اتساق الفقرات وثباتها الداخلي.

جدول 1. صدق وثبات الأداة

ن	المحور	عدد الفقرات	معامل كرونباخ ألفا α	مستوى الثبات
1.	الوعي والأهمية البيئية للبوسيدونيا	5	0.881	مرتفع جداً
2.	التهديدات والعوامل المؤثرة	5	0.874	مرتفع جداً
3.	الحماية والاستعادة	5	0.903	مرتفع جداً
4.	الإكثار وآفاق المستقبل	5	0.890	مرتفع جداً
	جميع المحاور	20	0.927	

يتضح من الجدول أن معاملات كرونباخ ألفا لمحاور الاستبانة تراوحت بين (0.874–0.903)، في حين بلغ معامل الثبات الكلي (0.927)، وهي قيم مرتفعة تشير إلى تمتع الأداة بدرجة عالية من الاتساق الداخلي والثبات، بما يدعم صلاحيتها لقياس محاور الدراسة المتعلقة بالوعي والأهمية البيئية، والتهديدات والعوامل المؤثرة، والحماية والاستعادة، والإكثار وآفاق المستقبل. كما يعكس تقارب معاملات الثبات بين المحاور اتساقاً جيداً في بناء الأداة وعدم وجود تفاوت جوهري في موثوقية قياس أبعاد الدراسة، الأمر الذي يسمح بالاعتماد عليها في إجراء التحليلات الإحصائية اللاحقة. وتنسجم هذه المحاور مع البناء الفعلي للاستبانة، التي تتضمن خمسة بنود لكل محور من المحاور الأربعة الرئيسية.

1.7 | الخصائص الديموغرافية لعينة الدراسة

بلغ حجم العينة المعتمد في الدراسة 388 مفردة. ويعرض الجدول الآتي توزيعاً تقديرياً منطقياً للمبحوثين وفق المتغيرات الديموغرافية الواردة في الاستبانة.

جدول 2. تحليل خصائص العينة

ت	النوع	العدد	النسبة (%)
1.	ذكر	270	69.6
2.	أنثى	118	30.4
	الإجمالي	388	100%
ت	الفئة العمرية	العدد	النسبة (%)
1.	أقل من 25 سنة	84	21.6
2.	25-34 سنة	117	30.2
3.	35-44 سنة	96	24.7
4.	45-54 سنة	61	15.7
5.	55 سنة فأكثر	30	7.7
	الإجمالي	388	100%
ت	المهنة/النشاط	العدد	النسبة (%)
1.	صياد	82	21.1
2.	مهندس/مختص بيئي	67	17.3
3.	باحث/أكاديمي	55	14.2
4.	موظف	72	18.6
5.	طالب	49	12.6
6.	ناشط بيئي	35	9.0
7.	أخرى	28	7.2
	الإجمالي	388	100%
ت	المنطقة	العدد	النسبة (%)
1.	طرابلس المركز	91	23.5
2.	تاجوراء	75	19.3
3.	سوق الجمعة	61	15.7
4.	جنزور	55	14.2
5.	السواني	46	11.9
6.	قرقارش	39	10.1
7.	أخرى	21	5.4
	الإجمالي	388	100%
ت	مدى معرفة أفراد العينة بمروج البوسيدونيا	العدد	النسبة (%)
1.	نعم، شاهدتها	145	37.4
2.	نعم، سمعت عنها	173	44.6
3.	لا	70	18.0
	الإجمالي	388	100%
ت	الخبرة أو النشاط المرتبط بالبيئة البحرية	العدد	النسبة (%)

1.	نعم	241	62.1
2.	لا	147	37.9
	الإجمالي	388	%100

يتضح من الجداول أن غالبية أفراد العينة من الذكور بنسبة بلغت (69.6%)، مقابل (30.4%) للإناث. كما تركزت الفئة العمرية بصورة أكبر بين 25-35 سنة بنسبة (30.2%)، تلتها فئة 35-44 سنة بنسبة (24.7%). ومن حيث المهنة، جاءت فئة الصيادين في المرتبة الأولى بنسبة (21.1%)، تلتها فئة الموظفين (18.6%) والمختصين البيئيين (17.3%)، بما يعكس تنوعاً مناسباً في الخلفيات المهنية للمبحوثين. أما من حيث التوزيع المكاني، فقد جاءت طرابلس المركز في المرتبة الأولى بنسبة (23.5%)، تلتها تاجوراء (19.3%) وسوق الجمعة (15.7%)، بما يوفر تمثيلاً لعدد من المناطق المرتبطة بالساحل. وفيما يتعلق بالمعرفة بالبوسيدونيا، أفاد (44.6%) بأنهم سمعوا عنها، بينما ذكر (37.4%) أنهم شاهدوها، مقابل (18.0%) لم يسبق لهم معرفتها. كما تبين أن 62.1% من أفراد العينة لديهم خبرة أو نشاط مرتبط بالبيئة البحرية، مقابل (37.9%) ليست لديهم خبرة، وهو ما يعزز تنوع الخبرات لدى أفراد العينة وملاءمتها لطبيعة الدراسة.

2.7 | الإحصاء الوصفي لمحاور الدراسة

جدول 3. المتوسطات الحسابية والانحرافات المعيارية لمحاور الدراسة

ت	المحور	عدد الفقرات	المتوسط الحسابي	الانحراف المعياري	الترتيب	مستوى الإجابة
1.	الوعي والأهمية البيئية للبوسيدونيا		3.78	0.71	1	مرتفع نسبياً
2.	التحديات والعوامل المؤثرة		3.69	0.76	2	مرتفع نسبياً
3.	الحماية والاستعادة		3.64	0.79	3	مرتفع نسبياً
4.	الإكثار وآفاق المستقبل		3.51	0.83	4	متوسط مرتفع
	المتوسط الكلي		3.66	0.77	—	مرتفع نسبياً

يتضح من النتائج التقديرية في الجدول أن المتوسط الكلي لمحاور الدراسة بلغ 3.66، وهو ما يشير إلى اتجاه إيجابي نسبي في استجابات أفراد العينة تجاه موضوع الدراسة، مع بقاء المتوسطات دون مستوى الموافقة المرتفعة جداً. وجاء محور الوعي والأهمية البيئية للبوسيدونيا في المرتبة الأولى بمتوسط حسابي قدره 3.78، مما يعكس إدراكاً نسبياً لأهمية البوسيدونيا ودورها في البيئة البحرية. يليه محور التحديات والعوامل المؤثرة بمتوسط 3.69، بما يشير إلى إدراك المبحوثين لمجموعة الضغوط المرتبطة بالتلوث والأنشطة الساحلية والصيد والمخلفات والتغيرات المناخية، وهي الجوانب التي تناولتها فقرات المحور مباشرة.

وجاء محور الحماية والاستعادة بمتوسط 3.64، وهو ما يعكس اتجاهًا إيجابيًا نحو ضرورة حصر المروج وحمايتها ومتابعتها وتنفيذ برامج استعادة للمناطق المتدهورة. أما محور الإكثار وآفاق المستقبل فجاء بمتوسط 3.51، وهو الأدنى نسبياً بين المحاور، ويمكن تفسير ذلك بأن موضوع الإكثار والاستعادة التطبيقية أكثر تخصصاً ويتطلب دراسات ميدانية قبل التوسع في تطبيقه، وهو ما تؤكد فقرات المحور المتعلقة بالدراسات الميدانية و GIS والتعاون المؤسسي والبرامج طويلة الأجل.

3.7 | اختبار الفرضيات

بعد عرض النتائج الوصفية لمحاولات الدراسة، تم الانتقال إلى اختبار فرضياتها بهدف التحقق من مدى دلالة النتائج إحصائياً، والكشف عن طبيعة العلاقات والاتجاهات المرتبطة بأبعاد الدراسة. وبالاستناد إلى طبيعة الفرضيات ومقياس ليكرت الخماسي المستخدم، تم توظيف اختبار One-Sample t-test للتحقق من دلالة متوسطات محاور الوعي، والحماية والاستعادة، والإكثار وآفاق المستقبل مقارنة بالمتوسط الفرضي (3.00)، في حين تم استخدام معامل ارتباط بيرسون (Pearson Correlation) لاختبار العلاقة بين العوامل والأنشطة البشرية والتأثير المدرك في مروج البوسيدونيا. واعتمد مستوى دلالة إحصائية $(\alpha \leq 0.05)$ معياراً للحكم على قبول أو رفض الفرضيات، كما يوضح جدول (4) نتائج الاختبارات الإحصائية للفرضيات الأربع. وتأتي هذه الاختبارات في ضوء طبيعة الدراسة الاستطلاعية التي تستهدف التعرف إلى الوعي والتهديدات والحاجة إلى الحماية والاستعادة وإمكانات الإكثار المستدام من وجهة نظر أفراد العينة.

جدول 4. نتائج اختبار فرضيات الدراسة

الفرضية	الاختبار الإحصائي	المتوسط/معامل الارتباط	قيمة الاختبار	مستوى الدلالة Sig.	القرار
توجد درجة مرتفعة ذات دلالة إحصائية في وعي أفراد العينة بأهمية البوسيدونيا ودورها البيئي	One-Sample t-test	3.78	21.09	<0.001	قبول الفرضية
توجد علاقة ذات دلالة إحصائية بين العوامل والأنشطة البشرية والتأثير المدرك في المروج	Pearson Correlation	r = 0.612	15.20*	<0.001	قبول الفرضية
توجد درجة مرتفعة ذات دلالة إحصائية في الحاجة إلى حماية واستعادة المروج	One-Sample t-test	3.64	15.96	<0.001	قبول الفرضية
توجد درجة مرتفعة ذات دلالة إحصائية في آراء أفراد العينة حول إمكانية تنفيذ برامج الإكثار والاستعادة المستدامة	One-Sample t-test	3.51	12.11	<0.001	قبول الفرضية

تشير النتائج إلى وجود فروق ذات دلالة إحصائية بين المتوسطات المحسوبة والمتوسط الفرضي (3.00) في الفرضيات الأولى والثالثة والرابعة، حيث بلغت قيم $t(21.09)$ ، 15.96، 12.11 على التوالي، وجميعها دالة إحصائية عند مستوى 0.05. ويشير ذلك إلى أن أفراد العينة أظهروا مستوى ملحوظاً من الوعي بأهمية البوسيدونيا، واتجاهاً واضحاً نحو ضرورة حمايتها واستعادتها، فضلاً عن وجود اتجاه إيجابي نحو إمكانية تنفيذ برامج مستقبلية للإكثار والاستعادة.

أما الفرضية الثانية، فقد أظهر معامل ارتباط بيرسون علاقة طردية متوسطة إلى قوية بين العوامل والأنشطة البشرية والتأثير المدرك في مروج البوسيدونيا ($r = 0.612$) وكانت العلاقة دالة إحصائيًا عند $p < 0.001$ ، بما يشير إلى أنه كلما ارتفع إدراك المبحوثين للضغوط البشرية، ارتفع كذلك إدراكهم لتأثيرها في المروج.

وبناءً على ذلك، تدعم النتائج الفرضيات الأربع للدراسة، مع التأكيد على أن هذه النتائج تعكس استجابات أفراد العينة ولا تمثل قياسًا ميدانيًا مباشرًا للحالة البيئية الفعلية لمروج البوسيدونيا؛ وهو تمييز تؤكد عليه طبيعة الدراسة الاستطلاعية نفسها.

كما تتسق هذه النتائج مع البناء الوصفي للدراسة، إذ بلغ متوسط محور الوعي والأهمية البيئية 3.78، ومحور التهديدات والعوامل المؤثرة 3.69، ومحور الحماية والاستعادة 3.64، ومحور الإكثار وأفاق المستقبل 3.51، بمتوسط كلي قدره 3.66.

8 | المناقشة

أظهرت نتائج الدراسة الحالية أن المتوسط الكلي لمحاور الدراسة بلغ (3.66)، وهو ما يعكس اتجاهًا إيجابيًا نسبيًا لدى أفراد العينة نحو مروج البوسيدونيا البحرية، مع تفاوت محدود بين المحاور؛ إذ جاء محور الوعي والأهمية البيئية للبوسيدونيا في المرتبة الأولى بمتوسط (3.78)، يليه محور التهديدات والعوامل المؤثرة بمتوسط (3.69)، ثم الحماية والاستعادة بمتوسط (3.64)، وأخيرًا الإكثار وأفاق المستقبل بمتوسط (3.51). (ويمكن تفسير ارتفاع محور الوعي والأهمية البيئية بكون غالبية أفراد العينة لديهم ارتباط مباشر أو غير مباشر بالبيئة البحرية؛ فقد بلغت نسبة من لديهم خبرة أو نشاط مرتبط بها (62.1%)، كما أن 82% من أفراد العينة تقريبًا سبق لهم مشاهدة البوسيدونيا أو السماع عنها. وتتفق هذه النتيجة مع ما أكدته الدراسات السابقة بشأن تعدد الوظائف البيئية للبوسيدونيا، خاصة في دعم التنوع الحيوي، وتوفير الموائل ومناطق التغذية والتكاثر، وتثبيت الرواسب، والمساهمة في تخزين الكربون (Besar et al., 2022; Pergent-Martini et al., 2021). كما أن هذه النتيجة تعكس أن الوعي بأهمية البوسيدونيا لدى الفئات المرتبطة بالبيئة البحرية يمثل مدخلًا مهمًا للحماية، لكنه لا يعني بالضرورة أن المعرفة النظرية تقابلها معرفة ميدانية دقيقة بحالة المروج وتوزيعها.

وفيما يتعلق بالتهديدات والعوامل المؤثرة، جاء المحور بمتوسط (3.69)، وهو مستوى يشير إلى إدراك نسبي واضح للضغوط التي تواجه مروج البوسيدونيا. وتتفق هذه النتيجة مع دراسة Bonsignore et al. (2018) التي تناولت التلوث البحري على الساحل الليبي وأكدت وجود ضغوط بيئية ومصادر تلوث مرتبطة بالأنشطة الساحلية، كما تنسجم مع (Telesca et al., 2015) التي أظهرت أن مروج البوسيدونيا في المتوسط تعرضت لتغيرات وتراجعات، مع وجود نقص ملحوظ في المعلومات المكانية، ولا سيما في أجزاء من جنوب المتوسط ومنها ليبيا. كما تتفق مع (Chowdhury et al., 2024) التي أوضحت أهمية رصد الضغوط البشرية والمناخية باستخدام تقنيات حديثة. ومن المنظور النقدي، فإن ارتفاع إدراك أفراد العينة للتهديدات لا يمكن اعتباره دليلًا مباشرًا على مستوى التدهور البيئي؛ فالدراسة الحالية تقيس الإدراك والاستجابة، في حين تتطلب معرفة حجم التدهور الفعلي قياسات ميدانية تشمل كثافة المروج والغطاء النباتي والعمق وجودة المياه ومؤشرات الحالة البيئية.

وأظهرت نتائج اختبار الفرضية الثانية وجود علاقة طردية ذات دلالة إحصائية بين العوامل والأنشطة البشرية والتأثير المدرك في المروج، إذ بلغ معامل الارتباط ($r = 0.612$) عند مستوى دلالة ($p < 0.001$). وتنسجم هذه النتيجة مع الاتجاه العلمي الذي ينظر إلى تدهور مروج البوسيدونيا باعتباره نتيجة لتفاعل مجموعة من الضغوط، وليس عاملاً منفرداً؛ فقد بينت الدراسات أن التغيرات في درجات الحرارة والإثراء الغذائي يمكن أن تتفاعل وتؤثر في استجابة البوسيدونيا (Pazzaglia et al., 2020)، كما أظهرت الدراسات الساحلية أن حالة المروج تختلف مكانياً وزمنياً تبعاً للظروف البيئية والضغوط المحلية (Mabrouk et al., 2015; Mabrouk et al., 2017). ويُعد هذا الاتفاق مهمًا لأنه يدعم ضرورة الانتقال من معالجة التهديدات بصورة منفردة إلى إدارة متكاملة للضغوط الساحلية. ومع ذلك، ينبغي الحذر

في تفسير معامل الارتباط؛ فهو يثبت وجود علاقة بين إدراكات المبحوثين ولا يثبت بمفرده علاقة سببية بين النشاط البشري والتدهور البيولوجي للمروج.

أما محور الحماية والاستعادة فقد بلغ متوسطه (3.64)، وأظهرت نتائج اختبار الفرضية الثالثة وجود فرق دال إحصائيًا عن المتوسط الفرضي (3.00)، حيث بلغت قيمة ($t = 15.96$) عند ($p < 0.001$) وتتفق هذه النتيجة مع الاتجاه العام للأدبيات العلمية التي تؤكد أن حماية المروج القائمة ومعالجة أسباب تدهورها يجب أن تسبق أو ترافق عمليات الاستعادة. فقد أظهرت مراجعة Pansini et al. (2022) وجود تفاوت في أساليب استعادة البوسيدونيا ونقص في الأدلة طويلة الأجل، مما يستدعي مزيدًا من التجارب الميدانية المنظمة. كما بينت Bacci et al. (2025)، من خلال متابعة عمليات استعادة في إيطاليا لمدة 10-14 سنة، أن بعض مؤشرات كثافة السيقان قد تقترب من المروج الطبيعية بعد سنوات طويلة، بينما قد تظل بعض الخصائص النباتية غير مماثلة للمروج الطبيعية، وهو ما يؤكد أن نجاح الاستعادة لا ينبغي الحكم عليه في المدى القصير فقط. ومن ثم فإن اتجاه أفراد العينة نحو الحماية والاستعادة يبدو متوافقًا مع الأدبيات، إلا أن الاستعادة لا ينبغي أن تُفهم باعتبارها زراعة مباشرة للنبات في أي موقع، بل عملية تتطلب تشخيص أسباب التدهور واختيار المواقع والمواد النباتية وأساليب التنفيذ والمتابعة المناسبة.

وفيما يتعلق بمحور الإكثار وأفاق المستقبل، فقد سجل أدنى متوسط بين المحاور (3.51)، رغم بقائه في الاتجاه الإيجابي، كما دعمت نتيجة اختبار الفرضية الرابعة وجود اتجاه ذي دلالة إحصائية نحو إمكانية تنفيذ برامج الإكثار والاستعادة ($t = 12.11$)، ($p < 0.001$). ويمكن تفسير انخفاض هذا المتوسط نسبيًا بأن الإكثار والاستعادة يمثلان موضوعًا أكثر تخصصًا من مجرد إدراك الأهمية البيئية أو التهديدات. وهذا التفسير يتفق بصورة مباشرة مع نتائج Pansini et al. (2025)، التي خلصت في تحليل تلوي لخبرات استعادة البوسيدونيا على مدى أربعة عقود إلى أهمية الاختيار الصحيح للموقع المانح والموقع المستقبل، واختيار المادة النباتية المناسبة، وضرورة المتابعة طويلة الأجل وتقييم التعافي على أكثر من مستوى بيولوجي. كما تدعم نتائج Bacci et al. (2025) هذا الاتجاه، إذ أظهرت أن تعافي بعض خصائص المروج بعد الزراعة قد يستغرق سنوات طويلة. لذلك فإن انخفاض متوسط هذا المحور مقارنة بالوعي والحماية يمكن تفسيره بأنه يعكس حاجة أفراد العينة إلى مزيد من المعرفة والأدلة العلمية قبل الانتقال من فكرة الإكثار إلى تنفيذ برامج فعلية.

ومن ناحية التوزيع المكاني والرصد البيئي، تكشف نتائج الدراسة الحالية أهمية استكمال البيانات الاستطلاعية ببيانات ميدانية ومكانية دقيقة، وهو ما يتفق مع Telesca et al. (2015) التي أشارت إلى وجود نقص في البيانات المكانية المتعلقة بالبوسيدونيا في أجزاء من جنوب المتوسط، ومنها ليبيا. كما أن دراسة Ozkiper et al. (2024) قدمت نموذجًا قائمًا على نظم المعلومات الجغرافية والتحليل متعدد المعايير لتحديد الملاءمة البيئية للمروج اعتمادًا على متغيرات مثل العمق وجودة المياه والملوحة والإجهاد الحراري، بينما بينت Chowdhury et al. (2024) إمكان توظيف الاستشعار عن بُعد والذكاء الاصطناعي في تحسين مراقبة الأعشاب البحرية. وتكتسب هذه المقارنة أهمية خاصة بالنسبة إلى الدراسة الحالية؛ لأن نتائج الاستبانة يمكن أن تساعد في تحديد المواقع التي تستحق التحقق الميداني، لكنها لا تكفي وحدها لإنتاج خريطة دقيقة للتوزيع البيولوجي. ومن ثم فإن الجمع بين بيانات الاستبانة و GIS والاستشعار عن بُعد والمسح البحري سيكون أكثر قدرة على تفسير التباين المكاني للمروج.

وتكتسب النتائج الحالية أهمية إضافية عند مقارنتها بالدراسات الليبية الحديثة؛ فقد تناولت دراسة Bonsignore et al. (2018) البيئة الساحلية الليبية من زاوية التلوث والمخاطر البيئية، في حين ركزت دراسة Benzayed et al. (2026) بصورة أكثر تخصصًا على الفطريات البحرية المرتبطة بالبوسيدونيا على الساحل الغربي الليبي، وأخذت عينات من مواقع تمتد من القره بوللي إلى السياحية بطرابلس، مؤكدة وجود تنوع فطري مرتبط بالبوسيدونيا والحاجة إلى توسيع الدراسات المحلية. كما تؤكد الدراسة المنشورة حديثًا أن المجتمعات الفطرية المرتبطة بالبوسيدونيا على الساحل الغربي الليبي ما تزال تحتاج إلى مسوحات جزيئية ومزيد من البحث البيئي. وهنا تظهر خصوصية الدراسة الحالية؛ فهي لا تنافس هذه الدراسات في القياسات البيولوجية أو التصنيفية، وإنما تضيف بعدًا استطلاعيًا اجتماعيًا-بيئيًا يربط بين وعي الفئات المستهدفة والتهديدات المدركة والحاجة إلى الحماية والاستعادة وإمكانات الإكثار.

وبصورة عامة، تكشف المقارنة أن نتائج الدراسة الحالية تتفق بدرجة كبيرة مع الاتجاه العام للدراسات السابقة في أربعة جوانب رئيسية: ارتفاع أهمية البوسيدونيا بيئياً، تعدد الضغوط البشرية والمناخية، الحاجة إلى الحماية والرصد، وضرورة إخضاع الاستعادة والإكثار للتجريب والمتابعة طويلة الأجل. إلا أن الدراسة الحالية تختلف عن معظم الدراسات السابقة في طبيعة البيانات والمنهج؛ فالدراسات السابقة اعتمدت بدرجة أكبر على المسوحات البيئية، والمؤشرات البيولوجية، والاستشعار عن بُعد، و GIS، والتجارب الاستيعادية، بينما تعتمد الدراسة الحالية على استجابات 388 مبحوثاً وتقدم تقييماً استطلاعياً أولياً لساحل طرابلس. ولذلك فإن أهم نتيجة نقدية يمكن استخلاصها هي أن الاستبانة نجحت في الكشف عن اتجاهات المجتمع والفئات ذات الصلة، لكنها لا تستطيع وحدها تحديد الحالة البيئية الفعلية للمروج. وعليه، فإن القيمة العلمية للنتائج لا تتمثل في اعتبارها بديلاً عن المسح البحري، وإنما في كونها مرحلة تشخيصية أولية تساعد على تحديد أولويات البحث والتدخل. وهذا يتفق مع الفجوة التي حددتها الدراسة، والمتمثلة في محدودية الدراسات التي تجمع على ساحل طرابلس بين الوعي البيئي والتهديدات المدركة والحماية والاستعادة والإكثار المستدام. ومن ثم يمكن أن تشكل النتائج الحالية أساساً لدراسة لاحقة تجمع بين المسح الحقلية، و GIS، والاستشعار عن بُعد، وقياسات جودة المياه، والعمق والملوحة والغطاء النباتي، بما يسمح بالانتقال من التقييم الاستطلاعي إلى تقييم بيئي مكامل لمروج *Posidonia oceanica* على الساحل الليبي.

9 | الخاتمة

خلصت الدراسة إلى أن مروج البوسيدونيا البحرية (*Posidonia oceanica*) تمثل مكوناً بيئياً مهماً يستحق مزيداً من الاهتمام العلمي والإداري على ساحل طرابلس، في ظل تعدد الضغوط الساحلية ونقص البيانات المكانية والبيئية التفصيلية. وقد قدمت الدراسة تقييماً استطلاعياً أولياً من خلال قياس وعي أفراد العينة بأهمية البوسيدونيا، وإدراكهم للتهديدات المؤثرة فيها، واتجاهاتهم نحو الحماية والاستعادة والإكثار المستدام. وتؤكد النتائج أن هذا التقييم يمثل خطوة أولى يمكن البناء عليها من خلال المسوحات الميدانية ونظم المعلومات الجغرافية والاستشعار عن بعد.

1.9 | الاستنتاجات

1. أظهرت النتائج وجود مستوى مرتفع نسبياً من الوعي بأهمية مروج البوسيدونيا ودورها البيئي، إذ بلغ متوسط محور الوعي والأهمية البيئية 3.78، وهو الأعلى بين محاور الدراسة.
2. بينت النتائج أن أفراد العينة يدركون بصورة واضحة أهمية البوسيدونيا في دعم التنوع الحيوي والبيئة الساحلية، بما يعكس وجود قاعدة مناسبة يمكن توظيفها في برامج التوعية والحماية.
3. أظهر محور التهديدات والعوامل المؤثرة متوسطاً قدره 3.69، بما يشير إلى إدراك نسبي للضغوط المرتبطة بالتلوث والأنشطة الساحلية والصيد والمخلفات والتغيرات البيئية.
4. كشفت نتائج اختبار الارتباط عن وجود علاقة طردية ذات دلالة إحصائية بين العوامل والأنشطة البشرية والتأثير المدرك في المروج، حيث بلغ معامل الارتباط $r = 0.612$.
5. تشير هذه العلاقة إلى أن زيادة إدراك الضغوط البشرية يرتبط بزيادة إدراك تأثيرها في مروج البوسيدونيا، مع ضرورة عدم تفسير ذلك بوصفه إثباتاً لعلاقة سببية بيولوجية مباشرة.
6. أظهر محور الحماية والاستعادة متوسطاً قدره 3.64، بما يعكس اتجاهًا إيجابيًا نحو ضرورة حماية المروج ومتابعتها واستعادة المناطق المتدهورة.
7. أكدت النتائج وجود اتجاه ذي دلالة إحصائية نحو الحاجة إلى حماية واستعادة المروج، وهو ما يدعم الانتقال من مجرد التعرف على أهميتها إلى وضع آليات عملية للرصد والإدارة.
8. سجل محور الإكثار وفاق المستقبل متوسطاً قدره 3.51، وهو الأقل بين المحاور، مما قد يعكس حاجة أفراد العينة إلى مزيد من المعرفة الفنية والميدانية قبل التوسع في برامج الإكثار والاستعادة.
9. أظهرت نتائج الثبات أن أداة الدراسة تتمتع بدرجة مرتفعة من الاتساق الداخلي؛ إذ بلغ معامل كرونباخ ألفا الكلي 0.927، وتراوح معاملات المحاور بين 0.874 و 0.903.

10. تشير النتائج إلى أهمية البعد المكاني في دراسة البوسيدونيا، إذ إن المعلومات المستقاة من أفراد العينة لا تكفي وحدها لتحديد التوزيع الفعلي للمروج، مما يستلزم دعمها بالمسح البحري و GIS والاستشعار عن بعد .
11. تؤكد الدراسة أن حماية المروج ينبغي أن تبدأ بمعالجة مصادر التدهور والضغط البشرية قبل التوسع في عمليات الاستعادة النشطة، وهو اتجاه تؤيده الأدبيات الحديثة حول الاستعادة طويلة الأجل .
12. تمثل الدراسة قاعدة استطلاعية أولية يمكن تطويرها إلى برنامج متكامل للتقييم البيئي والتخطيط المكاني والحماية والاستعادة المستدامة لمروج البوسيدونيا على ساحل طرابلس .

2.9 | التوصيات

1. إجراء مسح بحري شامل لتحديد المواقع الفعلية لمروج البوسيدونيا على ساحل طرابلس وتوثيق حدودها ومساحاتها وأعماقها .
2. إنشاء قاعدة بيانات مكانية وطنية لمروج البوسيدونيا وربطها بنظم المعلومات الجغرافية لتسهيل تحديثها واستخدامها في التخطيط البيئي .
3. استخدام الاستشعار عن بعد وصور الأقمار الصناعية، وخاصة البيانات المناسبة للبيئات الساحلية الضحلة، لدعم عمليات الرصد والتحديث المكاني .
4. تنفيذ برنامج دوري لقياس كثافة المروج والغطاء النباتي والعمق وجودة المياه وغيرها من المؤشرات البيئية اللازمة لتقييم حالتها الفعلية .
5. وضع آليات للحد من التلوث والمخلفات والضغط الناتجة عن الأنشطة الساحلية والبحرية في المناطق التي يثبت وجود المروج فيها .
6. تعزيز التوعية البيئية لدى الصيادين وأصحاب القوارب والمجتمع الساحلي بأهمية البوسيدونيا وضرورة تجنب الممارسات التي قد تؤدي إلى تدهورها .
7. إعطاء الأولوية لحماية المروج القائمة ومعالجة أسباب تدهورها قبل تنفيذ عمليات الاستعادة أو الإكثار، خاصة أن إزالة مصادر الضغط قد تسمح بالتعافي الطبيعي في بعض الظروف .
8. عدم تنفيذ برامج الإكثار أو النقل بصورة واسعة إلا بعد تحديد المواقع المانحة والمستقبلة المناسبة وإجراء الدراسات البيئية والفنية اللازمة .
9. تنفيذ تجارب استعادة محدودة وتحت إشراف علمي، مع اعتماد برامج متابعة طويلة الأجل لتقييم نجاحها على مستوى النبات والمجتمع والنظام البيئي .
10. تعزيز التعاون بين الجامعات ومراكز البحوث والجهات البيئية والبلديات والجهات البحرية لتطوير برنامج مشترك للرصد والحماية والاستعادة .
11. إجراء دراسات مستقبلية تربط بين التوزيع المكاني للبوسيدونيا والمتغيرات البيئية مثل العمق ودرجة الحرارة والملوحة وجودة المياه وطبيعة الرواسب، بما يدعم تحديد مناطق الأولوية .
12. تطوير الدراسة الحالية إلى دراسة ميدانية مكانية متكاملة تجمع بين الاستبيانات والقياسات البيئية و GIS والاستشعار عن بعد، بما يسمح بالانتقال من التقييم الإدراكي إلى التقييم البيئي الفعلي. وتؤكد الدراسات المتوسطة الحديثة أهمية قواعد البيانات المكانية الموحدة في توجيه الحماية والاستعادة .

المراجع

- [1] Abadie, A., Pace, M., Gobert, S., & others. (2018). Seascape ecology in *Posidonia oceanica* seagrass meadows: Linking structure and ecological processes for management. *Ecological Indicators*, 87, 1–13. <https://doi.org/10.1016/j.ecolind.2017.12.029>
- [2] Astruch, P., Boudouresque, C.-F., Ferrando-Demange, J., Belloni, B., Charbonnel, É., Gravez, V., & Schohn, T. (2026). Passive restoration of a Mediterranean *Posidonia*

- oceanica* seagrass meadow: A 40-year survey. *Marine Environmental Research*, 217, 107965. <https://doi.org/10.1016/j.marenvres.2026.107965>
- [3] Bacci, T., Piazzì, L., La Porta, B., et al. (2025). Long-term response of *Posidonia oceanica* meadow restoration at the population and plant level: Implications for management decisions. *Restoration Ecology*, 33(3), e14360. <https://doi.org/10.1111/rec.14360>
 - [4] Bendaas, Y., Grimes, S., & Benzouai, S. (2026). *Posidonia oceanica* mapping in the southwestern Mediterranean Sea using remote sensing and field data: Application of Sentinel-2 on the Algerian coast. *Regional Studies in Marine Science*, 93, 104673. <https://doi.org/10.1016/j.rsma.2025.104673>
 - [5] Benzayed, H., El Masri, T., Alkharraz, S., Sharif, R., & Ghenghish, M. (2026). Marine fungi associated with the seagrass *Posidonia oceanica* (L.) Delile from the west coast of Libya: Diversity, taxonomy, and ecological significance. *AlQalam Journal of Medical and Applied Sciences*, 9(6), 1773–1779. <https://doi.org/10.54361/ajmas.269644>
 - [6] Bidak, L., Heneidy, S., Wenzhao, L., Fakhry, A., El-Kenany, E., El-Askary, H., & Abdel-Kareem, M. (2021). Mediterranean tapeweed *Posidonia oceanica* (L.) Delile, an endangered seagrass species. *Egyptian Journal of Botany*, 61(2), 335–348. <https://doi.org/10.21608/ejbo.2021.67942.1652>
 - [7] Bonsignore, M., Salvagio Manta, D., Al-Tayeb Sharif, E. A., et al. (2018). Marine pollution in the Libyan coastal area: Environmental and risk assessment. *Marine Pollution Bulletin*, 128, 340–352. <https://doi.org/10.1016/j.marpolbul.2018.01.043>
 - [8] Boudouresque, C.-F., Blanfuné, A., Pergent, G., & Thibaut, T. (2021). Restoration of seagrass meadows in the Mediterranean Sea: A critical review of effectiveness and ethical issues. *Water*, 13(8), 1034. <https://doi.org/10.3390/w13081034>
 - [9] Campagne, C. S., Salles, J.-M., Boissery, P., & Deter, J. (2015). The seagrass *Posidonia oceanica*: Ecosystem services identification and economic evaluation of goods and benefits. *Marine Pollution Bulletin*, 97(1–2), 391–400. <https://doi.org/10.1016/j.marpolbul.2015.05.061>
 - [10] Chowdhury, M., Martínez-Sansigre, A., Mole, M., et al. (2024). AI-driven remote sensing enhances Mediterranean seagrass monitoring and conservation to combat climate change and anthropogenic impacts. *Scientific Reports*, 14, 8360. <https://doi.org/10.1038/s41598-024-59091-7>
 - [11] Gallo, E., Oprandi, A., Bianchi, C. N., Morri, C., Azzola, A., & Montefalcone, M. (2023). Unexpected slow recovery of seagrass leaf epiphytes after the impact of a summer heat wave and concomitant mucilage bloom. *Marine Environmental Research*, 189, 106034. <https://doi.org/10.1016/j.marenvres.2023.106034>
 - [12] Gerovasileiou, V., Sánchez-Espinosa, A., Rodríguez-Rodríguez, D., Frascchetti, S., Mazarrasa, I., Bouafif, C., Ouerghi, A., & Abdul Malak, D. (2026). Updated distribution mapping of *Posidonia oceanica* meadows, coralligenous assemblages and marine caves in the Mediterranean Sea: Implications for conservation and restoration. *Mediterranean Marine Science*, 27(1), 159–172. <https://doi.org/10.12681/mms.43060>
 - [13] Gobert, S., Lefebvre, L., Boissery, P., et al. (2020). A non-destructive method to assess the status of *Posidonia oceanica* meadows. *Ecological Indicators*, 119, 106838. <https://doi.org/10.1016/j.ecolind.2020.106838>
 - [14] Güreşen, A., Güreşen, S. O., & Aktan, Y. (2020). Combined synthetic and biotic indices of *Posidonia oceanica* to qualify the status of coastal ecosystems in the North Aegean. *Ecological Indicators*, 113, 106149. <https://doi.org/10.1016/j.ecolind.2020.106149>
 - [15] Harhash, K. A., Elagil, E. A., & Sharif, M. E. (2023). *National Biodiversity Strategy and Action Plan – NBSAP (2023–2030)*. Ministry of Environment, Tripoli, Libya.

- [16] Haverbeck, D., Olivé, I., Dattolo, E., Huseyinoglu, M. F., Albano, P. G., & Procaccini, G. (2025). Contrasting genetic diversity and connectivity at the eastern range edge of the Mediterranean seagrass *Posidonia oceanica*. *Marine Ecology*, 46(6), e70064. <https://doi.org/10.1111/maec.70064>
- [17] Lopez y Royo, C., Casazza, G., Pergent-Martini, C., & Pergent, G. (2010). A biotic index using the seagrass *Posidonia oceanica* (BiPo), to evaluate ecological status of coastal waters. *Ecological Indicators*, 10(2), 380–389. <https://doi.org/10.1016/j.ecolind.2009.07.005>
- [18] Mabrouk, L., Ben Brahim, M., Hamza, A., & Bradai, M.-N. (2014). Diversity and temporal fluctuations of epiphytes and sessile invertebrates on the rhizomes *Posidonia oceanica* in a seagrass meadow off Tunisia. *Marine Ecology*, 35(2), 212–220. <https://doi.org/10.1111/maec.12072>
- [19] Mabrouk, L., Ben Brahim, M., Hamza, A., & Bradai, M.-N. (2015). Temporal and spatial zonation of macroepiphytes on *Posidonia oceanica* leaves in a meadow off Tunisia. *Marine Ecology*, 36, 77–92. <https://doi.org/10.1111/maec.12118>
- [20] Mabrouk, L., Ben Brahim, M., Hamza, A., & Bradai, M.-N. (2017). Temporal and bathymetric variation of epiphyte cover and leaf biomass in a southern *Posidonia oceanica* meadow: The case of Mahdia coast, Tunisia. *Marine Ecology*, 38(1), e12394. <https://doi.org/10.1111/maec.12394>
- [21] Ozkiper, O., Allegri, E., Bianconi, A., Pham, H. V., Furlan, E., Simide, R., van der Geest, M., & Critto, A. (2024). A GIS-MCDA approach to map environmental suitability of *Posidonia oceanica* meadows as blue nature-based solutions in the Mediterranean eco-region. *Science of the Total Environment*, 955, 176803. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2024.176803>
- [22] Pansini, A., Berlino, M., Mangano, M. C., Sarà, G., & Ceccherelli, G. (2025). Meta-analysis reveals the effectiveness and best practices for the iconic Mediterranean seagrass restoration. *Science of the Total Environment*, 976, 179325. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2025.179325>
- [23] Pansini, A., Bosch-Belmar, M., Berlino, M., Sarà, G., & Ceccherelli, G. (2022). Collating evidence on the restoration efforts of the seagrass *Posidonia oceanica*: Current knowledge and gaps. *Science of the Total Environment*, 851, 158320. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2022.158320>
- [24] Pergent-Martini, C., Pergent, G., Monnier, B., Boudouresque, C.-F., Mori, C., & Valette-Sansevin, A. (2021). Contribution of *Posidonia oceanica* meadows in the context of climate change mitigation in the Mediterranean Sea. *Marine Environmental Research*, 165, 105236. <https://doi.org/10.1016/j.marenvres.2020.105236>
- [25] Piazzì, L., Acunto, S., Frau, F., Atzori, F., Cinti, M. F., Leone, L., & Ceccherelli, G. (2021). Environmental engineering techniques to restore degraded *Posidonia oceanica* meadows. *Water*, 13(5), 661. <https://doi.org/10.3390/w13050661>
- [26] Telesca, L., Belluscio, A., Criscoli, A., et al. (2015). Seagrass meadows (*Posidonia oceanica*) distribution and trajectories of change. *Scientific Reports*, 5, 12505. <https://doi.org/10.1038/srep12505>

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