مركز مؤشر الأداء
Performance Index Center
KAFA'A | كفاءة

دراسة

واقع حال الشعاب المرجانية في العقبة:

بين الانقراض وجهود الاستزراع

مركز مؤشر الأداء | كفاءة

عمان، الأردن

يناير / كانون الثاني، 2026

مركز مؤشر الأداء | كفاءة، مبنى 304، شارع زهران، عمان، الأردن، هاتف: 4018726 6 962+
Performance Index Center | KAFA'A , 304 Zahran St, Amman, Jordan, Phone: +962 6 4018726
Email: Info@al-adaa.net www.al-adaa.net

الحقوق محفوظة

لا يسمح بإعادة إصدار هذه الدراسة، أو أي جزء منها أو تخزينهما في نطاق استعادة المعلومات،

أو نقلهما بأي شكل من الأشكال دون إذن خطي مسبق من المركز.

فريق البحث

مؤيد العزام
هديل الغويري
تالا هندي
صبا الحسني
روان صالح
محمد رامي قره شولي

كنان المبيضين
هيا الشرقاوي
تالا الحباشنه
قصي الكفاوين
ربى العواملة
يوسف الذيابات

الفهرس

المقدمة..... 1
الفصل الأول: تأثير المراكب الزجاجية على الشعاب المرجانية في شاطئ الغندور..... 3
الفصل الثاني: دفن الشعاب المرجانية بالإسمنت وتأثيراته البيئية.....6
الفصل الثالث: أنشطة الغوص في العقبة بين السياحة والاستدامة..... 9
الفصل الرابع: رصيف مؤتة بين التطوير والبصمة البيئية..... 12
الفصل الخامس: ظاهرة تبييض المرجان في خليج العقبة 16
الفصل السادس: التحول إلى المحركات الكهربائية في القوارب، خيار مستدام لمستقبل العقبة.. 19
الأثر الاقتصادي للتحديات البيئية في العقبة.....22
الخاتمة 24
التوصيات..... 25
المراجع..... 26

المقدمة

تُعدّ مدينة العقبة الواقعة على الشاطئ الشمالي الشرقي للبحر الأحمر محورًا استراتيجيًا وحيويًا في المنظومة الاقتصادية والبيئية والسياحية للمملكة الأردنية الهاشمية. فهي المنفذ البحري الوحيد للأردن، وتشكّل بوابة رئيسية لحركة التجارة الدولية والسياحة البحرية، لما تتميّز به من موقع جغرافي متميّز ومناخ معتدل وتنوّع طبيعي غني يجعلها منطقة ذات أهمية وطنية وإقليمية.

ورغم هذه المكانة المرموقة، تواجه العقبة في السنوات الأخيرة مجموعة من التحديات البيئية التي أثّرت بصورة مباشرة على منظومتها البحرية الحساسة، وعلى رأسها الشعاب المرجانية التي تُعدّ من أكثر النظم البيئية البحرية تنوّعًا وتعقيدًا. وتكمن أهميتها في دورها الحيوي في حفظ توازن البيئة البحرية ودعم الثروة السمكية وحماية السواحل من التآكل، فضلًا عن قيمتها الجمالية والسياحية العالية.

تشير تقارير دولية (UNEP) إلى أن الشعاب المرجانية عالميًا فقدت نحو 14٪ من غطائها خلال العقد الماضي، مع وجود تفاوت إقليمي، ما يجعل حماية الشعاب في البحر الأحمر – ومنها خليج العقبة – أولوية قصوى، وذلك نتيجةً للتغير المناخي، والتلوث البحري، والأنشطة البشرية غير المنظمة. ورغم هذه الأرقام المقلقة، فقد أظهرت الشعاب المرجانية في خليج العقبة قدرة استثنائية على مقاومة ارتفاع درجات الحرارة، ما جعلها تصنف ضمن أكثر الشعاب المرجانية مقاومة في العالم. غير أن هذه الميزة الطبيعية لا تعني غياب التهديدات، إذ تواجه الشعاب في العقبة ضغوطًا متزايدة ناتجة عن الأنشطة السياحية المفرطة، والتوسع العمراني الساحلي، والتلوث الناجم عن الموانئ والقوارب، والصيد الجائر، وضعف تطبيق التشريعات البيئية.

من هذا المنطلق، أطلق مركز مؤشّر الأداء – كفاءة هذه الدراسة ضمن برنامج تقييم الأداء البيئي في العقبة لعام 2025، كجزء من الجهود الوطنية الهادفة إلى تقييم الوضع البيئي البحري وتحديد أبرز التحديات والفرص التي تواجه استدامة الشعاب المرجانية في خليج العقبة.

ترتكز هذه الدراسة على منهجية علمية تجمع بين الرصد الميداني والتحليل البحثي ومراجعة الأدبيات العلمية الوطنية والدولية ذات العلاقة. كما يعتمد على مقابلات مع الجهات المعنية في القطاعين العام والخاص، بما في ذلك جمعيات الزوارق والغواصين والموانئ، لتكوين صورة شاملة ودقيقة عن الواقع الحالي للشعاب المرجانية في العقبة.

وتهدف الدراسة إلى تحقيق ما يلي:

1. تقييم الحالة الراهنة للشعاب المرجانية من حيث التنوع والانتشار والصحة البيئية.
2. تحديد أبرز مصادر التلوث والتدهور البيئي وتأثيراتها على النظام البحري.
3. دراسة المبادرات الحالية الخاصة باستزراع المرجان وجهود الحماية.
4. تقديم توصيات علمية وعملية تسهم في دعم القرارات والسياسات الوطنية الخاصة بإدارة البيئة البحرية واستدامة مواردها.

الفصل الأول: تأثير المراكب الزجاجية على الشعاب المرجانية في شاطئ الغندور

تُعدّ المراكب الزجاجية أحد أهم الأنشطة السياحية المنتشرة في مدينة العقبة، إذ تمكّن الزوار من الاستمتاع بجمال الشعاب المرجانية ومشاهدة الكائنات البحرية دون الحاجة إلى الغوص. هذا النوع من الأنشطة السياحية يعكس صورة إيجابية للعقبة كمقصد بيئي فريد، ويشكّل مصدر دخل مهم لأصحاب القوارب وللقطاع السياحي عمومًا.

هذا النشاط، رغم أهميته الاقتصادية والسياحية، إلا أن له آثار بيئية سلبية واضحة على النظام البحري، خصوصًا عندما يُمارس بطريقة غير منظمة أو في ظل غياب الرقابة الكافية. فالمراكب الزجاجية التي تعمل بمحركات وقود تقليدية تُعد من أبرز مصادر التلوث في المناطق الساحلية، وتترك أثرًا بيئيًا مباشرًا على الشعاب المرجانية القريبة من الشاطئ.

1.1 أنواع الملوثات الناتجة عن المراكب الزجاجية

التلوث الكيميائي

ينتج هذا النوع من التلوث عن تسرب الزيوت والشحوم وبقايا الوقود من محركات القوارب إلى مياه البحر. هذه المواد تشكّل غشاءً رقيقًا على سطح الماء يمنع انتقال الأوكسجين ويحدّ من عملية التمثيل الضوئي للطحالب التكافلية المرتبطة بالشعاب المرجانية، مما يؤدي إلى اختناقها وضعف نموها. كما تؤثر هذه الملوثات على الكائنات البحرية الدقيقة التي تشكل قاعدة السلسلة الغذائية البحرية.

التلوث الصلب

تُسهم بعض الممارسات السياحية غير المسؤولة في زيادة النفايات البلاستيكية والزجاجية في المياه، سواء نتيجة التخلص غير السليم من النفايات أو بسبب الزوار الذين يلقون مخلفاتهم في البحر. وتؤدي هذه النفايات إلى اختناق الكائنات البحرية الصغيرة، كما أن المواد البلاستيكية تتحلل إلى جزيئات دقيقة (الميكروبلاستيك) تترسّب بين الشعاب المرجانية وتؤثر سلبًا على بيئتها الدقيقة.

التلوث الضوضائي

تصـــدر المراكب الزجاجية ضـــوضـــاء عالية ناتجة عن محركاتها أثناء التشـــغيل، وهو ما يؤثر على السلوك الطبيعي للأسماك والثدييات البحرية الحساسة للأصوات. فقد أظهرت الدراسات أن الضجيج المســـتمر يؤدي إلى هروب بعض الأنواع من موائلها الطبيعية، ويؤثر على قدرتها على التكاثر والتواصل.

2.1 الملاحظات الميدانية

خلال الزيارة الميدانية التي أجراها فريق مركز مؤشّر الأداء – كفاءة إلى منطقة شاطئ الغندور، تمّت ملاحظة أن النشاط السياحي في المنطقة يتركز بشكل كبير حول القوارب الزجاجية، خصوصًا في المواسم السياحية والأعياد.

وقد أجرى الفريق مقابلة مع نائب رئيس جمعية الزوارق الزجاجية في العقبة، الذي أشار إلى أن الجمعية تضم عشرات المراكب المرخّصة، وتسعى إلى تنظيم الدور فيما بينها لتجنّب الازدحام البحري الذي قد يضر بالشعاب المرجانية. كما أكد أن الجمعية وضعت نظامًا داخليًا يفرض غرامات على المراكب التي تتجاوز المناطق المسموح بها أو تخالف التعليمات البيئية.

ورغم هذه الجهود، لاحظ الفريق وجود بعض الممارسات السلبية التي تستدعي مزيدًا من الرقابة، مثل رمي النفايات الصغيرة، وغياب الصيانة المنتظمة لبعض المحركات القديمة التي تُطلق كميات ملحوظة من الدخان والزيوت في المياه.

كما لاحظ الفريق أن جزءًا من الشعاب المرجانية القريبة من المرفأ أظهر علامات تلف أو تغيّر في اللون نتيجة تراكم الرواسب والتلوث السطحي.

3.1 التحليل البيئي

يتضح من خلال الرصد الميداني أن المشكلة الأساسية لا تكمن في النشاط السياحي بحد ذاته، بل في سوء التنظيم وضعف الرقابة البيئية. فالتوازن بين السياحة البيئة والحفاظ على الموارد الطبيعية يحتاج إلى تطبيق أنظمة واضحة تحدد عدد المراكب العاملة في كل منطقة، وتفرض معايير لصيانة المحركات وتحديثها.

كما أن ضعف التوعية لدى بعض المشغلين والسياح يؤدي إلى تفاقم الأثر البيئي، إذ لا يدرك كثير

منهم أن مجرد وقوف القارب فوق الشعاب لفترة طويلة قد يسبب أضرارًا ميكانيكية خطيرة نتيجة اصطدام الهيكل أو المروحة بالمرجان.

4.1 البدائل والحلول المقترحة

- ← **التحول إلى المحركات الكهربائية**:

يوصى بالتحول التدريجي من المحركات التقليدية إلى المحركات الكهربائية الصديقة للبيئة، لما تتميز به من انخفاض كبير في الانبعاثات والضوضاء. ويمكن تنفيذ ذلك عبر خطة دعم حكومية جزئية لتشجيع أصحاب المراكب على التبديل خلال فترة محددة.

- ← **تطبيق نظام تراخيص بيئية خاصة**:

يتطلب منح تراخيص تشغيل القوارب الزجاجية إجراء فحص دوري للمحركات وضمان مطابقتها للمعايير البيئية المعتمدة من سلطة العقبة الاقتصادية الخاصة ووزارة البيئة.

- ← **تحديد عدد المراكب العاملة يوميًا**:

لتقليل الضغط على الشعاب المرجانية، يُنصح بتحديد عدد محدد من المراكب المسموح لها بالعمل في كل منطقة بحرية بناءً على دراسات التحمل البيئي.

- ← **تعزيز الرقابة والتفتيش الميداني**:

من خلال إنشاء وحدة مشتركة بين سلطة العقبة الاقتصادية الخاصة ووزارة البيئة، تتولى مراقبة الأنشطة البحرية بشكل يومي وتطبيق العقوبات عند الضرورة.

- ← **رفع مستوى الوعي البيئي لدى العاملين والسياح**:

وذلك بتنظيم ورشات تدريبية لأصحاب القوارب والعاملين في القطاع السياحي لتعريفهم بأهمية حماية الشعاب المرجانية، إلى جانب إطلاق حملات توعوية موجهة للزوار عبر وسائل الإعلام والمرافئ.

تمثل المراكب الزجاجية وجهًا سياحيًا مهمًا للعقبة، لكنها في الوقت نفسه تشكّل مصدرًا محتملًا للتلوث إذا لم تُدار بطريقة علمية ومنظمة. إنّ تحقيق التوازن بين متطلبات السياحة وحماية البيئة البحرية هو مسؤولية مشتركة تتطلب تعاونًا بين الجهات الرسمية، والجمعيات السياحية، وأصحاب القوارب أنفسهم، بحيث تظل العقبة نموذجًا للسياحة البيئية المسؤولة في المنطقة.

الفصل الثاني: دفن الشعاب المرجانية بالإسمنت وتأثيراته البيئية

تُعدّ الشعاب المرجانية من أكثر النظم البيئية حساسية تجاه التغيرات الفيزيائية والكيميائية في محيطها، إذ يعتمد بقاؤها على توازن دقيق في درجات الحرارة، ودرجة الحموضة، وشفافية المياه، ونقاء قاع البحر. وأي تغيير في هذه العوامل، ولو كان بسيطًا، يمكن أن يؤدي إلى اضطراب في نمو المرجان أو موته تدريجيًا.

وفي هذا السياق، تبرز إحدى القضايا البيئية المثيرة للقلق في العقبة، وهي دفن أجزاء من الشعاب المرجانية بالإسمنت المسلح خلال بعض أعمال الإنشاء أو التوسعة الساحلية، سواءً للمرافئ أو المشاريع السياحية، دون الالتزام التام بالمعايير البيئية اللازمة.

1.2 الآثار البيئية والكيميائية لدفن الشعاب المرجانية

- **ارتفاع القلوية في المياه:**

يؤدي تفاعل مكونات الإسمنت مع مياه البحر إلى رفع مستوى القلوية، مما يؤثر سلبًا على التوازن الأيوني في البيئة البحرية. هذا الارتفاع يسبب ترسيب كربونات الكالسيوم على أنسجة المرجان ويضعف عملية نموه الطبيعية.

- **انخفاض شفافية المياه وزيادة العكورة:**

تتسبب عمليات الردم والإنشاء في زيادة تركيز الجزيئات العالقة في المياه، وهو ما يقلل من نفاذ الضوء الضروري لقيام الطحالب التكافلية داخل أنسجة المرجان بعملية البناء الضوئي، وبالتالي يقلّ إنتاج الطاقة الحيوية التي يحتاجها المرجان للبقاء.

- **تأثير المعادن الثقيلة:**

تحتوي بعض أنواع الإسمنت التجاري على عناصر معدنية مثل الكروم سداسي التكافؤ والمنغنيز والرصاص، والتي قد تتحلل تدريجيًا في مياه البحر مسببة تراكمًا حيويًا في أنسجة الكائنات البحرية، مما ينعكس سلبًا على السلسلة الغذائية بأكملها.

- **اضطراب التوازن الميكروبي في البيئة المرجانية:**

يؤدي تراكم جزيئات الإسمنت الدقيقة إلى تغطية الأسطح الحية للشعاب، مما يعيق تبادل الأوكسجين والمغذيات، ويخلّ بتوازن الكائنات الدقيقة التي تعيش على سطح المرجان وتساهم في تنظيفه وحمايته.

2.2 الملاحظات والدلائل الميدانية

خلال المسوحات الميدانية التي نفذها فريق مركز مؤشّر الأداء – كفاءة على طول الشريط الساحلي في العقبة، تمّ رصد مناطق متفرقة تُظهر دلائل واضحة على أعمال ردم أو تثبيت هياكل إسمنتية قريبة من الشعاب المرجانية.

بعض هذه المواقع أظهر انخفاضًا ملحوظًا في الكثافة المرجانية وتغيّرًا في اللون الطبيعي للشعاب إلى درجات رمادية أو بيضاء، وهو ما يدل على تأثرها بمركّبات الإسمنت والمواد العالقة. كما تمّت مقابلة عدد من الصيادين والعاملين في القطاع البحري الذين أشاروا إلى ملاحظاتهم حول تغيّر جودة المياه وظهور رائحة خفيفة أو غشاء رمادي على سطح البحر في بعض المناطق بعد تنفيذ أعمال التوسعة.

3.2 التحليل العلمي

تشير التقارير العلمية حول تحمّض المحيطات إلى أن الانخفاض المستمر في درجة حموضة مياه البحر بمقدار 0.1–0.2 وحدة pH يحد من قدرة المرجان على بناء هيكله الكلسي. وفي السياق نفسه، فإن استخدام الإسمنت التقليدي في المشاريع الإنشائية والذي يطلق أيونات الكالسيوم والهيدروكسيد في المياه، يؤدي إلى رفع قلوية الوسط المائي بشكل موضعي ومؤقّت، ويمثل عاملا لإحداث اضطراب في التوازن البيولوجي الدقيق للنظام المرجاني المحيط. وقد وثّقت عدة دراسات في منطقة البحر الأحمر (منها دراسة هيئة البيئة السعودية 2021، وبرنامج الأمم المتحدة للبيئة 2022) تأثير الإسمنت المباشر في قتل الأنسجة المرجانية خلال أسبوع واحد من التعرض المستمر.

4.2 الإطار التشريعي والرقابي

رغم وجود تشريعات أردنية تنص على ضرورة إعداد دراسة تقييم أثر بيئي لأي مشروع يُقام على الشريط الساحلي، إلا أنّ التطبيق العملي لهذه التشريعات لا يزال متفاوتًا.

تتحمّل الجهات المنفذة للمشاريع مسؤولية بيئية كبيرة في ضمان عدم إلحاق الضرر بالشعاب المرجانية، ومع ذلك فإنّ ضعف التنسيق بين الجهات الرقابية أحيانًا يؤدي إلى تجاوز بعض المشاريع للمعايير المعتمدة.

ويؤكد مركز مؤشّر الأداء – كفاءة أهمية تفعيل الرقابة المشتركة بين وزارة البيئة وسلطة منطقة العقبة الاقتصادية الخاصة ومركز الأبحاث البيئية البحرية لضمان تطبيق المعايير البيئية بدقة في جميع المشاريع الساحلية.

5.2 البدائل والحلول المقترحة

- ← **إلزام المشاريع الساحلية بإجراء تقييم أثر بيئي شامل قبل التنفيذ**، يشمل قياس مستوى الحموضة والأوكسجين المذاب وتقييم مدى قرب المشروع من مواقع الشعاب المرجانية النشطة.
- ← **استخدام أنواع من الإسمنت البحري الصديق للبيئة**، والمصمم خصيصًا ليكون منخفض الانبعاثات القلوية وخالٍ من المعادن الثقيلة الضارة.
- ← **إنشاء قاعدة بيانات وطنية لتحديد مواقع الشعاب المرجانية النشطة** وتضمينها في خرائط المشاريع الاستثمارية لضمان عدم التعدي عليها.
- ← **فرض رقابة ميدانية دائمة أثناء تنفيذ المشاريع**، من خلال لجان مشتركة تضم مختصين بيئيين مستقلين من الجامعات والمراكز البحثية.
- ← **تبنّي حلول هندسية بديلة للردم المباشر**، مثل استخدام الحواجز العائمة المؤقتة أو الهياكل المثقبة التي تسمح بتبادل المياه وتمنع تعكيرها.
- ← **تدريب فرق الإنشاء والمقاولين** على الأساليب الصديقة للبيئة في التعامل مع المشاريع الساحلية، وتضمين بند المسؤولية البيئية في عقود التنفيذ.

يُظهر هذا الفصل أن الشعاب المرجانية في العقبة تواجه تهديدًا حقيقيًا من الأنشطة الإنشائية غير المنضبطة، خصوصًا في ظل استخدام مواد بناء غير ملائمة للبيئة البحرية. إنّ تكرار عمليات الدفن الجزئي أو الردم دون رقابة صارمة يُعدّ خطرًا مباشرًا على التنوع الحيوي البحري، ويهدد بفقدان أحد أهم موارد العقبة الطبيعية.

لذلك، فإنّ حماية الشعاب المرجانية من تأثيرات الإسمنت تتطلب تطبيقًا فعليًا للمعايير البيئية، ودمج البعد البيئي في التخطيط العمراني الساحلي، لضمان استمرار هذه النظم البيئية الفريدة للأجيال القادمة.

الفصل الثالث: أنشطة الغوص في العقبة بين السياحة والاستدامة

تُعدّ أنشـــطة الغوص في مدينة العقبة من أبرز مقومات الســـياحة البيئية في المملكة الأردنية الهاشـــمية، إذ تمتاز مياه خليج العقبة بصـــفائها العالي وغناها بالشـــعاب المرجانية الملونة والكائنات البحرية المتنوعة. وتضـم المنطقة أكثر من واحدٍ وعشـرين موقعًا معتمدًا للغوص، تمتد على طول الشريط الساحلي، ما يجعل العقبة وجهة مثالية لهواة الغوص من مختلف أنحاء العالم.

ورغم هذه المكانة المتميزة، فإنّ الزيادة المطّردة في أعداد الزوار والغواصـــين، وغياب التنظيم الدقيق لبعض الممارســـات، قد تركت آثارًا بيئية واضـــحة على الشـــعاب المرجانية والنظام البيئي البحري. وقد جاءت هذه الفئة من التحديات في صـلب اهتمام مركز مؤشّـر الأداء – كفاءة ضـمن برنامجه لرصد الأداء البيئي في العقبة، نظرًا لأهميتها في الموازنة بين تنمية السياحة واستدامة الموارد الطبيعية.

1.3 التحديات البيئية المرتبطة بأنشطة الغوص

- **اللمس أو الكسر العرضي للشعاب المرجانية:**

يقوم بعض الغواصين، عن غير قصد، بلمس أو كسر أجزاء من الشعاب المرجانية أثناء الغوص أو عند محاولة تثبيت أنفسهم، مما يؤدي إلى تدمير أجزاء من المرجان الحي ويؤثر على نموه المستقبلي.

- **إثارة الرواسب القاعية:**

الحركات غير المدروسة للزعانف أثناء الغوص قد تثير الرواسب الرملية، ما يقلل من صفاء المياه ويعيق نفاذ الضوء الضروري للطحالب التكافلية المسؤولة عن تغذية المرجان.

- **الرمي غير المنظم للمرساة:**

بعض القوارب المستخدمة في نقل الغواصين تقوم بإلقاء المراسي مباشرة فوق الشعاب المرجانية، مسببةً أضرارًا ميكانيكية مباشرة لأنسجتها.

- **الصيد الجائر في المناطق القريبة من مواقع الغوص:**

يؤدي الصيد المفرط أو غير المنظم بالقرب من مواقع الغوص إلى اختلال التوازن البيئي، مما يقلل من أعداد الأسماك التي تساهم في تنظيف الشعاب المرجانية وحمايتها.

- **ضعف الرقابة البيئية:**

رغم وجود تعليمات تنظيمية لأنشطة الغوص، إلا أن ضعف الرقابة الميدانية وتفاوت الالتزام بين المراكز السياحية يحدّ من فعالية هذه التعليمات.

2.3 المشاهدات الميدانية

خلال الزيارات الميدانية التي نفّذها فريق مركز مؤشّر الأداء – كفاءة، لوحظ أن معظم مواقع الغوص في العقبة تُدار من خلال مراكز خاصة توفر خدمات التدريب والإرشاد، إلا أن مستوى الالتزام البيئي يختلف من مركز إلى آخر.

وقد تمّ رصد وجود أضرار طفيفة في بعض المواقع القريبة من "حديقة المرجان" و"سفينة سيدار برايد"، حيث لوحظ تغيّر طفيف في لون بعض الشعاب بسبب تراكم الرواسب الدقيقة الناتجة عن الأنشطة المتكررة للغوص.

كما أظهرت مقابلات مع مدربي الغوص أن نسبة كبيرة من الغواصين الجدد لا يتلقون تدريبًا كافيًا على الغوص البيئي المسؤول، إذ يتركّز التدريب على الجوانب التقنية فقط دون إيلاء اهتمام كافٍ بالجوانب البيئية.

3.3 التحليل البيئي

يُظهر تحليل البيانات البيئية أن الضغط المتزايد على مواقع الغوص يؤدي تدريجيًا إلى تراجع التنوع المرجاني في المناطق القريبة من الشاطئ، بينما تبقى المناطق الأبعد أكثر استقرارًا. ويرتبط هذا التباين بمدى الالتزام بالضوابط البيئية، حيث أظهرت المواقع التي تفرض قيودًا على عدد الغواصين يوميًا انخفاضًا واضحًا في معدلات الضرر الميكانيكي مقارنة بالمواقع المفتوحة للجميع.

ويُوصي خبراء إدارة مواقع الغوص في بعض المناطق المزدحمة بتخصيص فترات راحة بيئية يمكن أن تمتد لعدة أسابيع بين مواسم الذروة، لإتاحة فرصة تعافٍ أفضل للشعاب المرجانية.

4.3 الجهود المحلية والتنظيمية

تعمل سلطة منطقة العقبة الاقتصادية الخاصة، بالتعاون مع وزارة البيئة وجمعية الغوص الأردنية، على وضع آليات لتنظيم أنشطة الغوص وضمان استدامتها. ومن أبرز الإجراءات التي تم اتخاذها مؤخرًا:

- تحديد مواقع الغوص الرسمية ومنع ممارسة الغوص في المناطق الحساسة.
- فرض تراخيص بيئية على مراكز الغوص العاملة في المنطقة.
- تنظيم حملات تنظيف قاع البحر بشكل دوري بمشاركة الغواصين المتطوعين.

ورغم أهمية هذه الجهود، إلا أن غياب نظام حجز بيئي إلكتروني لتوزيع أعداد الغواصين بين المواقع ما يزال يُعدّ تحديًا رئيسيًا، إذ يؤدي التكدس في بعض المناطق إلى أضرار أكبر من المتوقع.

5.3 البدائل والحلول المقترحة

- ← **إلزام جميع مراكز الغوص بتدريب إلزامي في الغوص البيئي المسؤول**، بحيث يتعرّف الغواصون على الممارسات السليمة لحماية المرجان والبيئة البحرية.
- ← **استحداث هيئة وطنية لتنظيم ومراقبة أنشطة الغوص** بالتعاون مع الجهات الدولية المتخصصة مثل منظمة الغوص المحترفة (PADI) والاتحاد الوطني للغوص(NAUI) .
- ← **تركيب كاميرات مراقبة بيئية تحت الماء** في المواقع الحساسة لرصد التعديات وتوثيق الأنشطة غير المسؤولة.
- ← **اعتماد نظام حجز إلكتروني ذكي** لتوزيع أعداد الغواصين على مختلف المواقع بناءً على قدرتها البيئية الاستيعابية.
- ← **توسيع برامج البحث العلمي** حول صحة الشعاب المرجانية في العقبة عبر الشراكات مع الجامعات والمراكز البحثية.
- ← **تحفيز مراكز الغوص على تبنّي ممارسات صديقة للبيئة** مثل استخدام القوارب الكهربائية وتقليل استهلاك البلاستيك.

إنّ الغوص في العقبة يمثل ثروة سياحية واقتصادية مهمة للأردن، لكنه في الوقت نفسه يشكّل تحديًا بيئيًا حقيقيًا إذا لم تتم ممارسته بطريقة منظمة. كما أنّ الحفاظ على الشعاب المرجانية لا يتعارض مع تشجيع السياحة، إلا أنّ السياحة المستدامة هي الطريق الوحيد لضمان بقاء هذه الثروة الطبيعية.

وعليه، فإنّ مركز مؤشّر الأداء – كفاءة يؤكد أن الاستدامة البيئية يجب أن تكون جزءًا أساسيًا من منظومة السياحة البحرية في العقبة، لضمان استمرار هذا الجمال الطبيعي ومساهمته في ازدهار الاقتصاد المحلي.

الفصل الرابع: رصيف مؤتة بين التطوير والبصمة البيئية

يُعدّ رصيف مؤتة أحد أهم المرافق البحرية في ميناء العقبة، نظرًا لدوره المحوري في دعم حركة السفن التجارية والسياحية وتعزيز النشاط الاقتصادي في المدينة. فهو يخدم ناقلات الحبوب وسفن البضائع العامة وسفن الدحرجة والسفن السياحية، ويُعدّ من أبرز مكونات البنية التحتية المينائية في الأردن.

وقد شهد الرصيف خلال السنوات الأخيرة سلسلة من أعمال التطوير والتوسعة البنيوية، التي هدفت إلى رفع الكفاءة التشغيلية وتحسين الخدمات اللوجستية، إلا أن هذه الأعمال ترافقت مع ضرورة دراسة أثرها البيئي لضمان توافقها مع معايير الاستدامة البحرية.

الخصائص الفنية لرصيف مؤتة:

- الطول: 150 مترًا
- العرض: 35 مترًا
- الغاطس (العمق): 23 مترًا
- الحمولة القصوى للسفن: 53,000 طن
- الاستخدامات:
  - تفريغ وتحميل البضائع العامة
  - مناولة الحبوب
  - استقبال سفن الدحرجة(RORO)
  - استقبال السفن السياحية

تُظهر هذه البيانات أن الرصيف يتمتع بقدرات تشغيلية عالية تُمكّنه من استقبال أنواع متعددة من السفن، الأمر الذي يفرض التزامًا أكبر باتباع معايير السلامة والرقابة البيئية خلال عمليات التشغيل والتطوير.

1.4 أهداف التطوير ودوافعه

جاءت عملية تطوير رصـيف مؤقتة ضـمن خطة شـاملة لتحديث مرافق ميناء العقبة بما يتوافق مع متطلبات التجارة الدولية الحديثة. وقد شملت الأهداف الأساسية ما يلي:

- **زيادة القدرة الاستيعابية** لاستقبال السفن العملاقة ورفع كفاءة المناولة.
- **تحسين البنية التحتية** من خلال استخدام تقنيات هندسية متقدمة لتقليل الفاقد في الوقت والطاقة.
- **تعزيز معايير السلامة البيئية** من خلال تحديث أنظمة الصرف البحري والحد من انبعاثات المعدات.
- **دعم السياحة البحرية** عبر تجهيز الرصيف لاستقبال السفن السياحية ضمن مسار البحر الأحمر السياحي.

ورغم وضوح الأهداف الاقتصادية والتنموية، إلا أن هذه التوسعات كان لها أثر بيئي يتطلب مراقبة دقيقة لتجنب أي انعكاسات سلبية على البيئة البحرية الحساسة المحيطة بالمنطقة.

2.4 الإجراءات البيئية المصاحبة لأعمال التطوير

أشار تقرير وزارة البيئة لعام 2023 إلى أن إدارة ميناء العقبة، بالتعاون مع الجهات التنظيمية، نفذت مجموعة من الإجراءات للحد من الأثر البيئي أثناء مراحل التطوير، ومن أبرزها:

- **استخدام الحواجز المائية المؤقتة** لمنع انتشار الرواسب الدقيقة الناتجة عن أعمال الحفر والبناء، وضمان عدم تعكر المياه في المناطق القريبة من الشعاب المرجانية.
- **تقييد انبعاثات المحركات والمعدات** المستخدمة في الميناء ضمن الحدود المسموح بها وفق اتفاقية ماربول الدولية الخاصة بمنع التلوث البحري من السفن.
- **نقل مناولة المواد الخطرة** إلى مناطق أكثر بعدًا في الميناء الجنوبي، لتقليل احتمالية تسربها إلى مياه البحر.
- **تطبيق خطة إدارة بيئية متكاملة** تشمل مراقبة جودة المياه أسبوعيًا وتحليل عينات من الرواسب للتأكد من خلوّها من الملوثات الصناعية.
- **المشاركة في مشاريع ترميم بيئي** تضمنت زراعة أنواع محلية من الشعاب المرجانية المقاومة للتغير المناخي في مناطق متضررة بالقرب من الرصيف.

3.4 الملاحظات الميدانية

خلال الزيارة الميدانية التي نفذها فريق مركز مؤشّر الأداء – كفاءة إلى منطقة رصيف مؤتة، تمّ توثيق عدة ملاحظات تشير إلى تحسّن نسبي في نوعية المياه بعد انتهاء مرحلة الإنشاء.

وأفاد العاملون في الميناء بأن الإدارة بدأت بتطبيق برنامج صيانة دورية لأنظمة الصرف البحري، ما ساهم في تقليل التسرّبات الزيتية بنسبة ملحوظة. كما لوحظ وجود تعاون فعّال بين إدارة الميناء وسلطة العقبة الاقتصادية الخاصة في مجال المراقبة البيئية.

4.4 التحليل البيئي

يُظهر التحليل أن أعمال تطوير الرصيف لم تؤدِّ إلى تأثيرات بيئية كارثية، إلا أنّ هناك من الأثر ما يمكن الحد منه عبر إدخال تقنيات أكثر تقدمًا في إدارة الطاقة والانبعاثات.

كما أن استخدام الذكاء الاصطناعي في مراقبة العمليات التشغيلية في الموانئ يُعدّ خطوة واعدة نحو تحسين الكفاءة وتقليل الفاقد البيئي. حيث يمكن لهذه التقنيات أن تتنبأ بمستويات التلوث، وتنظّم حركة المعدات بطريقة تقلل من استهلاك الوقود والانبعاثات الغازية.

ومن جهة أخرى، فإنّ استمرار برامج استزراع الشعاب المرجانية بالقرب من الرصيف، بالتعاون مع مركز الدراسات البيئية البحرية في العقبة، يشكّل عامل توازن بيئي يعزز فرص التعافي الطبيعي للنظام البحري المتأثر.

5.4 البدائل والحلول المقترحة

- ← **إنشاء وحدة رقابة بيئية دائمة داخل الميناء** تتولى مراقبة جودة المياه والانبعاثات بشكل مستمر، وتصدر تقارير شهرية إلى وزارة البيئة وسلطة العقبة الاقتصادية الخاصة.
- ← **توسيع القدرة الاستيعابية للرصيف** بطريقة تراعي الأثر البيئي، من خلال دراسات تقييم أثر بيئي شاملة قبل أي توسعة جديدة.
- ← **التحول إلى الطاقة النظيفة** في تشغيل الرافعات والمعدات، عبر استخدام الطاقة الشمسية أو الهجينة بدلاً من الوقود التقليدي.
- ← **تطبيق نظام رقمي ذكي لإدارة العمليات اللوجستية** بالاستعانة بتقنيات الذكاء الاصطناعي لتحسين الكفاءة وتقليل الانبعاثات.

← **تعزيز الشراكة البحثية** مع المراكز البيئية المحلية والدولية لمراقبة التنوع الحيوي البحري القريب من الميناء.

إنّ رصيف مؤتة يُعدّ نموذجًا واقعيًا للتوازن الممكن بين التنمية الاقتصادية والحفاظ على البيئة. والتطوير البنيوي لا يعني بالضرورة الإضرار بالمنظومة البحرية، بشرط أن يُنفّذ وفق منهجية علمية دقيقة تراعي المعايير البيئية.

ويؤكد مركز مؤشّر الأداء – كفاءة أن تعزيز الرقابة البيئية وتبنّي الحلول التقنية النظيفة هو السبيل الأمثل لضمان استدامة مشاريع التطوير البحري في العقبة، بما يخدم الاقتصاد ويحافظ على إرثها البيئي في آنٍ واحد.

الفصل الخامس: ظاهرة تبييض المرجان في خليج العقبة

تُعدّ ظاهرة تبييض الشعاب المرجانية من أخطر المشكلات البيئية التي تهدد النظم البحرية على مستوى العالم. فهي تعكس حالة إجهاد حاد تصيب المرجان نتيجة تغيّر الظروف البيئية المحيطة به، خصوصًا ارتفاع درجات حرارة المياه، مما يؤدي إلى طرد الطحالب التكافلية التي تعيش داخل أنسجته وتمنحه لونه المميز. وعند فقدان هذه الطحالب، يصبح المرجان أبيض اللون وضعيف القدرة على البقاء، وقد يموت في حال استمرار الظروف الضاغطة لفترات طويلة.

ورغم أن البحر الأحمر، وخاصة خليج العقبة، يُعتبر من المناطق القليلة التي ما تزال شعابها المرجانية تحتفظ بقدرتها على مقاومة التغيرات المناخية، إلا أن رصد حالات محدودة من تبييض المرجان في السنوات الأخيرة يثير القلق بشأن مستقبل هذه النظم البيئية في ظل تزايد الأنشطة البشرية والضغوط البيئية.

1.5 الأسباب الرئيسية لظاهرة تبييض المرجان

- **ارتفاع درجة حرارة المياه:**

يُعدّ ارتفاع الحرارة العامل الأساسي وراء هذه الظاهرة، إذ يؤدي تجاوز درجة حرارة معينة (تقدَّر بحوالي 30 درجة مئوية في خليج العقبة) إلى طرد الطحالب التكافلية من أنسجة المرجان.

- **التلوث الكيميائي ومياه الصرف:**

يؤدي تسرب الملوثات النفطية أو الكيميائية إلى تعطيل العمليات الحيوية للمرجان، ما يجعله أكثر عرضة للإجهاد الحراري.

- **الأشعة فوق البنفسجية الزائدة:**

مع تراجع العكارة الطبيعية للمياه وازدياد شفافيتها في بعض المناطق، ترتفع كمية الأشعة فوق البنفسجية (خاصة UV-A وUV-B) التي تصل إلى الشعاب المرجانية، مسببة إجهادًا ضوئيًا للطحالب التكافلية داخل أنسجة المرجان. ويؤدي ذلك إلى تلف الخلايا وزيادة إنتاج الجذور الحرة، مما يعزز ظاهرة طرد الطحالب وتبييض المرجان.

- **تغير ملوحة المياه:**

يؤدي اختلاط مياه البحر مع المياه العذبة الناتجة عن الصرف أو الجريان السطحي إلى اضطراب في ملوحة البيئة المرجانية، مما يؤثر على استقرارها البيولوجي.

- **الأمراض البحرية:**

تنتشر بعض الأمراض البكتيرية أو الفطرية التي تهاجم أنسجة المرجان، خاصة عندما تضعف مناعته بسبب الإجهاد الحراري أو التلوث.

2.5 الملاحظات الميدانية

رصد فريق مركز مؤشّر الأداء – كفاءة خلال زياراته الميدانية إلى عدد من المواقع الساحلية في العقبة وجود حالات محدودة من التبييض الجزئي في بعض الشعاب المرجانية القريبة من مناطق المشاريع العمرانية والموانئ.

وقد تبيّن أن هذه الحالات لم تشمل مناطق واسعة، بل اقتصرت على بقع صغيرة نسبيًا، مما يشير إلى أن المرجان في العقبة ما زال يتمتع بقدرة عالية على المقاومة مقارنة بمناطق أخرى في البحر الأحمر.

كما تمّت مقابلة عدد من الباحثين في مركز الدراسات البيئية البحرية بالعقبة، الذين أكدوا أن المراقبة المستمرة لدرجات حرارة المياه تُظهر استقرارًا عامًا في المعدلات السنوية، مع ارتفاعات موسمية محدودة قد تفسّر حالات التبييض المرصودة.

3.5 التحليل العلمي

تُظهر الدراسات الحديثة أن الشعاب المرجانية في خليج العقبة تتميز بتركيبة جينية فريدة تجعلها أكثر مقاومة للإجهاد الحراري مقارنة بنظيراتها في البحر الأحمر الجنوبي. ويُعتقد أن هذا التكيف ناتج عن تعرضها التاريخي لتغيرات حرارية تدريجية على مدى آلاف السنين.

ومع ذلك، فإنّ استمرار الأنشطة البشرية بالقرب من السواحل: مثل التوسع العمراني، والنفايات البحرية، وتسرب الزيوت، يشكل عامل ضغط إضافي يمكن أن يحدّ من هذه المقاومة الطبيعية بمرور الوقت.

وقد أثبتت الدراسات الميدانية أن المرجان يحتاج إلى فترة تعافٍ بيولوجي لا تقل عن عدة أشهر بعد أي حادثة تبييض، وأن توفير بيئة نظيفة ومستقرة خلال هذه الفترة يمكن أن يرفع بشكل كبير من فرص نجاته، وقد وصلت نسب النجاة وفق بعض الدراسات الميدانية إلى أكثر من 80٪ في مواقع ذات ضغوط بشرية منخفضة.

4.5 الجهود المحلية والدولية

تعمل الجهات المختصة في الأردن، بالتعاون مع المنظمات الدولية، على تنفيذ مبادرات متقدمة للحد من آثار تبييض المرجان، ومن أبرزها:

- **إنشاء مرصد وطني لمراقبة صحة الشعاب المرجانية** في خليج العقبة، يضم محطات قياس لدرجات الحرارة ونوعية المياه.
- **إطلاق برامج لاستزراع المرجان** بالتعاون مع الجامعات ومراكز الأبحاث، لإعادة تأهيل المناطق المتضررة باستخدام تقنيات حديثة كالطباعة الحيوية ثلاثية الأبعاد.
- **تعزيز التعاون مع الشبكات الدولية** مثل شبكة مرونة الشعاب المرجانية (Reef Resilience Network) ومنظمة IUCN لتبادل الخبرات حول أفضل الممارسات في الحماية.
- **تنفيذ برامج توعية بيئية** تستهدف الصيادين وأصحاب القوارب والغواصين لتعريفهم بطرق تقليل التأثيرات السلبية على الشعاب.

5.5 البدائل والحلول المقترحة

← **توسيع شبكة الرصد البيئي في خليج العقبة** لتشمل مراقبة دقيقة للتغيرات الحرارية والمعدنية في المياه.

← **زيادة دعم الأبحاث الجينية** لفهم أسباب مقاومة الشعاب المرجانية في العقبة وربطها ببرامج الاستزراع والحماية.

← **إدخال مفاهيم الحماية البيئية في المناهج التعليمية والسياحة البيئية**، لتنشئة وعي مجتمعي مستدام.

← **تحفيز الاستثمار في المشاريع الخضراء** التي تساهم في خفض الانبعاثات وتحسين نوعية المياه الساحلية.

← **تعزيز التعاون الإقليمي** بين دول البحر الأحمر لتبادل البيانات ومراقبة امتداد ظاهرة التبييض.

تمثل ظاهرة تبييض المرجان إنذارًا مبكرًا يتطلب استجابة علمية وتنظيمية عاجلة. فخليج العقبة، رغم تمتّعه بقدرة عالية على المقاومة، إلا أنه ليس في مأمن من التغيرات المناخية والأنشطة البشرية المتزايدة. والحفاظ على هذا النظام البيئي الفريد مسؤولية وطنية وعالمية، تتطلب تكاتف الجهود البحثية والرقابية والتوعوية لضمان استمرار الحياة في أحد أجمل النظم المرجانية في العالم.

الفصل السادس: التحول إلى المحركات الكهربائية في القوارب، خيار مستدام لمستقبل العقبة

تُعدّ القوارب العاملة بمحركات الاحتراق الداخلي من أبرز مصادر التلوث البحري في مدينة العقبة. فمع تزايد أعداد القوارب السياحية والتجارية، ازدادت الانبعاثات الناتجة عن احتراق الوقود، وتسرب الزيوت والشحوم إلى مياه البحر، إلى جانب الضوضاء العالية التي تؤثر على التوازن البيئي البحري.

تُظهر الدراسات البيئية أن القوارب العاملة بمحركات الاحتراق الداخلي تُعد من المصادر المهمة للتلوث النفطي في المناطق الساحلية، خصوصًا في المرافئ والمناطق السياحية المزدحمة بالقوارب الصغيرة، مما يجعلها أحد أبرز التحديات الرئيسة التي يجب التعامل معها في إطار تحقيق الاستدامة البيئية في العقبة. في المقابل، تمثل المحركات الكهربائية بديلاً نظيفًا وفعّالًا يسهم في الحد من التلوث الكيميائي والضوضائي، ويحسّن تجربة الإبحار السياحي، ويعزّز سمعة العقبة كمقصد للسياحة البيئية المستدامة.

1.6 الآثار البيئية للمحركات التقليدية

- **انبعاث الملوثات الهوائية:**

تطلق محركات الوقود كميات كبيرة من ثاني أكسيد الكربون وأكاسيد النيتروجين والكبريت، مما يساهم في زيادة الاحتباس الحراري والتلوث المحلي للهواء.

- **التلوث النفطي والمائي:**

يؤدي تسرب الزيوت والوقود أثناء التشغيل أو الصيانة إلى تكوين بقع سطحية على مياه البحر، تؤثر على عملية تبادل الأوكسجين وتعيق نمو الكائنات البحرية الدقيقة.

- **الضوضاء تحت الماء:**

تصدر المحركات التقليدية ترددات صوتية عالية تؤثر على الكائنات البحرية الحساسة للصوت مثل الدلافين والأسماك الكبيرة، وتؤدي إلى اضطراب سلوكها الطبيعي.

- **الاهتزازات الميكانيكية:**

تسبّب اهتزازات المحركات التقليدية اضطرابًا في الرواسب القاعية، ما يزيد من عكارة المياه ويؤثر على الشعاب المرجانية القريبة من مناطق الإبحار.

2.6 مزايا التحول إلى المحركات الكهربائية

- **انعدام الانبعاثات الكربونية:** لا تنتج المحركات الكهربائية غازات احتراق أو ملوثات هوائية، مما يقلل من الأثر الكربوني للقوارب بشكل كبير.
- **خفض مستويات الضوضاء:** تعمل المحركات الكهربائية بصمت شبه تام، وهو ما يقلل الإزعاج للكائنات البحرية ويحافظ على توازنها السلوكي.
- **تحسين جودة المياه:** بغياب الوقود والزيوت، تنخفض احتمالية تلوث المياه السطحية، مما ينعكس إيجابًا على صحة الشعاب المرجانية.
- **كفاءة تشغيلية عالية وتكلفة صيانة منخفضة:** تتميز هذه المحركات بعمر افتراضي أطول، وقلة الأعطال، وانخفاض استهلاك الطاقة على المدى الطويل.
- **تعزيز جاذبية العقبة كسياحة خضراء:** التحول نحو الطاقة النظيفة يمنح المدينة ميزة تنافسية في مجال السياحة البيئية، ويجعلها نموذجًا عربيًا للتنمية المستدامة في المدن الساحلية.

3.6 المبادرات المحلية والدولية ذات الصلة

شهدت بعض الدول المطلة على البحر الأحمر والخليج العربي تجارب ناجحة في اعتماد القوارب الكهربائية ضمن برامج السياحة البيئية، مثل مصر والسعودية والإمارات، حيث تمّ إنشاء مرافئ مجهزة بمحطات شحن كهربائية وتشجيع التحول عبر الحوافز الحكومية.

4.6 البدائل والحلول المقترحة

← **إطلاق خطة وطنية تدريجية للتحول إلى المحركات الكهربائية** في القوارب السياحية والترفيهية خلال خمس سنوات.

← **تقديم حوافز مالية وجمركية** لتشجيع أصحاب القوارب على استبدال المحركات التقليدية بمحركات كهربائية.

← **تطوير بنية تحتية متكاملة للشحن الكهربائي** في المرافئ الرئيسية، تضمن سهولة الاستخدام والأمان.

← **تنظيم دورات تدريبية تقنية** لمشغّلي القوارب والعاملين في الصيانة حول التشغيل الآمن للمحركات الكهربائية.

← **إصدار تشريعات وطنية واضحة** تنظم استخدام القوارب الكهربائية وتحدد المعايير الفنية والبيئية اللازمة لاعتمادها.

← **تشجيع الشراكات بين القطاعين العام والخاص** لتصميم مشاريع بحرية خضراء وتوطين صناعة المحركات الكهربائية في الأردن.

يمثّل التحول إلى المحركات الكهربائية في القوارب خطوة استراتيجية نحو تحقيق التنمية البيئية المستدامة في العقبة، إذ يجمع بين تقليل التلوث وتحسين جودة التجربة السياحية.

ويؤكد مركز مؤشّر الأداء – كفاءة أن هذا التحول لن يكون مجرد خيار بيئي، بل ضرورة وطنية مستقبلية لحماية خليج العقبة والحفاظ على مكانته كواحة بحرية فريدة على مستوى المنطقة والعالم.

الأثر الاقتصادي للتحديات البيئية في العقبة

1. المراكب الزجاجية والانبعاثات النفطية

يساهم النشاط السياحي غير المنظّم للمراكب الزجاجية في زيادة تلوث المياه الساحلية، مما يؤدي إلى انخفاض جودة النظام البيئي البحري وتراجع جاذبية العقبة كوجهة للسياحة البيئية. على سبيل المثال، يمكن أن يؤدي أي تدهور ملموس في جودة المياه الساحلية إلى تراجع تنافسية العقبة سياحيًا، وهو ما قد ينعكس مباشرة على عدد الزوار وحجم عوائد الإنفاق السياحي، وفق ما اظهرته نماذج اقتصادية لمناطق ساحلية مشابهة. وإضافة إلى ذلك، يشكل تسرّب الزيوت من هذه المراكب أحد أبرز العوامل التي من شأنها رفع تكاليف عمليات تنظيف الشواطئ والمياه؛ إذ تشير دراسات دولية - منها تقديرات للبنك الدولي في حالات تسرّب مماثلة – إلى أن تنظيف طن واحد من النفط في البيئات الساحلية الحساسة قد يكلّف عشرات آلاف الدولارات، تبعًا لطبيعة الشاطئ وحساسية النظام البيئي المحيط.

2. دفن الشعاب المرجانية بالإسمنت

يُسبب استخدام الإسمنت في الردم أو الإنشاءات الساحلية أضرارًا بيئية واقتصادية متشابكة. فعندما تُغطّى الشعاب بالإسمنت أو تتعرض لمخلفات البناء، تفقد قدرتها على النمو وتنهار وظيفتها البيئية كحاجز طبيعي يحمي السواحل من التآكل. ويؤدي تدهور هذه الشعاب إلى خسائر اقتصادية ملموسة تشمل ارتفاع تكاليف حماية الشواطئ، وتراجع المخزون السمكي، وانخفاض إيرادات السياحة البيئية المرتبطة بالغوص ومشاهدة المرجان.
إنّ حماية الشعاب المرجانية تمثل بذلك ضرورة بيئية واستثمارًا اقتصاديًا طويل الأمد في آنٍ واحد.

3. أنشطة الغوص غير المنضبطة

الغوص يُعدّ أحد أهم مصادر الدخل السياحي في العقبة، حيث يُقدّر أن السياحة البحرية تمثل أكثر من 40٪ من مجمل الدخل السياحي للمدينة. ومع ذلك، فإن تلف الشعاب المرجانية الناتج عن اللمس أو الكسر أو إثارة الرواسب يؤدي إلى تراجع في الطلب على رحلات الغوص، وانخفاض ايرادات مراكز الغوص المحلية.

كما أن تعافي الشعاب بعد التضرر يحتاج لفترات طويلة، ما يعني خسائر اقتصادية تراكمية تتجاوز 10٪ من الإيرادات السنوية في قطاع الغوص كلما تراجع التنوع المرجاني.

4. تطوير رصيف مؤقتة والأنشطة الميناائية

يُعدّ ميناء العقبة من أهم المرافق الاقتصادية في الأردن، غير أن النشاط الميناائي الكثيف قد يترك آثارًا بيئية تنعكس على كفاءة التشغيل وكلفة الصيانة. فارتفاع مستويات العكارة أو التلوث في المياه الميناائية يؤثر في جودة البيئة البحرية وفي أداء السفن والمعدات، مما يفرض تكاليف إضافية على عمليات التنظيف والمعالجة والصيانة الدورية. كما أن أي تدهور في الحياة البحرية ضمن منطقة الميناء يستدعي من الجهات المشغّلة تنفيذ إجراءات تصحيحية أو مشاريع ترميم بيئي للحفاظ على التوازن الطبيعي، وهو ما يتطلب موارد مالية وتقنية إضافية. لذلك، يُعدّ دمج الإدارة البيئية في عمليات التشغيل الميناائي خطوة ضرورية لضمان استدامة النشاط الاقتصادي وتقليل الأعباء المالية المستقبلية المرتبطة بالتأثيرات البيئية.

5. ظاهرة تبييض المرجان

تؤثر حالات تبييض الشعاب المرجانية على قطاعي السياحة والصيد البحري معًا، إذ يؤدي فقدان التنوع المرجاني إلى انخفاض أعداد الأسماك الصغيرة التي تعتمد على الشعاب كموئل طبيعي، مما ينعكس سلبًا على إنتاجية الصيد المحلي واستدامة المخزون السمكي. أما من الناحية السياحية، فإن تراجع جمالية الشعاب الملونة يقلل من جاذبية مواقع الغوص والسياحة البيئية، ويؤثر على إيرادات المنشآت السياحية في المناطق الساحلية المتأثرة. وبذلك، تمثّل ظاهرة التبييض تهديدًا مزدوجًا للبيئة البحرية والاقتصاد المحلي، يتطلب تكثيف جهود المراقبة وإعادة التأهيل للحفاظ على الشعاب كمورد طبيعي وسياحي رئيسي للعقبة.

6. المحركات التقليدية في القوارب

تؤدي انبعاثات المحركات التي تعمل بالوقود إلى تدهور نوعية الهواء والمياه وزيادة معدلات الصيانة البحرية. وتشير التحليلات إلى أن التحول إلى المحركات الكهربائية قد يقلل من استهلاك الوقود بنسبة ٪60 ويخفض الانبعاثات الكربونية في المنطقة بنسبة ٪30 سنويًا، مما يعني وفورات مالية على المدى البعيد تقدّر بنحو 1.2مليون دولار سنويًا في قطاع النقل البحري الصغير فقط. كما أن تقليل الضوضاء البحرية يحسّن جودة الأنشطة السياحية ويزيد من فترة بقاء الزوار في المدينة بنسبة تقارب ٪10وفق تقديرات تجريبية.

تُظهر هذه التحليلات أن كل تهديد بيئي في العقبة يحمل كلفة اقتصادية مباشرة وغير مباشرة، سواء على السياحة أو الثروة السمكية أو البنية التحتية الساحلية. وعليه، فإنّ الاستثمار في حماية الشعاب المرجانية وتنظيم الأنشطة البحرية لا يُعدّ إنفاقًا بيئيًا فقط، بل استثمارًا اقتصاديًا مربحًا يحافظ على موارد العقبة الطبيعية ومكانتها كواجهة بحرية عربية رائدة.

الخاتمة

تظهر هذه الدراسة أن النظام البيئي البحري في العقبة، رغم هشاشته، ما يزال يتمتع بقدرة ملحوظة على التكيّف والمقاومة، خصوصًا الشعاب المرجانية التي أظهرت صمودًا فريدًا أمام التغيرات المناخية وارتفاع درجات الحرارة مقارنةً بمناطق أخرى في البحر الأحمر والعالم. ومع ذلك، فإنّ هذه الميزة الطبيعية الاستثنائية يمكن أن تتلاشى تدريجيًا إذا استمر الضغط البشري دون تنظيم أو رقابة بيئية فعالة. فالأنشطة السياحية غير المنظمة، والتوسع العمراني الساحلي، والتلوث الناتج عن الموانئ والقوارب، تمثل تهديدات حقيقية للنظام البحري في العقبة.

يؤكد مركز مؤشّر الأداء – كفاءة أن الحفاظ على هذا المورد البيئي لا يتطلب وقف التنمية، بل توجيهها ضمن مسار الاستدامة والتكامل بين الاقتصاد والبيئة .فالتنمية المستدامة هي الخيار الوحيد الذي يضمن استمرارية الأنشطة الاقتصادية دون الإضرار بالمكونات البيئية الطبيعية.

التوصيات

في ضوء نتائج هذه الدراسة، يوصي المركز بما يلي:

1. **تطبيق تشريعات بيئية أكثر صرامة** تنظم الأنشطة البحرية والساحلية، وتفرض غرامات على المخالفات التي تضر بالشعاب المرجانية أو جودة المياه.
2. **تعزيز التعاون المؤسسي** بين مراكز البحوث والدراسات، ووزارة البيئة، وسلطة منطقة العقبة الاقتصادية الخاصة في تنفيذ برامج رصد بيئي مستمرة.
3. **دعم مشاريع الاسترزاع المرجاني الوطنية** بالتعاون مع الجامعات ومراكز الأبحاث، لتأهيل المناطق المتضررة وإعادة إحياء الشعاب المتدهورة.
4. **اعتماد حلول تكنولوجية خضراء** في الموانئ ووسائل النقل البحري، تشمل التحول إلى المحركات الكهربائية وتقنيات الذكاء الاصطناعي في إدارة العمليات.
5. **توسيع نطاق برامج التوعية البيئية المجتمعية** حول أهمية الشعاب المرجانية ودورها في دعم الأمن الغذائي والسياحة المستدامة.
6. **إدراج البيئة البحرية في الخطط التنموية الوطنية** كأحد ركائز الأمن البيئي والاقتصادي في الأردن.
7. **تشجيع القطاع الخاص** على تبنّي ممارسات مسؤولة بيئيًا من خلال الحوافز والإعفاءات الضريبية للمشاريع الصديقة للبيئة.
8. **تعزيز التعاون الإقليمي والدولي** لتبادل الخبرات والبيانات الخاصة بمراقبة صحة الشعاب المرجانية في البحر الأحمر.

إنّ حماية الشعاب المرجانية في العقبة ليست مجرد مسؤولية محلية، بل واجب إنساني عالمي، كونها تمثل نظامًا بيئيًا فريدًا يسهم في توازن الطبيعة ويعكس التزام الأردن بالاتفاقيات البيئية الدولية.

ويؤمن مركز مؤشّر الأداء – كفاءة أن هذه الدراسة تشكل خطوة علمية ووطنية مهمة نحو بناء منظومة بيئية مستدامة تضمن بقاء العقبة بيئة بحرية نابضة بالحياة، واقتصادًا مستدامًا للأجيال القادمة.

المراجع

1. التقارير والدراسات الدولية

- برنامج الأمم المتحدة للبيئة. (UNEP). (2021). ارتفاع درجات حرارة سطح البحر يتسبب في فقدان 14٪ من الشعاب المرجانية منذ عام 2009. بيان صحفي صادر في 5 تشرين الأول/أكتوبر 2021.
- برنامج الأمم المتحدة للبيئة. (UNEP) (2022). تقرير حالة الشعاب المرجانية في البحر الأحمر.
- الاتحاد الدولي لحماية الطبيعة. (IUCN) (2021). دراسة مرونة الشعاب المرجانية في البحر الأحمر.
- الإدارة الوطنية للمحيطات والغلاف الجوي. (NOAA) (2023). برنامج مراقبة الشعاب المرجانية.

- Croitoru L, Sarraf M. The Cost of Environmental Degradation: Case Studies from the Middle East and North Africa. Washington, DC: The World Bank; 2010.
- PERSGA (Regional Organization for the Conservation of the Environment of the Red Sea and Gulf of Aden). Status of Coral Reefs of the Red Sea and Gulf of Aden Region: 2009 – Executive Summary. Technical Series No. 16. Jeddah, Saudi Arabia: PERSGA; 2010.
- The Center for Environmental Leadership in Business (CELB), The Coral Reef Alliance (CORAL), and The Tour Operators' Initiative for Sustainable Tourism Development (TOI). (2004). A Practical Guide to Good Practice: Managing Environmental Impacts in the Marine Recreation Sector.
- Courtial L, Roberty S, Shick JM, Houlbrèque F, Ferrier-Pagès C. Interactive effects of ultraviolet radiation and thermal stress on two reef-building corals. Limnology and Oceanography. 2017;62(3):1000–1013. doi:10.1002/lno.10481.

2. التقارير والدراسات المحلية

- وزارة البيئة الأردنية. (2023). *الخطة الوطنية لحماية البيئة البحرية في العقبة.*
- مركز الدراسات البيئية البحرية – العقبة. (2024). *تقارير المتابعة السنوية لصحة الشعاب المرجانية.*
- إدارة وتشغيل موانئ العقبة. (ACPOM) (2023). *تقرير حول رصيف مؤتة والمشاريع الميناائية.*
- المؤسسة الأردنية لتطوير المشاريع. (2023). *خبر صحفي حول المشاريع التطويرية في الأردن.*
- أبو زيد، محمد محمود. (2022). *المرجان والشعاب المرجانية في البحر الأحمر*. القاهرة: دار الفكر.

3. المصادر الإخبارية

- أخبار عجلون .(2023) *التوقيع على اتفاقية لتطوير وإدارة ميناء العقبة.*
- الغد .(2023) *تأهيل رصيف مؤقت خطوة نحو شمولية الخدمات المينائية.*
- عمون .(2023) *ميناء العقبة: واقع وتطوير.*
- سرايا نيوز .(2023) *مشاريع تطوير ميناء العقبة وأثرها البيئي.*