



السفن وتأثيرها على البيئة البحرية

دراسة وصفية تحليلية مع تركيز خاص على الساحل الليبي والبحر الأبيض المتوسط

وليد موسى خليفة الأسود

المركز الليبي لدراسات المياه والتربة ومكافحة التصحر

Ships and Their Impact on the Marine Environment

A Descriptive and Analytical Study with a Special Focus on the Libyan Coast and the Mediterranean Sea

Waleed Mousay Khalifa Alasoad

Libyan Center for Water, Soil, and Anti-Desertification Studies

alaswedanas@gmail.com

تاريخ الاستلام: 2026/09/02 - تاريخ المراجعة: 2026/09/03 - تاريخ القبول: 2026/10/02 - تاريخ النشر: 2026/10/12

الملخص

تتناول هذه الورقة البحثية تأثيرات السفن على البيئة البحرية بوصفها ظاهرة عالمية متنامية الأهمية، مع تركيز تحليلي على البحر الأبيض المتوسط والساحل الليبي. وتُعد ليبيا، بساحلها الممتد نحو 1,970 كيلومتراً وموانئها التجارية والنفطية، نموذجاً دالاً لدراسة الضغوط البيئية المرتبطة بالنشاط الملاحي في الأحواض شبه المغلقة. اعتمدت الورقة المنهج الوصفي التحليلي القائم على مراجعة ومركز (UNEP/MAP) وبرنامج الأمم المتحدة للبيئة (IMO) الأدبيات العلمية المحكمة والتقارير الرسمية للمنظمة البحرية الدولية إضافة إلى الدراسات الميدانية الليبية المنشورة في مجلات محكمة. وخلصت الدراسة إلى أن السفن تسهم في تلوث، REMPEC، البيئة البحرية عبر مسارات متعددة تشمل التلوث النفطي والكيميائي، ومياه الصابورة الحاملة للأنواع الغازية، والانبعاثات الهوائية، والضوضاء تحت الماء، والنفايات الصلبة واللدائن الدقيقة. كما أظهرت الأدبيات الليبية مؤشرات موثقة على تلوث موانئ طرابلس وبنغازي وطبرق والبردية ومصراتة بالنفط والمعادن الثقيلة واللدائن الدقيقة. وتوصي الورقة بتعزيز منظومة الرصد البيئي، وتطوير ومعايير منطقة مراقبة الانبعاثات في MARPOL مرافق استقبال مخلفات السفن، وتحديث التشريعات الوطنية بما يواكب اتفاقية التي دخلت حيز النفاذ سنة 2025 ECA (Med Sox) المتوسط.

الكلمات المفتاحية: السفن؛ التلوث البحري؛ البيئة البحرية؛ ليبيا؛ البحر المتوسط؛ MARPOL مياه الصابورة؛ الانبعاثات الهوائية.

Abstract

This research paper examines the impacts of ships on the marine environment as a phenomenon of growing global importance, with an analytical focus on the Mediterranean Sea and the Libyan coast. Libya, with its ~1,970 km coastline and its commercial and oil ports, represents a significant case for studying shipping-related environmental pressures in semi-enclosed basins. The paper adopts a descriptive-analytical methodology based on a review of peer-reviewed literature and official reports of IMO, UNEP/MAP and REMPEC, in addition to published Libyan field studies. The study concludes that ships contribute to marine pollution through multiple pathways: oil and chemical pollution, ballast water carrying invasive species, air emissions, underwater noise, and solid waste including microplastics. Libyan literature documents contamination of the ports of Tripoli, Benghazi, Tobruk, Bardia and Misratah with oil, heavy metals and microplastics. The paper recommends strengthening environmental monitoring, developing port reception facilities, and updating national legislation in line with MARPOL and the Mediterranean SOx Emission Control Area that entered into force in 2025.

Keywords: Ships; marine pollution; marine environment; Libya; Mediterranean Sea; MARPOL; ballast water; air emissions.

المقدمة

يُعد النقل البحري العمود الفقري للتجارة العالمية، إذ تنقل السفن نحو 90% من حجم التجارة الدولية، وتُعتبر من حيث الكفاءة في استهلاك الوقود لكل طن-كيلومتر أقل وسائل النقل تأثيراً في البيئة؛ وقد وصفت المنظمة البحرية الدولية هذا القطاع بأنه «يُعتبر أقل وسائل النقل ضرراً بالبيئة عندما تؤخذ قيمته الإنتاجية في الاعتبار» (المنظمة البحرية الدولية [IMO]، د.ت، الفقرة 1). غير أن هذه الصورة الإيجابية النسبية لا ينبغي أن تحجب الأثر البيئي التراكمي الهائل لأسطول يضم عشرات الآلاف من السفن التجارية التي تعبر البحار والمحيطات يومياً، والتي تُسهم في تلوث الهواء والماء، ونقل الأنواع الحية الغازية، والضوضاء تحت سطح الماء، والاصطدام بالكائنات البحرية الكبيرة.

ويكتسي البحر الأبيض المتوسط حساسية خاصة في هذا السياق؛ فهو بحر شبه مغلق يتجدد ماؤه بالكامل مرة كل 80-90 سنة تقريباً، ويستقبل أقل من 1% من مساحة المحيطات العالمية، بينما يتحمل نحو 20% من حركة الشحن البحري العالمي وما يقارب 30% من حركة ناقلات النفط العالمية. (Galil, 2006) وتتم عبوره سنوياً مئات الآلاف من العبورات الملاحية، ما يجعله من أكثر بحار العالم عرضة للتلوث المزمن الناجم عن العمليات التشغيلية للسفن، إضافة إلى مخاطر الحوادث الكبرى.

وتقع ليبيا على الساحل الجنوبي للبحر المتوسط بطول ساحلي يقارب 1,970 كيلومتراً، هو الأطول بين دول شمال أفريقيا المطلة على المتوسط. وتحتضن البلاد منظومة موانئ تجارية وبنية تحتية رئيسية (طرابلس، بنغازي، مصراتة، الخمس، طبرق، البريقة، رأس لانوف، الزويتينة، السدرة)، وتُعد صادرات النفط الخام عبر الناقلات شريان الاقتصاد الوطني. وقد أظهرت دراسات ميدانية ليبية ودولية حديثة مؤشرات مقلقة على تلوث موانئ ليبية عدة بالنفط والمعادن الثقيلة واللدائن الدقيقة، في ظل ضعف منظومة الرصد والمراقبة والبنية التحتية لاستقبال مخلفات السفن (Shehada & Omar, 2021؛ Baqar, 2024؛ Idris et al., 2025؛ Tantoush, 2025).

وانطلاقاً من ذلك، تسعى هذه الورقة البحثية إلى تقديم قراءة وصفية تحليلية متكاملة لتأثيرات السفن على البيئة البحرية، مع توطین الموضوع في السياق الليبي، واستعراض الإطار القانوني الدولي والإقليمي الناظم لحماية البيئة البحرية، وتقييم واقع التلوث المرتبط بالنشاط الملاحي والموانئ على الساحل الليبي استناداً إلى الأدبيات العلمية المحكّمة المنشورة، وصولاً إلى جملة من النتائج والتوصيات القابلة للتطبيق.

مشكلة الدراسة وأهميتها وأهدافها ومنهجها

أولاً: مشكلة الدراسة

تتمثل مشكلة الدراسة في التساؤل الرئيس التالي: ما هي طبيعة وحجم التأثيرات البيئية الناجمة عن حركة السفن على البيئة البحرية، ولا سيما في البحر الأبيض المتوسط والساحل الليبي، وإلى أي مدى تتوافر الأطر القانونية والمؤسسية الكفيلة بالحد من هذه التأثيرات؟ ويتفرع عن هذا التساؤل تساؤلات فرعية حول أنماط التلوث (النفطي، الكيميائي، البيولوجي، الهوائي، الضوضائي)، وحول مستوى التلوث الفعلي في الموانئ الليبية، وحول فجوات الحوكمة والرصد.

ثانياً: أهمية الدراسة

السفن وتأثيرها على البيئة البحرية

الأهمية العلمية: تجميع وتحليل نتائج الدراسات المحكّمة الحديثة حول تلوث الموانئ والساحل الليبي في مرجع واحد متكامل يخدم الباحثين وصناع القرار.

الأهمية التطبيقية: تقديم توصيات عملية للجهات الليبية المعنية (المصالح المينائية، الهيئات البيئية، قطاع النفط) لتحديث منظومة الاستجابة للتلوث البحري.

الأهمية التوعوية: إبراز مسؤولية قطاع النقل البحري البيئية أمام المجتمع، ودعم ثقافة الامتثال للاتفاقيات الدولية.

ثالثاً: أهداف الدراسة

- وصف أنماط التلوث البحري الناجم عن السفن وآثاره الإيكولوجية والصحية.
- تحليل الإطار القانوني الدولي (MARPOL) واتفاقية إدارة مياه الصابورة واتفاقية برشلونة وموقع ليبيا منه.
- تقييم واقع التلوث المرتبط بالسفن والموانئ على الساحل الليبي في ضوء الدراسات الميدانية المنشورة.
- صياغة توصيات سياساتية وفنية لتعزيز حماية البيئة البحرية الليبية.

رابعاً: منهج الدراسة

اعتمدت الدراسة المنهج الوصفي التحليلي القائم على مراجعة الأدبيات العلمية المحكّمة والتقارير الرسمية الصادرة عن المنظمة البحرية الدولية (IMO) وبرنامج الأمم المتحدة للبيئة/خطة عمل البحر المتوسط (UNEP/MAP) والمركز الإقليمي REMPEC، إضافة إلى الدراسات الميدانية الليبية المنشورة في مجلات علمية محكّمة، مع توظيف أسلوب المقارنة والاستنتاج لبناء التوصيات.

الدراسات السابقة

تناولت أدبيات غزيرة موضوع تأثير السفن على البيئة البحرية، ويمكن إبراز أبرزها في محورين: دراسات إقليمية حول المتوسط، ودراسات وطنية ليبية.

في المحور الأول، قدّم Galil (2006) مراجعة مرجعية بعنوان «Shipwrecked: shipping impacts on the biota of the Mediterranean Sea» وثقّق فيها دور الشحن البحري في إدخال مئات الأنواع غير الأصلية إلى المتوسط عبر مياه الصابورة والتلوث الحيوي على أبدان السفن، محذراً من تحولات بنيوية في مجتمعات الكائنات البحرية. (Galil, 2006) كما قيّمت دراسة Fink وآخرين (2023) بتقنيات النمذجة متعددة النماذج أثر انبعاثات السفن على أنواع الجسيمات في أجواء المتوسط، وخلصت إلى أن مساهمة السفن في تركيزات ثاني أكسيد النيتروجين تتراوح بين 25% و50% في مسارات الملاحة الرئيسية والمناطق الساحلية. (Fink et al., 2023) وفي السياق نفسه قدّر Nunes وآخرون (2020) انبعاثات الشحن في شبه الجزيرة الإيبيرية وأثرها على جودة الهواء في المدن الساحلية. (Nunes et al., 2020)

وفي المحور الليبي، قدّمت Shehada و Omar (2021) مراجعة للآثار المحتملة للانسكابات النفطية على الموارد الساحلية والبحرية للساحل الغربي الليبي، وأظهرت أن عدداً من الموانئ والمواقع تقع تحت ضغط التلوث النفطي بسبب قربها من مصادر الخطر، مع ضعف خطط الاستجابة. (Shehada & Omar, 2021) ودرس Maitieg وآخرون (2018) التخطيط المكاني للموارد الساحلية وتحليل مخاطر النفط في مصراتها، مؤكدين تنوع مصادر النفط في البيئة البحرية بين مخاطر الانسكابات الكبرى والتلوث المزمن من المدن والموانئ الساحلية. (Maitieg et al., 2018) وقاس Al-Asadi (2012) مستويات بقايا النفط في بحيرات ساحلية شرق ليبيا، فوجد أن إجمالي الهيدروكربونات البترولية في مياه ميناء البردية تراوح حول 3.50 ميكروغرام/لتر في

السفن وتأثيرها على البيئة البحرية

الصيف (Al-Asadi, 2012) وقدم Baqar (2024) مراجعة لظروف الانسكابات النفطية في المياه الساحلية الليبية وتقنيات المعالجة الحديثة، مشيراً إلى أن الموانئ الليبية عانت من التلوث النفطي بسبب غياب الرصد وضعف البنية التحتية (Baqar, 2024) كما قيم Idris وآخرون (2025) تلوث المعادن الثقيلة في خليج طبرق باستخدام مؤشرات التلوث، وسجلوا تلوثاً معتدلاً بالحديد والرصاص قرب مواقع الميناء والمصفاة مرتبطاً بالأنشطة الصناعية والملاحية (Idris et al., 2025).

ووثقت دراسة Shaltami وآخرين (2021) التلوث النفطي في ميناء بنغازي وتمييز المصادر النارية والبتروولية في الرواسب البحرية. (Shaltami et al., 2021) وسجل Tantoush (2025) تقيماً لتلوث المعادن الثقيلة في الرواسب السطحية للجزء الشرقي من ساحل طرابلس، مرجعاً جزءاً منه إلى أنشطة الموانئ كتصريف الزيوت ودهانات منع التسخن البحري (Tantoush, 2025). كما أثبتت دراسة حديثة لأول مرة وجود اللدائن الدقيقة في رواسب ميناء طرابلس («Microplastic Pollution in Libyan Port Sediments», 2024) وعلى صعيد التوثيق الأثري والبيئي، قدم مشروع مسح ساحل برقة (Nikolaus et al., 2022) توثيقاً للتراث الساحلي مع مراجعة لتقييم مخاطر التلوث البحري في المنطقة الساحلية الليبية (Nikolaus et al., 2022).

وتتميز هذه الدراسة عن سابقتها بجمعها بين البعد النظري العالمي والإقليمي والبعد الميداني الليبي في إطار واحد، مع تركيب النتائج في صيغة توصيات سياساتية موجهة لصانع القرار الليبي.

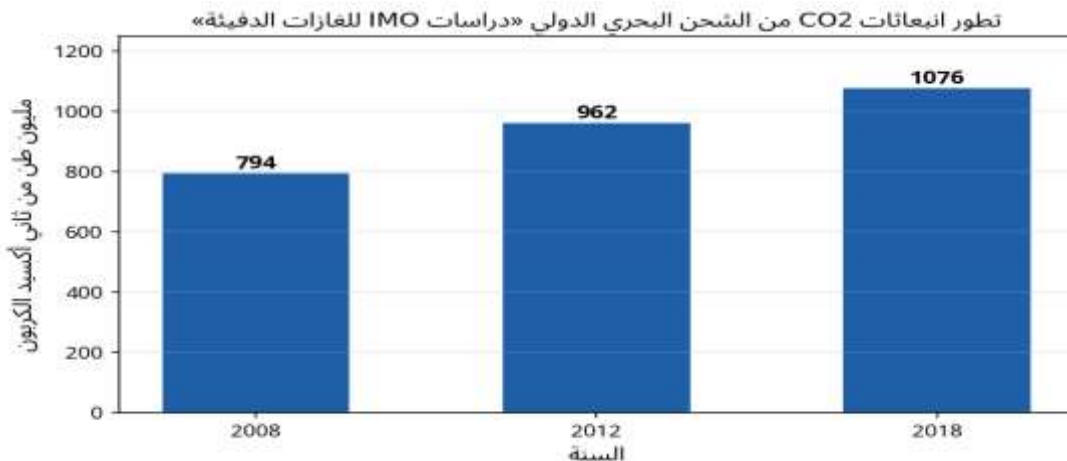
النقل البحري والسفن - الأهمية الاقتصادية والثققل البيئي

أولاً: المكانة الاقتصادية للنقل البحري

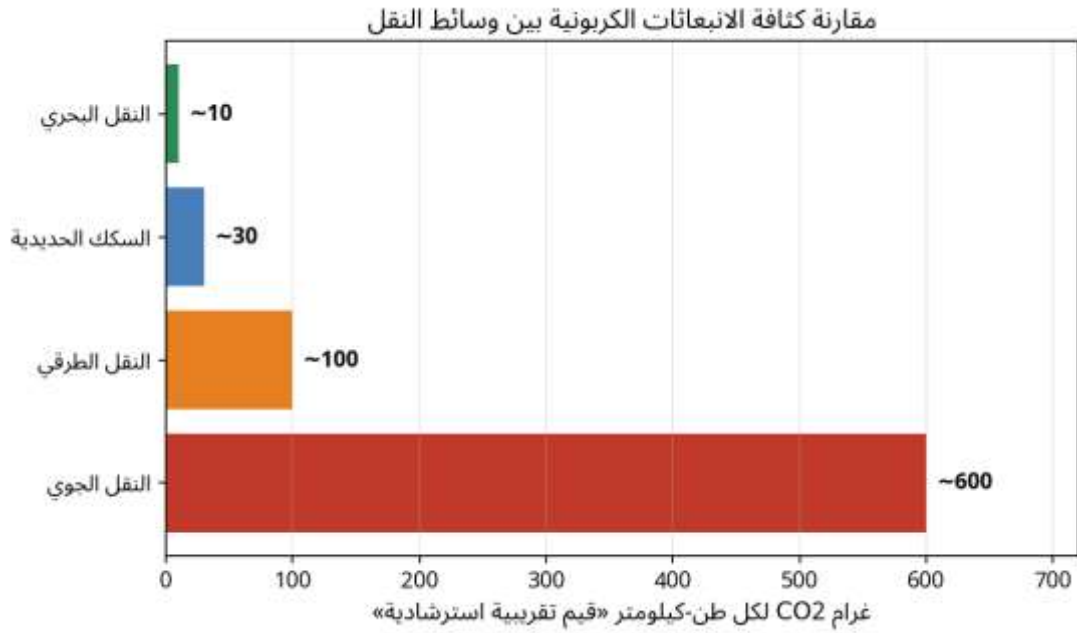
ينقل الأسطول التجاري العالمي ما يزيد على 11 مليار طن من البضائع سنوياً، ويمثل النقل البحري الشريان الرئيس لتجارة الطاقة والغذاء والمواد الخام والسلع المصنعة. وتتميز السفن بكفاءة طاقة عالية نسبياً مقارنة بغيرها من وسائل النقل؛ إذ تبلغ انبعاثاتها الكربونية النوعية نحو 10 غرامات من CO₂ لكل طن-كيلومتر في المتوسط، مقابل نحو 30 للسكك الحديدية و100 للشاحنات الطرقية و600 للنقل الجوي (شكل 3). ومع ذلك، فإن الحجم الهائل للأسطول يجعل مساهمته الإجمالية في الانبعاثات العالمية كبيرة؛ إذ قدرت الدراسة الرابعة للمنظمة البحرية الدولية للغازات الدفيئة انبعاثات الشحن الدولي من CO₂ بنحو 1,076 مليون طن سنة 2018، أي ما يعادل 2.89% من الانبعاثات العالمية، مع اتجاه تصاعدي من 794 مليون طن سنة 2008 (شكل 1) (IMO, 2009, 2015, 2021).

شكل (1): تطور انبعاثات CO₂ من الشحن البحري الدولي

المصدر: إعداد الباحث استناداً إلى دراسات المنظمة البحرية الدولية للغازات الدفيئة. (IMO, 2009, 2015, 2021)



السفن وتأثيرها على البيئة البحرية

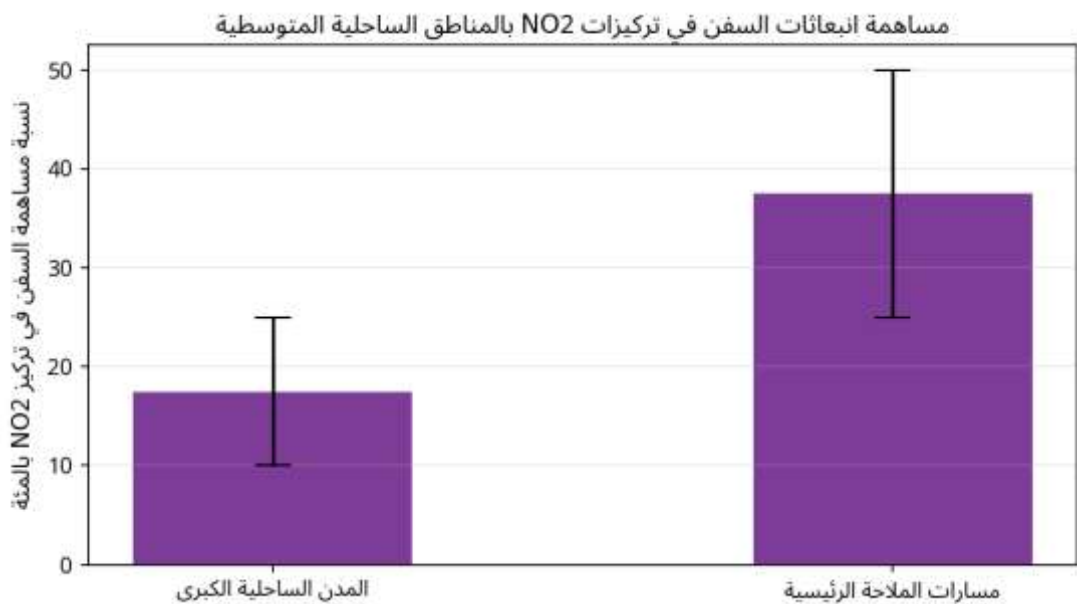


شكل (2): مقارنة كثافة الانبعاثات الكربونية بين وسائط النقل (قيم تقريبية استرشادية)
المصدر: إعداد الباحث استناداً إلى تقديرات (IMO, 2021؛ Transport & Environment, n.d).

ثانياً: البحر المتوسط: بحر شبه مغلق تحت ضغط ملاحي مكثف

يُعد البحر المتوسط من أكثر بحار العالم ازدحاماً بالملاحة؛ فعلى مساحة لا تتجاوز 1% من محيطات العالم تمر نحو خمس حركة التجارة البحرية العالمية وثُلث شحنات النفط المنقولة بحراً. ونظراً لطبيعته شبه المغلقة وضعف تجدد مياهه، فإن الملوثات المزمّنة تتراكم فيه بمعدلات أعلى بكثير من المحيطات المفتوحة. وتُظهر نمذجات جودة الهواء أن انبعاثات السفن ترفع تركيزات أكاسيد النيتروجين والجسيمات الدقيقة في المدن الساحلية المتوسطية، ما دفع الاتحاد الأوروبي ودول المتوسط إلى اعتماد المتوسط منطقة مراقبة انبعاثات الكبريت (Med SOx ECA) بحد أقصى 0.1% لمحتوى الكبريت في وقود السفن اعتباراً من مايو

(Fink et al., 2025)



شكل (3): مساهمة انبعاثات السفن في تركيزات NO₂ بالمناطق الساحلية المتوسطية

المصدر: Fink et al. (2023).

ثالثاً: السفن كمصدر متعدد الأوجه للتلوث

لا يقتصر أثر السفن على الانبعاثات الهوائية، بل يمتد إلى مصفوفة واسعة من الملوثات: التصريفات النفطية التشغيلية (مياه مقذح السفينة، غسل الصهاريج)، والمواد الكيميائية المنقولة سائبة، ومياه الصابورة الحاملة للأنواع الغازية، والنفايات الصلبة والصرف الصحي، والدهانات المانعة للتسخن البحري المحتوية على مركبات معدنية سامة، والضوضاء تحت الماء، إضافة إلى مخاطر الحوادث الكبرى. وقد كشفت دراسة أوروبية حديثة أن ثلاث بيئات مينائية من أصل أربع تُظهر مخاطر غير مقبولة بيئياً بسبب الانبعاثات من الدهانات المضادة للاتساخ ومياه تصريف أجهزة تنظيف غاز العادم، إذ كشفت نتائجها أن «3 من أصل 4 بيئات بحرية في الموانئ تمثل مخاطر غير مقبولة بسبب الانبعاثات من الطلاء المضاد للاتساخ ومياه تصريف أجهزة التنظيف» (وكالة الطاقة، 2023، الفقرة 2).

رابعاً: أنواع السفن وأنماط ملوثاتها

يختلف البصمة البيئية للسفن باختلاف أنواعها؛ فناقلات النفط الخام والمنتجات النفطية تمثل الخطر الأكبر من حيث الانسكابات النفطية، بينما تُعد سفن الحاويات وناقلات البضائع الصب مصدراً رئيسياً للانبعاثات الهوائية نظراً لحمولتها وسرعتها العالية، وتسهم سفن الركاب والعبارات في ضغوط الصرف الصحي والنفايات على المدن الساحلية، فيما تنقل سفن الكيماويات مخاطر المواد السائلة الضارة. ويمر قبالة الساحل الليبي مزيج من هذه الأنواع، مع هيمنة واضحة لناقلات النفط المرتبطة بالموانئ النفطية الليبية (السدر، رأس لانوف، البريقة، الزويتينة، مرسى الحريقة)، إضافة إلى سفن الحاويات والبضائع العامة المترددة على موانئ طرابلس وبنغازي ومصراتة والخمس.

جدول (1): أبرز الموانئ الليبية وأنشطتها ومخاطرها البيئية المحتملة

الميناء	النوع والنشاط الرئيس	أبرز المخاطر البيئية المرتبطة بالسفن
طرابلس	تجاري عام حاويات وبضائع عامة وركاب	لدائن دقيقة ومعادن ثقيلة في الرواسب، نفايات وصرف، كثافة ملاحية عالية
بنغازي	تجاري عام وصيد	تلوث نفطي موثق في الرواسب، زيوت تشغيل وصيانة
مصراتة	تجاري حاويات وحديد وصلب	تلوث مزمن من أنشطة الميناء والمدينة، مخاطر انسكابات
الخمس	تجاري حاويات	انبعاثات هوائية، مياه صابورة، ضوضاء
طبرق	تجاري ومصفاة	معادن ثقيلة (حديد ورساوص) قرب مواقع المناولة النفطية
السدر	نفطي تصديري	خطر انسكابات ناقلات، تواجد ناقلات عملاقة
رأس لانوف / البريقة / الزويتينة	نفطية تصديرية وبتروكيماويات	انسكابات تشغيلية، غسل صهاريج، كيماويات
مرسى البردية	صغير/تاريخي	هيدروكربونات مرتفعة نسبياً في مياه الميناء

المصدر: إعداد الباحث استناداً إلى (Hamza, 2022؛ Idris et al., 2025؛ Baqar, 2024؛ Shehada & Omar, 2021).

ويتضح من الجدول السابق أن الخارطة المينائية الليبية تجمع بين موانئ تجارية حضرية كثيفة النشاط وموانئ نفطية تصديرية عالية الخطورة، ما يفرض تنويع أدوات الرصد والاستجابة بحسب طبيعة كل ميناء، وهو ما سيتم تفصيله في الفصل الرابع.

أنماط التلوث البحري الناجم عن السفن وآثارها أولاً: التلوث النفطي

يُعد التلوث النفطي أخطر صور التلوث البحري وأكثرها وضوحاً. ويأخذ صورتين رئيسيتين: الأولى الانسكابات العرضية الكبرى الناجمة عن حوادث الناقلات والسفن، والثانية التلوث التشغيلي المزمّن عبر تصريف مياه مقدر السفينة وغسل الصهاريج وتسريبات الآليات، وهو ما تشير التقديرات إلى أنه يفوق في حجمه التراكمي حوادث الانسكاب الكبرى. وعند وصول النفط إلى البيئة البحرية يتعرض لعمليات تحول (انتشار، تبخر، تشتت، انحلال، أكسدة ضوئية، تحلل حيوي، ترسيب)، وتظل مكوناته الأروماتية متعددة الحلقات سامة ومسرطنة لفترات طويلة في الرواسب (Walda, 2002؛ Shaltami et al., 2021) وتشمل الآثار الإيكولوجية تدمير الطبقة السطحية للماء وخنق الطيور والسلاحف البحرية وتسمم الأطوار اليرقية للأسماك وتدهور أسرة الأعشاب البحرية مثل البوسيدونيا المحيطة، وهي موائل حساسة شديدة الأهمية في المتوسط.

ثانياً: التلوث الكيميائي والمعادن الثقيلة

تنتقل السفن مواد كيميائية خطيرة سائبة، كما تُسهم دهانات منع التسخن البحري (antifouling) التاريخية المحتوية على مركبات القصدير العضوي (TBT) المحظورة عالمياً منذ 2008 والبدائل النحاسية في تلوث الرواسب المينائية بالمعادن الثقيلة. وتظهر دراسات الرواسب في الموانئ المتوسطية، ومنها الليبية، تركيزات مرتفعة من النحاس والرصاص والزنك والزرنيق قرب أرصفة الصيانة وحواض الناقلات (Idris et al., 2025؛ Tantoush, 2025؛ وكالة الطاقة، 2023).

ثالثاً: مياه الصابورة والأنواع الغازية

تُفرغ السفن سنوياً مليارات الأطنان من مياه الصابورة حاملةً معها يرقات وكائنات دقيقة ونباتات من بحار إلى أخرى. وتشير دراسة REMPEC إلى أن الأنواع غير الأصلية المنقولة بالسفن تمثل نحو 26% من مجمل الأنواع الدخيلة على المتوسط، (REMPEC, n.d.). ويستضيف المتوسط اليوم نحو ألف نوع غير أصلي (شكل 2)، وتُعد المياه الصابورة والتلوث الحيوي على الأبدان من أهم ناقلات الإدخال إلى جانب قناة السويس (Galil, 2006)؛ (Flagella et al., 2005) ومن الأمثلة الحديثة الطحلب الآسيوي الغازي *Rugulopteryx okamurae* الذي يُرجح وصوله إلى المتوسط عبر مياه صابورة سفن شحن (Journalismfund.eu, n.d.) ويترتب على الغزو البيولوجي اضطراب السلاسل الغذائية وإزاحة الأنواع المحلية وخسائر اقتصادية لمصايد الأسماك والسياحة الساحلية.

شكل (4): التراكم التقريبي للأنواع البحرية غير الأصلية في المتوسط
المصدر: إعداد الباحث استناداً إلى (Galil, 2006؛ REMPEC, n.d.).



رابعاً: الانبعاثات الهوائية

تحرق السفن وقوداً ثقيلاً عالي الكبريت، فتنبعث منها أكاسيد الكبريت (SOx) وأكاسيد النيتروجين (NOx) والجسيمات الدقيقة (PM2.5) والكربون الأسود وثنائي أكسيد الكربون. وقدرت منظمة النقل والبيئة (T&E) انبعاثات الشحن الدولي من ثاني أكسيد الكبريت بنحو 1.7 مليون طن سنوياً ومن أكاسيد النيتروجين بنحو 2.8 مليون طن. (Transport & Environment, n.d.). ولها آثار صحية موثقة (أمراض تنفسية وقلبية وعائية في المدن الساحلية) ومناخية (غازات دفيئة وأمطار حمضية). وفي المتوسط أظهرت النمذجة أن قيود الكبريت الجديدة (Med SOx ECA) ستحقق خفضاً ملموساً في تركيزات ثاني أكسيد الكبريت الساحلية، على غرار ما حققته منطقة مراقبة الانبعاثات في شمال أوروبا التي خفضت انبعاثات SOx بنحو 70% منذ 2014 (Fink et al., 2023). European Commission, 2025).

خامساً: الضوضاء تحت سطح الماء والاصطدام بالكائنات

تولد محركات السفن ومراوحها ضوضاء منخفضة التردد تتداخل مع اتصالات الثدييات البحرية (الحيتان والدلافين) وسلوك التغذية والتكاثر لديها، كما تشكل الاصطدامات بالسفن (ship strikes) سبباً رئيساً لوفيات الحيتان الكبيرة في المتوسط، ولا سيما في ممرات الملاحة الكثيفة. وتوصي الآليات الإقليمية لحماية المتوسط بإعادة توجيه المسارات الملاحية بعيداً عن مواطن التجمعات الحساسة وخفض السرعات.

سادساً: النفايات الصلبة والصرف الصحي واللدائن الدقيقة

تلقي السفن، رغم الحظر، كميات من النفايات البلاستيكية والمخلفات الغذائية والصرف الصحي غير المعالج. وتتحلل البلاستيكيات إلى لدائن دقيقة ابتلعتها الكائنات البحرية على جميع مستويات السلسلة الغذائية. وقد أثبتت دراسة ميدانية حديثة لأول مرة وجود بوليمرات اللدائن الدقيقة في رواسب المنطقة الساحلية لميناء طرابلس غرب ليبيا (Microplastic Pollution in Libyan Port Sediments», 2024).

سابعاً: حطام السفن والألغام البيئية الغارقة

ترقد في قاع المتوسط آلاف السفن الغارقة، وكثير منها سفن حربية من الحرب العالمية الثانية ما تزال تحمل وقوداً وذخائر، وتمثل مصادر كامنة للتلوث طويل الأمد. وقد وثقت دراسة Sprovieri وآخرين (2013) حالة تلوث ناجمة عن حطام سفن في قاع المتوسط وآثارها على النظام الإيكولوجي. (Sprovieri et al., 2013) ويحمل هذا البعد أهمية خاصة للبيبا التي كان ساحلها مسرحاً لعمليات بحرية كثيفة خلال الحرب العالمية الثانية.

ثامناً: مصفوفة الملوثات: المصادر والآثار والأطر الزمنية

يمكن تلخيص العلاقة بين مصادر التلوث السفني وآثارها البيئية في المصفوفة التالية التي تجمع بين طبيعة الملوث ومصدره التشغيلي وأثره الإيكولوجي والصحي والإطار الزمني لبقائه في البيئة البحرية:

السفن وتأثيرها على البيئة البحرية

جدول (2): مصفوفة الملوثات الناجمة عن السفن المصدر والأثر والبقاء البيئي

الملوث	المصدر التشغيلي	الأثر الرئيس	زمن البقاء التقريبي
النفط الخام والوقود	حوادث ناقلات، مياه مقذح، غسل صهاريج	خفق الكائنات، تسمم اليرقات، تدهور الموائل	سنوات إلى عقود في الرواسب
مركبات TBT والنحاس	دهانات منع التسخن البحري	تشوهات الرخويات، تراكم حيوي	عقود في رواسب الموانئ
مياه الصابورة	تفريغ الصابورة عند الشحن	إدخال أنواع غازية واضطراب بيئي	دائم (استيطان الأنواع)
أكاسيد الكبريت والنيروجين	احتراق الوقود الثقيل	أمطار حمضية، أمراض تنفسية	أيام في الغلاف الجوي
الجسيمات الدقيقة PM2.5	الاحتراق وأجهزة تنظيف العادم	أمراض قلبية وورثية ساحلية	أيام إلى أسابيع
اللداخن الدقيقة	نفايات، تآكل طلاء وحبال	ابتلاع الكائنات، انتقال بالسلسلة الغذائية	مئات السنين
الضوضاء تحت الماء	محركات ومراوح وسونار	تشويش اتصالات الثدييات البحرية	فوري متواصل
مياه الصرف الصحي	تصريف غير معالج قرب السواحل	إثراء مغذيات وازدهار طحالب ضارة	أسابيع إلى أشهر

المصدر: إعداد الباحث استناداً إلى الأدبيات الواردة في الفصل الثاني.

وتُظهر المصفوفة أن بعض الملوثات عابرة زمنياً كالانبعاثات الهوائية، بينما يمثل بعضها الآخر إرثاً بيئياً طويل الأمد كاللداخن الدقيقة ومركبات الدهانات والأنواع الغازية، وهو ما يعني أن التراخي في المعالجة اليوم ينتج أعباء بيئية يصعب عكسها لأجيال قادمة.

الإطار القانوني الدولي والإقليمي لحماية البيئة البحرية

أولاً: اتفاقية ماربول MARPOL 73/78

تُعد الاتفاقية الدولية لمنع التلوث من السفن (MARPOL) المعتمدة في 2 نوفمبر 1973 والمعدلة ببروتوكول 1978، الأداة الدولية الرئيسية لمنع تلوث البيئة البحرية من السفن، وتطبق على نحو 99% من الحمولة التجارية العالمية، وأسهمت في انخفاض كبير في التلوث التشغيلي والعرضي (IMO, 1973/1978)؛ (NAMEPA, n.d.) وتتكون من ستة ملاحق فنية:

جدول (3): الملاحق الستة لاتفاقية MARPOL 73/78 ونطاق كل منها

الملحق	الموضوع	أبرز الأحكام
I	منع التلوث بالزيت	ضوابط تصريف مياه المقذح وغسل الصهاريج، المناطق الخاصة، بدن مزدوج للناقلات
II	المواد السائلة الضارة المنقولة سائبة	تصنيف المواد وضوابط تصريف بقاياها
III	المواد الضارة المنقولة في حاويات	تعبئة ووسم وتوثيق البضائع الخطرة
IV	منع التلوث بمياه الصرف الصحي	ضوابط تصريف الصرف الصحي المعالج وغير المعالج
V	منع التلوث بنفايات السفن	حظر إلقاء البلاستيك، خطط إدارة النفايات، مرافق الاستقبال المينائية
VI	منع تلوث الهواء من السفن	حدود الكبريت والنيروجين، كفاءة الطاقة (EEDI/EEEXI)، مناطق مراقبة الانبعاثات

المصدر: (IMO (1973/1978)

ثانياً: اتفاقية إدارة مياه الصابورة (BWM 2004)

دخلت الاتفاقية الدولية لإدارة مياه صابورة السفن ورواسبها حيز النفاذ سنة 2017 (IMO, 2004)، وتلزم السفن بمعالجة مياه الصابورة وفق المعيار D-2 قبل تفريغها، مع خطط إدارة وسجلات صابورة وسياسة دولية للاعتماد. وتُعد خطوة جوهرية للحد من النقل البيولوجي عبر السفن، وقد اعتمدت دول المتوسط عبر REMPEC استراتيجية إقليمية لإدارة مياه الصابورة تشمل ثماني أولويات استراتيجية وخطة عمل (REMPEC, n.d.).

ثالثاً: منظومة برشلونة لحماية المتوسط

تعمل ليبيا ضمن منظومة اتفاقية برشلونة لحماية البيئة البحرية والمنطقة الساحلية للمتوسط وبرنامج الأمم المتحدة للبيئة/خطة عمل المتوسط (UNEP/MAP) والمركز الإقليمي للاستجابة الطارئة للتلوث البحري. REMPEC وتشير تقارير المؤشر الوطني الليبي ضمن برنامج المراقبة المتكاملة إلى أن التلوث البحري الناجم عن الأنشطة النفطية والصرف الصحي يؤثر في مناطق محدودة لكنه حاد، مع وجود موانئ تجارية ونفطية متعددة على طول الساحل (Hamza, 2022) وقد دخلت منطقة مراقبة انبعاثات الكبريت

السفن وتأثيرها على البيئة البحرية

في المتوسط (Med SOx ECA) حيز التنفيذ في مايو 2025 بحد أقصى 0.1% للكبريت، وهو ما ينطبق على جميع السفن العاملة قبالة السواحل الليبية. (European Commission, 2025)

رابعاً: الواقع التشريعي الليبي

تملك ليبيا إطاراً تشريعياً بيئياً يشمل قانون حماية البيئة رقم (15) لسنة 2003 وتشريعات الملاحة والمواني، وهي طرف في الاتفاقيات البحرية الدولية الرئيسية. غير أن الأدبيات تُجمع على وجود فجوة تنفيذية تتمثل في ضعف أجهزة الرصد والرقابة على التصريفات، وقصور مرافق استقبال مخلفات السفن في المواني، ومحدودية القدرة على الاستجابة للانسكابات الكبرى، وهو ما أكدته دراسة (Baqar (2024) وتقارير المؤشرات الوطنية (Baqar, 2024)؛ (Hamza, 2022).

خامساً: اتفاقيات دولية مكمّلة

إضافة إلى ماربول واتفاقية مياه الصابورة، تتكامل المنظومة الدولية لحماية البيئة البحرية عبر مجموعة من الصكوك: اتفاقية الأمم المتحدة لقانون البحار (UNCLOS, 1982) التي كرّست في جزئها الثاني عشر واجب الدول في حماية البيئة البحرية وحفظها؛ واتفاقية لندن 1972 وبروتوكولها 1996 لمنع تلوث البحر بإغراق النفايات؛ والاتفاقية الدولية للتأهب للتلوث الزيتي ومكافحته والتعاون (OPRC, 1990) التي تلزم الدول بخطط طوارئ وطنية وتجهيزات استجابة؛ واتفاقية هونغ كونغ 2009 لإعادة تدوير السفن الآمنة والسليمة بيئياً التي دخلت حيز النفاذ في يونيو 2025؛ إضافة إلى اتفاقية منع الأنظمة المضادة للتسخن الضارة (AFS, 2001) التي حظرت مركبات القصدير العضوي.

جدول (4): التسلسل الزمني لأبرز الصكوك الدولية لحماية البيئة البحرية من السفن

السنة	الصك الدولي	الجوهر البيئي
1972	اتفاقية لندن لمنع إغراق النفايات	ضبط إغراق المخلفات في البحر
1973/1978	ماربول 73/78	منع التلوث التشغيلي والعرضي من السفن
1982	اتفاقية الأمم المتحدة لقانون البحار	الإطار العام لحماية البيئة البحرية
1990	اتفاقية OPRC	التأهب والاستجابة للانسكابات النفطية
2001	اتفاقية AFS	حظر الدهانات الضارة المضادة للتسخن
2004	اتفاقية إدارة مياه الصابورة	معالجة الصابورة ومنع الغزو البيولوجي
2009	اتفاقية هونغ كونغ لتدوير السفن	تفكيك آمن للسفن المنتهية
2025	منطقة مراقبة انبعاثات الكبريت بالمتوسط	حد أقصى 0.1% للكبريت في وقود السفن

المصدر: إعداد الباحث استناداً إلى (IMO, 1973/1978)، (European Commission, 2025)، 2004. ويلاحظ أن ليبيا طرف في معظم هذه الصكوك، بيد أن الفجوة بين الانضمام السوري والتنفيذ الفعلي تظل التحدي الجوهرية، إذ تتطلب الاتفاقيات قدرات رقابية مينائية (Port State Control) وأنظمة إبلاغ وتفتيش ومرافق استقبال، وهي عناصر ما تزال دون المستوى المطلوب وفق ما تورد الأدبيات الوطنية.

تأثير السفن على البيئة البحرية في السياق الليبي

أولاً: الوضع الملاحي والمينائي الليبي

يمتد الساحل الليبي نحو 1,970 كم ويحتضن شبكة مواني تجارية (طرابلس، بنغازي، مصراتة، الخمس، طبرق، درنة) ومواني نفطية تصديرية (السدة، رأس لانوف، البريقة، الزويتينة، مرسى الحريقة، الزاوية)، إضافة إلى ممرات ملاحية دولية كثيفة قبالة الساحل تربط قناة السويس بمضيق جبل طارق. وتُعد الناقلات النفطية وحركة شحن الحاويات والبضائع العامة المصدر الرئيس للضغط الملاحي على البيئة الساحلية، مع ملاحظة ارتفاع وتيرة حوادث وتهريب الوقود والهجرة غير النظامية عبر قوارب غير مطابقة للمواصفات تزيد مخاطر التلوث والحطام (Baqar, 2024)؛ (Hamza, 2022).

ثانياً: التلوث النفطي في الموانئ والساحل الليبي

خلصت مراجعة Shehada و Omar (2021) إلى أن عدداً من المواقع على الساحل الغربي الليبي تقع تحت ضغط التلوث النفطي بسبب قربها من مصادر الانسكاب، وأن الحساسية للانسكابات تتفاوت بين الموانئ، مع ضرورة تطوير خطط وطنية للاستجابة. (Shehada & Omar, 2021) وفي مصراتة أظهر Maitieg وآخرون (2018) تنوع مصادر النفط في البيئة البحرية بين مخاطر الانسكابات الكبرى والتلوث المزمن من المدن والموانئ. (Maitieg et al., 2018) وسجل Al-Asadi (2012) تركيزات هيدروكربونات بترولية كلية في مياه ميناء البردية بلغت 3.50 ميكروغرام/لتر صيفاً. (Al-Asadi, 2012) كما وثّق Shaltami وآخرون (2021) التلوث النفطي في ميناء بنغازي وتمييز مصادره البترولية والنارية في الرواسب (Shaltami et al., 2021).

ثالثاً: المعادن الثقيلة واللدائن الدقيقة

سجلت دراسة Idris وآخرين (2025) في خليج طبرق تلوثاً معتدلاً بالحديد والرصاص قرب مواقع الميناء والمصفاة، مرتبطاً بالأنشطة الصناعية ومناولة النفط والحركة الملاحية. (Idris et al., 2025) وفي طرابلس ربط (Tantoush, 2025) جزءاً من تلوث الرواسب بالمعادن الثقيلة بأنشطة الميناء كتصريف الزيوت ودهانات منع التسخن (Tantoush, 2025)، فيما أثبتت دراسة حديثة وجود اللدائن الدقيقة في رواسب ميناء طرابلس لأول مرة، «Microplastic Pollution in Libyan Port Sediments» (2024).

جدول (5): خلاصة الدراسات الميدانية الليبية حول تلوث الموانئ والساحل

الموقع	المؤشر المدروس	أبرز النتائج	المصدر
الساحل الغربي (موانئ متعددة)	مخاطر الانسكاب النفطي	مواقع عدة تحت ضغط التلوث النفطي؛ ضعف خطط الاستجابة	Shehada & Omar (2021)
مصراتة	تحليل مخاطر النفط والتخطيط المكاني	مصادر نفطية متنوعة؛ تلوث مزمن من المدن والموانئ	Maitieg et al. (2018)
ميناء البردية	الهيدروكربونات البترولية الكلية	نحو 3.50 ميكروغرام/لتر في مياه الميناء صيفاً	Al-Asadi (2012)
ميناء بنغازي	تلوث نفطي في الرواسب	تمييز مصادر بترولية ونارية للتلوث	Shaltami et al. (2021)
خليج طبرق	معادن ثقيلة ومؤشرات تلوث	تلوث معتدل بالحديد والرصاص قرب الميناء والمصفاة	Idris et al. (2025)
ساحل طرابلس الشرقي	معادن ثقيلة في الرواسب	ارتباط جزء من التلوث بأنشطة الميناء والدهانات	Tantoush (2025)
ميناء طرابلس	لدائن دقيقة	إثبات وجود بوليمرات بلاستيكية لأول مرة	Microplastic Study (2024)

المصدر: إعداد الباحث استناداً إلى الدراسات الموضحة في عمود المصدر.

رابعاً: التحديات المؤسسية والفنية

- ضعف منظومة الرصد المنتظم لجودة مياه الموانئ والتصريفات السفنية.
- قصور مرافق استقبال مخلفات السفن (زيوت مستعملة، مياه صابورة، نفايات صلبة) في معظم الموانئ.
- محدودية قدرات الاستجابة للانسكابات (حواجز عائمة، ماصات، فرق مدربة، خطط طوارئ محدثة).

السفن وتأثيرها على البيئة البحرية

- تأثر قطاعات الصيد والسياحة الساحلية بالتدهور البيئي للمواني والخلجان.
- حاجة ملحة لتحديث التشريعات الوطنية بما يواكب التعديلات المستجدة على ملاحق MARPOL ومعايير ECA المتوسطة.

دراسات حالة عالمية ودروس مستفادة لليبي

أولاً: حادثة إكسون فالديز (1989)

تُعد كارثة ناقلة النفط Exxon Valdez قبالة سواحل ألاسكا من أشهر حوادث الانسكاب في التاريخ، إذ انسكب نحو 37 ألف طن من النفط الخام ملوثة آلاف الكيلومترات من السواحل، وما تزال آثارها مرصودة في الرواسب بعد عقود. والدرس الليبي المستفاد هو أن الناقلات العملاقة المترددة على الموانئ النفطية الليبية تتطلب أنظمة إرشاد ملاحي إلزامية وبدناً مزدوجاً وخطط طوارئ محلية جاهزة.

ثانياً: حادثة إريكا (1999) وبريستيج (2002)

أظهرت كارثتا Erika قبالة فرنسا و Prestige قبالة إسبانيا مخاطر شيخوخة الأساطيل وضعف هياكل الناقلات أحادية البدن، ودفعتا الاتحاد الأوروبي إلى تسريع التخلص من الناقلات القديمة وتشديد رقابة دولة الميناء. وتحذو المنطقة المتوسطية حذوها عبر آليات مذكرة تفاهم المتوسط لرقابة دولة الميناء (Med MoU)، وهو ما يستدعي رفع كفاءة المفتشين البحريين الليبيين.

ثالثاً: حطام السفن الحربية في المتوسط

وتفت دراسة Sprovieri وآخرين (2013) تلوثاً بحرياً ناجماً عن حطام سفن حربية غارقة في قاع المتوسط، محذرة من أن آلاف السفن الغارقة ما تزال تحمل وقوداً وذخائر تشكل قنابل بيئية موقوتة. ونظراً لأن الساحل الليبي كان مسرحاً لعمليات بحرية كثيفة خلال الحرب العالمية الثانية، فإن مسح مواقع الحطام وتقييم مخاطرها يمثل أولوية بحثية وطنية، خاصة في خليج سرت وقبالة طبرق وبنغازي (Sprovieri et al., 2013)؛ (Nikolaus et al., 2022).

رابعاً: الدروس المستفادة

- الوقاية أرخص من المعالجة: تكلفة الاستجابة للانسكابات الكبرى تفوق بعشرات المرات كلفة تجهيزات الوقاية والمراقبة.
- شيخوخة الناقلات وضعف الصيانة عامل خطر حاسم يستلزم تشديد رقابة دولة الميناء.
- الحطام الغارق مصدر كامن للتلوث طويل الأمد يستوجب المسح والتقييم الاستباقي.
- التعاون الإقليمي عبر REMPEC ومذكرات التفاهم المتوسطية رافد أساسي للقدرات الوطنية المحدودة.

مؤشرات الرصد وتقييم الأثر البيئي للمواني

- مؤشرات التلوث الكيميائي في الرواسب

تعتمد الدراسات الحديثة لتقييم تلوث الرواسب المينائية بالمعادن الثقيلة منظومة من المؤشرات الكمية، منها عامل التركيز (CF) ومؤشر التراكم الجيولوجي (Igeo) ومعامل التلوث المعدل (m-CDI) ومؤشر عبء التلوث (PLI). وقد طبقت دراسة Idris وآخرين (2025) هذه المؤشرات في خليج طبرق، فأظهرت تلوثاً معتدلاً بالحديد والرصاص قرب مواقع الميناء والمصفاة، ما يؤكد جدوى هذه الأدوات في بناء خط أساس وطني لرصد التلوث المينائي الليبي. (Idris et al., 2025)

- مؤشرات المؤشرات المشتركة لخطة عمل المتوسط

اعتمد برنامج UNEP/MAP منظومة مؤشرات مشتركة للتقييم البيئي، منها المؤشر المشترك 15 المتعلق بمواقع وامتداد الموائل المتأثرة بالتغيرات الهيدروغرافية، وقد أعد تقرير خط الأساس الوطني الليبي لهذا المؤشر سنة 2022 موثقاً مواقع التلوث النفطي والبتروكيمياوي المرتبطة بالموانئ التجارية والتصديرية على طول الساحل (Hamza, 2022)؛ (UNEP/MAP, n.d.) ويوفر اعتماد هذه المنظومة في ليبيا إطاراً موحداً قابلاً للمقارنة إقليمياً ويدعم الوفاء بالالتزامات الوطنية تجاه اتفاقية برشلونة.

- تقييم الأثر البيئي للمشاريع المينائية

يُعد تقييم الأثر البيئي (EIA) أداة إلزامية قبل تنفيذ أي توسعة مينائية أو إنشاء محطات نفطية جديدة، ويشمل نمذجة انتشار الملوثات وتقييم الحساسية الإيكولوجية للموائل (أسرة البوسيدونيا، مواقع تعشيش السلاحف، مناطق تكاثر الأسماك) وخطط الإدارة البيئية أثناء الإنشاء والتشغيل. وقد طبقت هذه المنهجية في مشاريع متوسطة مماثلة كمحطة التغييز في شمال الأدرياتيك، ويمثل نموذجاً قابلاً للتكيف مع المشاريع الليبية. (Sprovieri et al., 2013)

نتائج الدراسة وتوصياتها

أولاً: النتائج

- تُسهم السفن في تلوث البيئة البحرية عبر مصفوفة متكاملة من الملوثات: النفط والكيماويات والمعادن الثقيلة ومياه الصابورة والانبعاثات الهوائية والضوضاء والنفايات.
- البحر المتوسط بحر شبه مغلق عالي الحساسية، تصل فيه مساهمة السفن في تركيزات NO_2 الساحلية إلى 25-50% في مسارات الملاحية الرئيسية.
- الموانئ الليبية تُظهر مؤشرات موثقة على التلوث النفطي والمعادن الثقيلة واللدائن الدقيقة، لا سيما طرابلس وبنغازي وطبرق والبردية ومصراتة.
- يوجد إطار قانوني دولي وإقليمي متطور (MARPOL)، BWM، برشلونة، (Med SOx ECA)، غير أن الفجوة التنفيذية الليبية في الرصد والاستجابة هي الحلقة الأضعف.
- دخول منطقة مراقبة انبعاثات الكبريت المتوسطة حيز النفاذ (2025) يمثل فرصة لتحديث المنظومة الليبية وتقليل الانبعاثات في المجال البحري الوطني.

ثانياً: التوصيات

- إنشاء شبكة وطنية دائمة لرصد جودة مياه الموانئ (نفط، معادن ثقيلة، لدائن دقيقة) بمشاركة الجامعات ومراكز البحوث.
- توفير وتحديث مرافق استقبال مخلفات السفن في الموانئ الرئيسية وفق متطلبات MARPOL، وربط منح تراخيص التشغيل بتوافرها.
- تطوير خطة وطنية للاستجابة للانسكابات النفطية وتحديث المعدات والتدريب، وتفعيل التعاون مع REMPEC.
- تعزيز رقابة دولة الميناء (Port State Control) على السفن المترددة للتحقق من شهادات مياه الصابورة وكفاءة الطاقة وحدود الكبريت.
- تحديث التشريعات الوطنية لمواكبة ملحق MARPOL السادس ومعايير منطقة ECA المتوسطة، وتشديد العقوبات على التصريف غير المشروع.
- إدراج البعد البيئي في خطط تطوير الموانئ والمناطق الحرة المينائية، وإجراء تقييمات أثر بيئي إلزامية للتوسعات.
- دعم البحث العلمي الوطني في علوم البحار والتلوث المينائي، وبناء قاعدة بيانات وطنية مفتوحة لمؤشرات البيئة البحرية.

الخاتمة

تؤكد هذه الورقة أن العلاقة بين النقل البحري والبيئة البحرية علاقة جدلية: فالسفن أداة لا غنى عنها للاقتصاد العالمي والوطني، لكنها في الوقت ذاته مصدر متعدد الأوجه للضغوط البيئية، ويزداد أثرها حدة في الأحواض شبه المغلقة كالبحر المتوسط. وبالنسبة لليبيا، صاحبة أطول ساحل متوسطي في شمال أفريقيا واقتصاد يقوم على تصدير النفط بحراً، فإن حماية البيئة البحرية ليست ترفاً بيئياً بل ضرورة اقتصادية وتنموية وسيادية. إن الأدلة العلمية المحكّمة التي استعرضتها هذه الورقة تُظهر بوضوح أن التلوث في الموانئ الليبية واقع موثق قابل للقياس، وأن أدوات المعالجة القانونية والفنية متوافرة، ويبقى الرهان على الإرادة المؤسسية والاستثمار في الرصد والبنية التحتية وتأهيل الكوادر الوطنية، بما يضمن بقاء البحر الليبي ثروة للأجيال القادمة لا ضحية للنشاط الملاحي.

السفن وتأثيرها على البيئة البحرية

الملحق الأول: مسرد المصطلحات العلمية والقانونية

يوضح الجدول التالي أبرز المصطلحات الواردة في الورقة بمقابلاتها الإنجليزية المعتمدة في الأدبيات والوثائق الدولية:

جدول (6): مسرد المصطلحات العربية ومقابلاتها الإنجليزية

المصطلح العربي	المقابل الإنجليزي	التعريف الموجز
مياه الصابورة	Ballast Water	مياه تحملها السفن لضمان اتزانها وتفرغها عند الشحن
الأنواع الغازية	Invasive Species	كائنات دخيلة تستوطن بيئة جديدة وتلحق ضرراً بيئياً أو اقتصادياً
مياه مقدح السفينة	Bilge Water	مياه مختلطة بالزيتوت تتجمع في أسفل بدن السفينة
دهان منع التسخن البحري	Antifouling Paint	دهان يمنع التصاق الكائنات البحرية ببدن السفينة
منطقة مراقبة الانبعاثات	Emission Control Area (ECA)	منطقة بحرية تخضع لحدود مشددة على انبعاثات السفن
رقابة دولة الميناء	Port State Control	تفتيش الدولة المضيفة على السفن الأجنبية للتحقق من الامتثال
رقابة دولة العلم	Flag State Control	مسؤولية الدولة المسجلة بها السفينة عن امتثالها
الانسكاب النفطي	Oil Spill	تسرب النفط إلى البيئة البحرية عرضياً أو تشغيلياً
اللدائن الدقيقة	Microplastics	جسيمات بلاستيكية أصغر من 5 ملم
مرفق استقبال المخلفات	Port Reception Facility	منشأة مينائية لاستقبال نفايات وزيتوت السفن
المنطقة الخاصة	Special Area	منطقة بحرية تحظى بحماية مشددة بموجب ماربول
كفاءة الطاقة للسفن	EEDI / EEXI	مؤشرات IMO لقياس كفاءة تصميم وتشغيل السفن كربونياً
الوقود الثقيل	Heavy Fuel Oil (HFO)	وقود بقاءا التكرير عالي الكبريت المستخدم في السفن
الغسلات	Exhaust Gas Scrubbers	أجهزة تنظيف غازات عادم السفن من الكبريت
التلوث الحيوي على الأبدان	Biofouling	نمو كائنات على بدن السفينة تنقلها بين البحار

المصدر: إعداد الباحث.

الملحق الثاني: الحدود الكمية الرئيسية في اتفاقية ماربول

جدول (7): أبرز الحدود الكمية المنظمة للتصريفات والانبعاثات وفق MARPOL

البند	الملحق	الحد أو المعيار
محتوى الزيت في مياه المقدح المصروفة	I	لا يتجاوز 15 جزءاً في المليون مع تشغيل معدات الترشيح المعتمدة
محتوى الكبريت في الوقود (عالمياً)	VI	0.50% كتلة اعتباراً من 2020
محتوى الكبريت في مناطق ECA	VI	0.10% كتلة (تشمل المتوسط منذ مايو 2025)
إلقاء البلاستيك في البحر	V	محظور حظراً تاماً في جميع البحار
تصريف الصرف الصحي	IV	معالج ومعقم أو على مسافة لا تقل عن 12 ميلاً بحرياً من اليابسة
معيار مياه الصابورة D-2	BWM	حدود قصوى للكائنات الحية القابلة للحياة في المياه المصروفة

المصدر: IMO (1973/19782004)،

توفر هذه الحدود مرجعية كمية يمكن للجهات الرقابية الليبية اعتمادها عند تحديث اللوائح الوطنية وبناء برامج التفتيش المينائي، كما تصلح أساساً لتصميم مختبرات الرصد الوطنية.

السفن وتأثيرها على البيئة البحرية

الملحق الثالث: خارطة طريق مقترحة لتعزيز حماية البيئة البحرية الليبية

جدول (8): خارطة طريق تنفيذية مقترحة (2026-2030)

المرحلة	الإجراءات الرئيسية	الجهات المعنية
السنة الأولى	جرد شامل لمرافق استقبال المخلفات في المواني، وإنشاء قاعدة بيانات وطنية لمؤشرات التلوث، وتحديث النصوص التشريعية	الموانئ والنقل البحري، الهيئة العامة للبيئة، الجامعات
السنة الثانية	تدشين شبكة رصد دورية لجودة مياه المواني (نفط، معادن، لدائن)، وتأهيل مفتشي رقابة دولة الميناء	المواني، مراكز البحوث البحرية
السنة الثالثة	تحديث الخطة الوطنية للاستجابة للانسكابات وإجراء تمارين محاكاة مشتركة مع REMPEC	جهات الطوارئ، قطاع النفط، خفر السواحل
السنة الرابعة	تطبيق متطلبات منطقة مراقبة الكبريت المتوسطة على السفن المترددة، وفرض رسوم بيئية مينائية مخصصة للرصد	المواني، المالية، الجمارك
السنة الخامسة	تقييم شامل للبرنامج، ونشر تقرير وطني دوري عن حالة البيئة البحرية، والتوسع نحو مناطق بحرية محمية	مجلس الوزراء، الهيئة العامة للبيئة

المصدر: إعداد الباحث.

ترتكز خارطة الطريق على مبدأ التدرج الواقعي: البدء بالمعرفة (الرصد والجرد)، ثم بناء القدرات (التأهيل والتشريع)، ثم التنفيذ الكامل (الرقابة والاستجابة)، وانتهاءً بالتقييم والتحسين المستمر، بما يتسق مع قدرات المؤسسات الليبية والتزاماتها الإقليمية والدولية.

الملحق الرابع: دليل إجراء مقابلات واستبانات ميدانية (للباحثين الراغبين في التوسع)

للاغبين في تحويل هذه الورقة إلى رسالة أكاديمية ميدانية، يُقترح تصميم استبانة موجهة إلى فئات: موظفي المواني والوكلاء الملاحيين، وربابنة السفن المترددة، ومفتشي البيئة، والصيادين المحليين. وتغطي محاور: مدى الاطلاع على متطلبات ماربول، وتوافر مرافق الاستقبال، وحوادث التلوث المرصودة، وتقييم فاعلية الرقابة. ويُوصى بأخذ عينات مياه ورواسب من ثلاثة مواني على الأقل (طرابلس، بنغازي، مصراتة) وتحليلها مخبرياً لمؤشرات الهيدروكربونات والمعادن الثقيلة واللدائن الدقيقة، ومقارنة النتائج بالدراسات المنشورة الواردة في جدول (5) بهذه الورقة.

الملحق الخامس: نحو شبكة وطنية للمناطق البحرية المحمية

تُعد المناطق البحرية المحمية (Marine Protected Areas) أداة فعّالة لحصر آثار النشاط الملاحى، عبر تحديد ممرات ملاحية بعيدة عن الموانئ الحساسة، وفرض قيود على الرسو والصيد والتصريف داخلها. وتمتلك ليبيا مواقع ذات أولوية بيئية عالية تشمل منطقة فرع وعين الغزالة شرقاً حيث أسرة البوسيدونيا ومواقع تعشيش السلاحف ضخمة الرأس، وساحل الجفارة وخليج سرت الغني بالثروة السمكية، ومناطق قبالة زوارة المرتبطة بممرات الدلافين والحياتان. وتُوصي الورقة بإدراج هذه المواقع ضمن الشبكة الإقليمية للمناطق المحمية في المتوسط (SPAMI) التابعة لاتفاقية برشلونة، مع تخصيص خطوط ملاحية مقيدة وسرعات مخفضة للسفن العابرة قربها، وربط أي توسع مينائي مستقبلي بتقييم أثر بيئي يحسم توافقه مع المواقع المحمية المقترحة (Hamza, 2022) ؛ (Nikolaus et al., 2022)؛ UNEP/MAP, n.d.). ويسهم هذا التوجه في تحويل التزامات ليبيا الدولية إلى مكاسب ملموسة لمصايد الأسماك الوطنية والسياحة البيئية الساحلية، ويعزز صمود النظم الإيكولوجية البحرية أمام ضغوط الملاحية المتنامية في الممرات المتوسطة.

الملحق السادس: إطار مقترح لبرنامج وطني لتأهيل الكوادر البحرية البيئية

تُعد الكوادر الوطنية المؤهلة حجر الزاوية في أي منظومة لحماية البيئة البحرية؛ فالقوانين والمعدات لا تحقق أثرها دون مفتشين ومختصين قادرين على تطبيقها. وتقترح هذه الورقة برنامجاً وطنياً متكاملاً لتأهيل الكوادر يقوم على أربع ركائز: الأولى أكاديمية

السفن وتأثيرها على البيئة البحرية

وتشمل تطوير مقررات علوم البحار والقانون البحري البيئي في الجامعات الليبية وربطها بتدريب ميداني في الموانئ؛ والثانية فنية وتشمل تأهيل مفتشي رقابة دولة الميناء على نماذج التفتيش المعتمدة دولياً وفحص شهادات السفن ومعدات مكافحة التلوث؛ والثالثة مختبرية وتشمل تدريب الكيميائيين والبيولوجيين على أساليب تحليل الهيدروكربونات والمعادن الثقيلة واللدائن الدقيقة وفق البروتوكولات الدولية؛ والرابعة طوارئ وتشمل تأهيل فرق الاستجابة للانسكابات عبر تمارين محاكاة دورية بالتعاون مع المركز الإقليمي. REMPEC.

ويمكن تمويل البرنامج من رسوم بيئية مينائية رمزية تُحصّل من السفن المتكررة وتخصص لصندوق وطني لحماية البيئة البحرية، وهو نموذج مطبق في عدد من دول المتوسط. كما يُوصى بإبرام اتفاقيات توأمة بين المعاهد البحرية الليبية ونظيراتها المتوسطية لتبادل الخبرات، واستحداث منح دراسات عليا في تخصصات إدارة المناطق الساحلية والتلوث البحري. إن الاستثمار في العنصر البشري هو الضمانة الأهم لاستدامة أي مكتسبات بيئية، وهو ما تؤكد تجارب الدول التي نجحت في خفض التلوث المينائي عبر بناء قدراتها الوطنية قبل أي استثمار رأسمالي كبير.

المراجع

وكالة الطاقة. (2023، 18 يونيو). انبعاثات المعادن والمواد الخطرة من السفن تهدد البيئة البحرية (دراسة).

<https://attaqa.net/2023/06/18/>

- Al-Asadi, M. K. K. (2012). Levels of oil residues in some coastal lagoons, east of Libya. *Mesopotamian Journal of Marine Sciences*, 27(2), 131–142. <https://mjms.uobasrah.edu.iq/index.php/mms/article/view/173>
- Baqar, M. A. (2024). Circumstances of oil spills in Libyan coastal waters: Recent advancement for cleanup techniques. *Rawafed Almarefa Journal, Al Zawiya University, Libya*. <https://ra.azu.edu.ly/index.php/rawafed-almarefa/article/view/145>
- European Commission. (2025, April 30). Stricter air and water pollution limits for shipping in the Mediterranean. https://environment.ec.europa.eu/news/stricter-air-water-pollution-limits-shipping-mediterranean-2025-04-30_en
- Fink, L., Karl, M., Matthias, V., Oppo, S., Kranenburg, R., Kuenen, J., Jutterström, S., Moldanova, J., Majamäki, E., & Jalkanen, J.-P. (2023). A multimodel evaluation of the potential impact of shipping on particle species in the Mediterranean Sea. *Atmospheric Chemistry and Physics*, 23(17), 10163–10189. <https://doi.org/10.5194/acp-23-10163-2023>
- Flagella, M. M., Verlaque, M., Soria, A., & Buia, M. C. (2005). Ship ballast water as a main vector of marine introductions in the Mediterranean Sea. *Marine Ecology*. <https://link.springer.com/article/10.1007/BF03195066>
- Galil, B. S. (2006). Shipwrecked: Shipping impacts on the biota of the Mediterranean Sea. In J. Davenport & J. L. Davenport (Eds.), *The ecology of transportation: Managing mobility for the environment* (pp. 39–69). Springer. <https://doi.org/10.1007/1-4020-4504-2>
- Hamza, A. (2022). *Report on the baseline situation for common indicator 15 in Libya*. UNEP/MAP – PAP/RAC, ICZM Platform. <https://iczmplatform.org/>
- Idris, S. A. M., Jalgaf, G. G. A., & Mohammed, M. F. A. (2025). Assessment of heavy metal pollution in Tobruk Bay, Libya: A focus on anthropogenic impacts and pollution indices. *Marine Pollution Bulletin*, 214, 117942. <https://doi.org/10.1016/j.marpolbul.2025.117942>
- International Maritime Organization. (n.d.). Environmental protection. <https://www.imo.org/ar/ourwork/environment/Pages/Default.aspx>
- International Maritime Organization. (1973/1978). *International Convention for the Prevention of Pollution from Ships (MARPOL)*. [https://www.imo.org/en/about/conventions/pages/international-convention-for-the-prevention-of-pollution-from-ships-\(marpol\).aspx](https://www.imo.org/en/about/conventions/pages/international-convention-for-the-prevention-of-pollution-from-ships-(marpol).aspx)
- International Maritime Organization. (2004). *International Convention for the Control and Management of Ships' Ballast Water and Sediments*. IMO.
- International Maritime Organization. (2009). *Second IMO GHG study 2009*. IMO.
- International Maritime Organization. (2015). *Third IMO greenhouse gas study 2014*. IMO.

- International Maritime Organization. (2021). *Fourth IMO greenhouse gas study 2020*. IMO.
- Journalismfund.eu. (n.d.). Preventing shipping from spreading invasive species in the Mediterranean. <https://www.journalismfund.eu/invasive-species-in-the-mediterranean>
- Maitieg, A., Lynch, K., & Johnson, M. (2018). Coastal resources spatial planning and potential oil risk analysis: Case study of Misratah's coastal resources, Libya. *Proceedings of the 19th International Conference on Environmental Science and Technology*.
- Microplastic pollution in Libyan port sediments: Today's findings and environmental impacts. (2024). *Research Square*. <https://doi.org/10.21203/rs.3.rs-5876237/v1>
- NAMEPA. (n.d.). MARPOL: International Convention for the Prevention of Pollution from Ships. <https://namepa.net/international-convention-for-the-prevention-of-pollution-from-ships/>
- Nikolaus, J., et al. (2022). The Cyrenaica Coastal Survey Project: Documenting endangered maritime heritage in Libya. *Journal of Maritime Archaeology*. <https://pmc.ncbi.nlm.nih.gov/articles/PMC9470076/>
- Nunes, R. A. O., Alvim-Ferraz, M. C. M., Martins, F. G., Calderay-Cayetano, F., Durán-Grados, V., Moreno-Gutiérrez, J., Jalkanen, J.-P., Hannuniemi, H., & Sousa, S. I. V. (2020). Shipping emissions in the Iberian Peninsula and the impacts on air quality. *Atmospheric Chemistry and Physics*, 20(15), 9473–9489. <https://doi.org/10.5194/acp-20-9473-2020>
- REMPEC. (n.d.). Ballast water strategy for the Mediterranean. <https://www.rempec.org/en/our-work/strategies-and-actions-plans/ballast-water-strategy>
- Shaltami, O. R., Fares, F. F., Ei-Fallah, O. A., & El Oshebi, F. M. (2021). Oil pollution in the port of Benghazi city, NE Libya. *Óbuda University*. <https://oda.uni-obuda.hu/handle/20.500.14044/39996>
- Shehada, M. F., & Omar, M. Y. (2021). Review of potential effects of oil spills on coastal and marine resources on western Libyan coastal. *Journal of Marine Sciences and Environmental Technologies (JMSET)*, Asmarya University, Libya. <https://journals.asmarya.edu.ly/jmset/index.php/JMSET/article/view/14>
- Sprovieri, M., Barra, M., Del Core, M., et al. (2013). Marine pollution from shipwrecks at the sea bottom: A case study from the Mediterranean Basin. *Environmental Impact Assessment Proceedings*.
- Tantoush, J. (2025). Environmental pollution assessment of some heavy metals in surface sediments of the eastern part of the coast of Tripoli, Libya. *AlQalam Journal of Medical and Applied Sciences, University of Tripoli*. <http://journal.utripoli.edu.ly/index.php/Alqalam/article/view/1120>
- Transport & Environment. (n.d.). Air pollution from ships. <https://www.transportenvironment.org/topics/ships/air-pollution>
- UNEP/MAP. (n.d.). National integrated monitoring and assessment programme Libya. ICZM Platform. <https://iczmplatform.org/storage/documents/RgfdcLonVGDNr3Z78XRVzldMROsg7PUv90AbUNyB.pdf>
- Walda, W. (2002). *Oil pollution on the Libyan coast* [Master's thesis, University of Southampton]. University of Southampton ePrints. <https://eprints.soton.ac.uk/464841/>