

ĐÁNH GIÁ TẢI LƯỢNG Ô NHIỄM VÀ RỦI RO VI NHỰA TRONG NƯỚC MẶT MỘT SỐ VÙNG BIỂN MIỀN BẮC VÀ MIỀN TRUNG VIỆT NAM

Nguyễn Tuấn Minh¹, Phạm Nguyệt Ánh^{2*}, Dương Tuấn Mạnh¹, Trịnh Minh Việt¹

Tóm tắt: Dựa trên kết quả phân tích các mẫu nước thu thập lần lượt ở hai khu vực biển miền Bắc và miền Trung Việt Nam, nghiên cứu này tập trung vào tính toán tải lượng ô nhiễm vi nhựa thông qua chỉ số tải lượng ô nhiễm (PLI), đồng thời đánh giá rủi ro của vi nhựa bao gồm rủi ro về thành phần hóa học (PHI) và rủi ro sinh thái tiềm ẩn (PERI). Kết quả thu được cho thấy, nồng độ vi nhựa trung bình tại vùng biển miền Bắc thấp hơn so với miền Trung, nhưng do nồng độ vi nhựa ở hai khu vực đều khá thấp nên chỉ số PLI ở mức tương đương nhau. Chúng loại vi nhựa ở miền Trung phong phú hơn miền Bắc nhưng chỉ số rủi ro thành phần hóa học PHI của miền Bắc là 407,21 cao hơn đáng kể so với miền Trung (282,09) do miền Bắc phát hiện một số loại polymer có mức độ nguy hiểm cao. Cả hai khu vực nghiên cứu có chỉ số PHI được xếp loại ở mức độ nguy hiểm. Đánh giá mức độ rủi ro sinh thái tiềm ẩn dựa trên chỉ số PERI cho thấy nguy cơ sinh thái tiềm ẩn trong nước biển miền Bắc và miền Trung ở mức thấp. Các kết quả nghiên cứu góp phần bổ sung cơ sở khoa học cho việc đánh giá và quản lý ô nhiễm vi nhựa tại một số vùng biển Việt Nam.

Từ khóa: Vi nhựa, nước mặt, vùng biển, rủi ro sinh thái, tải lượng.

1. GIỚI THIỆU CHUNG

Vi nhựa là những hạt rất nhỏ có kích thước dao động trong khoảng 1 μm đến 5 mm (Christopher Blair Crawford & Brian Quinn, 2017) với nhiều hình dạng khác nhau như sợi, cầu, mảnh, bọt, hạt (Lusher et al., 2017) thường được chia thành loại sơ cấp và thứ cấp dựa trên nguồn gốc và cơ chế hình thành. Với lượng rác thải nhựa thải ra môi trường hàng năm ước tính lên tới 31,9 triệu m^3 , khoảng 70-80% vi nhựa được các dòng sông vận chuyển và đổ ra đại dương (Jambeck et al., 2015). Vi nhựa trong nước xâm nhập vào chuỗi thức ăn của sinh vật biển, gây nguy cơ cho hệ sinh thái và sức khỏe con người (Rocha-Santos et al., 2022). Nghiên cứu vi nhựa trong mặt nước tại cộng hòa Vanuatu, đảo quốc ở Tây Nam Thái Bình Dương cho kết quả nồng độ vi nhựa trung bình 0,28 hạt/ m^3 (Bakir et al., 2020). Vi nhựa trong nước biển Burau, huyện Luwu Timur, tỉnh miền Nam Sulawesi, Indonesia, có nồng độ trung bình là 56,2 hạt/ m^3 (Kama et al., 2021).

Việt Nam có mạng lưới sông ngòi dày đặc phân bố khắp cả nước với hơn 2.360 sông trên 10 km. Bờ biển Việt Nam dài 3.260 km, trải dài từ Móng Cái (Quảng Ninh) đến Hà Tiên (Kiên Giang) đi qua 28 tỉnh và thành phố ven biển. Rác nhựa bị thải ra môi trường phần lớn đến từ châu Á trong đó Việt Nam là

một trong 4 quốc gia châu Á đứng đầu danh sách thải rác thải nhựa ra biển. Hàng năm, ước tính Việt Nam có khoảng 0,28 đến 0,73 triệu tấn nhựa bị thải ra biển. Ở Việt Nam trong những năm gần đây có một số nghiên cứu về vi nhựa trong nước mặt biển Bắc và Trung Bộ. Vi nhựa trong nước mặt biển Giao Thủy, Nam Định có nồng độ trung bình là 6,7 - 9,2 hạt/ m^3 , kích thước vi nhựa chiếm ưu thế là 20 μm - 300 μm , hình dạng vi nhựa nhiều nhất ở dạng sợi và chủng loại vi nhựa chiếm ưu thế là polypropylene (<70%) và polyethylene (10%) (Nam et al., 2022). Nghiên cứu vi nhựa tại các bãi biển Hải Tiên, biển Sầm Sơn và Hải Hòa thuộc tỉnh Thanh Hóa cho thấy nồng độ vi nhựa dao động trong khoảng 15,5 - 44,1 hạt/ m^3 . Phần lớn vi nhựa có kích thước 100 - 500 μm và chủ yếu ở dạng mảnh. Nhựa polystyrene (PS) chiếm ưu thế (77%), tiếp theo là nhựa high-density polyethylene (HDPE) chiếm 17% và nhựa polypropylene (PP) chiếm khoảng 6% (Dao et al., 2023). Nghiên cứu trong nước biển Tiền Giang và Vũng Tàu cho kết quả nồng độ vi nhựa lần lượt là $0,560 \pm 0,350$ hạt/ m^3 và $0,096 \pm 0,045$ hạt/ m^3 . Vi nhựa được tìm thấy chủ yếu ở dạng mảnh, sau đó là dạng sợi và cuối cùng là dạng hạt với kích thước chủ yếu nằm trong khoảng 0,5 - 1 mm và 1 - 2,8 mm. Chủng loại nhựa chiếm ưu thế tại Tiền Giang là polypropylene và polyethylene còn Vũng Tàu có nhựa ethylen vinyl acetat chiếm ưu thế (Nhon et al., 2024). Các nghiên cứu này chủ yếu tập trung vào nồng độ vi nhựa, đặc điểm hình dạng và chủng loại mà chưa đánh giá mức độ rủi ro vi nhựa có thể gây ra. Để bổ sung

¹Viện Khoa học công nghệ Năng lượng và Môi trường, Viện Hàn Lâm Khoa học và Công nghệ Việt Nam

²Khoa Hóa và Môi trường, Trường Đại học Thủy lợi

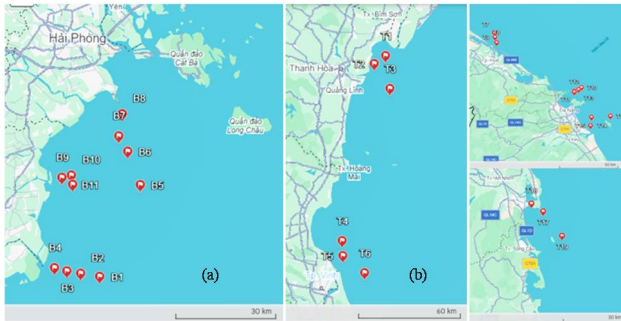
* Tác giả liên hệ Email: anhpn@tlu.edu.vn

thông tin về rủi ro vi nhựa, nghiên cứu này thực hiện đánh giá tải lượng ô nhiễm vi nhựa và mức độ rủi ro của vi nhựa trong nước mặt tại một số vùng biển Bắc Bộ và ven biển miền Trung.

2. PHƯƠNG PHÁP NGHIÊN CỨU

2.1. Khu vực nghiên cứu

Khu vực nghiên cứu là vùng biển miền Bắc (11 vị trí) và miền Trung (19 vị trí) Việt Nam (Hình 1). Các điểm lấy mẫu ở vùng biển miền Bắc tập trung ở các cửa sông đổ ra biển Ba Lạt (mẫu B01-04), Văn Úc (mẫu B05-08), Trà Lý (mẫu B09-11); các điểm lấy mẫu ở vùng biển miền Trung gồm biển Thanh Hóa (mẫu T01-03), Nghệ An (T04-06), Thừa Thiên Huế (T07-09), Đà Nẵng (T10-16), Quy Nhơn (T17-19).



Hình 1. Vị trí lấy mẫu nước mặt tại vùng biển miền Bắc (a) và miền Trung (b) Việt Nam

2.2. Lấy mẫu và phân tích

Mẫu nước được lấy trực tiếp bằng xô inox. Độ sâu lấy mẫu bề mặt từ 0 – 1m tính từ mặt biển. Mỗi vị trí tiến hành lấy mẫu lặp 3 lần, mỗi lần 24 lít và được lọc qua lưới lọc 50 μm để thu lại các hạt vật chất có trong mẫu nước biển. Các vật chất đọng lại trên lưới lọc được rửa giải và chuyển vào chai thủy tinh 500 mL và được bảo quản ở nhiệt độ 4°C trước khi được vận chuyển về phòng thí nghiệm của Viện Khoa học công nghệ Năng lượng và Môi trường để phân tích vi nhựa. Quy trình lấy mẫu theo Tiêu chuẩn Việt Nam TCVN 6663-3:2016 (ISO 5667-3:2012) về chất lượng nước - lấy mẫu - phần 3: bảo quản và xử lý mẫu nước.

Tại phòng thí nghiệm, mẫu được phân tích theo các bước như sau. Trước tiên, mẫu được xử lý loại bỏ chất hữu cơ bằng cách thêm 5 ml Fe^{2+} 0,05M và 10 ml H_2O_2 30% ở điều kiện nhiệt độ 60°C trong 6 giờ. Tiếp theo, mẫu được tách hạt vi nhựa dựa trên tỷ trọng của hạt bằng cách thêm lần lượt dung dịch NaCl ($d = 1,2 \text{ g/mL}$) và ZnCl_2 ($d = 1,6 \text{ g/mL}$) theo trình tự như sau. Thêm dung dịch NaCl vào mẫu theo tỉ lệ thể tích 1:3 khuấy đều rồi để yên khoảng 60 - 90 phút để các hạt vi nhựa có tỷ trọng thấp nổi lên bề mặt. Sau khi lọc phần vi nhựa nổi lên trên,

phần mẫu ở phía dưới tiếp tục được thêm dung dịch ZnCl_2 để tách hạt nhựa có khối lượng riêng $d > 1,2 \text{ g/cm}^3$. Vi nhựa được thu hồi bằng cách lọc qua giấy lọc sợi thủy tinh Whatman GF/A 1,6 μm , đường kính 47 mm (Membrane Solution, Hoa Kỳ) bằng bộ lọc thủy tinh kết hợp bơm chân không (KNFM, Đức). Vi nhựa được phân tích bằng kính hiển vi hồng ngoại biến đổi Fourier Nicolet iN10 MX Imaging System (Thermo Fisher Scientific, Hoa Kỳ) để thu thập kết quả số lượng và chủng loại vi nhựa (Larrea et al., 2025).

Trong quá trình phân tích vi nhựa, mẫu trắng được thực hiện song song với mẫu thực nhằm đảm bảo dụng cụ, hóa chất sử dụng không bị lây nhiễm vi nhựa. Mẫu trắng gồm 500 mL nước cất được thực hiện phân tích các bước tương tự với mẫu thật nhằm đảm bảo không có sự phơi nhiễm của vi nhựa bên ngoài vào trong mẫu. Kết quả sau khi phân tích mẫu trắng không phát hiện được sự xuất hiện của vi nhựa.

2.3. Tính toán nồng độ vi nhựa

Nồng độ vi nhựa (hạt/m^3) được tính toán theo công thức (1)

$$m(\text{hạt/m}^3) = \frac{n}{24} \times 1000 \quad (1)$$

Trong đó: m là nồng độ vi nhựa (hạt/m^3); n là số lượng hạt xác định được trong mẫu nước (hạt); 24 là thể tích mẫu ban đầu trước khi lọc tại hiện trường (lít); 1000 là hệ số quy đổi thể tích.

2.4. Chỉ số tải lượng ô nhiễm vi nhựa

Chỉ số tải ô nhiễm tích hợp (Pollution load index - PLI) được tính toán từ nồng độ và mức độ nguy hiểm của vi nhựa dựa trên các nghiên cứu của Ranjani và Tomlinson (Ranjani et al., 2021; Tomlinson et al., 1980) như trình bày trong công thức (2).

$$PLI = \sqrt{\frac{C_i}{C_0}} \quad (2)$$

Trong đó: PLI là chỉ số tải lượng ô nhiễm, CF_i là tỉ số giữa nồng độ vi nhựa trong nước biển, C_i là nồng độ vi nhựa trung bình trong nước biển (hạt/m^3); C_0 là nồng độ vi nhựa nền (hạt/m^3) (Trong điều kiện không có khu vực tham chiếu hoàn toàn không chịu tác động của con người, giá trị nồng độ vi nhựa thấp nhất trong toàn bộ các mẫu được sử dụng như giá trị nền, tương tự cách tiếp cận trong các nghiên cứu trước đây (Xu et al., 2018; Pan et al., 2021)).

2.5. Rủi ro của vi nhựa

2.5.1. Rủi ro về thành phần hóa học của vi nhựa

Rủi ro vi nhựa được đánh giá dựa trên nồng độ vi nhựa và thành phần hóa học của vi nhựa (Polymer hazard index - PHI) tại mỗi vị trí khảo sát và được tính toán theo công thức (3) (Xu et al., 2018).

$$PHI = \sum_{i=1}^n P_{i,k} \times S_k \quad (3)$$

Trong đó: PHI là chỉ số rủi ro của vi nhựa theo thành phần hóa học, $P_{i,k}$ là tỉ lệ của chủng loại vi nhựa “ k ” tại vị trí lấy mẫu “ i ”, S_k là điểm nguy hiểm của chủng loại vi nhựa được tham khảo từ nghiên cứu của Lithner, D. và cộng sự (Lithner et al., 2011).

2.5.2. Rủi ro sinh thái tiềm ẩn

Chỉ số rủi ro sinh thái tiềm ẩn (Potential Ecological Risk Index - PERI) đánh giá mức độ ô nhiễm vi nhựa đối với từng loại trong nước mặt biển

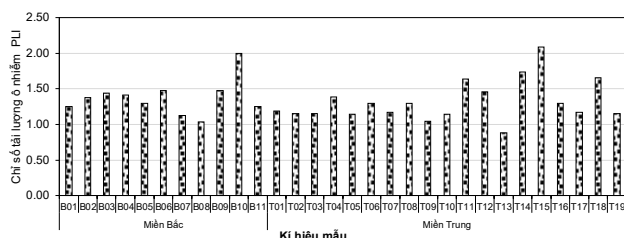
$$PERI = \frac{C_i}{C_n^i} \times \sum_{i=1}^n \frac{P_{i,k}}{C_i} \times S_k \quad (4)$$

Trong đó: C_i là nồng độ vi nhựa thuộc thành phần hóa học “ i ” (hạt/m³); C_n^i là nồng độ vi nhựa nền là giá trị nồng độ vi nhựa thấp nhất được phát hiện thuộc thành phần hóa học “ i ” (hạt/m³); $P_{i,k}$ là tỉ lệ của chủng loại vi nhựa “ k ” tại vị trí lấy mẫu “ i ”, S_k là điểm nguy hiểm của các loại vi nhựa.

3. KẾT QUẢ VÀ THẢO LUẬN

3.1. Tải lượng ô nhiễm vi nhựa

Kết quả tính toán chỉ số tải lượng ô nhiễm vi nhựa tại từng vị trí nghiên cứu của biển miền Bắc và miền Trung được thể hiện trong hình 2. Các kết quả PLI đều ở mức thấp (nằm trong khoảng 1-2). Tại miền Bắc, nồng độ vi nhựa trung bình tại 11 vị trí lấy mẫu là 253 hạt/m³ và nồng độ vi nhựa nền là 42 hạt/m³ cho chỉ số PLI = 2,46. Ở miền Trung, nồng độ vi nhựa trung bình tại 19 vị trí lấy mẫu là 459 hạt/m³ và nồng độ vi nhựa nền là 83 hạt/m³ cho chỉ số PLI = 2,35. Giá trị PLI trong cả hai khu vực nghiên cứu đều thấp hơn nhiều so với PLI ở một số khu vực ở Trung Quốc: vịnh DongShan (17,34) (Pan et al., 2021). Tuy nhiên, chỉ số PLI của khu vực miền Bắc khá tương đồng với đảo Tioman (3,0), đảo Penang (4,1), Pork Dickson (2,3) (Lim et al., 2024); tại Bangladesh có Meghna (1,5), Karnaphuli (2,29), Matamuhuri (2,19), Bakkali (1,83).



Hình 2. Chỉ số tải lượng ô nhiễm vi nhựa (PLI) tại các vị trí nghiên cứu khu vực miền Bắc và miền Trung

3.2. Rủi ro của vi nhựa

Rủi ro về thành phần hóa học của vi nhựa trong

nước biển khu vực miền Bắc và miền Trung được trình bày trong Bảng 1. Khu vực biển miền Bắc phát hiện được tổng cộng 15 loại polymer được sử dụng rộng rãi trong các ngành công nghiệp và sản phẩm tiêu dùng hàng ngày. Polyester được sử dụng chủ yếu làm vải, chai nhựa và màng đóng gói thực phẩm và được phát hiện nhiều nhất trong mẫu với 24,2%. Với điểm nguy hiểm ở mức 1.117 nên chỉ số PHI của Polyester là cao nhất (270,61) trong số các loại polymer được tìm thấy. Melamine-urea-formaldehyde resin, một loại nhựa nhiệt rắn với tính chất cứng, bền nhiệt thường được sử dụng làm chất kết dính, vật liệu cách điện hoặc đồ gia dụng có chỉ số PHI = 59,10 mặc dù nồng độ chỉ chiếm khoảng 6,7% nhưng điểm nguy hiểm là 882. Polyvinyl chloride (PVC) chỉ chiếm 1,0% trong tổng số loại polymer tìm thấy nhưng điểm nguy hiểm lên tới 5.001 nên chỉ số PHI = 51,56. Chỉ số PHI của các polymer còn lại ở trong khoảng 0 - 2. Dựa trên 15 chủng loại polymer tìm thấy và điểm nguy hiểm của mỗi loại polymer, chỉ số rủi ro PHI tổng hợp của nước biển khu vực miền Bắc là 407,21.

Ở biển miền Trung, ngoại trừ 12 polymer đã xuất hiện tại khu vực miền Bắc còn tìm thấy thêm 11 loại polymer. Tương tự với khu vực miền Bắc, Polyester cũng có chỉ số PHI cao nhất ở khu vực (133,89), tiếp đến là Melamine-urea-formaldehyde resin (60,41). Polymethyl Methacrylate (PMMA) là một loại polymer trong suốt, chịu nhiệt, chống va đập và chống thấm thường được sử dụng làm chai lọ, hộp đựng chiếm 1,9% tổng số polymer tìm thấy. Điểm nguy hiểm của PMMA là 1.021 nên chỉ số PHI = 19,23, PVC chiếm 0,3% và PHI = 17,13. Cả Polyester hay PVC đều có chỉ số nguy hiểm rất cao và nồng độ trong khu vực miền Trung thấp hơn nhiều so với khu vực nghiên cứu miền Bắc. Một số polymer khác có chỉ số nguy hiểm cao nhưng vì nồng độ thấp nên không làm tăng chỉ số rủi ro tổng thể về thành phần hóa học.

Mặc dù nồng độ trung bình của vi nhựa ở miền Trung cao hơn gần gấp 2 lần so với nồng độ vi nhựa trung bình ở miền Bắc nhưng kết quả về rủi ro thành phần hóa học của miền Trung (PHI = 282,09) lại thấp hơn so với ở miền Bắc (PHI = 407,21). PHI ở cả 2 khu vực miền Bắc và miền Trung nằm trong khoảng 100 - 1000 thuộc nhóm IV - mức độ rủi ro nguy hiểm. So sánh chỉ số PHI ở hai khu vực của Việt Nam với nghiên cứu ở Malaysia: cao hơn khu vực đảo Perhentian (PHI = 83) nhưng thấp hơn khu vực đảo Penang (PHI = 773,1) và Tioman (PHI = 695,7) (Lim et al., 2024). PHI của vùng biển miền Bắc và miền Trung cũng cao hơn nhiều lần ở vùng vịnh Dongsan của Trung Quốc với chỉ số rủi ro ở

mức thấp (PHI = 12,94) (Pan et al., 2021). Nguyên nhân chính dẫn tới giá trị PHI cao là do sự phong phú chủng loại polymer và một số polymer có chỉ số nguy hiểm cao. Các polymer có chỉ số nguy hiểm

cao thường chứa các monomer độc hại gây ảnh hưởng nhiều tới sức khỏe bao gồm các khả năng gây ra ung thư, đột biến tế bào mầm và khuyết tật di truyền (Lithner et al., 2011).

Bảng 1. Rủi ro về thành phần hóa học của vi nhựa trong nước biển khu vực miền Bắc và miền Trung

TT	Chủng loại vi nhựa	S _n	Miền Bắc			Miền Trung		
			P _n (%)	PHI	Mức độ	P _n (%)	PHI	Mức độ
1	Polyethylene Terephthalate (PET)	63	15,5	9,74	TB	29,5	18,55	Cao
2	Cellophane	4	4,6	0,00	Thấp	4,3	0,17	Thấp
3	EVOH EVAL film	0	12,4	0,00	Thấp	-	-	-
4	Melamine-urea-formaldehyde resin	882	6,7	59,10	Cao	6,8	60,41	Cao
5	Poly(tetrafluoroethylene) (PTFE)	0	2,1	0,00	Thấp	2,4	0,00	Thấp
6	Polyamide (nilon)	63	2,1	1,30	TB	11,1	7,01	TB
7	Polyester	1117	24,2	270,61	NH	12,0	133,89	NH
8	Polyethylene (PE)	11	3,1	0,34	Thấp	2,2	0,24	Thấp
9	Polyolefin	0	1,0	0,00	Thấp	1,0	0,00	Thấp
10	Polypropylene	1	1,5	0,02	Thấp	-	-	-
11	Polypropylene-Polyethylene Copolymer	1	2,1	0,02	Thấp	0,3	0,00	Thấp
12	Polyurethane	556	2,6	14,33	Cao	0,5	2,86	TB
13	Polyvinyl chloride (PVC)	5001	1,0	51,56	Cao	0,3	17,13	Cao
14	Polyvinylidene fluoride	0	1,5	0,00	Thấp	0,5	0,00	Thấp
15	Phenol resin	0	14,4	0,00	Thấp	10,6	0,00	Thấp
16	Epoxy resin	7139	-	-	-	0,2	12,22	Cao
17	EVA	0	-	-	-	0,7	0,00	Thấp
18	HDPE	11	-	-	-	0,7	0,08	Thấp
19	LDPE	11	-	-	-	0,2	0,02	Thấp
20	Polyetherimide	0	-	-	-	0,2	0,00	Cao
21	Polymethyl methacrylate (PMMA)	1021	-	-	-	1,9	19,23	Thấp
22	Polypropylene-Ethylene Copolymer	1	-	-	-	0,2	0,00	Thấp
23	Polyvinyl Fluoride	0	-	-	-	2,1	0,00	Thấp
24	Urea-formaldehyde resin	750	-	-	-	1,37	10,27	Cao
25	Vinyl Ester	0	-	-	-	4,1	0,00	Thấp
	Tổng cộng			407,21	NH		282,09	NH

Ghi chú: TB: trung bình, NH: nguy hiểm

Về mức độ rủi ro sinh thái tiềm ẩn của vi nhựa (Hình 3), chỉ số PERI ở từng vị trí và tổng thể cả hai khu vực biển miền Bắc và miền Trung đều cho kết quả nhỏ hơn <150 tức là mức độ rủi ro sinh thái ở mức thấp (Ranjani et al., 2021). So sánh với một số nghiên cứu trên thế giới, chỉ số PERI ở Dongshan, Trung Quốc là 21,5 (Pan et al., 2021). Theo Banik và cộng sự ở vịnh Bengal, Bangladesh tại các khu vực ven biển như Meghna, KarnaPhuli, Matamuhuri và Bakkhali có chỉ số PERI lần lượt là 23,8; 17; 19,5 và 35,7. Mặc dù các chỉ số rủi ro sinh thái giữa các nghiên cứu có khác biệt nhưng tất cả đều ở mức < 150 là mức rủi ro thấp. Ở Việt Nam, tác giả Quỳnh Anh và cộng sự đã đánh giá mức độ rủi ro sinh thái vi nhựa tại các hồ nước ngọt ở Đà Nẵng cho kết quả

các chỉ số PERI<10 thể hiện ở ngưỡng rủi ro sinh thái thấp (Tran-Nguyen et al., 2024). Dựa trên giá trị của chỉ số PERI, nguy cơ sinh thái tiềm ẩn trong nước biển miền Bắc và miền Trung ở mức thấp nhưng rủi ro thực tế do vi nhựa gây ra có thể cao hơn vì một số loại polymer không được xếp hạng trong bảng điểm nguy hiểm của Lithner và cộng sự (Lithner et al., 2011) dẫn đến kết quả tính toán PERI có thể thấp hơn mức rủi ro thực tế. Hơn nữa, các chất ô nhiễm từ môi trường xung quanh có thể bám vào các hạt vi nhựa làm tăng mức độ nguy hiểm của chúng (Rochman et al., 2013). Chính vì vậy, mức độ rủi ro của vi nhựa trong nước biển miền Bắc và miền Trung cần được nghiên cứu sâu hơn.

- Lusher, A. L., Welden, N. A., Sobral, P., & Cole, M. (2017). *Sampling, isolating and identifying microplastics ingested by fish and invertebrates*. *Analytical Methods*, 9(9), 1346–1360. <https://doi.org/10.1039/C6AY02415G>
- Nam, P. N., Pham, Q. T., Ngo Thi, X. T., Nguyen Thi, M. D., Duong, T. T., Le Thi, P. Q., Le, N. D., Phuong, N. A., Duong, T. N., & Le, Q. T. (2022). *Initial survey on microplastic waste in coastal water in Nam Dinh*. *Vietnam Journal of Marine Science and Technology*, 22(2), 209–216. <https://doi.org/10.15625/1859-3097/16544>
- Nhon, N. T. T., Nguyen, N. T., Hai, H. T. N., Minh, T. H., & Hien, T. T. (2024). *Microplastic pollution in coastal surface seawater of Southern Vietnam*. *Environmental Monitoring and Assessment*, 196(11), 1077. <https://doi.org/10.1007/s10661-024-13243-4>
- Pan, Z., Liu, Q., Jiang, R., Li, W., Sun, X., Lin, H., Jiang, S., & Huang, H. (2021). *Microplastic pollution and ecological risk assessment in an estuarine environment: The Dongshan Bay of China*. *Chemosphere*, 262, 127876. <https://doi.org/10.1016/j.chemosphere.2020.127876>
- Ranjani, M., Veerasingam, S., Venkatachalapathy, R., Mugilarasan, M., Bagaev, A., Mukhanov, V., & Vethamony, P. (2021). *Assessment of potential ecological risk of microplastics in the coastal sediments of India: A meta-analysis*. *Marine Pollution Bulletin*, 163, 111969. <https://doi.org/10.1016/j.marpolbul.2021.111969>
- Rocha-Santos, T., Costa, M. F., & Mouneyrac, C. (Eds.). (2022). *Handbook of Microplastics in the Environment*. Springer International Publishing. <https://doi.org/10.1007/978-3-030-39041-9>
- Rochman, C. M., Browne, M. A., Halpern, B. S., Hentschel, B. T., Hoh, E., Karapanagioti, H. K., Rios-Mendoza, L. M., Takada, H., Teh, S., & Thompson, R. C. (2013). *Classify plastic waste as hazardous*. *Nature*, 494(7436), 169–171. <https://doi.org/10.1038/494169a>
- Tomlinson, D. L., Wilson, J. G., Harris, C. R., & Jeffrey, D. W. (1980). *Problems in the assessment of heavy-metal levels in estuaries and the formation of a pollution index*. *Helgoländer Meeresuntersuchungen*, 33(1–4), 566–575. <https://doi.org/10.1007/BF02414780>
- Tran-Nguyen, Q. A., Le, T. M., Nguyen, H. N. Y., Nguyen, Q. T., & Trinh-Dang, M. (2024). *Microplastics in the surface water of urban lakes in central Vietnam: Pollution level, characteristics, and ecological risk assessment*. *Case Studies in Chemical and Environmental Engineering*, 9, 100622. <https://doi.org/10.1016/j.cscee.2024.100622>
- Xu, P., Peng, G., Su, L., Gao, Y., Gao, L., & Li, D. (2018). *Microplastic risk assessment in surface waters: A case study in the Changjiang Estuary, China*. *Marine Pollution Bulletin*, 133, 647–654. <https://doi.org/10.1016/j.marpolbul.2018.06.020>

Abstract:

ASSESSMENT OF MICROPLASTIC POLLUTION LOAD AND ASSOCIATED RISKS IN COASTAL WATERS OF NORTHERN AND CENTRAL VIETNAM

Based on the analysis of seawater samples collected from the Northern and Central coastal regions of Vietnam, this study quantified microplastic pollution loads using the pollution load index (PLI) and assessed associated risks, including the polymer hazard index (PHI) and the potential ecological risk index (PERI). The results indicate that the average microplastic concentration in the Northern region is lower than that in the Central region; however, due to the generally low microplastic concentrations in both areas, the PLI values are at similar levels. Although the diversity of microplastic polymers is higher in the Central region, the PHI value in the Northern region (407.21) is higher than that in the Central region (282.09) due to the presence of high-hazard polymers detected in the Northern region. According to the PHI-based classification, polymer-related chemical risks in both study areas fall within the hazardous category. The PERI assessment indicates that the potential ecological risk of microplastics in seawater from both regions is low. These findings provide valuable scientific evidence to support the assessment and management of microplastic pollution in selected coastal areas of Vietnam.

Keywords: Microplastics, seawater, coastal region, ecological risk, pollution load.

Ngày nhận bài: 09/02/2026

Ngày chấp nhận đăng: 12/3/2026