

# HIỆN TRẠNG RÁC THẢI NHỰA Ở KHU VỰC CỬA SÔNG SÀI GÒN - ĐỒNG NAI VÀ CÁC GIẢI PHÁP QUẢN LÝ

PHẠM DUY THANH<sup>1,2</sup>, NGUYỄN XUÂN HOÀN<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Khoa Sinh học và Môi trường, Trường Đại học Công Thương TP. Hồ Chí Minh

<sup>2</sup>Viện Môi trường và Tài nguyên TP. Hồ Chí Minh

## Tóm tắt:

Khu vực cửa sông Sài Gòn - Đồng Nai có mật độ dân cư cao, cùng với quá trình đô thị hóa mạnh, làm tăng việc phát sinh rác thải nhựa (RTN). Nghiên cứu này có mục tiêu khảo sát, phân tích khối lượng, số lượng mảnh nhựa và nồng độ kim loại nặng Cr, Pb, Zn, Cd trong RTN tại khu vực cửa sông Sài Gòn - Đồng Nai. Các phương pháp sử dụng bao gồm: Thu mẫu, phân tích RTN, phân tích kim loại nặng, xử lý số liệu. Kết quả nghiên cứu cho thấy, RTN xuất hiện tại tất cả 6 điểm khảo sát, khối lượng có giá trị trung bình 5,29 mg/m<sup>3</sup>; các mẫu nhựa có chứa kẽm, crôm và chì; hàm lượng kẽm có giá trị cao nhất, đạt 50,7 mg/kg, tiếp theo là crôm và chì, ứng với giá trị lần lượt là 14,1 mg/kg và 9,8 mg/kg. Một số giải pháp quản lý RTN khu vực cửa sông Sài Gòn - Đồng Nai đã được đề xuất, bao gồm: Thu gom RTN phát sinh từ hoạt động nuôi trồng, đánh bắt thủy, hải sản (bãi nuôi hào, ngao), cánh đồng muối, khu vực dân cư; giảm thiểu nhựa sử dụng một lần, tăng cường tái chế, tái sử dụng RTN; định kỳ thực hiện các chiến dịch làm sạch RTN phát sinh trong khu vực; ngăn ngừa RTN phát sinh từ các khu du lịch, nhà nghỉ ven sông trong khu vực, RTN từ hoạt động vui chơi, giải trí trên bãi biển, hướng tới phát triển du lịch không RTN; áp dụng hiệu quả các công cụ quản lý RTN (chính sách pháp luật, công cụ kinh tế, công nghệ kỹ thuật và giáo dục) trên phạm vi toàn quốc.

Từ khóa: Kim loại nặng, khu vực cửa sông, RTN lớn.

Ngày nhận: 10/5/2024; Ngày sửa chữa: 6/6/2024; Ngày duyệt đăng: 19/6/2024.

## Macroplastics in the Saigon - Dong Nai estuary and solutions for managing plastic waste

### Abstract:

Rivers are a major pathway for plastic transport into the seas and plastic waste is often concentrated in the estuary. This region frequently experiences high population density and robust urbanization, which increases the generation of plastic waste. This research aimed to analyze macroplastic (> 5 mm) in the Saigon-Dong Nai estuary, investigating mass characteristics, the number of plastic fragments, and concentrations of heavy metals (Cr, Pb, Zn, Cd). This study employed various methods, including sampling and analyzing macroplastic characteristics, measuring heavy metal concentrations, and conducting statistical analyses. The results of the study showed that there was plastic waste at all six sites, with an average value of 5.29 mg/m<sup>3</sup>, plastic waste contained zinc, chromium, and lead; the zinc content had the highest value, reaching 50.7 mg/kg; followed by chromium and lead with values of 14.1 mg/kg and 9.8 mg/kg, respectively. Several solutions to manage plastic waste in the Saigon - Dong Nai estuary area have been proposed, including: Collection of plastic waste arising from aquaculture and fishing activities (oyster and clam farms), salt fields, residential areas; reduce single-use plastics, increase recycling and reuse of plastic waste; periodically implement campaigns to clean up plastic waste generated in the area; prevent plastic waste arising from tourist resorts, riverside motels in the area, plastic waste from entertainment activities on the beach, towards the development of plastic waste-free tourism; effectively apply plastic waste management tools (environmental law and policy, economic policy instruments for plastic waste, technology solutions and education) nationwide.

Keywords: Heavy metal, estuary, macroplastic.

JEL Classifications: Q51, O44, R11, P18, Q53.



## 1. ĐẶT VẤN ĐỀ

Ngày nay, nhựa đã trở thành một phần thiết yếu trong cuộc sống hàng ngày của con người, chúng được sử dụng trong nhiều lĩnh vực khác nhau (Rillig, 2012). Do thời gian phân hủy lâu, RTN tồn tại trong môi trường nhiều năm (Allen et al., 1988) sẽ gây ra những tác động không tốt đến hệ sinh thái (HST), sinh vật và con người. Dưới tác động của các yếu tố môi trường, RTN lớn bị vỡ vụn thành những mảnh với kích thước nhỏ, có thể gây ra một số mối đe dọa, tác động đến các loài sinh vật biển như mắc kẹt trong đường tiêu hóa, gây ngạt thở (Boren et al., 2006). Bên cạnh đó, RTN cũng có thể là nguyên nhân gây ô nhiễm hữu cơ cho sinh vật vì các chất ô nhiễm bao gồm hydrocacbon thơm đa vòng (PAHs: polycyclic aromatic hydrocarbons); dichlorodiphenyltrichloroethane (DDT) và polychlorinated hydrocarbons (PCBs) có xu hướng tích tụ trên bề mặt nhựa (Ogata et al., 2009). Ngoài ra, sự hấp phụ của kim loại nặng trên nhựa cũng đặt ra vấn đề đáng lo ngại ở khía cạnh môi trường (Weijuan, et al., 2001).

Dòng sông là con đường chính vận chuyển rác từ đất liền ra biển và khu vực cửa sông là nơi tiếp nhận, tập trung RTN (Schmidt et al., 2017), tuy nhiên, khu vực này thường có mật độ dân cư cao và quá trình đô thị hóa làm tăng việc phát sinh RTN (Damar & Hariyadi, 2022). Emmerik và cs., 2018 đã thực hiện quan trắc RTN tại điểm cầu Thủ Thiêm, sông Sài Gòn để tính lượng rác đổ ra biển. Kết quả nghiên cứu cho thấy, lượng RTN phát thải theo dòng sông Sài Gòn ra biển Đông ước đạt  $7,5 \times 10^3 - 13,7 \times 10^3$  tấn/năm (Van Emmerik et al., 2018).

Nghiên cứu này có mục tiêu xác định nồng độ RTN trong môi trường nước và phân tích hàm lượng kim loại nặng trong RTN tại khu vực cửa sông Sài Gòn - Đồng Nai. Theo đó, nghiên cứu thực hiện thu mẫu RTN lớn (> 5 mm) tại khu vực cửa sông Sài Gòn - Đồng Nai nhằm xác định đặc điểm về khối lượng, số lượng mảnh nhựa, nồng độ kim loại nặng Cr, Pb, Zn, Cd trong RTN.

## 2. ĐỊA ĐIỂM VÀ PHƯƠNG PHÁP NGHIÊN CỨU

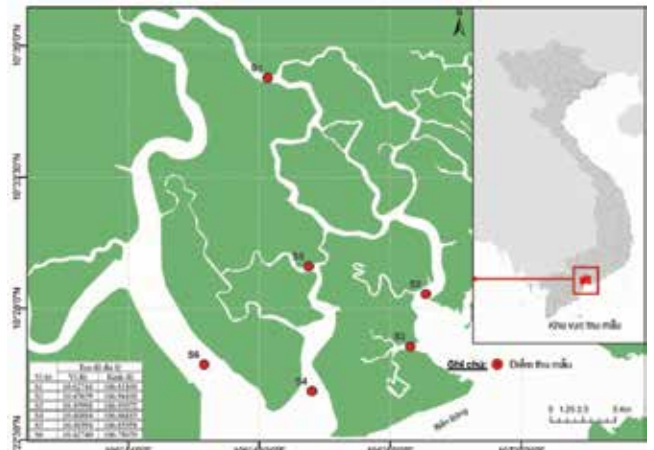
### 2.1. Vị trí, thời gian thu mẫu

HST vùng cửa sông là môi trường sống của nhiều loài sinh vật, có độ đa dạng cao và dễ bị tác động bởi sự ô nhiễm. Nghiên cứu này thực hiện thu mẫu RTN tại 6 điểm thuộc khu vực cửa sông Sài Gòn - Đồng Nai. 4 điểm S2, S3, S4, S6 tương ứng là vị trí cửa sông Lòng Tàu, sông Đồng Đình, sông Đồng Tranh và sông Soài Rạp; điểm S1 thuộc sông Lòng Tàu, gần cửa sông Sài Gòn và điểm S5 trên sông Lò Rèn, trong rừng ngập mặn. Vị trí thu mẫu được thể hiện trong Hình 1; các mẫu được thu trong tháng 11/2023.

### 2.2. Phương pháp nghiên cứu

#### 2.1. Phương pháp thu mẫu

Để thu mẫu RTN trong nước, nhiều phương pháp có thể được sử dụng, bao gồm: Quan sát trực tiếp; sử dụng lưới; dùng hệ thống phao; ứng dụng cảm biến; quay phim; dùng máy bay không người lái hoặc sử dụng vệ tinh (Van



▲ Hình 1. Vị trí thu mẫu

Emmerik & Schwarz, 2020) (Lippiatt, et al., 2013). Nghiên cứu sử dụng lưới để thu mẫu RTN có kích thước > 5 mm (macroplastic) trên sông; lưu tốc dòng được đo bằng thiết bị Flowwatch, Thụy Sĩ; khung lưới có kích thước 0,7 x 0,6 m, mắt lưới 5 mm.

Tại mỗi điểm, nghiên cứu thực hiện thu 3 mẫu, 2 mẫu ở hai bờ và 1 mẫu giữa dòng sông. Ngoại trừ điểm S2 (cửa sông Lòng Tàu) không thu mẫu giữa dòng vì lý do an toàn, bởi tại đây nhiều tàu lớn di chuyển, gây nguy hiểm khi thu mẫu. Thời gian kéo lưới thu mẫu là 15 phút (GES, 2016).



Thu mẫu RTN

Đo lưu tốc dòng nước

▲ Hình 2. Thu mẫu RTN trên sông

#### 2.2. Phương pháp phân tích RTN

Mẫu RTN được rửa sạch, phơi khô, sau đó đếm số mảnh, đo kích thước và cân khối lượng. Cân 4 số (Ohaus PR 224) được dùng để cân khối lượng RTN. Kích thước RTN là kích thước lớn nhất của mảnh rác thu được, được tính bằng phần mềm Image J.

Từ thời gian thu mẫu và diện tích lưới, tính ra thể tích nước được lọc qua lưới. Nồng độ RTN (C) được tính cho 1 m<sup>3</sup> nước theo công thức sau:

$$C = n/V \text{ (RTN/m}^3\text{)}$$

Trong đó: n là số RTN thu được; V là thể tích nước (m<sup>3</sup>) được lọc qua lưới (Lippiatt et al., 2013).

### 2.3. Phương pháp phân tích kim loại nặng

Để phân tích kim loại nặng trong nhựa, nghiên cứu này chọn 3 loại vật dụng từ mẫu RTN thu được, gồm mảnh xốp, màng nhựa và sợi nhựa. Nghiên cứu thực hiện phân tích các kim loại nặng Cd, Cr, Pb, Zn trong RTN theo phương pháp phổ khối - plasma kết hợp cảm ứng (Inductively coupled plasma - mass spectrometry: ICP - MS). Các mẫu được phân tích tại Trung tâm dịch vụ phân tích thí nghiệm, phường Đa Kao, quận 1, TP. Hồ Chí Minh (CASE).

### 2.4. Xử lý số liệu

Số liệu được xử lý bằng phần mềm Microsoft Excel Office 2010 và SPSS Version 22.0.0.0. Sử dụng phương pháp phân tích ANOVA để so sánh giá trị trung bình mẫu ở các điểm với độ tin cậy 95%. Phần mềm ArcMap 10.8 được dùng để thể hiện vị trí và kết quả tại các điểm thu mẫu.

## 3. KẾT QUẢ VÀ THẢO LUẬN

### 3.1. RTN trong nước

Kết quả phân tích chỉ ra rằng, khối lượng RTN tại các điểm thu mẫu có giá trị dao động từ 0,39 mg/m<sup>3</sup> (Điểm S5) đến 10,12 mg/m<sup>3</sup> (Điểm S4). Trung bình khối lượng RTN tại 6 điểm có giá trị 5,29 mg/m<sup>3</sup>. Kết quả phân tích thống kê cho thấy có sự khác nhau về khối lượng rác tại mỗi điểm (Pvalue < 0,05) (Bảng 1).

Số mảnh RTN trong nước tại các điểm trung bình có giá trị 0,73 mảnh/m<sup>3</sup>. Điểm S4, cửa sông Đồng Tranh có giá trị cao nhất là 1,55 mảnh/m<sup>3</sup>, trong khi đó, điểm S5 có giá trị thấp nhất, đạt 0,01 mảnh/m<sup>3</sup>. Cũng giống như khối lượng RTN, có sự khác nhau về số mảnh nhựa tại các điểm khảo sát (Pvalue < 0,05).

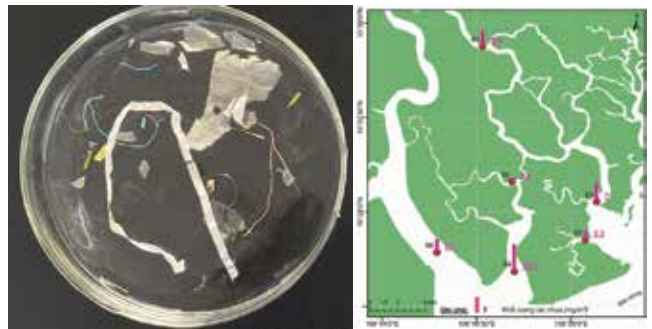
**Bảng 1. Kết quả RTN tại các điểm**

Điểm thu mẫu	Khối lượng RTN (mg/m <sup>3</sup> )	Số mảnh nhựa (mảnh/m <sup>3</sup> )	Kích thước RTN (cm)	Ghi chú
S1	5,89 ± 2,11	0,55 ± 0,07	8,06 ± 1,50	Sông Lò Tà, gần sông Sài Gòn
S2	6,98 ± 3,79	0,29 ± 0,22	5,66 ± 2,57	Cửa sông Lò Tà
S3	3,30 ± 1,93	1,08 ± 0,43	5,40 ± 0,20	Cửa sông Đồng Đình
S4	10,12 ± 4,00	1,55 ± 0,41	8,97 ± 3,42	Cửa sông Đồng Tranh
S5	0,39 ± 0,02	0,01 ± 0,01	7,83 ± 4,95	Sông Lò Rèn, trong rừng ngập mặn
S6	5,05 ± 1,83	0,90 ± 0,10	7,83 ± 1,91	Cửa sông Soài Rạp
Trung bình ± Độ lệch chuẩn	5,29 ± 3,30	0,73 ± 0,56	7,21 ± 1,79	

Giá trị trung bình kích thước RTN tại 6 điểm khảo sát có giá trị là 7,21 cm. Kết quả phân tích thống kê chỉ ra rằng không có sự khác biệt về kích thước RTN tại các điểm khảo sát với độ tin cậy là 95% (Pvalue > 0,05).

Một cách trực quan, khối lượng RTN tại mỗi điểm được thể hiện bằng biểu đồ cột trong Hình 3.

Để khảo sát RTN nổi trên sông, có thể dùng phương pháp quan sát trực tiếp hoặc dùng lưới thu mẫu (Van Emmerik & Schwarz, 2020) (Lippiatt, et al., 2013) (GES, 2016). Lượng RTN được biểu thị bằng các đơn vị tương ứng với phương pháp sử dụng. Bảng 2 trình bày kết quả của các nghiên cứu về RTN trên sông. So với kết quả nghiên cứu của Haberstroh và cs., 2021 trên sông Hillsborough nước Mỹ thì khối lượng RTN ở khu vực cửa sông Sài Gòn - Đồng Nai cao hơn gấp 2,41 lần (Haberstroh et al. 2021).



(a) RTN (b) Khối lượng RTN tại các điểm

▲ Hình 3. RTN tại các điểm khảo sát

**Bảng 2. Kết quả khảo sát RTN lớn ở một số sông trên thế giới**

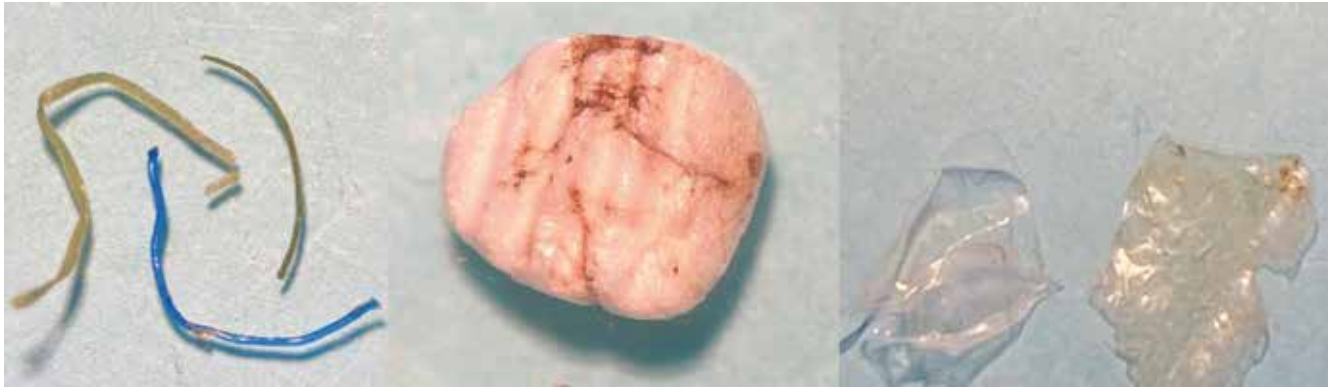
Khu vực	RTN	Phương pháp	Ghi chú	Nguồn
Sông Klang, Malaysia	200 - 10.000 mảnh/giờ	Đếm rác bằng phần mềm CrowdWater	Mặt nước	(Van Emmerik et al., 2020)
Sông Orange - Vaal, Nam Phi	0,8 ± 2,9 mg/m <sup>2</sup>	Quan sát trực tiếp trên cầu	Mặt nước	(Weideman, et al., 2020)
Sông Hillsborough, USA	2,36 mg/m <sup>2</sup>	Dùng lưới thu mẫu	Mặt nước	(Haberstroh et al., 2021)
	0,34 mg/m <sup>2</sup>	Dùng lưới thu mẫu	Cột nước	
Sông Sài Gòn - Đồng Nai	5,29 mg/m <sup>3</sup>	Dùng lưới thu mẫu	Mặt nước	Kết quả của nghiên cứu

Emmerik và cs., 2018 đã thực hiện quan trắc RTN tại điểm cầu Thủ Thiêm, sông Sài Gòn để tính tổng lượng rác đổ ra biển Đông (Van Emmerik et al., 2018). Trong khi đó, nghiên cứu này cung cấp thông tin về nồng độ RTN trong nước (mg/m<sup>3</sup>) ở khu vực cửa sông Sài Gòn - Đồng Nai.

Nhìn chung, khu vực cửa sông Soài Rạp (S6), sông Lò Tà (S2), sông Đồng Tranh (S4) có khối lượng RTN cao hơn điểm ở khu vực phía thượng nguồn (S1 gần cửa sông Sài Gòn) và điểm trong rừng ngập mặn (S5). Dòng sông là con đường chính vận chuyển rác từ đất liền ra biển và khu vực cửa sông là nơi tiếp nhận, tập trung RTN (Schmidt et al., 2017). Điểm cửa sông Đồng Đình (S3) có lượng RTN thấp hơn so với các điểm cửa sông Soài Rạp, Lò Tà, Đồng Tranh; không kết nối trực tiếp với sông Soài Rạp và sông Lò Tà (Hình 3). Đây có thể là nguyên nhân làm cho lượng rác thấp hơn so với 3 điểm vùng cửa sông Soài Rạp, Lò Tà và Đồng Tranh (S2, S4, S6).

### 3.2. Kim loại nặng trong nhựa

Do đặc tính hóa lý, nhựa có thể thu nhận hóa chất, tích tụ chất ô nhiễm từ ngoài môi trường. Sự tồn tại lâu dài của nhựa trong môi trường nước được coi là mối đe dọa đối với nhiều loài động vật thủy sinh và tác động thường thấy như làm cho sinh vật bị mắc kẹt hoặc ngạt thở (Boren et al., 2006). Nghiên cứu này thực hiện phân tích kim loại nặng Cr, Pb, Zn và Cd trong nhựa. 3 loại RTN thường gặp tại khu vực khảo sát được dùng phân tích kim loại nặng bao gồm sợi nhựa, mảnh xốp và màng nhựa (Hình 4).

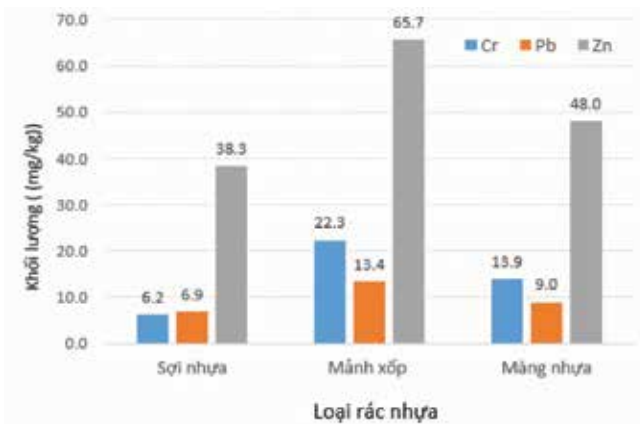


a. Sợi nhựa

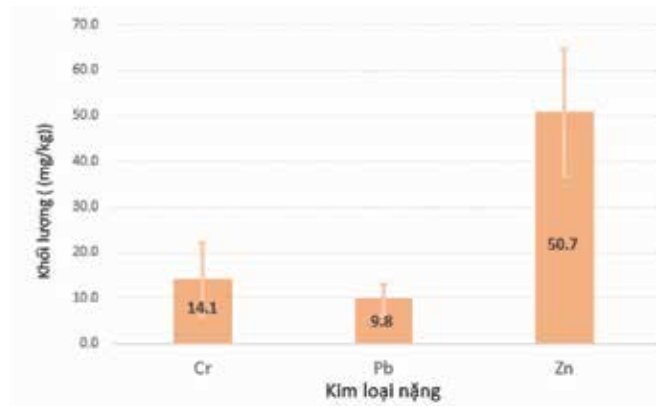
b. Mảnh xốp

c. Màng nhựa

▲ Hình 4. Mẫu nhựa dùng phân tích kim loại nặng



a. Kim loại nặng trong sợi nhựa, xốp, màng nhựa



b. Giá trị Cr, Pb, Zn trong RTN

▲ Hình 5. Kết quả khảo sát kim loại nặng trong RTN

Kết quả phân tích kim loại nặng trong nhựa cho thấy, kẽm có giá trị cao hơn so với các kim loại khác (hàm lượng cao nhất là 50,7 mg/kg), tiếp đến là crôm (14,1 mg/kg) và chì (9,8 mg/kg). Trong các mẫu nhựa phân tích, đều không phát hiện cadmium (ngưỡng phát hiện của phương pháp = 0,3 mg/kg). Kết quả kim loại nặng trong RTN được thể hiện tại Hình 5. Phân tích thống kê chỉ ra rằng, có sự khác biệt về hàm lượng kim loại nặng trong 3 mẫu RTN (Pvalue <0,05). Mảnh xốp có hàm lượng kim loại cao hơn màng nhựa và sợi nhựa. Kết quả nghiên cứu này giống với kết quả phân tích của Turner và cs., 2016, trong đó mảnh xốp có giá trị kim loại nặng Cr, Pb, Zn cao hơn so với dây thừng và các loại nhựa khác (Turner, 2016). Hàm lượng Zn trong mảnh xốp, nhựa, dây thừng lần lượt có giá trị giảm dần, tương ứng là 248 mg/kg; 58 mg/kg và 35 mg/kg (Turner, 2016). Sự hiện diện của kim loại nặng trong nhựa đã đặt ra vấn đề đáng lo ngại đối với môi trường (Weijuan et al., 2001), khi mảnh nhựa lớn bị vỡ vụn tạo nên mảnh nhỏ hơn thì mức độ tác động với động vật thủy sinh ngày càng lớn hơn thông qua con đường thức ăn (GESAMP, 2019).

### 3.3. Các giải pháp quản lý RTN

Có nhiều chiến lược khác nhau để kiểm soát RTN. Mỗi chiến lược có những ưu, nhược điểm khác nhau. Do đó, việc lựa chọn một chiến lược cụ thể cần xem xét đến các

yếu tố bao gồm cơ sở hạ tầng, điều kiện kinh tế và những đặc trưng khác của mỗi quốc gia. Các chiến lược bắt đầu với việc phòng ngừa là lựa chọn được ưu tiên nhất và việc xử lý chất thải là chiến lược được lựa chọn sau cùng (Osman et al., 2023). Để giảm thiểu RTN, 5 chính sách có thể được sử dụng (OECD, 2022).

**Bảng 3. Chính sách, công cụ trong quản lý RTN (OECD, 2022)**

Chính sách	Một số công cụ
Hạn chế nhu cầu sử dụng nhựa	Thuế, phí đối với sản phẩm sử dụng một lần Tăng việc tái sử dụng sản phẩm nhựa Loại bỏ trợ cấp đối với sản phẩm nhựa nguồn gốc nhiên liệu hóa thạch
Thiết kế sản phẩm nhựa theo hướng tuần hoàn	Mở rộng trách nhiệm đối với nhà sản xuất nhựa liên quan đến thiết kế tuần hoàn Tiêu chuẩn sản phẩm nhựa, tiêu chuẩn tái chế, quy định về hóa chất độc hại trong nhựa Nghiên cứu, phát triển chương trình giảm phát thải nhựa
Tăng cường tái chế	Mở rộng trách nhiệm đối với nhà sản xuất bao bì, đồ dùng nhựa Thuế chôn lấp và đốt rác Kỳ quỹ - hoàn trả Đóng phí nếu không phân loại (Pay - as - You - Throw)
Ngăn ngừa thải bỏ rác nhựa ra ngoài môi trường	Cấm hoặc đánh thuế các mặt hàng thường xuyên xả rác nhựa Thu gom chất thải rắn đô thị Công trình, bãi chôn lấp hợp vệ sinh Công nghệ cuối đường ống như nhà máy xử lý nước thải
Thu gom rác nhựa ngoài môi trường	Mở rộng trách nhiệm thu gom rác nhựa đối với nhà sản xuất Thu gom rác nhựa trên sông, đại dương Thực hiện các chiến dịch làm sạch rác thải nhựa ngoài môi trường

Dựa vào những đặc điểm về vị trí địa lý, điều kiện tự nhiên, dân cư, xã hội và kinh tế; một số giải pháp giảm thiểu RTN khu vực cửa sông Sài Gòn - Đồng Nai bao gồm:



(a) Thu gom RTN phát sinh từ hoạt động đánh bắt, nuôi trồng thủy, hải sản (bãi nuôi hàu, ngao), cánh đồng muối, khu vực dân cư;

(b) Giảm thiểu nhựa sử dụng một lần, tăng cường tái chế, tái sử dụng RTN;

(c) Định kỳ thực hiện các chiến dịch làm sạch RTN phát sinh trong khu vực;

(d) Ngăn ngừa RTN phát sinh từ các khu du lịch, nhà nghỉ ven sông trong khu vực; RTN từ hoạt động vui chơi, giải trí trên bãi biển; hướng tới phát triển du lịch không RTN;

(e) Áp dụng hiệu quả các công cụ quản lý RTN (chính sách pháp luật, công cụ kinh tế, công nghệ kỹ thuật và giáo dục) trên phạm vi toàn quốc, bởi vì RTN vùng cửa sông có thể được phát sinh tại chỗ hoặc từ khu vực lân cận.

#### 4. KẾT LUẬN

Nghiên cứu đã thực hiện thu mẫu tại 6 điểm thuộc khu vực cửa sông Sài Gòn -Đồng Nai để khảo sát RTN lớn (> 5 mm) trong môi trường nước. Kết quả nghiên cứu cho thấy, có RTN trong nước tại tất cả các điểm khảo sát và khối lượng rác có giá trị khác nhau ở các điểm. Trung bình khối lượng RTN tại khu vực khảo sát có giá trị là 5,29 mg/m<sup>3</sup>.

Đối với kim loại nặng trong nhựa, kết quả nghiên cứu cho thấy, các mẫu sợi nhựa, mảnh xốp, màng nhựa đều chứa kẽm, crôm, chì. Mảnh xốp có hàm lượng Zn, Cr, Pb cao hơn màng nhựa và sợi nhựa; hàm lượng kẽm có giá trị cao nhất, đạt 50,7 mg/kg; tiếp theo là crôm, chì, ứng với giá trị lần lượt là 14,1 mg/kg và 9,8 mg/kg. Hạn chế của nghiên cứu này là không xác định thành phần polime của RTN, bởi mỗi loại polime ảnh hưởng đến sự hấp phụ kim loại nặng của RTN trong môi trường khác nhau.

Những nghiên cứu về chất ô nhiễm hữu cơ liên quan đến nhựa (PAHs, PCBs) và tác động của RTN đến sinh vật là rất cần thiết, nhằm cung cấp những thông tin hữu ích để ngăn ngừa, giảm thiểu tác động tiêu cực của RTN đến HST cũng như sức khỏe con người. Các giải pháp quản lý RTN bao gồm: Quản lý tốt nguồn thải, nâng cao tỷ lệ tái chế, hạn chế nhựa sử dụng một lần; phát triển sản phẩm nhựa có khả năng phân hủy sinh học cần được áp dụng để giảm thiểu RTN trong môi trường và bảo vệ HST vùng cửa sông.

**Lời cảm ơn:** Nhóm tác giả xin cảm ơn gia đình anh Nguyễn Văn Tài (Tổ 6, ấp An Hòa, xã Tam Thôn Hiệp, huyện Cần Giò); anh Lương Anh Huy (Số 492, ấp Nhơn Thuận, xã Nhơn Thạnh Trung, TP. Tân An, tỉnh Long An); chị Lê Thị Ngọc Hiếu (Số 312, ấp 4, xã Tân Phước Tây, huyện Tân Trụ, tỉnh Long An); chị Nguyễn Ngọc Kim Duyên (Số 168/5, khu phố Bình Lợi, thị trấn Tân Trụ, huyện Tân Trụ, tỉnh Long An) đã hỗ trợ thu mẫu tại các điểm trong nghiên cứu này■

#### TÀI LIỆU THAM KHẢO

1. Allen, N S et al., 1988. "Degradation of Historic Cellulose Triacetate Cinematographic Film: Influence of Various Film Parameters and Prediction of Archival Life." *The Journal of Photographic Science* 36 (6): 194 - 98.

2. Boren, Laura J, Mike Morrissey, Chris G Muller, and Neil J Gemmell. 2006. "Entanglement of New Zealand Fur Seals in Man-Made Debris at Kaikoura, New Zealand." *Marine pollution bulletin* 52 (4): 442 - 46.

3. Damar, Ario, and Sigid Hariyadi., 2022. "Current Source and Distribution Pattern of Plastic Waste Leakage in the Estuary of Jakarta Bay." In *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, IOP Publishing, 12057.

4. van Emmerik, Tim et al., 2018. "A Methodology to Characterize Riverine Macroplastic Emission into the Ocean." *Frontiers in Marine Science* 5 (OCT). doi:10.3389/fmars.2018.00372.

5. Van Emmerik, Tim et al. 2020. "Crowd-Based Observations of Riverine Macroplastic Pollution." *Frontiers in earth science* 8: 298.

6. van Emmerik, Tim, and Anna Schwarz. 2020. "Plastic Debris in Rivers." *Wiley Interdisciplinary Reviews: Water* 7 (1): e1398.

7. GES, MSFD., 2016. "Riverine Litter Monitoring-Options and Recommendations."

8. GESAMP, GESAMP., 2019. "Guidelines for the Monitoring and Assessment of Plastic Litter in the Ocean." *GESAMP Reports Stud* 99: 130.

9. Haberstroh, Charlotte J, Mauricio E Arias, Zhewen Yin, and Michael Cai Wang. 2021. "Effects of Hydrodynamics on the Cross-sectional Distribution and Transport of Plastic in an Urban Coastal River." *Water Environment Research* 93 (2): 186 - 200.

10. Lippiatt, Sherry, Sarah Opfer, and Courtney Arthur. 2013. "Marine Debris Monitoring and Assessment: Recommendations for Monitoring Debris Trends in the Marine Environment."

11. OECD., 2022. *Global Plastics Outlook: Economic Drivers, Environmental Impacts and Policy Options*. OECD publishing.

12. Ogata, Yuko et al., 2009. "International Pellet Watch: Global Monitoring of Persistent Organic Pollutants (POPs) in Coastal Waters. 1. Initial Phase Data on PCBs, DDTs, and HCHs." *Marine pollution bulletin* 58 (10): 1437 - 46.

13. Osman, Ahmed I et al. 2023. "Microplastic Sources, Formation, Toxicity and Remediation: A Review." *Environmental Chemistry Letters* 21(4): 2129-69.

14. Rillig, Matthias C., 2012. "Microplastic in Terrestrial Ecosystems and the Soil?"

15. Schmidt, Christian, Tobias Krauth, and Stephan Wagner. 2017. "Export of Plastic Debris by Rivers into the Sea." *Environmental science & technology* 51 (21): 12246 - 53.

16. Turner, Andrew., 2016. "Heavy Metals, Metalloids and Other Hazardous Elements in Marine Plastic Litter." *Marine Pollution Bulletin* 111 (1 - 2): 136 - 42.

17. Weideman, Eleanor A, Vonica Perold, and Peter G Ryan. 2020. "Limited Long-Distance Transport of Plastic Pollution by the Orange-Vaal River System, South Africa." *Science of the Total Environment* 727: 138653.

18. Weijuan, Li, Ding Youqian, and Tao Zuyi., 2001. "Americium (III) Adsorption on Polyethylene from Very Dilute Aqueous Solutions." *Journal of Radioanalytical and Nuclear Chemistry* 250: 497 - 500.