

ẢNH HƯỞNG CỦA CÁC YẾU TỐ SINH THÁI ĐẾN SỰ PHÂN BỐ RÁC THẢI NHỰA TRONG RỪNG NGẬP MẶN TRỒNG VEN BIỂN XÃ ĐA LỘC, HUYỆN HẬU LỘC, TỈNH THANH HOÁ

Đỗ Thị Hải¹, Lê Thị Thuận², Hà Thị Phương¹

TÓM TẮT

Nghiên cứu được tiến hành tại rừng ngập mặn trồng tại xã Đa Lộc, huyện Hậu Lộc, tỉnh Thanh Hoá nhằm xác định thực trạng phân bố rác thải nhựa và các yếu tố sinh thái ảnh hưởng đến sự phân bố rác thải nhựa trong rừng ngập mặn. Kết quả nghiên cứu cho thấy số lượng và khối lượng rác thải nhựa nhiều nhất ở vị trí rừng gần cửa sông ($58,50 \pm 26,10$; $2,92 \pm 0,75$ kg), và ít nhất ở rừng trung tâm ($12,70 \pm 8,92$) và rừng gần khu dân cư ($0,31 \pm 0,06$ kg). Các yếu tố sinh thái hữu sinh và vô sinh của RNM như mật độ cây, chiều cao cây, thành phần loài thực vật, khoảng cách đến nguồn thải, mùa và mối tương tác của một số yếu tố sinh thái có ảnh hưởng quan trọng đến sự phân bố rác thải nhựa trong rừng ngập mặn.

Từ khóa: Rác thải nhựa, rừng ngập mặn, yếu tố sinh thái, xã Đa Lộc.

1. ĐẶT VẤN ĐỀ

Rừng ngập mặn (RNM) nằm trong mối tương tác giữa đất liền và biển, là hệ sinh thái quan trọng, vừa có chức năng bảo vệ vừa mang lại nhiều giá trị về mặt hàng hóa và dịch vụ cho cộng đồng người dân sống ở vùng ven biển. Tuy nhiên, chất lượng RNM đang bị suy thoái do nhiều nguyên nhân, khiến chức năng sinh thái của rừng ngập mặn suy giảm đáng kể. Rừng ngập mặn hiện nay là nơi rác thải ứ đọng do tác động của hải lưu biển. Theo Tổ chức Bảo tồn Thiên nhiên Thế giới (World Wide Fund For Nature - WWF) chủ yếu 80% nguồn ô nhiễm biển xuất phát từ thềm lục địa. Hải lưu sẽ là yếu tố đưa ô nhiễm từ lục địa chảy ra biển bao gồm nhiều nguồn ô nhiễm nhỏ như nguồn rác thải sinh hoạt, nguồn thải các khu công nghiệp, chế biến, nguồn trang trại, chăn nuôi,... Các chất thải như đồ nhựa, túi nhựa, chai nhựa, bình thủy tinh, giày dép cũ, vật liệu đóng gói hay hóa chất như dầu, phân bón, thuốc trừ sâu phần lớn sẽ trôi ra biển thông qua sông ngòi, cống rãnh và được tích lũy chủ yếu trong các hệ sinh thái ven biển, trong đó có RNM.

Các nghiên cứu về rác thải trong rừng ngập mặn tập trung vào nghiên cứu sự xuất hiện của vi nhựa (microplastic) trong đất rừng ngập mặn [1,2,3,4,5]. Việc nghiên cứu rác thải nhựa lớn (macroplastic) trong RNM đặc biệt về nguồn gốc, sự phân bố của rác thải nhựa gần đây mới được quan tâm nghiên cứu. Tại Việt Nam, nghiên cứu về ô nhiễm rác thải khó phân hủy, đặc biệt là ô nhiễm nhựa tại khu vực ven biển đang là một hướng nghiên cứu mới, với một số nghiên cứu trong vài năm gần đây. Trong đó, nổi bật là các nghiên cứu của Lahens và cộng sự [6] mô

¹ Khoa Khoa học Tự nhiên, Trường Đại học Hồng Đức; Email: dothihai@hdu.edu.vn

² Trường Trung học Phổ thông Chu Văn An, thành phố Sầm Sơn, tỉnh Thanh Hoá

tả về ô nhiễm nhựa và vi nhựa ở sông Sài Gòn; Rochman và cộng sự (2019) về hiện trạng ô nhiễm rác thải nhựa ở khu vực cửa Ba Lạt (Sông Hồng) [7]; Hà Thị Hiền và cộng sự (2019) về vi nhựa trong trầm tích mặt cửa Ba Lạt [8]; Nguyễn Thị Thành Nhơn và cộng sự (2019) về vi nhựa trong cát biển Cần Giờ, thành phố Hồ Chí Minh [9]. Phạm Hồng Tính và cộng sự (2020) trong nghiên cứu về sự phân bố và tích lũy rác thải khó phân hủy trong RNM ven biển huyện Tiên Lãng, thành phố Hải Phòng đã bước đầu khẳng định RNM có vai trò giữ lại và lưu giữ rác thải khó phân hủy và ngăn chúng di chuyển ra xa môi trường biển [10]. Tại khu vực Hậu Lộc, Thanh Hoá, Lưu Việt Dũng và cộng sự (2020) đã tiến hành nghiên cứu thành phần, số lượng vi hạt nhựa trong trầm tích bãi triều ven biển [11]. Kết quả nghiên cứu cho thấy khối lượng của các hạt vi nhựa trung bình là $22,95 \pm 8,9$ mg/kg. Thành phần chủ yếu là Microfragments. Tác giả nhận định nguồn gốc của các hạt này chủ yếu từ hoạt động nhân sinh tại khu vực ven biển như nuôi trồng, khai thác thủy sản và rác thải sinh hoạt. Phạm Hồng Tính và cộng sự (2020) đã ghi nhận mật độ rác thải nhựa (RTN) trong RNM ven biển Hậu Lộc khoảng 11.180 - 46.907 mảnh/ha và 73,9 - 249,5 kg/ha và mật độ RTN thay đổi phụ thuộc vào từng vị trí khác nhau [12]. Nhìn chung, các nghiên cứu về ô nhiễm RTN trên thế giới nói chung và tại Việt Nam nói riêng vẫn chủ yếu tập trung vào đánh giá hiện trạng số lượng, phân bố, thành phần và nguồn gốc của rác thải tại khu vực bãi cát, cửa sông, trong đại dương, rất ít nghiên cứu thực hiện tại hệ sinh thái RNM. Việc xác định vai trò của RNM trong việc lưu giữ, phân bố RTN chưa thực sự được quan tâm và sẽ là hướng nghiên cứu mới trong tương lai.

Bài báo này trình bày kết quả nghiên cứu về sự tác động của các yếu tố sinh thái đến sự phân bố RTN trong RNM trồng ven biển xã Đa Lộc, huyện Hậu Lộc, tỉnh Thanh Hoá. Kết quả nghiên cứu là cơ sở khoa học cho các đề xuất mang tính lâu dài trong việc giải quyết vấn đề RTN trong RNM tại khu vực nghiên cứu.

2. ĐỐI TƯỢNG, PHƯƠNG PHÁP NGHIÊN CỨU

2.1. Đối tượng nghiên cứu

Sự phân bố RTN, một số yếu tố sinh thái hữu sinh (thành phần loài thực vật, mật độ cây, chiều cao cây) và yếu tố sinh thái vô sinh (yếu tố mùa, khoảng cách đến các nguồn thải) ảnh hưởng đến sự phân bố RTN trong RNM xã Đa Lộc, huyện Hậu Lộc, tỉnh Thanh Hoá.

2.2. Phương pháp nghiên cứu

2.2.1. Phương pháp bố trí thí nghiệm: Thiết lập tuyến, ô tiêu chuẩn nghiên cứu

Tổng số 06 tuyến nghiên cứu đại diện cho tất cả các dạng sinh cảnh đã được thiết lập tại khu vực nghiên cứu: 02 tuyến ở rừng gần khu tập trung mật độ cao dân cư (ký hiệu là RE1 và RE2), 02 tuyến ở rìa rừng sát đê biển (ký hiệu là DY1 và DY2), 01 tuyến ở rừng trung tâm (ký hiệu là CM), 01 tuyến ở rừng ngay cửa sông (ký hiệu là RI) (Hình 1). Toạ độ các tuyến nghiên cứu như sau:

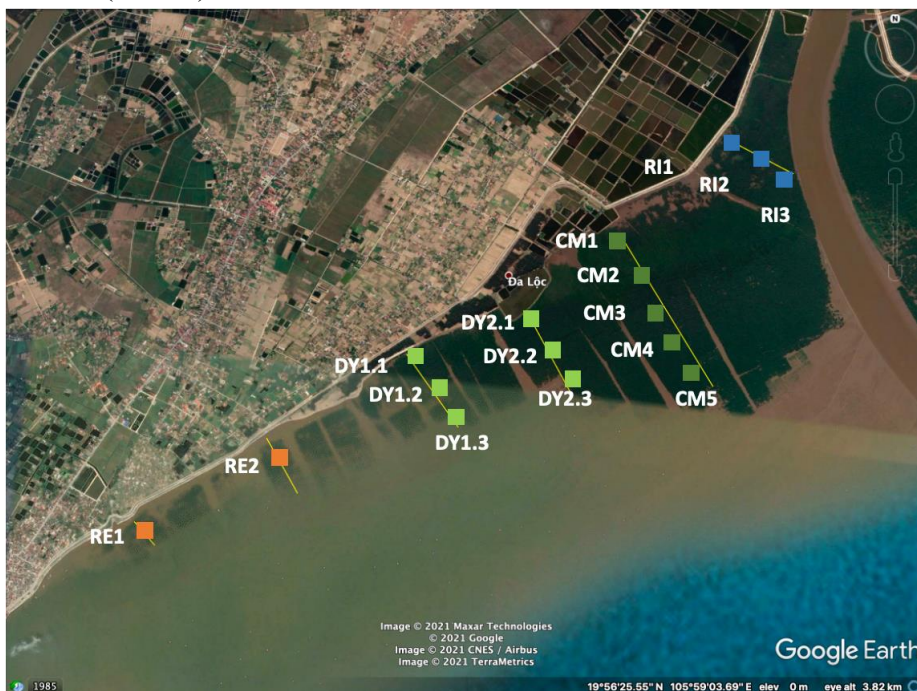
RE1 từ toạ độ $19^{\circ}56'08.70N$ và $105^{\circ}58'21.29E$ đến $19^{\circ}56'06.16N$ và $105^{\circ}58'18.57E$.

RE2 từ toạ độ $19^{\circ}56'22.06N$ và $105^{\circ}58'35.58E$ đến $19^{\circ}56'13.80N$ và $105^{\circ}58'40.95E$.

DY1 từ toạ độ $19^{\circ}56'35.09N$ và $105^{\circ}58'58.30E$ đến $19^{\circ}56'23.81N$ và $105^{\circ}59'06.88E$.

DY2 từ toạ độ 19°56'41.94N và 105°59'18.62E đến 19°56'29.55N và 105°59'25.32E.
 CM từ toạ độ 19°56'55.01N và 105°59'34.91E đến 19°56'30.12N và 105°59'49.14E.
 RI từ toạ độ 19°57'12.15N và 105°59'54.41E đến 19°57'05.72N và 106°00'05.59E.

Tuỳ theo độ dài tuyến nghiên cứu, 01 đến 05 ô tiêu chuẩn (có kích thước 10 m x 10 m) đại diện cho các khu vực gần đất liền, trung gian và giáp biển được thiết lập. Tổng số có 16 ô tiêu chuẩn (Hình 1).



Hình 1. Sơ đồ tuyến nghiên cứu và các ô tiêu chuẩn

2.2.2. *Phương pháp thu gom, xác định số lượng và khối lượng rác thải nhựa: rác thải nhựa có kích thước > 2,5 cm trong các ô tiêu chuẩn được thu gom, rửa sạch, phơi khô. Rác thải nhựa sau đó được cân khối lượng, đếm số lượng.*

2.2.3. *Phương pháp xác định các yếu tố sinh thái ảnh hưởng đến sự phân bố rác thải nhựa trong rừng ngập mặn*

Sự phân bố rác thải trong rừng ngập mặn có thể chịu tác động bởi các yếu tố liên quan đến thực vật rừng và các yếu tố sinh thái khác. Dựa trên quan sát thực tế và từ các nghiên cứu tương tự, chúng tôi xác định được một số các yếu tố sinh thái có tiềm năng ảnh hưởng đến sự phân bố rác thải trong rừng ngập mặn để đưa vào mô hình phân tích thống kê trong bước tiếp theo. Cách xác định và đo đạc các yếu tố sinh thái đó như sau:

Thành phần loài thực vật rừng ngập mặn thực thụ thân gỗ được xác định bằng phương pháp so sánh hình thái dựa trên tài liệu chính của FAO (2008) [13] và Nguyễn Hoàng Trí (1996) [14] trong các ô tiêu chuẩn của 06 tuyến nghiên cứu.

Mật độ cây rừng (cây/ha) được xác định dựa trên tính toán từ số lượng các cây ngập mặn thực thụ thân gỗ có trong các ô tiêu chuẩn.

Chiều cao cây được xác định bằng cách đo chiều cao vút ngọn của tất cả các cây ngập mặn thực thụ thân gỗ trong các ô tiêu chuẩn. Đơn vị đo là mét (m).

Khu vực dân cư xã Ngư Lộc gần RNM là nơi có mật độ dân số cao nhất trong khu vực (36.000 người/km²) được xem là nguồn thải RTN có nguồn gốc từ đất liền. Khoảng cách đến nguồn thải khu dân cư được xác định bằng khoảng cách từ mỗi ô tiêu chuẩn đến khu dân cư có mật độ dân số cao (xã Ngư Lộc) và được đo đạc trên hình ảnh vệ tinh của Google Earth (từ điểm trung tâm của ô tiêu chuẩn đến điểm gần nhất của khu vực dân cư có mật độ cao).

Thông thường khoảng cách đến nguồn thải RTN từ đại dương được xác định từ điểm nghiên cứu đến khu vực giao thông hàng hải cường độ cao nhất. Tuy nhiên, ngư dân vùng biển Hậu Lộc nói chung đánh bắt hải sản cách xa khu vực biển Hậu Lộc từ 150 - 200 hải lý về phía Bắc. Vì vậy, việc xác định khoảng cách đến nguồn thải đại dương khó thực hiện được. Do đó, chúng tôi xác định khoảng cách xa dần từ đê biển ra đại dương làm đại diện cho yếu tố khoảng cách đến nguồn thải đại dương trong phép phân tích số liệu xác định sự ảnh hưởng đến sự phân bố RTN trong rừng ngập mặn.

Nghiên cứu được tiến hành 02 lần, lần thứ nhất vào tháng 10/2020 và lần thứ 2 vào tháng 03/2021. Vào tháng 10 (mùa thu đông) hướng gió thổi từ đất liền ra biển, trong khi vào tháng 3 (mùa xuân) hướng gió thổi ngược lại từ biển vào đất liền. Hướng gió các mùa khác nhau có thể ảnh hưởng đến sự trôi giạt của RTN trong rừng ngập mặn. Do đó, trong nghiên cứu này chúng tôi cũng đã tiến hành phân tích mùa như là một yếu tố sinh thái ảnh hưởng đến sự phân bố RTN trong RNM.

Như vậy, 06 yếu tố sinh thái: thành phần loài thực vật, mật độ cây, chiều cao cây, khoảng cách đến nguồn thải khu dân cư (sau đây gọi tắt là khoảng cách đến dân cư), khoảng cách đến nguồn thải đại dương (sau đây gọi tắt là khoảng cách đến đại dương) và yếu tố mùa được xác định trong mô hình thống kê nhằm xác định ảnh hưởng của các yếu tố đó đến sự phân bố RTN trong RNM.

2.2.4. Phương pháp xử lý số liệu

Để xác định yếu tố sinh thái quan trọng ảnh hưởng đến sự phân bố của RTN trong RNM tại khu vực nghiên cứu, chúng tôi sử dụng phép phân tích ANCOVA do các biến nghiên cứu bao gồm cả biến định tính và định lượng. Do có 6 biến nghiên cứu nên chỉ có sự tương tác đôi của các biến được bao gồm trong mô hình thống kê. Quá trình đơn giản hoá mô hình thống kê là cần thiết trong các phép phân tích ANCOVA [15] do đó các yếu tố không có ý nghĩa thống kê được loại bỏ dần và chỉ các yếu tố có ý nghĩa được giữ lại trong các mô hình. Mô hình phức tạp hơn chỉ được giữ lại khi trị số p của phép so sánh ANOVA giữa hai mô hình bé hơn 0,05 [15].

Phân tích dữ liệu được thực hiện phần trên phần mềm thống kê R, phiên bản 3.3.1.

3. KẾT QUẢ NGHIÊN CỨU

3.1. Sự phân bố rác thải nhựa tại rừng ngập mặn trồng tại xã Đa Lộc, huyện Hậu Lộc, tỉnh Thanh Hoá

Kết quả khảo sát thực địa cho thấy, RTN thu thập ở khu vực nghiên cứu chủ yếu là rác thải sinh hoạt, được sử dụng thường xuyên trong sinh hoạt hằng ngày của con người như:

vỏ chai nhựa, túi nilon, mảnh thùng xốp, cốc nhựa, vỏ hộp thực phẩm, giày dép,... Bên cạnh đó, một lượng đáng kể RTN phát sinh từ các hoạt động đánh bắt hải sản của người dân như lưới đánh cá, cầu phao, bao tải, dây thừng. RTN tại RNM Hậu Lộc bắt gặp ở cả ở trên cây và dưới mặt đất do khi thủy triều lên kéo theo các loại rác thải từ đất liền cũng như ở những khu vực cửa sông, vùng biển lân cận đưa vào RNM. Khi nước thủy triều rút xuống, một số loại RTN có khối lượng nhẹ như túi nilon, lưới đánh cá,... bị kẹt lại trên các cành cây hoặc rễ của cây ngập mặn. Những loại RTN khác có kích thước lớn và nặng hơn như chai lọ, xốp, giày dép, cầu phao, mảnh vỡ từ thân tàu bè phân bố rải rác trên mặt đất.

Số lượng và khối lượng (trung bình \pm độ lệch chuẩn) của tất cả RTN trong các kiểu rừng tại khu vực nghiên cứu được trình bày ở bảng 1.

Bảng 1. Số lượng và khối lượng RTN tại các vị trí rừng trong khu vực nghiên cứu

Vị trí	Số lượng (mảnh)	Khối lượng (kg)
RE	$31,50 \pm 6,19$	$0,31 \pm 0,06$
DY	$13,25 \pm 4,81$	$0,62 \pm 0,30$
CM	$12,70 \pm 8,92$	$0,66 \pm 0,47$
RI	$58,50 \pm 26,10$	$2,92 \pm 0,75$

Số lượng RTN được tìm thấy nhiều nhất ở vị trí rừng gần cửa sông (RI) ($58,50 \pm 26,10$ mảnh), tiếp đó là rừng gần khu vực dân cư (RE) ($31,05 \pm 6,19$ mảnh). Rừng trung tâm (CM) có số lượng rác ít nhất ($12,70 \pm 8,92$ mảnh), và khu vực rìa rừng sát đê (DY) số lượng rác trung bình là $13,25 \pm 4,81$ mảnh. Lý giải cho sự phân bố không đều của số lượng rác thải tại các vị trí rừng khác nhau là: rừng gần cửa sông nơi tiếp nhận nguồn thải từ đất liền, theo dòng chảy của sông đổ ra biển, bị mắc kẹt lại bởi các cây của RNM; rừng gần khu vực dân cư cũng tiếp nhận lượng lớn rác thải sinh hoạt của người dân (xã Ngu Lộc là nơi có mật độ dân cư rất lớn, có chợ buôn bán thủy hải sản tập nập nhất trong khu vực).

Khối lượng RTN được tìm thấy cao nhất ở vị trí rừng gần cửa sông (RI) ($2,92 \pm 0,75$ kg). Ba vị trí còn lại khối lượng RTN thấp hơn nhiều (từ 9 đến 4,5 lần) so với vị trí RI, lần lượt là $0,66 \pm 0,47$ kg (CM), $0,62 \pm 0,30$ kg (DY) và thấp nhất là RE với $0,31 \pm 0,06$ kg. Kết quả này có mối tương quan với số lượng RTN, vị trí RI có số lượng rác thải nhiều nhất và khối lượng rác thải cao nhất. Tuy nhiên, tại vị trí RE, lại có khối lượng rác thải nhỏ nhất trong khi số lượng rác thải nhiều hơn hai vị trí còn lại là DY và CM. Điều này là do loại RTN ở khu vực này đa số là túi nilon nên có tỷ trọng nhẹ hơn nhiều so với các loại RTN khác.

Tóm lại, RTN tại các vị trí rừng khác nhau có số lượng và khối lượng khác nhau. Sự phân bố các loại RTN này trong RNM có thể phụ thuộc vào các yếu tố sinh thái như đặc điểm của thực vật và các yếu tố khác (khoảng cách đến nguồn thải, hướng gió...). Trong phần tiếp theo chúng tôi sẽ trình bày sự ảnh hưởng của một số yếu tố sinh thái đến sự phân bố của RTN trong RNM.

3.2. Ảnh hưởng của các yếu tố sinh thái đến sự phân bố rác thải nhựa trong rừng ngập mặn

Kết quả phân tích ANCOVA xác định ảnh hưởng của các yếu tố sinh thái đến sự phân bố RTN trong RNM tại khu vực nghiên cứu được trình bày trong bảng 2.

Bảng 2. Kết quả phân tích ảnh hưởng của các yếu tố sinh thái đến số lượng và khối lượng rác thải trong rừng ngập mặn tại khu vực nghiên cứu.

Yếu tố	Số lượng rác		Khối lượng rác	
	F	p	F	p
Mật độ cây	42,971	<0,001	195,982	<_0,001
Chiều cao cây	4	<0,05	2,145	ns
Thành phần loài thực vật		-	45,246	<0,001
Khoảng cách đến dân cư	10,302	<0,01	304,721	<0,001
Khoảng cách đến đại dương		-		-
Mùa	14,106	<0,01	36,097	<0,001
Mật độ cây*Chiều cao cây		-	49,258	<0,001
Mật độ cây*Thành phần loài thực vật		-		-
Mật độ cây*Khoảng cách đến dân cư		-	14,291	<0,01
Mật độ cây*Khoảng cách đến đại dương		-		-
Mật độ cây*Mùa	9,42	<0,01	9,275	<0,01
Chiều cao cây*Thành phần loài thực vật		-		-
Chiều cao cây*Khoảng cách đến dân cư		-		-
Chiều cao cây*Khoảng cách đến đại dương		-		-
Chiều cao cây*Mùa		-		-
Thành phần loài thực vật*Khoảng cách đến dân cư		-		-
Thành phần loài thực vật*Khoảng cách đến đại dương		-		-
Thành phần loài thực vật*Mùa		-		-
Khoảng cách đến dân cư*Khoảng cách đến đại dương		-		-
Khoảng cách đến dân cư*Mùa		-	6,491	<0,05
Khoảng cách đến đại dương*Mùa		-		-

Ghi chú: Ảnh hưởng có ý nghĩa ($P < 0,05$) được in đậm; (-) biểu thị các yếu tố bị loại bỏ trong mô hình do không có ảnh hưởng quan trọng.

Qua kết quả bảng 2 chúng tôi nhận thấy, sự phân bố rác thải theo số lượng và khối lượng chịu ảnh hưởng bởi các yếu tố sinh thái vô sinh và hữu sinh của RNM.

Số lượng rác thải chịu sự ảnh hưởng của mật độ cây ($p < 0,001$), chiều cao cây ($p < 0,05$), khoảng cách đến khu dân cư ($p < 0,01$), yếu tố mùa ($p < 0,01$). Sự tương tác giữa mật độ cây và yếu tố mùa cũng đóng góp vai trò quan trọng trong sự phân bố số lượng rác thải trong RNM. Khối lượng rác thải chịu sự ảnh hưởng của mật độ cây ($p < 0,001$), thành phần loài thực vật ($p < 0,05$), khoảng cách đến khu dân cư ($p < 0,01$), yếu tố mùa ($p < 0,01$). Trong mô hình các yếu tố ảnh hưởng đến sự phân bố khối lượng rác thải thu được, sự tương tác đôi giữa các yếu tố sinh thái cũng đóng góp vai trò quan trọng trong sự phân bố khối lượng rác thải trong RNM (bảng 2).

Tại những vị trí rừng có mật độ cây cao, số lượng và khối lượng rác thải thấp hơn những nơi có mật độ cây thấp (phụ lục A1, B1). Những nơi có mật độ cây cao nhất là các ô thuần loài (CM1, CM2) là vị trí nằm gần sát đê biển, cách xa nguồn thải, độ cao nền đáy có thể cao hơn các vị trí khác. Đây có thể là nguyên nhân RTN khó trôi giạt vào các vị trí này hơn các vị trí khác, do đó sự phân bố RTN tại các vị trí này thấp hơn. Mặt khác, những nơi

có mật độ thưa, cây phân cành thấp, mạng lưới thân cành dày đặc khiến các mảnh RTN hay mắc trên các cành cây. Qua thực tế, chúng tôi quan sát thấy các vị trí có mật độ cây thưa nhất thuộc các tuyến RE1 và RE2, cây phân cành thấp và nhiều, rác thải chủ yếu là các túi nilon mắc dày đặc trên các cành cây và sát mặt đất. Kết quả nghiên cứu này của chúng tôi phù hợp với nghiên cứu trước đó của Phạm Hồng Tính và cộng sự (2020) khi nghiên cứu hiện trạng phân bố RTN trong RNM ven biển huyện Hậu Lộc, tỉnh Thanh Hoá [12].

Tại những nơi có chiều cao cây thấp thì RTN phân bố nhiều hơn về mặt số lượng. Những vị trí bìa rừng, gần khơi hoặc những rừng mới được trồng sau có chiều cao trung bình cây thấp hơn rừng tại vị trí trung tâm có thời gian hình thành sớm hơn. Những vị trí này, các cây phân cành thấp, cấu trúc cành phức tạp, độ cao nền đáy thấp, do đó RTN dễ dàng xâm nhập theo thủy triều và mắc lại trên cây và mặt đất. Những vị trí rừng có độ cao trung bình cây lớn (CM1, CM2), cây phân cành muộn nhưng có hệ thống rễ thở phát triển dày đặc. Tuy nhiên, đây là những nơi cách xa nguồn thải, độ cao nền đáy có thể lớn hơn, do đó rác thải khó xâm nhập vào theo thủy triều. Kết quả nghiên cứu này của chúng tôi phù hợp với nghiên cứu trước đó của Phạm Hồng Tính và cộng sự (2020) [12].

Từ bảng 2 cho thấy, thành phần thực vật ảnh hưởng có ý nghĩa đến khối lượng rác thải nhưng không ảnh hưởng quan trọng đến số lượng rác thải. Chúng tôi cho rằng, rác thải có khối lượng lớn được tìm thấy trong rừng trang (CM1 và CM2) là những vị trí rừng sâu về phía đất liền, có thời gian hình thành sớm nhất, độ cao nền đáy cao hơn các vị trí khác không phải do tác động của thủy triều thông thường mà là do các cơn bão lớn khiến cho RTN có khối lượng lớn như mảnh vỡ tàu thuyền, cầu phao... được sóng đánh giạt vào sâu trong đất liền. Các rác thải có khối lượng lớn đó được mắc trên mặt đất, trong hệ thống rễ thở dày đặc của RNM và được giữ lại trong các vị trí rừng đó. Để có thể khẳng định được điều này, cần có nghiên cứu cụ thể hơn về sự phân bố các loại RTN trong RNM qua các cơn bão lớn.

Trong nghiên cứu này của chúng tôi, khoảng cách đến nơi tập trung dân cư cao và khoảng cách đến đại dương được xem xét như là các yếu tố khoảng cách đến nguồn thải (đất liền và đại dương). Trong hai yếu tố đó, khoảng cách đến khu dân cư ảnh hưởng có ý nghĩa đến sự phân bố rác thải (số lượng rác và khối lượng rác) trong RNM. Nhìn chung, càng gần khu dân cư, số lượng rác thải càng nhiều nhưng khối lượng rác thải càng thấp. Điều này có thể được giải thích là do lượng rác thải từ khu dân cư gần rừng là rất lớn, chủ yếu là RTN sinh hoạt (đa phần là túi nilon), trôi dạt theo thủy triều và mắc lại trong RNM gần nhất. Do đó, số lượng RTN tại các vị trí gần khu dân cư lớn hơn các vị trí khác. RTN là các mảnh nilon có tỷ trọng thấp hơn các loại rác khác, cho nên dù có sự phân bố nhiều về mặt số lượng nhưng khối lượng RTN tại các vị trí gần khu dân cư lại thấp hơn các vị trí khác. Đặc biệt, tại vị trí RI là nơi xa khu dân cư nhất nhưng có lượng rác thải lớn nhất cả về số lượng và khối lượng. Chúng tôi cho rằng, yếu tố khoảng cách tới nguồn thải thượng nguồn sông cũng phải được xem xét ở các nghiên cứu tiếp theo. Tuy vậy, việc xác định vị trí khoảng cách nguồn thải trong trường hợp này là rất khó, cần được bàn bạc hợp lý. Yếu tố khoảng cách đến đại dương không có ảnh hưởng quan trọng đến sự phân bố rác thải trong RNM trong mô hình thu được. Điều này cho thấy, RTN chịu ảnh hưởng rõ rệt

từ các nguồn thải gần và trực tiếp ở đất liền hơn là nguồn thải từ các hoạt động tàu bè ngoài khơi xa.

Yếu tố mùa ảnh hưởng rõ rệt đến sự phân bố rác thải cả về số lượng và khối lượng. Trong hai đợt thu thập mẫu, chúng tôi nhận thấy mẫu đợt 2 (mùa xuân) có số lượng và khối lượng rác thải đều cao hơn mẫu đợt 1 (mùa thu đông) tại tất cả các ô tiêu chuẩn (phụ lục A6, B6). Điều này có thể giải thích như sau: mùa thu đông gió thổi theo hướng từ đất liền ra biển, cuốn theo các loại rác trôi ra biển; mùa xuân, ngược lại gió thổi theo hướng từ biển vào đất liền, khiến các loại rác trôi nổi từ biển trôi giạt về phía đất liền. Điều này cũng được người dân đánh bắt hải sản trong và xung quanh RNM khẳng định.

Chúng tôi còn ghi nhận được sự tương tác đôi của một số các yếu tố sinh thái như mật độ cây và mùa, mật độ cây và chiều cao cây, khoảng cách đến khu dân cư và mùa... cũng có ảnh hưởng đến sự phân bố RTN trong RNM. Điều này cho thấy sự phân bố RTN trong RNM không chỉ chịu tác động đơn lẻ của từng các yếu tố sinh thái hữu sinh và vô sinh, mà còn chịu sự tác động từ các mối tương tác giữa các yếu tố sinh thái đó. Để giải thích cụ thể cho sự tác động của mỗi tương tác của các yếu tố sinh thái đến sự phân bố RTN, cần thiết phải có những khảo sát cụ thể hơn về cấu trúc không gian của hệ thực vật RNM, chế độ thủy triều, tốc độ gió, độ cao nền đáy, cấu trúc địa mạo của RNM.

Tóm lại, sự phân bố RTN trong RNM chịu sự ảnh hưởng của các yếu tố sinh thái như mật độ cây, chiều cao cây, thành phần loài thực vật, khoảng cách đến nguồn thải và mùa, trong đó mật độ cây có ảnh hưởng lớn đến cả số lượng và khối lượng RTN trong RNM. Ngoài ra, mối tương tác của các yếu tố sinh thái của RNM cũng ảnh hưởng đến sự phân bố rác thải. Kết quả này của chúng tôi một lần nữa khẳng định vai trò của công tác quản lý duy trì sự phát triển của RNM và xử lý rác thải sinh hoạt của dân cư đến việc giảm thiểu sự tích lũy rác thải trong rừng ngập mặn tại xã Đa Lộc, huyện Hậu Lộc, tỉnh Thanh Hoá.

4. KẾT LUẬN

Kết quả nghiên cứu cho thấy số lượng và khối lượng RTN nhiều nhất ở vị trí rừng gần cửa sông (RI) ($58,50 \pm 26,10$; $2,92 \pm 0,75$ kg), và ít nhất ở rừng trung tâm (CM) ($12,70 \pm 8,92$) và rừng gần khu dân cư RE ($0,31 \pm 0,06$ kg).

Các yếu tố sinh thái hữu sinh và vô sinh của RNM như mật độ cây, chiều cao cây, thành phần loài thực vật, khoảng cách đến nguồn thải, mùa và mối tương tác của một số yếu tố sinh thái có ảnh hưởng quan trọng đến sự phân bố RTN trong RNM. Tại những vị trí rừng có mật độ cây cao, số lượng và khối lượng rác thải thấp hơn những nơi có mật độ cây thấp; tại những nơi có chiều cao cây thấp RTN phân bố nhiều hơn về mặt số lượng; rừng thuần trang lưu trữ nhiều rác thải có khối lượng lớn hơn so với rừng hỗn giao; càng gần khu dân cư, số lượng rác thải càng nhiều nhưng khối lượng rác thải càng thấp; vào mùa xuân, số lượng và khối lượng rác thải nhiều hơn mùa thu đông. Kết quả này là cơ sở quan trọng cho các nhà quản lý trong việc đề xuất các biện pháp giảm thiểu RTN trong RNM. Việc bảo vệ rừng để duy trì chức năng sinh thái của RNM và việc quản lý RTN tại nguồn cần được tiến hành một cách đồng bộ và đồng thời để các giải pháp xử lý giảm thiểu RTN trong RNM đạt được hiệu quả cao nhất.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

- [1] Barasarathi, J., et al. (2011), Microplastic abundance in selected mangrove forest in Malaysia, *In: Proceeding of the ASEAN Conference on Science and Technology 2014*, 18-20 August 2014, Bogor, Indonesia, (June 2015), p. 4.
- [2] Lima, A.R.A., Costa, M.F., Barletta, M. (2014), Distribution patterns of microplastics within the plankton of a tropical estuary, *Environ. Res.*, 132:146-155.
- [3] Lourenço, P.M., et al. (2017), Plastic and other microfibers in sediments, macro-invertebrates and shorebirds from three intertidal wetlands of southern Europe and west Africa, *Environ. Pollut.* 231:123-133.
- [4] Mohamed Nor, N.H., Obbard, J.P. (2014), Microplastics in Singapore's coastal mangrove ecosystems, *Mar. Pollut. Bull.*, 79: 278-283.
- [5] Naji, A., Esmaili, Z., Khan, F.R. (2017), Plastic debris and microplastics along the beaches of the strait of Hormuz, Persian gulf, *Mar. Pollut. Bull.*, 114 (2): 1057-1062.
- [6] Lahens L., E. Strady, T. C. Kieu Le, R. Dris, K. Boukerma, E. Rinnert, J. Gasperi and B. Tassin (2018), Microplastic and microplastic contamination assessment of a tropical river (Saigon River, Vietnam) transversed by a developing megacity, *Environmental Pollution* 236, 661- 671.
- [7] Rochman S., Giles R., Nguyen C., Nguyễn Văn Công, Ngô Thị Ngọc, Hồ Thị Yến Thu, Mai Kiên Định (2019), *Nghiên cứu đánh giá hiện trạng ô nhiễm rác thải nhựa ở khu vực cửa sông ven biển - trường hợp thí điểm tại cửa Ba Lạt sông Hồng*, Hội thảo khoa học quốc tế ô nhiễm rác thải nhựa trên biển Việt Nam: Thực trạng và giải pháp, Hà Nội 11/2019, 103-121.
- [8] Hà Thị Hiền, Hoàng Thị Lan, Trần Đỗ Mai Trang, Nguyễn Thị Kim Cúc, Trần Mai Sen, Nguyễn Tuấn Long (2019), *Kết quả sơ bộ về ô nhiễm vi nhựa trong trầm tích bề mặt ở cửa sông Ba Lạt, miền Bắc Việt Nam*, Hội thảo khoa học quốc tế ô nhiễm rác thải nhựa trên biển Việt Nam: Thực trạng và giải pháp, Hà Nội 11/2019, 130-138.
- [9] Nguyễn Thị Thành Nhơn, Đặng Thị Yên Vy, Nguyễn Thảo Nguyên, Tô Thị Hiền (2019), *Vi nhựa trong cát biển Cần Giờ, Thành phố Hồ Chí Minh*, Hội thảo khoa học quốc tế ô nhiễm rác thải nhựa trên biển Việt Nam: Thực trạng và giải pháp, Hà Nội 11/2019, 139-148.
- [10] Phạm Hồng Tính, Trần Ngọc Yến, Nguyễn Thị Hồng Hạnh, Mai Sỹ Tuấn (2020), *Hiện trạng phân bố và tích lũy rác thải khó phân hủy trong hệ sinh thái rừng ngập mặn ven biển huyện Tiên Lãng, thành phố Hải Phòng*, Báo cáo khoa học về nghiên cứu và giảng dạy sinh học ở Việt Nam - Hội nghị khoa học Quốc gia lần thứ 4, 264-271, DOI: 10.15625/vap.2020.00032.
- [11] Lưu Việt Dũng, Trương Hữu Dực, Nguyễn Thị Hoàng Hà, Nguyễn Duy Tùng, Nguyễn Tài Tuệ, Phạm Văn Hiếu, Nguyễn Quốc Định, Mai Trọng Nhuận (2020), *Nghiên cứu phương pháp xác định hạt vi nhựa trong môi trường trầm tích bãi triều ven biển, áp dụng thử nghiệm tại xã Đa Lộc, huyện Hậu Lộc, tỉnh Thanh Hóa*, *Tạp chí Khí tượng Thủy văn*, 15, 1-12.