

KHẢO SÁT ĐỘ MẶN CỦA NƯỚC MẶT VÀ NƯỚC LỖ RỖNG TRONG MỘT SỐ THẨM THỰC VẬT NGẬP MẶN VEN SÔNG TIỀN, TỈNH TIỀN GIANG

Nguyễn Đức Hưng^{1}, Phạm Văn Ngọt², Quách Văn Toàn Em², Võ Thị Bích Thủy²*

¹ Khoa Sư phạm Khoa học Tự nhiên - Trường Đại học Sài Gòn

² Khoa Sinh học - Trường Đại học Sư phạm Thành phố Hồ Chí Minh

Ngày nhận bài: 25-5-2018; ngày nhận bài sửa: 04-6-2018; ngày duyệt đăng: 19-6-2018

TÓM TẮT

Sự thay đổi theo không gian và theo mùa về độ mặn, độ pH, độ dẫn điện (EC) và hàm lượng tổng chất rắn hòa tan (TDS) của nước mặt và nước lỗ rỗng đã được khảo sát trong một số thảm thực vật ngập mặn (TVNM) ven sông Tiền từ tháng 4 năm 2016 đến tháng 4 năm 2017. Tổng số 5 tuyến khảo sát (3 ô mẫu/tuyến) được lựa chọn để thu mẫu. Các kết quả của nghiên cứu góp phần hiểu rõ ảnh hưởng của độ mặn, pH, EC, và TSD đối với tính bền vững của những thảm TVNM ven sông này, đặc biệt trong bối cảnh biến đổi khí hậu.

Từ khóa: độ mặn, nước mặt, nước lỗ rỗng, sông Tiền, thực vật ngập mặn ven sông.

ABSTRACT

Investigation of the surface and pore-water salinity in the riparian mangroves along the Tiền river, Tiền Giang province

Spatial and seasonal changes in salinity, pH, electrical conductivity (EC) and total dissolved solids (TDS) of the surface and pore-water were investigated in the mangroves along the Tiền river from April 2016 to April 2017. Total 5 transects (3 plots/transect) were selected for sampling. The results of this study contribute to fully understand the impact of salinity, pH, EC, and TDS on sustainability of these riparian mangroves, particularly in the context of climate change.

Keywords: salinity, surface water, pore water, Tiền river, riparian mangrove.

1. Giới thiệu chung

TVNM là một trong những hệ sinh thái giàu carbon nhất trong sinh quyển [1], vì thế nó cung cấp nhiều sản phẩm và dịch vụ sinh thái có giá trị như: nuôi trồng thủy sản, ổn định bờ biển, lưu giữ lại các chất dinh dưỡng và phù sa, góp phần vào đa dạng sinh cảnh vùng ven bờ biển [2]. Các thảm TVNM ven sông là những vùng đất ngập nước quan trọng, làm môi trường sống cần thiết cho nhiều loài động thực vật, cá và các sinh vật phù du. Tuy nhiên, hệ sinh thái TVNM ven sông là một hệ thống mở, chịu tác động rất lớn các nguồn nước mặt, trầm tích và chất dinh dưỡng từ đầu vào của dòng chảy chính và của các khu dân cư ven sông [3]. Trong những năm gần đây, TVNM ven sông đã bị tác động rất nhiều do

* Email: duchung@sgu.edu.vn

biến đổi khí hậu và hoạt động của con người như chặt phá để khai thác thủy sản, sự gia tăng mật độ giao thông thủy, sự mở rộng đô thị hóa. Vì thế các chức năng sinh thái của TVNM, đặc biệt ở các vùng ven sông đã bị ảnh hưởng bởi những biến đổi về thủy chế, tốc độ trầm tích, sự xâm mặn. Những biến đổi này đã tác động trực tiếp đến tính chất của đất, sự tái sinh tự nhiên và sự phân bố của TVNM [4]. Hầu hết các loài TVNM ở những nơi có chế độ bán nhật triều đều thích nghi với độ mặn cao và sự phân vùng thực vật sẽ được hình thành và đáp ứng với sự thay đổi độ mặn của cả môi trường nước và đất. Mặc dù cũng có một số ý kiến cho rằng sự thay đổi về độ mặn là tự nhiên, nhưng hiện nay nó đã được công nhận là có ảnh hưởng theo mùa đến quá trình vận chuyển các vật chất, tính đa dạng của sinh học, và sự phân vùng thực vật trong các hệ sinh thái cửa sông [5], [6].

Trên hệ thống sông Cửu Long, do ảnh hưởng của chế độ bán nhật triều và có nhiều cửa sông thông ra biển, nên chế độ truyền mặn rất phức tạp [7]. Độ mặn ở các vùng cửa sông dao động theo thời gian và bị ảnh hưởng kết hợp bởi các nhân tố như chế độ ngập triều, lượng mưa và nước ngọt nội địa của hệ thống sông Mekong. Những tác động của sự xâm mặn đã được xác định là một trong những vấn đề môi trường nghiêm trọng nhất ở đồng bằng sông Cửu Long [8]. Mức độ xâm nhập mặn vào hệ thống sông ngòi, kênh rạch ở tỉnh Tiền Giang đang có diễn biến bất thường và phức tạp từ năm này qua năm khác. Nồng độ mặn thay đổi theo đặc thù từng năm phụ thuộc vào lượng nước đầu nguồn chảy vào cũng như các yếu tố khí tượng, thủy văn, thủy triều trên toàn vùng và theo thời gian. Do đó, việc theo dõi diễn biến độ mặn là hết sức quan trọng nhằm đưa ra những cảnh báo phục vụ sản xuất nông nghiệp, bảo vệ bền vững các hệ sinh thái tự nhiên. Theo kịch bản A2 về biến đổi khí hậu và nước biển dâng [9], vào giai đoạn 2020-2039, khi mực nước biển dâng 30cm thì chiều dài xâm mặn tăng lên từ 67 – 70km trên hệ thống sông Cửu Long. Sông Tiền thuộc tỉnh Tiền Giang bị xâm mặn hoàn toàn, vì thế hệ thống các kiểu TVNM ven sông chắc chắn có nhiều biến đổi so với hiện tại. Hơn nữa, cũng theo kịch bản này, trong tương lai sông Cửu Long bị tác động của biến đổi khí hậu sẽ làm cho dòng chảy của sông Tiền giảm đi. Điều đó có nghĩa là khả năng lũ trong mùa mưa và cạn kiệt trong mùa khô đều trở nên khắc nghiệt hơn, chưa tính đến khả năng khai thác nước ở thượng nguồn các sông này tăng lên [10]. Như vậy, trong bối cảnh biến đổi khí hậu, đặc biệt khi mực nước biển dâng cao, sự xâm mặn là một nguy cơ ngày càng gia tăng đối với sản xuất nông lâm ngư nghiệp, quản lý nguồn tài nguyên nước [11], cũng như có thể dẫn tới suy giảm nhanh chóng của TVNM trong khu vực đồng bằng sông Cửu Long.

Nồng độ của nhiều nguyên tố trong nước mặt tự nhiên bị phụ thuộc nhiều vào độ pH [12], do đó cần xem xét thông số này khi đánh giá độ mặn của nước mặt. Độ pH và độ mặn được xem là những nhân tố quan trọng, có ảnh hưởng trực tiếp đến những phản ứng lí hóa, và nồng độ các chất dinh dưỡng trong nước mặt [13], cũng như ảnh hưởng trực tiếp tới nhiều hoạt tính sinh học khác. Độ mặn cơ bản là nồng độ của tất cả muối hoà tan trong nước [14]. Đối với những khu vực biển hoặc ven biển, độ mặn được hiểu gần đúng hàm

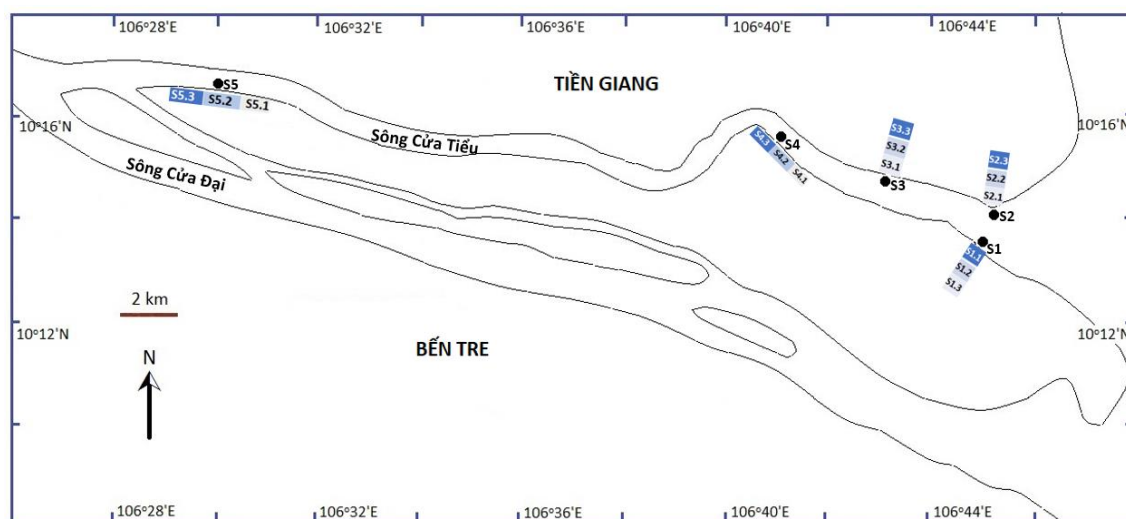
lượng NaCl. Trong một số trường hợp những mẫu nước mà thành phần muối chính không phải là NaCl, thì phép đo độ dẫn điện (EC) có thể được thay thế và gọi là độ mặn thực tế [15]. Ngoài ra, tổng chất rắn hòa tan (TDS) trong nước mặt cũng là một thông số có liên quan trực tiếp đến độ mặn và EC. Khi khảo sát sự thay đổi độ mặn và các thông số liên quan đến độ mặn (pH, EC, TDS) của nước mặt, việc xem xét tương tự đối với nước lỗ rỗng trong lớp trầm tích bề mặt (0 – 15cm) cũng đã được thực hiện trong nhiều nghiên cứu về sự trao đổi độ mặn của hệ sinh thái TVNM [16]; [17]. Tùy vào tính chất quan trọng của nghiên cứu về đặc điểm lí hóa của nước lỗ rỗng mà có thể áp dụng những cách thu mẫu nước lỗ rỗng khác nhau như dùng bơm chân không, li tâm mẫu trầm tích hay chỉ đơn giản là đào các lỗ trong bãi trầm tích gian triều và sau đó sẽ thu thập và phân tích phần nước thấm vào các lỗ đó [17].

Để tìm hiểu vai trò của một số nhân tố sinh thái liên quan đến tính bền vững của các thảm TVNM ven sông, đặc biệt trong bối cảnh biến đổi khí hậu hiện nay, chúng tôi thực hiện khảo sát theo mùa của độ mặn, pH, EC, TDS trong môi trường nước mặt và nước lỗ rỗng ở một số thảm TVNM phân bố từ vùng mặn nhiều (polyhaline) tới vùng mặn ít (oligohaline) dọc theo sông Tiền.

2. Vật liệu và phương pháp

2.1. Vị trí và đặc điểm khí hậu của khu vực nghiên cứu

Trên cơ sở quan sát từ ảnh vệ tinh (Google Earth) kết hợp với khảo sát thực địa sơ bộ vào tháng 3 năm 2016, và theo sự phân vùng đất ngập nước ven sông dựa vào độ mặn trung bình hàng năm [3], chúng tôi lựa chọn các thảm TVNM ven sông Tiền trong giới hạn địa phận hành chính thuộc tỉnh Tiền Giang, phân bố tập trung chủ yếu trên nhánh sông Cửa Tiểu để làm khu vực nghiên cứu (Hình 1).



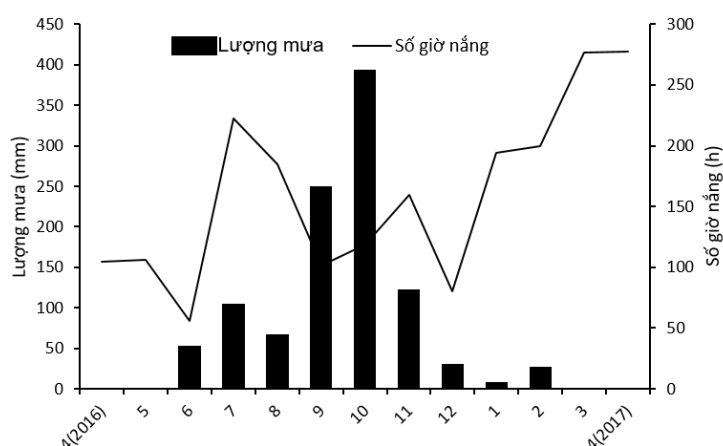
Hình 1. Vị trí của các tuyến nghiên cứu

+ Khu vực cửa sông Cửa Tiểu, cách cửa biển từ 0 – 5 km, có độ mặn nhiều (18 – 30g/L). Trong vùng này có 2 tuyến khảo sát thẳng góc với hướng dòng chảy, tuyến S1 dài 150m thuộc bờ phía Nam và tuyến S2 dài 140m thuộc bờ phía Bắc.

+ Khu vực giữa, cách cửa biển từ 5 – 10 km, có độ mặn trung bình (5 – 18g/L). Trong vùng này có 2 tuyến khảo sát: tuyến S3 dài 90m thuộc bờ phía Nam, cách 5 km từ cửa sông, gần trạm thủy văn Vàm Kênh, thẳng góc với hướng dòng chảy; tuyến S4 cách cửa biển 8km, song song với hướng dòng chảy, chiều rộng đai thực vật khá hẹp (50 – 55m).

+ Khu vực thượng nguồn sông Cửa Tiểu, cách cửa biển từ 10 – 35km, có độ mặn ít (0,5 – 5g/L), gần vị trí phân lưu của sông Tiền thành sông Cửa Tiểu và sông Cửa Đại. Trong vùng này có tuyến S5 cách cửa biển khoảng 30km, chiều rộng đai thực vật khá hẹp (20 – 30m).

Tỉnh Tiền Giang nằm trong vùng nhiệt đới gió mùa pha lẫn khí hậu biển, có sự phân hóa thành 2 mùa rõ rệt, mùa khô và mùa mưa, do tác động của gió mùa vào mùa khô, kết hợp với hoạt động của thủy triều làm tình hình xâm mặn vào sâu trong đất liền. Trong mùa mưa có gió mùa Tây Nam tạo ra mưa lớn cho khu vực này. Nước mưa cùng với nước sông từ thượng nguồn làm cho nồng độ của muối ở trong nước giảm, tạo cho môi trường thuận lợi cho một số loài cây ngập mặn phát triển. Cụ thể, trong thời gian nghiên cứu, lượng mưa lớn kéo dài từ đầu tháng 7 đến cuối tháng 12, đạt cao điểm vào tháng 10, thời gian này được xem như là mùa mưa. Mùa khô bắt đầu đầu tháng 1 và kết thúc vào cuối tháng 6 (Hình 2). Nhiệt độ không khí trung bình dao động từ 26°C đến 29°C theo số liệu của trạm khí tượng thủy văn Gò Công – Tiền Giang. Tổng số giờ nắng trung bình hàng tháng cao nhất vào giữa mùa khô (tháng 3 và tháng 4). Tuy nhiên, sự khác biệt có thể rất cao giữa các tháng và mùa của năm. Biên độ dao động triều trung bình trong thời gian nghiên cứu là 2,95m (số liệu Trạm Mỹ Tho – Tiền Giang)



Hình 2. Biểu đồ nhiệt lượng của khu vực nghiên cứu (số liệu trạm khí tượng thủy văn Gò Công – tỉnh Tiền Giang)

Để có những thông tin đánh giá sự thay đổi độ mặn theo mùa của nước mặt và nước lỗ rỗng trong một số kiểu thảm TVNM ven sông, trong mỗi vị trí nghiên cứu, chúng tôi lựa chọn 3 ô mẫu tiêu chuẩn (10m x 10m). Các ô mẫu tiêu chuẩn này được xem xét độ cao tương đối của thềm nền so với mực nước biển trung bình dành cho nhóm các loài TVNM Đông Nam Á [18] và những loài TVNM ưu thế hiện diện trong mỗi ô mẫu (Bảng 1).

2.2. Thu mẫu nước mặt và nước lỗ rỗng

Mẫu nước mặt và nước lỗ rỗng được thu thập trong khoảng thời gian thủy triều xuống thấp. Các đợt thực địa vào tháng 04/2016 và tháng 04/2017 đại diện cho mùa khô, tháng 7/2016 và tháng 12/2016 đại diện cho mùa mưa.

Bảng 1. Đặc điểm các ô mẫu đại diện cho các kiểu thảm TVNM ven sông Tiền

Tuyến	Tọa độ	Ô mẫu	E (cm)	Phân vùng	Thực vật ưu thế	H	Thủy chế và thềm nền
S1	10°15'30.62"N 106°44'57.38"E (Bờ phía Nam của cửa sông Cửa Tiểu)	S1.1	39	Thấp	Bần chua (<i>Sonneratia caseolaris</i>)	0	Ngập triều, gần cửa sông nhất, sát bờ sông. Sét mềm, đi lún 20 – 25cm, nhiều rễ cây
		S1.2	78	Trung bình	Bần chua, Mắm trắng (<i>Avicennia alba</i>), Trang (<i>Kandelia candel</i>); Dừa lá (<i>Nypa fruticans</i>)	1.01	Ngập triều, cách bờ sông 50m, sét, đi lún 10–15cm, ít rễ cây
		S1.3	115	Cao	Bần chua, Mắm trắng, Trang, Dừa lá.	1.14	Ngập triều; gần khu dân cư, cách bờ 150m, Sét, đi lún 10–15cm, ít rễ cây
S2	10°15'58.74"N 106°45'21.78"E (Bờ phía Bắc của cửa sông Cửa Tiểu)	S2.1	30	Thấp	Bần chua, nhiều cây con, cao 0,5 – 2m	0	Ngập triều, gần cửa sông, sát bờ sông, Sét mềm, đi lún 30– 40cm, nhiều rễ cây
		S2.2	55	Trung bình	Bần chua, nhiều cây trưởng thành, cao 10 – 15 m.	0	Ngập triều, giữa lát cát, cách bờ 50m, đi lún 20 – 15cm, nhiều rễ cây
		S2.3	115	Cao	Bần chua, Mắm trắng. Có một số cây già cỗi	0.39	Ngập triều; sát đê sông, cách bờ 100m, đi lún 10– 15cm, ít rễ cây
S3	10°16'30.13"N 106°44'0.61"E (Gần trạm Vàm Kênh, cách 3 km từ cửa sông)	S3.1	36	Thấp	Bần chua, cao 10 – 15 m	0	Ngập triều, gần cửa sông, sát bờ, sét mềm
		S3.2	96	Trung bình	Bần chua, Mắm trắng, Trang.	0.49	Ngập triều, cách bờ 50m, đi lún 10–15cm
		S3.3	106	Cao	Bần chua, Mắm trắng, Trang, Dừa lá.	1.17	Ngập triều, cách bờ 100m, đi lún 10–15cm
S4	10°16'23.44"N 106°42'29.52"E	S4.1	145	Cao	Chà là biển (<i>Phoenix paludosa</i>)	0	Hiếm khi ngập triều, thềm nền cứng, vùng bờ bị xói lở nhiều

	10°17'26.98N 106°41'5.61E	S4.2	87	Trung bình	Bần chua thành	trường	0	Ngập triều, sát bờ, thể nền mềm, nhiều rễ cây
	10°17'18.17"N 106°41'13.86"E	S4.3	85	Trung bình	Bần chua thành	trường	0	Ngập triều; sát bờ, thể nền mềm, nhiều rễ cây
	10°18'5.70"N 106°31'39.94"E	S5.1	95	Trung bình	Bần chua,	Dừa lá	0.47	Ngập triều; sát bờ, sét mềm, nhiều rễ cây
S5	10°18'9.24N 106°31'20.88"E	S5.2	93	Trung bình	Bần chua,	Dừa lá	0.69	Ngập triều; gần bờ, sét mềm, nhiều rễ cây
	10°18'20.74"N 106°29'37.93"E	S5.3	115	Cao	Dừa lá, có nhiều cây con		0	Ngập triều, thể nền bùn sét mềm, lún 20-30cm, ngọt hóa vào mùa mưa

E: Độ cao tương đối của bề mặt thể nền so với mực nước biển trung bình; H: chỉ số đa dạng Shannon.

Đối với nước mặt trên sông, điểm lấy mẫu chính là ở tầng nước mặt (0 – 50cm), ở giữa dòng chảy. Tại mỗi tuyến, 3 mẫu nước mặt được thu thập trong mỗi đợt thực địa. Thu mẫu nước lỗ rỗng trong lớp trầm tích bề mặt cùng thời điểm với các mẫu nước mặt, bằng cách đào ngẫu nhiên 3 lỗ sâu 15cm trong mỗi ô mẫu tiêu chuẩn, chờ từ 20 – 30 phút và thu mẫu nước thấm vào lỗ đã đào [17]. Như vậy, tại mỗi tuyến nghiên cứu sẽ có 9 mẫu nước lỗ rỗng được thu thập.

Các thông số pH, Độ mặn, độ dẫn điện đều được tiến hành đo tại thực địa. Độ mặn (g/L) của nước mặt và nước lỗ rỗng (qua giấy lọc GF/C, Whatman) được đo bằng khúc xạ kế (HI FR, HANNA Instruments). pH được xác định bằng cách sử dụng một máy đo độ pH EcoTest với dung dịch đệm 4 và 7 (HANNA Instruments). Độ dẫn điện (mS/cm) được xác định bằng máy đo độ dẫn có chế độ bù nhiệt độ tự động (MW302, Milwaukee). Để đo tổng rắn hòa tan (TDS), một thể tích 20 mL mẫu nước sau khi khuấy được lọc qua giấy lọc (GF/C, Whatman) đặt trên một cốc Becher loại 50 mL. Cốc chứa được làm bay hơi ở $180 \pm 2^\circ\text{C}$, sau đó làm nguội và cân lại. Sự khác biệt về trọng lượng của cốc trước và sau khi làm khô là tổng lượng chất rắn hòa tan (g/L) [19]. Tính đa dạng của các kiểu thảm TVNM được tính bằng chỉ số đa dạng Shannon (H): $H = -(p_A \cdot \ln p_A + p_B \cdot \ln p_B + p_C \cdot \ln p_C + \dots)$. Trong đó, p_A, p_B là độ phong phú tương đối của loài A, loài B. Độ cao tương đối của bề mặt thể nền so với mực thủy triều trung bình được đo cách sử dụng ống cân mực nước.

2.3. Phân tích số liệu

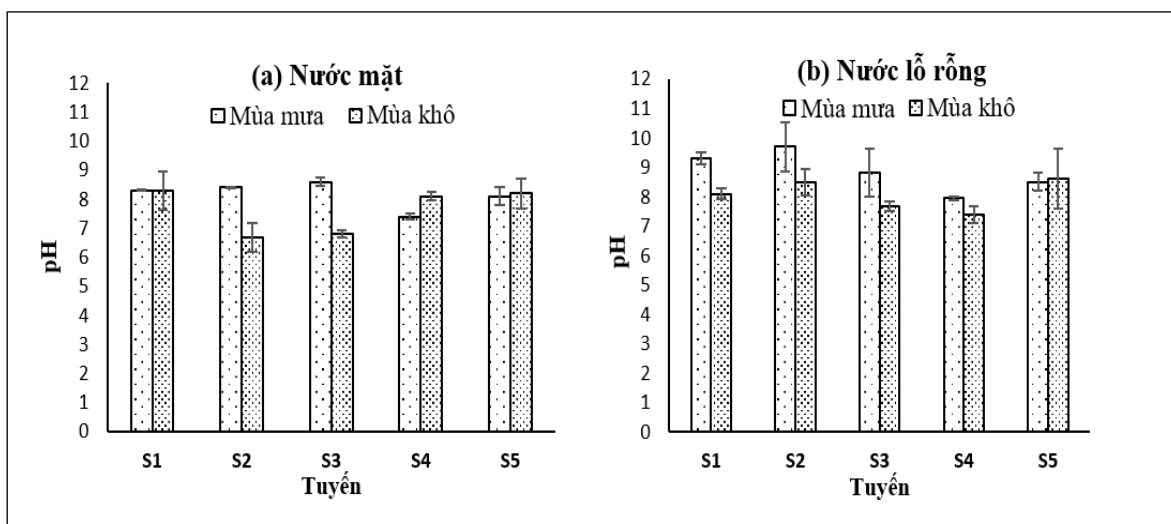
Đối với mỗi tuyến khảo sát, các giá trị trung bình của các thông số của nước mặt (n=6) và nước lỗ rỗng (n = 18) được tính toán theo mùa. Tuy nhiên, để đánh giá ảnh hưởng của độ cao tương đối so với mực nước biển trung bình, các ô mẫu thuộc cùng nhóm cao độ

(Bảng 1) sẽ được nhóm lại và giá trị trung bình của các thông số theo mỗi nhóm được tính toán. Sự khác biệt giữa mùa mưa và mùa khô của các giá trị trung bình của mỗi tuyến được xác định bằng phương pháp ANOVA một chiều. Phương pháp kiểm định LSD được dùng để so sánh trung bình giữa các tuyến nghiên cứu. Phương pháp kiểm định Gabriel được áp dụng để so sánh trung bình giữa các nhóm độ cao vì kích thước mẫu của mỗi nhóm là không đồng đều. Các mối tương quan giữa độ mặn của nước mặt hay nước lỗ rỗng với các thông số pH, EC, và TDS được xác định bằng hệ số tương quan Pearson theo từng mùa riêng biệt. Tất cả các phân tích thống kê được thực hiện bởi phần mềm SPSS 20.0 (IBM Corp. Released 2011. IBM SPSS Statistics for Windows. Armonk, NY: IBM Corp).

3. Kết quả và thảo luận

3.1. Độ pH

Trong khoảng thời gian 4/2016 – 4/2017, nhìn chung thông số pH không thay đổi nhiều theo mùa cũng như giữa các vị trí nghiên cứu. Sự khác biệt của pH nước mặt so với nước lỗ rỗng là không đáng kể. Dao động pH nước mặt ở tất cả các vị trí nghiên cứu là tương đối hẹp (7,4 – 8,6) vào mùa mưa và hẹp hơn (6,7 – 8,3) vào mùa khô (Hình 3a). Biên độ dao động pH của nước mặt nằm trong giới hạn cho phép theo QCVN 08:2008, (2008), và cho phép sự phát triển của TVNM ven sông. Nếu so sánh pH của vùng cửa sông (vị trí S1 và S2), đây là nơi pha trộn nước sông với nước biển, biên độ dao động này rộng hơn so với kết quả ghi nhận trong năm 2015, tại cửa sông Cửa Tiểu, pH dao động trong khoảng 7,3 – 7,5 [20].



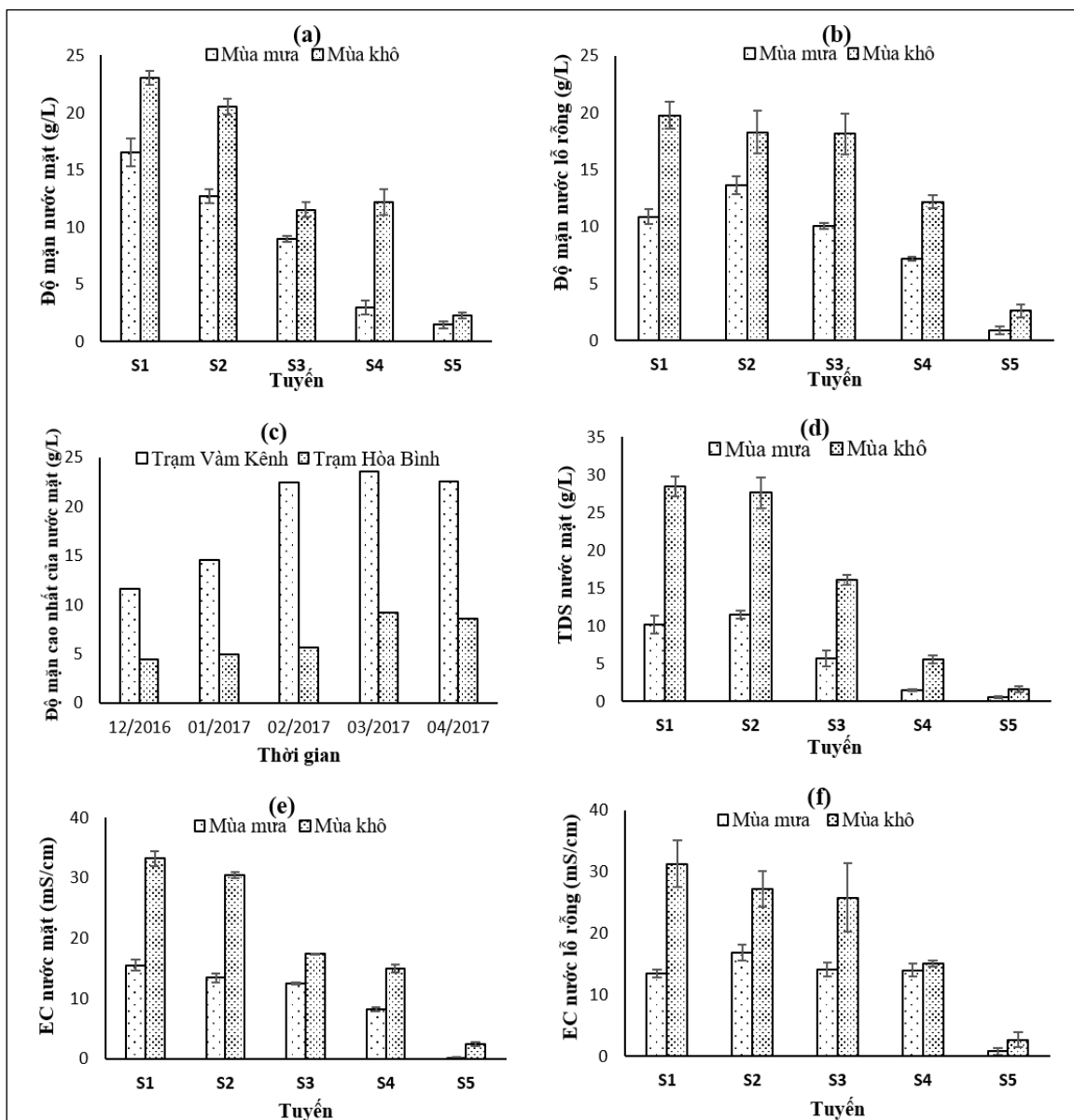
Hình 3. Sự thay đổi pH theo mùa của nước mặt và nước lỗ rỗng

Giá trị trung bình của pH trong nước lỗ rỗng cho thấy trong tất cả các vị trí nghiên cứu có độ kiềm khá cao (7,95 – 9,70) hơn so với nước mặt, tuy nhiên sự khác biệt này không có ý nghĩa thống kê ($p > 0,05$). Thông thường trong rừng ngập mặn, pH thấp mới là vấn đề nghiêm trọng và liên quan đến sự giải phóng nhiều kim loại độc. Trong các thảm TVNM ven sông Tiền, sự thay đổi pH có thể chưa phải là vấn đề nghiêm trọng, độ pH cao nhất của nước lỗ rỗng là 10,2, tại ô mẫu S2.1.

3.2. Độ mặn, độ dẫn điện và hàm lượng tổng chất rắn hòa tan

Độ mặn nước mặt và nước lỗ rỗng có xu hướng giảm dần về phí thượng nguồn và giảm rõ rệt vào mùa mưa (Hình 4a và 4b). Tại mỗi vị trí, không có sự chênh lệch rõ ràng về độ mặn của nước mặt so với nước lỗ rỗng. Điều này có thể do lớp trầm tích bề mặt (0 – 15cm) thường xuyên tiếp xúc với nước mặt, và các ô mẫu đều có thực vật che phủ nên tỉ lệ bốc thoát hơi thấp.

Khu vực cửa biển (vị trí S1 và S2) có độ mặn cao nhất của nước mặt là 23g/L và 16,5g/L vào mùa mưa tại vị trí S1. Đối với nước lỗ rỗng độ mặn cao nhất là 21,1g/L vào mùa khô và 14,1g/L vào mùa mưa tại vị trí S1. Tại vị trí S5 xa cửa biển nhất, độ mặn thường nhỏ hơn 5g/L. Theo dõi diễn biến độ mặn cao nhất của nước mặt được ghi nhận tại Trạm thủy văn Vàm Kênh (cách cửa biển 5km) và Trạm thủy văn Hòa Bình (cách cửa biển 30km) trên sông Cửa Tiểu (Hình 4c), chúng tôi nhận thấy độ mặn cao nhất tập trung vào cuối mùa khô, dao động 20 – 25g/L. Các giá trị đo độ mặn trong nghiên cứu này cũng phù hợp và nằm trong biên độ theo dõi của các trạm thủy văn nói trên. Như vậy, sự phân vùng TVNM ven sông Tiền dựa theo độ mặn có sự thay đổi theo mùa, trong mùa khô gồm 3 phân vùng khác nhau (mặn nhiều, mặn trung bình và mặn ít), trong mùa mưa chỉ còn lại vùng mặn vừa (vị trí S1 và S2) và các vị trí còn được xem là vùng mặn ít. Độ mặn đóng vai trò rất quan trọng trong việc phân bố và tăng trưởng của các loài TVNM. Nhìn chung, TVNM chịu được độ mặn cao hơn các loài thực vật khác, tuy nhiên chúng các cây con TVNM thích nghi và phát triển tốt khi có độ mặn vừa phải [21], khi độ mặn quá thấp thì tính cạnh tranh của chúng bị suy giảm đáng kể. Các thực nghiệm chứng minh khi độ mặn cao, các cây con của TVNM phải sử dụng nhiều năng lượng hơn để duy trì cân bằng nước và nồng độ ion hơn là để tăng trưởng và phát triển [22], [23]. Trong nghiên cứu của chúng tôi, các giá trị về độ mặn khác nhau tại các vị trí và theo mùa nhưng vẫn nằm trong vùng cho phép sự tăng trưởng và phát triển bình thường của các thảm TVNM.



Hình 4. Diễn biến theo mùa của độ mặn, tổng rắn hòa và EC tại các tuyến khảo sát

Tổng chất rắn hòa tan (TDS) là một phần quan trọng của khối lượng nước, có ảnh hưởng rất quan trọng đối với TVNM do liên quan đến cân bằng áp suất thẩm thấu, sự trao đổi chất với môi trường, và phạm vi phân bố của các loài. Do lượng mẫu nước lỗ rỗng không đủ để tiến hành lặp lại các phép đo TDS nên chỉ tính TDS đối với nước mặt. Kết quả cho thấy có sự khác biệt đáng kể ($p < 0,05$) giữa các vị trí (ngoại trừ giữa vị trí S1 và S2) và giữa các mùa ($p < 0,01$). Các vị trí S1 và S2 có các giá trị TDS gần bằng nhau do khoảng cách giữa hai vị trí này không đáng kể. Hàm lượng TDS của nước mặt vào mùa khô dao động từ 27,62 đến 28,45g/L trong vùng mặn nhiều (S1 và S2), và từ 1,52 đến 5,67g/L trong vùng mặn trung bình (S3 và S4) và 0,54g/L tại vùng mặn ít (S5). Vào mùa

mưa, hàm lượng TDS giảm xuống khoảng 3 lần so với mùa khô (Hình 4d). TDS thường liên quan đến độ mặn và có một sự tương quan thuận chặt chẽ với độ dẫn điện (Bảng 3).

Sự biến đổi EC đã được quan sát theo mùa ở tất cả các vị trí trong giai đoạn nghiên cứu (Hình 4e và 4f). EC của các mẫu nước mặt và nước lỗ rỗng thay đổi đáng kể giữa các vị trí ($p < 0,05$) và giữa các mùa ($p < 0,01$). Vào mùa khô, EC cao nhất của nước mặt được tìm thấy là 30,5 – 33,2mS/cm ở khu vực mặn nhiều, 15 – 17,4mS/cm ở khu vực mặn trung bình và 2,4mS/cm ở khu vực mặn ít. Trong mùa mưa, EC giảm đáng kể và có xu thế biến đổi tương tự như trong mùa khô (Hình 4e). EC của nước lỗ rỗng có xu hướng biến đổi tương tự như EC của nước mặt và không có sự khác biệt rõ so với nước mặt. Độ lệch chuẩn của EC nước lỗ rỗng trong mùa khô tương đối cao thể hiện ảnh hưởng chi phối độ cao thể nền và sự đa dạng loài của các ô mẫu trong mỗi vị trí nghiên cứu (Hình 4f). Như vậy, tương tự như độ mặn và TDS, EC của vùng cửa sông có xu hướng biến đổi nhiều theo mùa và theo vị trí, vì chúng chịu ảnh hưởng liên tục bởi sự pha trộn của nước ngọt và nước mặn.

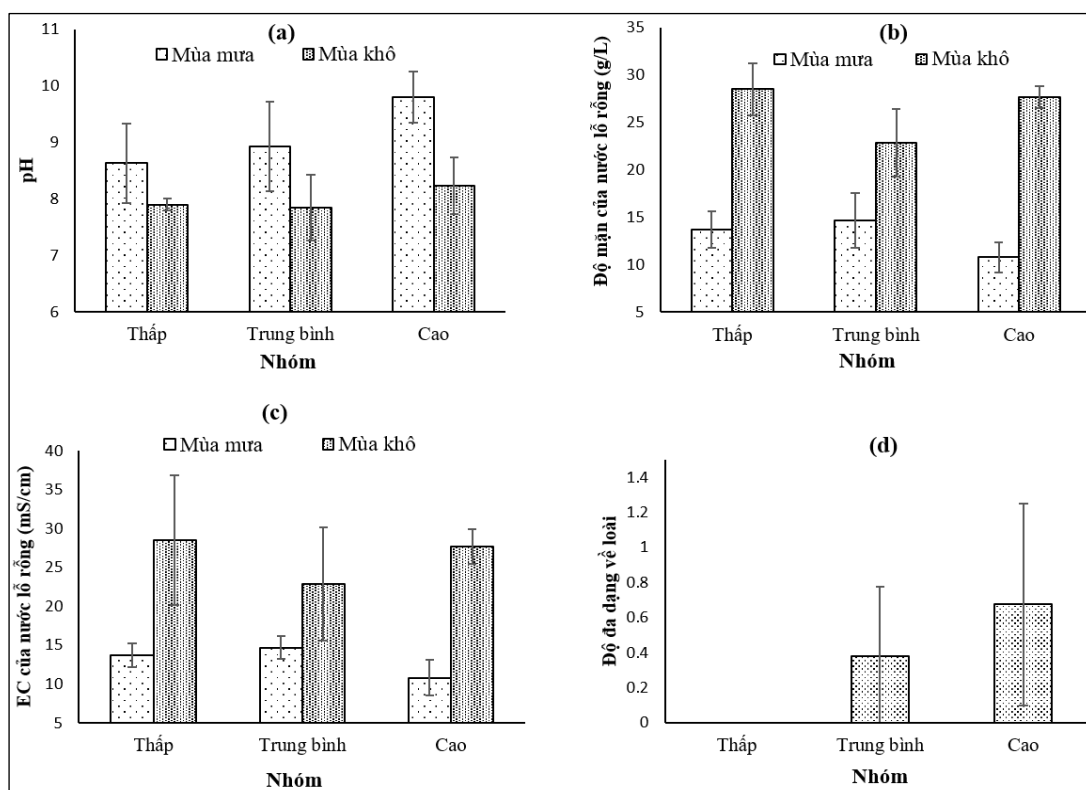
3.3. Ảnh hưởng của độ cao bề mặt thể nền đến pH, độ mặn, EC của nước lỗ rỗng và độ đa dạng loài

Căn cứ vào độ cao tương đối của bề mặt thể nền so với mực nước biển trung bình [18] và độ đa dạng loài, các thảm TVNM ven sông Tiền có thể được sắp xếp thành 3 nhóm cơ bản. Nhóm 1 thuộc vùng thấp (0 – 50cm), thảm thực vật thuần loài, gồm 3 ô mẫu đại diện (S1.1; S2.1 và S3.1). Nhóm 2 thuộc vùng có độ cao trung bình (50 – 100cm), có từ 1 – 2 loài ưu thế, gồm 5 ô mẫu đại diện (S1.2; S2.2; S3.2; S4.2 và S4.3). Nhóm 3 thuộc vùng có độ cao trên 100cm, có hơn 2 loài ưu thế, gồm 3 ô mẫu đại diện (S1.3; S2.3 và S3.3). Ô mẫu S4.1 có thể nền cao trên 100cm, thuần loài ưu thế Chà là biển *Phoenix paludosa* nhưng chúng tôi không thu được mẫu nước lỗ rỗng (Bảng 1). Vị trí S5 nằm khá xa cửa biển, và bị ngọt hóa vào mùa mưa nên chúng tôi đã loại bỏ vị trí này khi xem xét tác động của độ cao tương đối và tính chất mùa đến các thông số khảo sát. Hay nói cách khác, chúng tôi chỉ xem xét các TVNM thuộc khu vực mặn nhiều đến mặn trung bình trên sông Tiền. Chỉ số đa dạng H được thu thập 1 lần vào mùa mưa nên không xem xét ảnh hưởng của tính chất mùa đối với thông số này. Các số liệu trung bình của các ô mẫu thuộc cùng một nhóm độ cao được trình bày ở Bảng 2 và Hình 5.

Bảng 2. Giá trị pH, độ mặn, EC của nước lỗ rỗng và độ đa dạng loài của các nhóm TVNM

Nhóm	pH		Độ mặn (g/L)		EC (mS/cm)		H
	MM	MK	MM	MK	MM	MK	
Thấp	8.63 ±0.70	7.90 ±0.10	11.96 ±1.94	19.23 ±2.73	13.70 ±1.47	28.50 ±8.38	0
TB	8.63 ±0.71	7.84 ±0.58	9.90 ±2.89	15.96 ±3.53	14.70 ±1.51	22.86 ±7.25	0.38 ±0.3
Cao	8.63 ±0.72	8.23 ±0.50	10.90 ±1.57	18.53 ±1.15	10.78 ±2.28	27.70 ±2.27	0.67 ±0.5

TB: trung bình; MM: mùa mưa; MK: mùa khô; H: chỉ số đa dạng loài Shannon.



Hình 5. pH, độ mặn, EC của nước lỗ rỗng và độ đa dạng về loài trong các nhóm TVNM

Tác động của tính chất mùa thể hiện rất rõ ($p < 0,01$) đối với pH, độ mặn và EC của nước lỗ rỗng thu thập trong các nhóm TVNM có độ cao khác nhau (Hình 5a, 5b và 5c). Điều này cũng cho thấy khả năng thích nghi với độ mặn rộng của các thảm TVNM ven sông Tiền. Chú ý là độ pH của nước lỗ rỗng không thể hiện khác biệt theo mùa khi xem xét giá trị trung bình của từng các vị trí nghiên cứu (Hình 3b), nhưng khi xét ở độ cao khác nhau thì tính chất mùa đã có ảnh hưởng đến pH, cụ thể là pH mùa mưa cao hơn mùa khô và tăng dần theo độ cao (Hình 5a). Nghiên cứu ảnh hưởng của độ cao thể nền đến sự thay đổi về độ mặn và các thông số liên quan trong nước lỗ rỗng chưa cho thấy sự khác biệt có ý nghĩa thống kê ($p > 0,05$). Điều này có thể do độ cao tương đối (0 – 150cm) của các nhóm TVNM mà chúng tôi xem xét vẫn còn nằm trong biên độ dao động triều của sông Tiền, nên sự đồng hóa môi trường nước lỗ rỗng của lớp trầm tích bề mặt vẫn xảy ra mạnh. Độ đa dạng loài theo chỉ số Shannon trong mùa mưa có sự khác biệt ($p < 0,05$) ở những vùng có độ cao khác nhau (Hình 5d), điều này cho thấy cần tìm hiểu thêm những nhân tố sinh thái ngoài độ mặn, có thể ảnh hưởng đến tính đa dạng loài TVNM trong khu vực này, chẳng hạn như các đặc điểm hóa lí và động học của thể nền có thể ảnh hưởng tới khả năng phân bố và tái sinh của các loài dẫn tới sự khác nhau về tính đa dạng loài ở những vùng thực vật có độ cao bề mặt thể nền khác nhau.

3.4. Tương quan giữa độ mặn với các thông số liên quan đến độ mặn

Từ các số liệu thu thập được về độ mặn và các thông số liên quan khác trong các thảm TVNM ven sông Tiền, tiến hành xác định các giá trị trung bình cho 5 vị trí đối với nước mặt và cho 14 ô mẫu đối với nước lỗ rỗng (ngoại trừ ô mẫu S4.1). Sau đó xác định tương quan giữa các cặp thông số thông qua hệ số Pearson.

Bảng 3. Hệ số tương quan giữa độ mặn với các thông số liên quan

		pH	Độ mặn	EC	TDS
Nước mặt	Mùa mưa	pH	1		
		Độ mặn	0,593	1	
		EC	0,414	0,896*	1
		TDS	0,602	0,951*	0,854
	Mùa khô	pH	1		
		Độ mặn	-0,208	1	
		EC	-0,280	0,994**	1
		TDS	-0,398	0,927*	0,961**
Nước lỗ rỗng	Mùa mưa	pH	1		
		Độ mặn	0,542*	1	
		EC	0,433	0,932**	1
	Mùa khô	pH	1		
		Độ mặn	-0,277	1	
		EC	-0,215	0,985**	1

** Giá trị hệ số tương quan Pearson ứng với $p < 0,01$; * Giá trị hệ số tương quan Pearson ứng với $p < 0,05$.

Đối với nước mặt, độ mặn có sự tương quan thuận với TDS ($p < 0,05$), tương quan thuận với EC trong mùa mưa ($p < 0,05$) và càng thể hiện rõ hơn trong mùa khô ($p < 0,01$). Đối với nước lỗ rỗng, giữa pH và độ mặn có tương quan với nhau vào mùa mưa ($p < 0,05$). Độ mặn của nước lỗ rỗng luôn tương quan thuận rất chặt với EC ($p < 0,01$) trong cả hai mùa (Bảng 3).

4. Kết luận

Các kết quả cho thấy pH của nước mặt và nước lỗ rỗng mang tính kiềm và không có khác biệt giữa các tuyến nghiên cứu cũng như theo mùa. Sự thay đổi về độ mặn vẫn nằm trong giới hạn cho phép sự sinh trưởng và phát triển của TVNM ven sông. Trong giới hạn 0 – 150cm của bề mặt thể nền so với mực nước biển trung bình, độ mặn của nước lỗ rỗng không có sự khác biệt, tuy nhiên độ dạng loài cao được tìm thấy ở những thảm TVNM có thể nền cao (100 – 150cm). Độ mặn của nước mặt và nước lỗ rỗng đều có sự tương quan thuận với độ dẫn điện, đặc biệt là trong mùa khô.

❖ **Tuyên bố về quyền lợi:** Các tác giả xác nhận hoàn toàn không có xung đột về quyền lợi.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

- [1] D. C. Donato, J. B. Kauffman, D. Murdiyarso, S. Kurnianto, M. Stidham, and M. Kanninen, "Mangroves among the most carbon-rich forests in the tropics," *Nat. Geosci.*, vol. 4, no. 5, pp. 293-297, May 2011.
- [2] J. O. Bosire *et al.*, "Functionality of restored mangroves: A review," *Aquat. Bot.*, vol. 89, no. 2, pp. 251-259, Aug. 2008.
- [3] G. L. Bruland, "Coastal wetlands: function and role in reducing impact of land-based management," *Coast. Watershed Manag.*, vol. 13, p. 40, 2008.
- [4] S. C. Yang, S. S. Shih, G. W. Hwang, J. B. Adams, H. Y. Lee, and C. P. Chen, "The salinity gradient influences on the inundation tolerance thresholds of mangrove forests," *Ecol. Eng.*, vol. 51, pp. 59-65, 2013.
- [5] M. C. Ball and S. M. Pidsley, "Growth Responses to Salinity in Relation to Distribution of Two Mangrove Species, *Sonneratia alba* and *S. lanceolata*, in Northern Australia," *Funct. Ecol.*, vol. 9, no. 1, pp. 77-85, 1995.
- [6] M. Lenkopane, A. D. Werner, D. A. Lockington, and L. Li, "Influence of variable salinity conditions in a tidal creek on riparian groundwater flow and salinity dynamics," *J. Hydrol.*, vol. 375, no. 3, pp. 536-545, 2009.
- [7] Trần Quốc Đạt, Nguyễn Hiếu Trung, và K. Likitdecharotes, "Mô phỏng xâm nhập mặn đồng bằng sông Cửu Long dưới tác động mực nước biển dâng và sự suy giảm lưu lượng từ thường nguồn," *Tạp chí Khoa học Đại học Cần Thơ*, vol. 21, pp. 141-150, 2012.
- [8] J. E. J. Hagenvoort and V. Đ. P. Trí, "Adaptation to Saline Intrusion in the Coastal Area of Vĩnh Châu, the Vietnamese Mekong Delta," *VNU J. Sci. Earth Environ. Sci.*, vol. 29, no. 3, pp. 55-63, 2013.
- [9] Bộ Tài nguyên và Môi trường, "Kịch bản biến đổi khí hậu và nước biển dâng tại Việt Nam," 2012.
- [10] Nguyễn Đình Tuấn và Báo Văn Tuy, "Tác động của biến đổi khí hậu đến tỉnh An Giang và giải pháp ứng phó," *Tạp chí Khí tượng Thủy văn*, vol. 9, pp. 21-26, 2014.
- [11] CGIAR Research Program on Climate Change, Agriculture and Food Security - Southeast Asia (CCAFS SEA), "Assessment Report: The drought and salinity intrusion in the Mekong River Delta of Vietnam," CGIAR Research Program on Climate Change, Agriculture and Food Security (CCAFS), Hanoi, Vietnam, 2016.
- [12] B. Frengstad, D. Banks, and U. Siewers, "The chemistry of Norwegian groundwaters: IV. The pH-dependence of element concentrations in crystalline bedrock groundwaters," *Sci. Total Environ.*, vol. 277, no. 1-3, pp. 101-117, Sep. 2001.
- [13] D. Banks, H. Markland, P. V. Smith, C. Mendez, J. Rodriguez, A. Huerta and O. M. Sæther, "Distribution, salinity and pH dependence of elements in surface waters of the catchment areas of the Salars of Coipasa and Uyuni, Bolivian Altiplano," *J. Geochem. Explor.*, vol. 3, no. 84, pp. 141-166, 2004.
- [14] R. G. Wetzel, *Limnology: lake and river ecosystems*. Gulf Professional Publishing, 2001.

- [15] R. J. Wagner, R. W. Boulger Jr, C. J. Oblinger, and B. A. Smith, "Guidelines and standard procedures for continuous water-quality monitors: station operation, record computation, and data reporting: U.S. Geological Survey Techniques and Methods 1–D3, 51 p.+ 8 attachments; accessed April 10, 2006, at <http://pubs.water.usgs.gov/tm1d3>," 2006.
- [16] C. T. Hackney and A. A. de la Cruz, "Changes in interstitial water salinity of a Mississippi tidal marsh," *Estuaries*, vol. 1, no. 3, pp. 185-188, Sep. 1978.
- [17] J. O. Bosire, F. Dahdouh-Guebas, J. G. Kairo, and N. Koedam, "Colonization of non-planted mangrove species into restored mangrove stands in Gazi Bay, Kenya," *Aquat. Bot.*, vol. 76, no. 4, pp. 267-279, Aug. 2003.
- [18] A. F. Van Loon, B. Te Brake, M. H. J. Van Huijgevoort, and R. Dijkma, "Hydrological Classification, a Practical Tool for Mangrove Restoration," *PLoS ONE*, vol. 11, no. 3, p. e0150302, Mar. 2016.
- [19] O. US EPA, "Total Dissolved Solids (TDS): EPA Method 160.1 (Gravimetric, Dried at 180 degrees C)," *US EPA*, 17-Jun-2015. [Online]. Available: <https://www.epa.gov/quality/total-dissolved-solids-tds-epa-method-1601-gravimetric-dried-180-degrees-c>. [Accessed: 05-Mar-2018].
- [20] Hoàng Thị Quỳnh Diệu, Nguyễn Hải Phong, và Nguyễn Văn Hợp, "Nghiên cứu đánh giá chất lượng nước sông Tiền," *Tạp chí Phân tích Hóa Lí và Sinh học*, vol. 21, no. 1, pp.38-48, 2016.
- [21] K. Kathiresan, N. Rajendran, and G. Thangadurai, "Growth of mangrove seedlings in the intertidal area of Vellar estuary, southeast coast of India," *IJMS Vol253 Sept. 1996*, vol. 25, no. 3, pp. 240-243, 1996.
- [22] B. Clough, "Growth and salt balance of the mangroves *Avicennia marina* (Forsk.) Vierh. and *Rhizophora stylosa* Griff. in relation to salinity," *Funct. Plant Biol.*, vol. 11, pp. 419-430, 1984.
- [23] H. T. Nguyen, D. E. Stanton, N. Schmitz, G. D. Farquhar, and M. C. Ball, "Growth responses of the mangrove *Avicennia marina* to salinity: development and function of shoot hydraulic systems require saline conditions," *Ann. Bot.*, vol. 115, no. 3, pp. 397-407, Feb. 2015.