

NGHIÊN CỨU DỰ BÁO CHIỀU DÀI XÂM NHẬP MẶN TRÊN NHÁNH SÔNG CỎ CHIÊN VÀ SÔNG HẬU BẰNG PHƯƠNG PHÁP PHÂN TÍCH HỒI QUY

Nguyễn Văn Hoạt, Nguyễn Thanh Hải, Phạm Văn Giáp,
Đào Việt Hưng, Phạm Ngọc Hải, Dương Thị Thùy Dung
Viện Khoa học Thủy lợi miền Nam

Tóm tắt: Nghiên cứu xâm nhập mặn nói chung và dự báo xâm nhập mặn nói riêng đóng vai trò quan trọng đối với sản xuất và dân sinh vùng Đồng bằng sông Cửu Long (ĐBSCL). Nghiên cứu này tập trung vào dự báo mặn cho tỉnh Vĩnh Long, sử dụng các số liệu quan trắc mặn, dòng chảy và thủy triều để phân tích, dự báo chiều dài xâm nhập mặn lớn nhất trên sông Cỏ Chiên và sông Hậu. Bằng phương pháp hồi quy lập các công thức tính dự báo chiều dài xâm nhập mặn lớn nhất tương ứng với tuần triều cao trong tháng (1 tháng có 2 tuần triều cao), việc tính toán dự báo được thực hiện từ tháng 1 đến tháng 5. Kết quả đánh giá số liệu thực đo và số liệu dự báo cho thấy kết quả tính toán các chuỗi số liệu có hệ số tương quan từ 0,5 – 0,9 cho tất cả các đợt triều cao tính toán. Riêng các năm đại diện 2020 và 2021, kết quả có hệ số tương quan từ 0,7 – 0,9.

Từ khóa: Đồng bằng sông Cửu Long, xâm nhập mặn, nguồn nước, phân tích hồi quy, chiều dài xâm nhập mặn lớn nhất, năm đại diện.

Summary: Research on saltwater intrusion in general and saltwater intrusion forecasting in particular plays an important role in production and livelihoods within the Mekong Delta. This study focuses on saltwater intrusion prediction in Vinh Long province, using salinity, flow and tide monitoring data to analyze and forecast the maximum length of saltwater intrusion on the Co Chien and Hau rivers. By using the regression method, formulas have been established to predict the maximum length of saltwater intrusion corresponding to the high tidal week of the month (2 high tidal weeks per month), the forecast calculation is carried out from January to May. The result of assessing actual measured data against the forecasted reveals correlation coefficients ranging from 0.5 to 0.9 for the data series of calculating high tidal phases. Particularly, the representative years 2020 and 2021 were selected to present results with correlation coefficients from 0.7 - 0.9.

Keywords: Mekong Delta, saltwater intrusion, water source, regression analysis, maximum length of salt intrusion, representative year.

1. GIỚI THIỆU

Vĩnh Long là một tỉnh nằm ở vùng giữa của ĐBSCL, giữa sông Cỏ Chiên và sông Hậu, chịu ảnh hưởng của chế độ dòng chảy sông Mê Công và thủy triều biển Đông. Tỉnh Vĩnh Long tuy có điều kiện tự nhiên về nguồn nước tương đối thuận lợi so với các tỉnh khác vùng ven biển nhưng những đợt hạn mặn bất thường cũng đã gây thiệt hại nặng

nề do mặn đến sớm và độ mặn cao hơn bình thường, diễn hình như đã xảy ra trong các năm 2016 và 2020.

Chẳng hạn, trong các ngày từ 05 ÷ 10/02/2016 độ mặn lớn nhất đo được tại Nàng Âm (trên sông Cỏ Chiên, cách biển khoảng 54 km) là 8,8 g/l, ranh giới mặn 4,0 g/l đã vượt qua vàm Măng Thít (trên sông Cỏ Chiên, cách biển khoảng 65 km). Mặn gây thiệt hại cho 03 huyện Vũng Liêm, Trà Ôn, Mang Thít với tổng diện tích 23.179 ha (gồm lúa, màu, cây ăn trái), mặn còn ảnh hưởng đến việc cấp nước sinh hoạt của 18.000 hộ dân [1].

Ngày nhận bài: 02/5/2024

Ngày thông qua phản biện: 29/5/2024

Ngày duyệt đăng: 05/6/2024

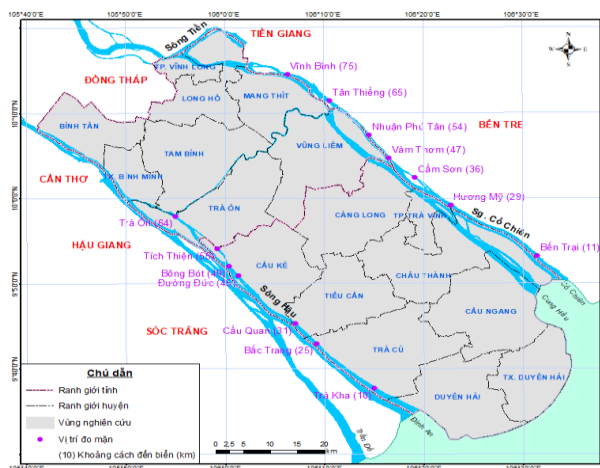
Năm 2020 độ mặn lớn nhất trên sông Cổ Chiên tại Vĩnh Long đều lớn hơn độ mặn lớn nhất năm 2016 từ $0,4 \div 2,9$ g/l, ranh giới mặn 4,0 g/l trên sông Cổ Chiên đã ảnh hưởng đến xã Mỹ Phước huyện Mang Thít (cách biển khoảng 70 km). Vào những ngày đầu tháng 01/2020 độ mặn lớn nhất đo được tại Nàng Âm là 10,0 g/l. Mặn gây thiệt hại cho 05 huyện Vũng Liêm, Trà Ôn, Tam Bình, Mang Thít và thị xã Bình Minh với tổng diện tích 17.479 ha (gồm lúa, màu, cây ăn trái), mặn còn ảnh hưởng đến việc cấp nước sinh hoạt của 26.000 hộ dân [2].

Mặn ảnh hưởng đến tỉnh Vĩnh Long được đánh giá trên sông Cổ Chiên và sông Hậu. Việc nghiên cứu dự báo chiều dài xâm nhập mặn lớn nhất theo các cấp độ mặn điển hình ứng với các ngưỡng độ mặn 0,5 g/l; 1 g/l; 2 g/l và 4 g/l là rất cần thiết trong bối cảnh hiện nay. Qua công tác dự báo xâm nhập mặn nhà quản lý có kế hoạch ứng phó để điều hành sản xuất phục vụ phát triển kinh tế xã hội.

2. PHƯƠNG PHÁP NGHIÊN CỨU

2.1. Phạm vi vùng nghiên cứu

Phạm vi vùng nghiên cứu là khu vực ảnh hưởng mặn ở giữa sông Cổ Chiên và sông Hậu, bao gồm toàn bộ tỉnh Vĩnh Long và Trà Vinh (Hình 1).



Hình 1: Phạm vi vùng nghiên cứu và vị trí đo mặn trên sông Cổ Chiên và sông Hậu

2.2. Số liệu dùng cho nghiên cứu

Vùng nghiên cứu có số liệu mặn tại các vị trí Bến Trại, Hương Mỹ, Cầm Sơn, Vàm Thơm, Nhuận Phú Tân, Tân Thiềng và Vĩnh Bình trên sông Cổ Chiên; trên sông Hậu có số liệu mặn tại các vị trí Trà Kha, Bắc Trảng, Cầu Quan, Đường Đức, Bông Bót, Tích Thiện và Trà Ôn. Nhìn chung, liệt số liệu đo đủ lớn, liên tục nên sử dụng làm số liệu để nghiên cứu. Ngoài ra các số liệu về thủy văn dòng chảy có: 1) Dòng chảy thượng lưu về Đồng bằng là lưu lượng trung bình ngày trên sông Tiền tại Tân Châu và trên sông Hậu tại Châu Đốc, 2) Mực nước triều tại Bến Trại và Định An. Đặc tính của các số liệu nghiên cứu được trình bày trong Bảng 1.

Bảng 1: Số liệu và nguồn số liệu phục vụ cho nghiên cứu

STT	Số liệu	Thời gian	Nguồn cung cấp
1	Số liệu lưu lượng		
	Lưu lượng tại Tân Châu và Châu Đốc	2015 - 2022	Đài Khí tượng thủy văn khu vực Nam bộ
	Lưu lượng tại Tân Châu và Châu Đốc	2023 - 2024	Tài liệu dự báo của Viện Khoa học Thủy lợi miền Nam [3]
2	Mực nước tại cửa sông		
	Mực nước tại Bến Trại và Trần Đề	2015 - 2023	Đài Khí tượng thủy văn khu vực Nam bộ
	Mực nước tại Bến Trại và Trần Đề	2024	Tài liệu dự báo triều
3	Độ mặn		
	Độ mặn tại các vị trí đo trên sông Cổ Chiên	2016 - 2023	Viện Khoa học Thủy lợi miền Nam
	Độ mặn tại các vị trí đo trên sông Hậu	2015 - 2023	Viện Khoa học Thủy lợi miền Nam

2.3. Phương pháp nghiên cứu và trình tự thực hiện

2.3.1. Phương pháp nghiên cứu

Phương pháp nghiên cứu được sử dụng trong nghiên cứu này là phương pháp phân tích hồi quy đa biến, sử dụng số liệu mặn tại các vị trí đo, số liệu lưu lượng tại Tân Châu và Châu Đốc, số liệu mực nước tại Bến Trại và Định An và sử dụng phần mềm Excel để phân tích hồi quy, theo đó hàm tổng quát tính toán chiều dài xâm nhập mặn lớn nhất ứng với mỗi đợt triều cao tương ứng với các ngưỡng độ mặn 0,5 g/l; 1 g/l; 2 g/l và 4 g/l theo công thức.

$$L_s = f(Q_{TC+CD}, H_{Max_BT}, H_{Max_TD}) \quad (1)$$

Trong đó:

- Q_{TC+CD} : Tổng lưu lượng trung bình ngày (m^3/s) tại hai trạm Tân Châu và Châu Đốc trong đợt triều cao tính toán.
- H_{Max_BT}, H_{Max_TD} : Mực nước lớn nhất tại Bến Trại và Trần Đề (m) trong đợt triều cao tính toán.
- L_s : Chiều dài xâm nhập mặn lớn nhất (km) theo đợt triều cao tính toán ứng với các ngưỡng độ mặn 0,5 g/l; 1 g/l; 2 g/l và 4 g/l.

Như vậy, với thời gian tính toán là 5 tháng, mỗi tháng có 2 đợt triều cao tính toán, mỗi đợt tính cho 4 cấp giá trị độ mặn, sẽ lập được 40 công thức hồi quy tính chiều dài xâm nhập

mặn lớn nhất cho một nhánh sông.

2.3.2. Trình tự thực hiện

Việc lập công thức hồi tính toán chiều dài xâm nhập mặn lớn nhất theo đợt ứng với các ngưỡng độ mặn 0,5 g/l; 1 g/l; 2 g/l và 4 g/l theo trình tự sau:

- Tổng hợp độ mặn theo đợt, xác định giá trị độ mặn lớn nhất tại các vị trí đo.
- Xác định mực nước lớn nhất theo đợt tại Bến Trại và Trần Đề.
- Xác định ngày ứng với mực nước lớn nhất theo đợt tại Bến Trại và Trần Đề.
- Xác định lưu lượng Q là tổng của lưu lượng Tân Châu + Châu Đốc, giá trị Q là giá trị trung bình ngày của 5 đến 7 ngày trước ngày có độ mặn lớn nhất.
- Tính toán chiều dài xâm nhập mặn lớn nhất theo đợt ứng với các giá trị 0,5 g/l; 1 g/l; 2 g/l và 4 g/l.
- Lập bảng các biến độc lập, biến phụ thuộc và lập phương trình hồi quy.
- Tính toán kết quả dự báo và đánh giá kết quả.

Số liệu về độ mặn các năm được tổng hợp theo đợt để phục vụ phân tích. Kết quả tổng hợp độ mặn lớn nhất theo đợt cho năm đại diện (chọn năm 2020) trong liệt số liệu được tổng hợp trong các Bảng 2 và Bảng 3.

Bảng 2: Độ mặn lớn nhất các đợt tại các vị trí đo trên sông Cổ Chiên năm 2020 (đv: g/l)

Tháng	Ngày	Đợt	Bến Trại (11)	Huon g Mỹ (29)	Cấm Sơn (36)	Vàm Thơm (47)	Nhuận Phú Tân (54)	Tân Thiên g (65)	Vĩnh Bình (75)
Tháng 1	1/1 ÷ 14/1	T1_1	25,1	12,8	10,9	8,6	5,9	4,2	1,9
	15/1 ÷ 31/1	T1_2	22,4	10,2	8,6	5,3	2,8	1,5	0,2
Tháng 2	1/2 ÷ 14/2	T2_1	27,2	15	12,1	8,4	6,1	3,5	1,1
	15/2 ÷ 29/2	T2_2	23,5	10,4	8,5	5,1	2,2	1,1	0,4
Tháng 3	1/3 ÷ 14/3	T3_1	21,4	11,5	9,7	5,7	3,4	1	0,6
	15/3 ÷ 31/3	T3_2	21,4	9,8	6,8	3,8	1,8	0,8	0,5
Tháng 4	1/4 ÷ 14/4	T4_1	21	8,8	6	2,7	0,9	0,6	0,5
	15/4 ÷ 30/4	T4_2	20	9,2	7,2	3,8	1,5	0,4	0,3
Tháng 5	1/5 ÷ 14/5	T5_1	19,3	10,5	7,7	4,9	2,4	0,4	0,3
	15/5 ÷ 31/5	T5_2	15,6	6,8	4,7	2,2	0,8	0,2	0,1

(11): Các số trong ngoặc đơn là khoảng cách đến cửa biển (km)

T1_1, T1_2; T2_1, T2_2; T3_1, T3_2, T4_1, T4_2 và T5_1, T5_2: Ký hiệu đợt đầu, đợt cuối của tháng 1, 2, 3, 4 và 5.

Bảng 3: Độ mặn lớn nhất các đợt tại các vị trí đo trên sông Hậu năm 2020 (đv: g/l)

Tháng	Ngày	Đợt	Trà Kha (10)	Bắc Trang (25)	Cầu Quan (31)	Đường Đức (45)	Bông Bót (49)	Tích Thiện (55)	Trà Ôn (64)
Tháng 1	1/1 ÷ 14/1	T1_1	21,2	15,8	13	10,5	8,2	6,7	1,4
	15/1 ÷ 31/1	T1_2	19,7	13,2	10	7	5,4	2,5	0,3
Tháng 2	1/2 ÷ 14/2	T2_1	25,9	18,6	14,6	11	8,9	7,8	2,2
	15/2 ÷ 29/2	T2_2	23	15,1	11,5	6	4,6	2,8	1
Tháng 3	1/3 ÷ 14/3	T3_1	19,1	13,1	10,4	5,9	4,5	3,2	0,6
	15/3 ÷ 31/3	T3_2	15,5	10,8	8,4	4,6	3,2	1,7	0,2
Tháng 4	1/4 ÷ 14/4	T4_1	16,4	11,1	8,2	4,5	2,5	1,1	0,2
	15/4 ÷ 30/4	T4_2	18,5	10,2	7,6	3,8	2,3	1,2	0,2
Tháng 5	1/5 ÷ 14/5	T5_1	14,8	9,2	6,8	3,5	2,2	1	0,2
	15/5 ÷ 31/5	T5_2	10,8	6,4	4,7	1,8	1	0,4	0,2

3. KẾT QUẢ VÀ THẢO LUẬN

3.1. Xây dựng công tính hồi quy dự báo chiều dài xâm nhập mặn lớn nhất

3.1.1. Tính toán chiều dài xâm nhập mặn lớn nhất theo đợt triều cao

Từ số liệu về độ mặn ở các năm trong liệt số

liệu, tính toán chiều dài xâm nhập mặn lớn nhất theo đợt ứng với các ngưỡng độ mặn 0,5 g/l; 1 g/l; 2 g/l và 4 g/l. Kết quả tính toán được thực hiện theo từng đợt ứng với các năm trong liệt số liệu. Ví dụ tính toán cho đợt đầu tháng 1 và đợt cuối tháng 1 trên sông Cổ Chiên được tổng hợp trong các Bảng 4 và Bảng 5.

Bảng 4: Chiều dài xâm nhập mặn lớn nhất theo các ngưỡng độ mặn trên sông Cổ Chiên đợt đầu tháng 1

TT	Đợt 1_1	L _{Max} ứng với các ngưỡng độ mặn (km)			
		0,5 g/l	1 g/l	2 g/l	4 g/l
1	T1_1_2016	80	73,5	65,8	51,2
2	T1_1_2017	72,1	65	55	42,1
3	T1_1_2018	51,7	42,9	34,3	28,5
4	T1_1_2019	73,6	66,4	49,8	41,9
5	T1_1_2020	83,8	80,6	74,6	65,9
6	T1_1_2021	53,7	51,9	48,4	37,7
7	T1_1_2022	49,8	45,1	38,6	28
8	T1_1_2023	51,5	48,3	42,1	32,8

Bảng 5: Chiều dài xâm nhập mặn lớn nhất theo các ngưỡng độ mặn trên sông Cổ Chiên đợt cuối tháng 1

TT	Đợt 1_2	L _{Max} ứng với các ngưỡng độ mặn (km)			
		0,5 g/l	1 g/l	2 g/l	4 g/l
1	T1_2_2016	65	51,7	44,9	38,1
2	T1_2_2017	62,8	53,2	45,4	29,7
3	T1_2_2018	56,2	48,4	31,8	26,5
4	T1_2_2019	67	61,3	53,2	45,5
5	T1_2_2020	72,7	68,8	60,8	50,6
6	T1_2_2021	72	67	58,2	48,8
7	T1_2_2022	52,1	48,9	42,9	32,9
8	T1_2_2023	58,7	52,8	47	35,7

Các bảng tương tự như Bảng 4 và Bảng 5 được lập cho các đợt đầu và cuối của tháng 2, 3, 4 và 5.

3.1.2. Lập bảng số liệu phân tích hồi quy

Từ các số liệu về lưu lượng (Q_{TC+CD}), mực nước (H_{Max_BT} và H_{Max_TD}) và giá trị chiều dài xâm nhập mặn lớn nhất theo đợt ở trong các Bảng 4 và Bảng 5, lập các bảng số liệu để

phân tích hồi quy đa biến với hàm mục tiêu là chiều dài xâm nhập mặn lớn nhất dự báo ứng với các ngưỡng độ mặn 0,5 g/l; 1 g/l; 2 g/l và 4 g/l, các biến độc lập là lưu lượng (Q_{TC+CD}) và mực nước (H_{Max_BT} và H_{Max_TD}). Số liệu phân tích hồi quy chiều dài xâm nhập mặn lớn nhất dự báo của đợt đầu và đợt cuối tháng 1 được trình bày trong Bảng 6 và Bảng 7.

Bảng 6: Bảng số liệu phân tích hồi quy chiều dài xâm nhập mặn lớn nhất trên sông Cổ Chiên đợt đầu tháng 1

Đợt	Q_{TC+CD}	H_{BT_Max}	H_{TD_Max}	$L_{Max_0,5}$	L_{Max_1}	L_{Max_2}	L_{Max_4}
T1_1_2016	4441	1,35	1,84	80	73,5	65,8	51,2
T1_1_2017	8808	1,57	2,01	72,1	65	55	42,1
T1_1_2018	9935	1,7	2,1	51,7	42,9	34,3	28,5
T1_1_2019	8532	1,49	1,72	73,6	66,4	49,8	41,9
T1_1_2020	3749	1,56	2,01	83,8	80,6	83,3	65,9
T1_1_2021	8109	1,81	2,14	53,7	51,9	48,4	37,7
T1_1_2022	8871	1,8	2,13	49,8	45,1	38,6	28
T1_1_2023	10477	1,49	1,82	51,5	48,3	42,1	32,8

Ghi chú Bảng 6: Q_{TC+CD} là tổng lưu lượng tại Tân Châu và Châu Đốc đợt đầu tháng 1; H_{BT_Max} là mực nước lớn nhất tại Bến Trại đợt đầu tháng 1; H_{TD_Max} là mực nước lớn nhất tại Trần Đề đợt đầu tháng 1; $L_{Max_0,5}$, L_{Max_1} , L_{Max_2} , L_{Max_4} lần lượt là chiều dài xâm nhập mặn lớn nhất ứng với các ngưỡng độ mặn 0,5 g/l; 1 g/l; 2 g/l và 4 g/l đợt đầu tháng 1

Bảng 7: Bảng số liệu phân tích hồi quy chiều dài xâm nhập mặn lớn nhất trên sông Cổ Chiên đợt cuối tháng 1

Đợt	Q_{TC+CD}	H_{BT_Max}	H_{TD_Max}	$L_{Max_0,5}$	L_{Max_1}	L_{Max_2}	L_{Max_4}
T1_2_2016	3650	1,62	1,96	65	51,7	44,9	38,1
T1_2_2017	8625	1,54	1,96	62,8	53,2	45,4	29,7
T1_2_2018	7620	1,61	1,99	56,2	48,4	31,8	26,5
T1_2_2019	6783	1,78	2,17	67	61,3	53,2	45,5
T1_2_2020	3886	1,43	1,85	72,7	68,8	60,8	50,6
T1_2_2021	4960	1,62	2	72	67	58,2	48,8
T1_2_2022	6276	1,53	1,9	52,1	48,9	42,9	32,9
T1_2_2023	5305	2,04	2,35	58,7	52,8	47	35,7

Các bảng tương tự như Bảng 6 và Bảng 7 được lập cho các đợt đầu và cuối của tháng 2, 3, 4 và 5.

3.1.3. Công thức tính hồi quy

Từ số liệu ở các Bảng 6 và Bảng 7 bằng

phương pháp hồi quy xác định được các công thức hồi quy tính toán chiều dài xâm nhập mặn theo đợt ứng với các ngưỡng độ mặn 0,5 g/l; 1 g/l; 2 g/l và 4 g/l cho tháng 1 như sau:

$$L_{Max_0,5_1}^1 = 161,8 - 0,004 * Q_{TC+CD} - 24,7 * H_{BT_Max} - 13,6 * H_{TD_Max} \quad (2)$$

$$L_{Max_0,5_1}^2 = -62,9 - 0,004 * Q_{TC+CD} - 230,6 * H_{BT_Max} + 261,6 * H_{TD_Max} \quad (3)$$

$$L_{Max_1_1}^1 = 154,9 - 0,0045 * Q_{TC+CD} - 9,6 * H_{BT_Max} - 22,9 * H_{TD_Max} \quad (4)$$

$$L_{\text{Max}_1_1}^2 = -101,0 - 0,0044 \cdot Q_{\text{TC}+\text{CĐ}} - 287,1 \cdot H_{\text{BT_Max}} + 317,1 \cdot H_{\text{TĐ_Max}} \quad (5)$$

$$L_{\text{Max}_2_1}^1 = 115,3 - 0,0046 \cdot Q_{\text{TC}+\text{CĐ}} - 19,3 \cdot H_{\text{BT_Max}} - 1,5 \cdot H_{\text{TĐ_Max}} \quad (6)$$

$$L_{\text{Max}_2_1}^2 = -117,5 - 0,0053 \cdot Q_{\text{TC}+\text{CĐ}} - 284,1 \cdot H_{\text{BT_Max}} + 328,5 \cdot H_{\text{TĐ_Max}} \quad (7)$$

$$L_{\text{Max}_4_1}^1 = 103,8 - 0,0045 \cdot Q_{\text{TC}+\text{CĐ}} - 4,6 \cdot H_{\text{BT_Max}} - 10,2 \cdot H_{\text{TĐ_Max}} \quad (8)$$

$$L_{\text{Max}_4_1}^2 = -102,2 - 0,0055 \cdot Q_{\text{TC}+\text{CĐ}} - 249,8 \cdot H_{\text{BT_Max}} + 289,0 \cdot H_{\text{TĐ_Max}} \quad (9)$$

Bằng cách lập tương tự, xây dựng được công thức tính toán hồi quy chiều dài xâm nhập mặn theo đợt ứng với các ngưỡng độ mặn 0,5 g/l; 1 g/l; 2 g/l và 4 g/l cho tháng 2, 3, 4 và 5 theo các yếu tố tác động là lưu lượng ($Q_{\text{TC}+\text{CĐ}}$) và mực nước ($H_{\text{Max_BT}}$ và $H_{\text{Max_TĐ}}$) tương ứng với từng đợt triều cao tính toán đầu và cuối tháng.

3.2. Kết quả tính toán hồi quy chiều dài xâm nhập mặn lớn nhất

Các công thức từ (2) đến (9) được dùng để tính giá trị hồi quy chiều dài xâm nhập mặn lớn nhất (L_{Max}) ứng với các ngưỡng độ mặn 0,5 g/l; 1 g/l; 2 g/l và 4 g/l cho đợt đầu và đợt cuối của tháng 1

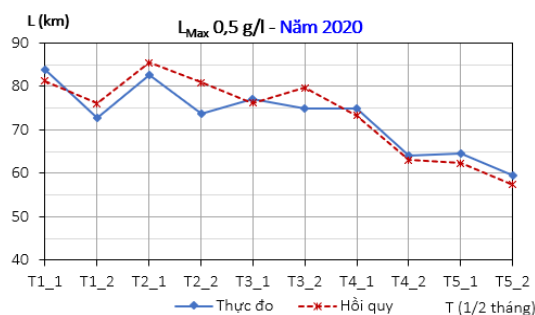
theo các yếu tố lưu lượng và mực nước. Bằng cách tính tương tự sẽ tính được L_{Max} ứng với các ngưỡng độ mặn 0,5 g/l; 1 g/l; 2 g/l và 4 g/l cho đợt đầu và đợt cuối của tháng 2, 3, 4 và 5. Ứng dụng công thức từ (2) đến (9) cho tháng 1 và các công thức được xây dựng tương tự cho các tháng khác để hồi quy cho các năm đại diện 2020 và 2021 trên sông Cổ Chiên được trình bày trong Bảng 8, Bảng 9 và T1_1, T1_2; T2_1, T2_2; T3_1, T3_2, T4_1, T4_2 và T5_1, T5_2: Ký hiệu đợt đầu, đợt cuối của tháng 1, 2, 3, 4 và 5 Hình 2, Hình 3 (các năm đại diện là năm gần đây có độ mặn lớn và liên kề nhau).

Bảng 8: Bảng tính hồi quy chiều dài xâm nhập mặn lớn nhất theo các ngưỡng độ mặn trên sông Cổ Chiên năm 2020

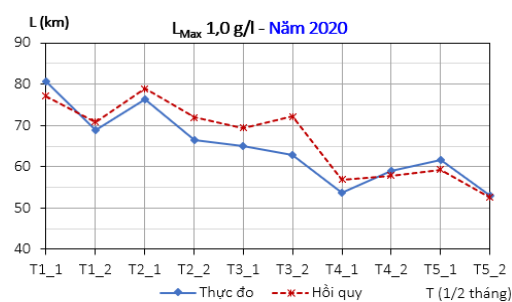
TT	Đợt	L_{Max} thực đo (km)				L_{Max} hồi quy (km)			
		0,5 g/l	1 g/l	2 g/l	4 g/l	0,5 g/l	1 g/l	2 g/l	4 g/l
1	T1_1_2020	83,8	80,6	74,6	65,9	81,2	77,1	70,9	59,3
2	T1_2_2020	72,7	68,8	60,8	50,6	76	70,8	63,4	53,7
3	T2_1_2020	82,5	76,3	71,3	62,9	85,4	78,9	73,1	62,3
4	T2_2_2020	73,6	66,4	56	49,7	80,8	71,9	60,7	52,7
5	T3_1_2020	77	65	60,4	52,2	76,1	69,4	64,4	56,3
6	T3_2_2020	75	62,8	53,3	46,3	79,6	72,2	62,4	52,6
7	T4_1_2020	75	53,6	49,7	42,7	73,3	56,9	51,2	44,4
8	T4_2_2020	64	59	52,5	46,4	63	57,8	51,2	44
9	T5_1_2020	64,5	61,7	56,2	49,5	62,3	59,3	53,4	44,6
10	T5_2_2020	59,5	53	48	39,1	57,4	52,6	48,5	39,9

Bảng 9: Bảng tính hồi quy chiều dài xâm nhập mặn lớn nhất theo các ngưỡng độ mặn trên sông Cổ Chiên năm 2021

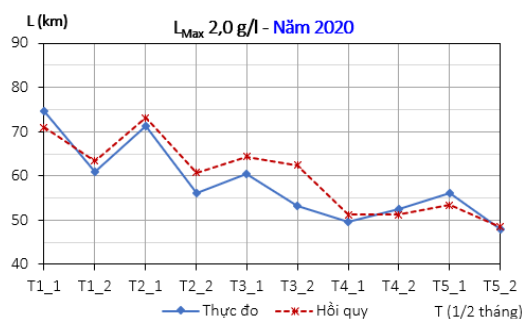
TT	Đợt	L_{Max} thực đo (km)				L_{Max} hồi quy (km)			
		0,5 g/l	1 g/l	2 g/l	4 g/l	0,5 g/l	1 g/l	2 g/l	4 g/l
1	T1_1_2021	53,7	51,9	48,4	37,7	56	52,2	46	37,2
2	T1_2_2021	72	67	58,2	48,8	67,2	60,8	53	43,7
3	T2_1_2021	62,6	56,4	50,5	42,7	67,2	62,9	57,3	48,2
4	T2_2_2021	74,2	70,4	62,8	50,9	69,4	64,2	56,8	48,3
5	T3_1_2021	68,3	62	53,2	45,7	68,3	61,8	52,6	44,3
6	T3_2_2021	62,6	58,7	52,1	44,3	61,2	52	44,6	39,2
7	T4_1_2021	54	52,1	48,2	40,6	56,9	53,7	48,4	38,6
8	T4_2_2021	63	58	50,8	40,8	59,2	53,9	46,8	37,8
9	T5_1_2021	60,6	55,1	47	33,3	59	54,2	46,6	35,8
10	T5_2_2021	54	49,6	41,1	30,2	54,8	49,8	41,3	32,1



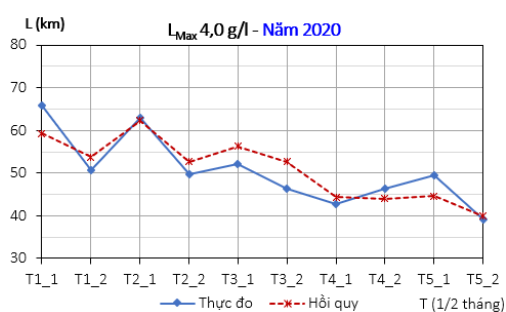
a) Ngưỡng độ mặn 0,5 g/l



b) Ngưỡng độ mặn 1,0 g/l



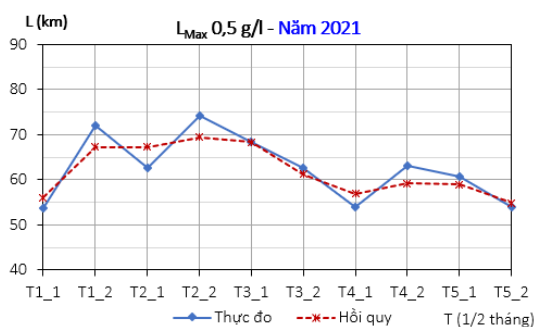
c) Ngưỡng độ mặn 2,0 g/l



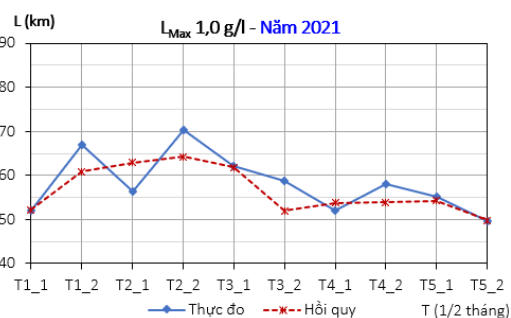
d) Ngưỡng độ mặn 4,0 g/l

T1_1, T1_2; T2_1, T2_2; T3_1, T3_2, T4_1, T4_2 và T5_1, T5_2: Ký hiệu đợt đầu, đợt cuối của tháng 1, 2, 3, 4 và 5

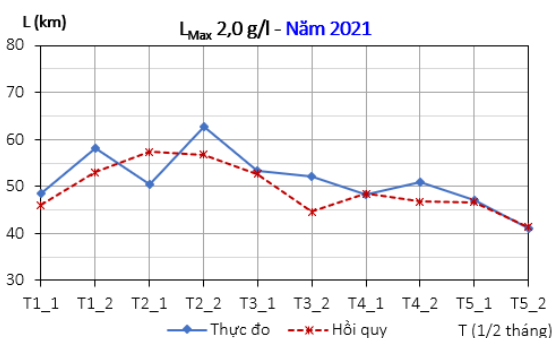
Hình 2: Chiều dài xâm nhập mặn lớn nhất theo các ngưỡng độ mặn năm 2020 trên sông Cổ Chiên



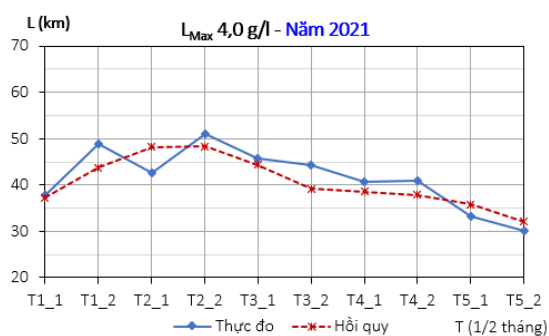
a) Ngưỡng độ mặn 0,5 g/l



b) Ngưỡng độ mặn 1,0 g/l



c) Ngưỡng độ mặn 2,0 g/l



d) Ngưỡng độ mặn 4,0 g/l

Hình 3: Chiều dài xâm nhập mặn lớn nhất theo các ngưỡng độ mặn năm 2021 trên sông Cổ Chiên

Kết quả tính toán hồi quy chiều dài xâm nhập mặn lớn nhất (L_{Max}) ứng với các ngưỡng độ mặn 0,5 g/l; 1 g/l; 2 g/l và 4 g/l cho các năm

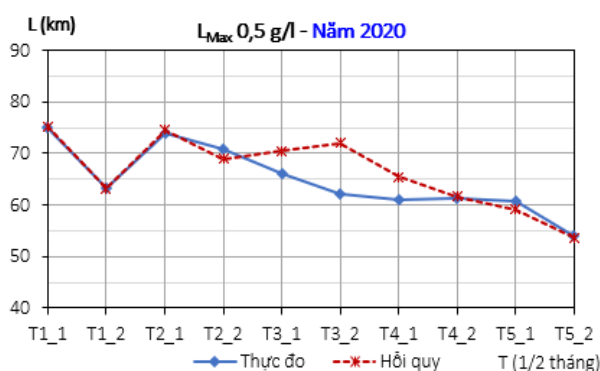
đại diện 2020 và 2021 trên sông Hậu được trình bày trong Bảng 10, Bảng 11 và Hình 4, Hình 5.

Bảng 10: Bảng tính hồi quy chiều dài xâm nhập mặn lớn nhất theo các ngưỡng độ mặn trên sông Hậu năm 2020

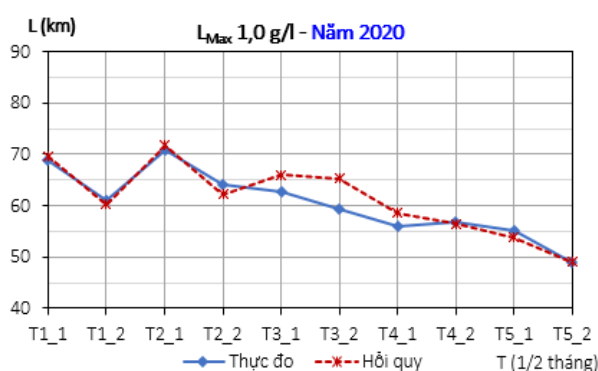
TT	Đợt	L_{Max} thực đo (km)				L_{Max} hồi quy (km)			
		0,5 g/l	1 g/l	2 g/l	4 g/l	0,5 g/l	1 g/l	2 g/l	4 g/l
1	T1_1_2020	75	68,9	63	59,6	75,3	69,7	65,2	61
2	T1_2_2020	63,2	61,1	57	51,9	63,2	60,3	55,5	49,3
3	T2_1_2020	73,8	70,9	65,2	61,1	74,6	71,7	66,1	62,2
4	T2_2_2020	70,9	64	59	51	68,9	62,2	57,7	50,9
5	T3_1_2020	66,2	62,6	59,2	51,3	70,5	66	60	52,8
6	T3_2_2020	62,2	59,2	53,8	46,7	72,1	65,3	62,2	56,2
7	T4_1_2020	61	56	51,1	46	65,4	58,6	51,5	45,1
8	T4_2_2020	61,3	56,8	50,6	44,3	61,7	56,5	48,2	37
9	T5_1_2020	60,6	55	50	42,9	59,1	53,8	47,1	38,6
10	T5_2_2020	54	49	44	34,4	53,6	49	42,8	30,8

Bảng 11: Bảng tính hồi quy chiều dài xâm nhập mặn lớn nhất theo các ngưỡng độ mặn trên sông Hậu năm 2021

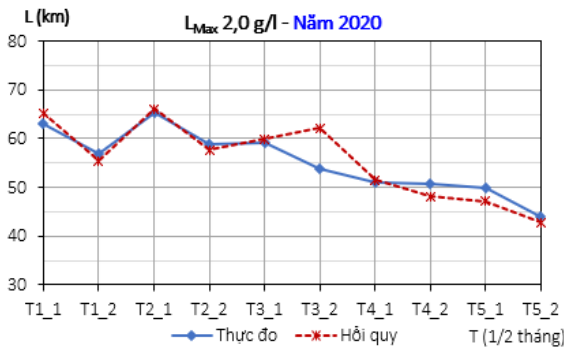
TT	Đợt	L_{Max} thực đo (km)				L_{Max} hồi quy (km)			
		0,5 g/l	1 g/l	2 g/l	4 g/l	0,5 g/l	1 g/l	2 g/l	4 g/l
1	T1_1_2021	54,1	52	48,5	45,5	58,5	54,3	50,5	42,3
2	T1_2_2021	62,3	59,5	54,1	47,6	61,5	57,7	50,7	41,4
3	T2_1_2021	61,8	58	52	46,2	61,3	57,6	51,8	46,3
4	T2_2_2021	73,8	67,7	61,3	53,9	66,7	61,7	55,9	48,3
5	T3_1_2021	69,5	62,5	55	48,3	63,3	58,2	52,5	46,6
6	T3_2_2021	62	57	50,6	45,9	59	51,3	43,5	34,9
7	T4_1_2021	54,4	51,4	47,8	43	58,4	53,3	47,1	39,4
8	T4_2_2021	64	57,6	45	30,4	58,7	53,5	44,4	34,4
9	T5_1_2021	45	41,5	34,5	25,7	53,5	48,3	40,7	30,1
10	T5_2_2021	47	38,8	27,3	18,9	48	38,8	28	16,2



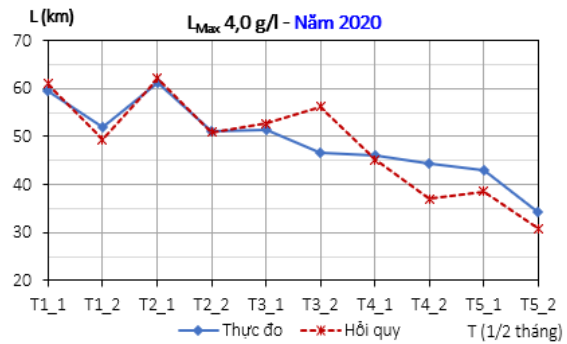
a) Ngưỡng độ mặn 0,5 g/l



b) Ngưỡng độ mặn 1,0 g/l

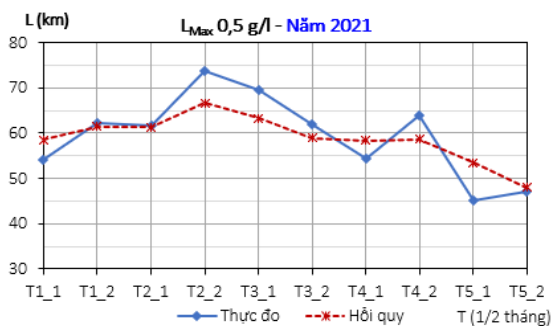


c) Ngưỡng độ mặn 2,0 g/l

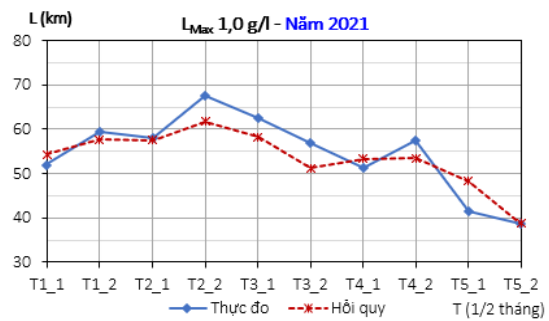


d) Ngưỡng độ mặn 4,0 g/l

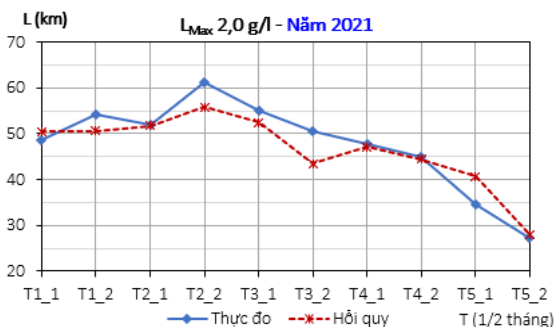
Hình 4: Chiều dài xâm nhập mặn lớn nhất theo các ngưỡng độ mặn năm 2020 trên sông Hậu



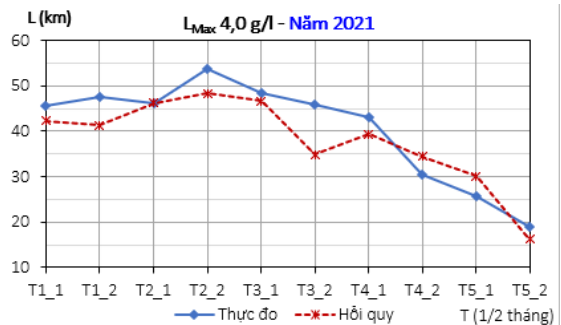
a) Ranh độ mặn 0,5 g/l



b) Ranh độ mặn 1,0 g/l



c) Ngưỡng độ mặn 2,0 g/l



d) Ngưỡng độ mặn 4,0 g/l

Hình 5: Chiều dài xâm nhập mặn lớn nhất theo các ngưỡng độ mặn năm 2021 trên sông Hậu

3.3. Tương quan và đánh giá kết quả tính toán hồi quy

Từ số liệu thực đo và các kết quả tính toán hồi quy xác định hệ số tương quan giữa chiều dài xâm nhập

mặn lớn nhất (L_{Max}) thực đo và hồi quy ứng với các ngưỡng độ mặn 0,5 g/l; 1 g/l; 2 g/l và 4 g/l cho các năm đại diện 2020 và 2021 trên sông Cổ Chiên được trình bày trong Bảng 12 và Bảng 13.

Bảng 12: Hệ số tương quan chiều dài xâm nhập mặn lớn nhất theo các ngưỡng độ mặn giữa thực đo và hồi quy trên sông Cổ Chiên năm 2020

TT	Đợt	L_{Max} 0,5 g/l		L_{Max} 1 g/l		L_{Max} 2 g/l		L_{Max} 4 g/l	
		Thực đo	Hồi quy	Thực đo	Hồi quy	Thực đo	Hồi quy	Thực đo	Hồi quy
1	T1_1_2020	83,8	81,2	80,6	77,1	74,6	70,9	65,9	59,3
2	T1_2_2020	72,7	76	68,8	70,8	60,8	63,4	50,6	53,7
3	T2_1_2020	82,5	85,4	76,3	78,9	71,3	73,1	62,9	62,3

TT	Đợt	L _{Max} 0,5 g/l		L _{Max} 1 g/l		L _{Max} 2 g/l		L _{Max} 4 g/l	
		Thực đo	Hồi quy	Thực đo	Hồi quy	Thực đo	Hồi quy	Thực đo	Hồi quy
4	T2_2_2020	73,6	80,8	66,4	71,9	56	60,7	49,7	52,7
5	T3_1_2020	77	76,1	65	69,4	60,4	64,4	52,2	56,3
6	T3_2_2020	75	79,6	62,8	72,2	53,3	62,4	46,3	52,6
7	T4_1_2020	75	73,3	53,6	56,9	49,7	51,2	42,7	44,4
8	T4_2_2020	64	63	59	57,8	52,5	51,2	46,4	44
9	T5_1_2020	64,5	62,3	61,7	59,3	56,2	53,4	49,5	44,6
10	T5_2_2020	59,5	57,4	53	52,6	48	48,5	39,1	39,9
Hệ số tương quan		R _{0,5} = 0,94		R ₁ = 0,91		R ₂ = 0,90		R ₄ = 0,87	

Bảng 13: Hệ số tương quan chiều dài xâm nhập mặn lớn nhất theo các ngưỡng độ mặn giữa thực đo và hồi quy trên sông Cổ Chiên năm 2021

TT	Đợt	L _{Max} 0,5 g/l		L _{Max} 1 g/l		L _{Max} 2 g/l		L _{Max} 4 g/l	
		Thực đo	Hồi quy	Thực đo	Hồi quy	Thực đo	Hồi quy	Thực đo	Hồi quy
1	T1_1_2021	53,7	56	51,9	52,2	48,4	46	37,7	37,2
2	T1_2_2021	72	67,2	67	60,8	58,2	53	48,8	43,7
3	T2_1_2021	62,6	67,2	56,4	62,9	50,5	57,3	42,7	48,2
4	T2_2_2021	74,2	69,4	70,4	64,2	62,8	56,8	50,9	48,3
5	T3_1_2021	68,3	68,3	62	61,8	53,2	52,6	45,7	44,3
6	T3_2_2021	62,6	61,2	58,7	52	52,1	44,6	44,3	39,2
7	T4_1_2021	54	56,9	52,1	53,7	48,2	48,4	40,6	38,6
8	T4_2_2021	63	59,2	58	53,9	50,8	46,8	40,8	37,8
9	T5_1_2021	60,6	59	55,1	54,2	47	46,6	33,3	35,8
10	T5_2_2021	54	54,8	49,6	49,8	41,1	41,3	30,2	32,1
Hệ số tương quan		R _{0,5} = 0,91		R ₁ = 0,78		R ₂ = 0,74		R ₄ = 0,85	

Kết quả tính toán hồi quy chiều dài xâm nhập thực đo và hồi quy cho sông Hậu được trình bày trong Bảng 14 và Bảng 15.

Bảng 14: Hệ số tương quan chiều dài xâm nhập mặn lớn nhất theo các ngưỡng độ mặn giữa thực đo và hồi quy trên sông Hậu năm 2020

TT	Đợt	L _{Max} 0,5 g/l		L _{Max} 1 g/l		L _{Max} 2 g/l		L _{Max} 4 g/l	
		Thực đo	Hồi quy	Thực đo	Hồi quy	Thực đo	Hồi quy	Thực đo	Hồi quy
1	T1_1_2020	75	75,3	68,9	69,7	63	65,2	59,6	61
2	T1_2_2020	63,2	63,2	61,1	60,3	57	55,5	51,9	49,3
3	T2_1_2020	73,8	74,6	70,9	71,7	65,2	66,1	61,1	62,2
4	T2_2_2020	70,9	68,9	64	62,2	59	57,7	51	50,9
5	T3_1_2020	66,2	70,5	62,6	66	59,2	60	51,3	52,8
6	T3_2_2020	62,2	72,1	59,2	65,3	53,8	62,2	46,7	56,2
7	T4_1_2020	61	65,4	56	58,6	51,1	51,5	46	45,1
8	T4_2_2020	61,3	61,7	56,8	56,5	50,6	48,2	44,3	37
9	T5_1_2020	60,6	59,1	55	53,8	50	47,1	42,9	38,6
10	T5_2_2020	54	53,6	49	49	44	42,8	34,4	30,8
Hệ số tương quan		R _{0,5} = 0,86		R ₁ = 0,94		R ₂ = 0,92		R ₄ = 0,91	

Bảng 15: Hệ số tương quan chiều dài xâm nhập mặn lớn nhất theo các ngưỡng độ mặn giữa thực đo và hồi quy trên sông Hậu năm 2021

TT	Đợt	L _{Max} 0,5 g/l		L _{Max} 1 g/l		L _{Max} 2 g/l		L _{Max} 4 g/l	
		Thực đo	Hồi quy	Thực đo	Hồi quy	Thực đo	Hồi quy	Thực đo	Hồi quy
1	T1_1_2021	54,1	58,5	52	54,3	48,5	50,5	45,5	42,3
2	T1_2_2021	62,3	61,5	59,5	57,7	54,1	50,7	47,6	41,4
3	T2_1_2021	61,8	61,3	58	57,6	52	51,8	46,2	46,3
4	T2_2_2021	73,8	66,7	67,7	61,7	61,3	55,9	53,9	48,3
5	T3_1_2021	69,5	63,3	62,5	58,2	55	52,5	48,3	46,6
6	T3_2_2021	62	59	57	51,3	50,6	43,5	45,9	34,9
7	T4_1_2021	54,4	58,4	51,4	53,3	47,8	47,1	43	39,4
8	T4_2_2021	64	58,7	57,6	53,5	45	44,4	30,4	34,4
9	T5_1_2021	45	53,5	41,5	48,3	34,5	40,7	25,7	30,1
10	T5_2_2021	47	48	38,8	38,8	27,3	28	18,9	16,2
Hệ số tương quan		R_{0,5} = 0,90		R₁ = 0,91		R₂ = 0,94		R₄ = 0,92	

Đánh giá số liệu thực đo và số liệu hồi quy cho thấy kết quả tính toán có hệ số tương quan từ 0,5 – 0,9 cho tất cả các đợt triều cao tính toán. Riêng năm đại diện 2020 và 2021 có hệ số tương quan từ 0,7 – 0,9. Như vậy kết quả tính toán là tương đối tốt, qua đó thể hiện rõ các yếu tố tác động chính đến chiều dài xâm nhập mặn trên nhánh sông đưa vào tính toán là phù hợp.

3.4. Phương trình dự báo

Để dự báo chiều dài xâm nhập mặn, phương trình hồi quy (1) được viết lại thành phương trình dự báo tổng quát sau:

$$L_s = f(Q_{TC+CD}, H_{Max_BT}, H_{Max_TD}) \pm \Delta L_s \quad (10)$$

Trong đó:

- $f(Q_{TC+CD}, H_{Max_BT}, H_{Max_TD})$: Hàm được xác định theo các công thức (2) đến (9).

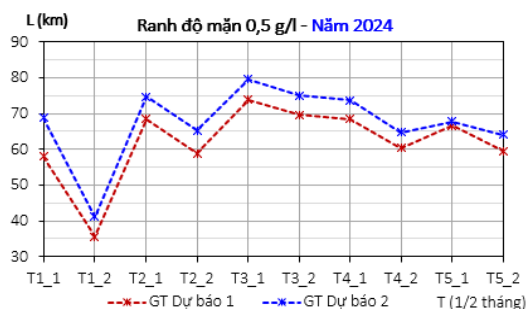
- ΔL_s : Khoảng lệch dự kiến của dự báo (km), được xác định số liệu thực đo và số liệu dự báo.

3.5. Áp dụng dự báo cho năm 2024

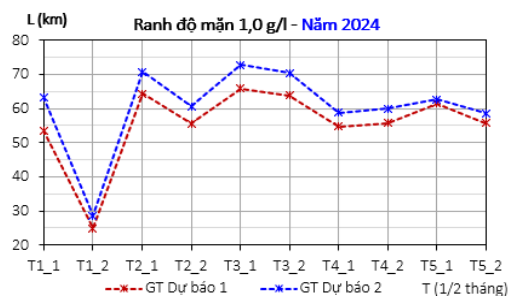
Từ tài liệu dự báo triều và dự báo lưu lượng về Tân Châu và Châu Đốc áp dụng công thức hồi quy từ (2) đến (9) và các công thức được lập cho các tháng 2, 3, 4 và 5 để tính giá trị dự báo chiều dài xâm nhập mặn lớn nhất ứng với các ngưỡng độ mặn 0,5 g/l; 1 g/l; 2 g/l và 4 g/l trên sông Cỏ Chiên năm 2024.

Bảng 16: Dự báo chiều dài xâm nhập mặn lớn nhất theo các ngưỡng độ mặn trên sông Cỏ Chiên năm 2024

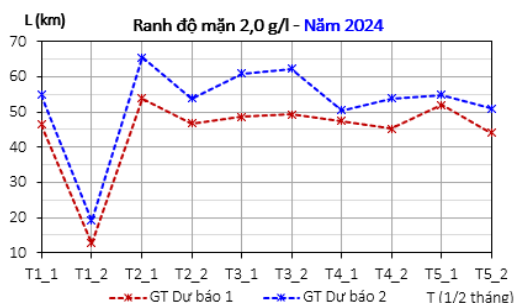
Đợt	Q _{TC+CD}	H _{BT_Max}	H _{TD_Max}	L _{Max} ứng với các ngưỡng độ mặn (km)			
				0,5 g/l	1 g/l	2 g/l	4 g/l
T1_1_2024	7791	1,64	2	58 - 68,8	53,5 - 63,3	46,4 - 54,8	36,6 - 45
T1_2_2024	7365	1,59	1,9	35,6 - 41,2	24,9 - 28,7	12,7 - 19,1	5,9 - 11,9
T2_1_2024	4843	1,78	2,2	68,5 - 74,7	64,3 - 70,7	53,9 - 65,5	44,3 - 53,1
T2_2_2024	4827	1,52	1,88	58,9 - 65,2	55,6 - 60,6	46,7 - 53,9	39 - 44,6
T3_1_2024	3224	1,7	2,14	73,9 - 79,6	65,9 - 72,8	48,7 - 60,9	41,9 - 52,1
T3_2_2024	3180	1,43	1,79	69,7 - 75	63,9 - 70,4	49,3 - 62,3	42,4 - 51,4
T4_1_2024	2720	1,57	1,99	68,5 - 73,7	54,8 - 58,8	47,4 - 50,4	37,8 - 41,6
T4_2_2024	2798	1,33	1,76	60,4 - 64,7	55,8 - 59,9	45,2 - 53,8	35,2 - 45,4
T5_1_2024	2591	1,45	1,84	66,6 - 67,7	61,4 - 62,6	52 - 54,8	38,9 - 43,3
T5_2_2024	3201	1,3	1,76	59,6 - 64	55,7 - 58,6	44,1 - 50,9	31,9 - 38,7



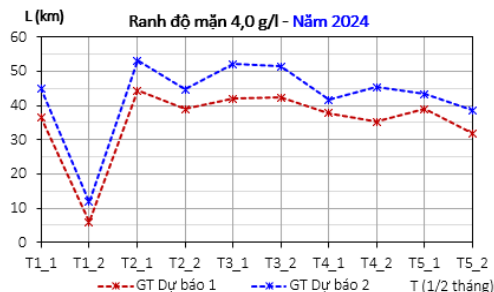
a) Ngưỡng độ mặn 0,5 g/l



b) Ngưỡng độ mặn 1,0 g/l



c) Ngưỡng độ mặn 2,0 g/l



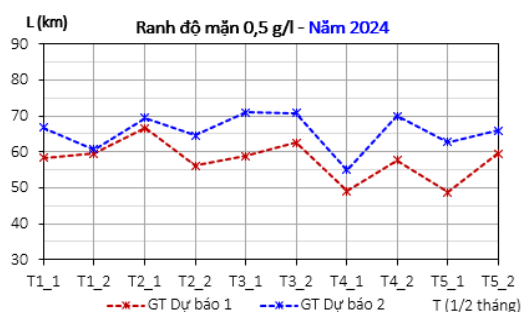
d) Ngưỡng độ mặn 4,0 g/l

Hình 6: Dự báo chiều dài xâm nhập mặn lớn nhất theo các ngưỡng độ mặn năm 2024 trên sông Cổ Chiên

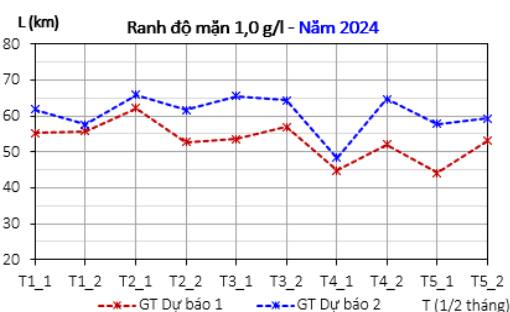
Tương tự đối với sông Hậu có kết quả tính toán các ngưỡng độ mặn 0,5 g/l; 1 g/l; 2 g/l và 4 g/l dự báo chiều dài xâm nhập mặn lớn nhất ứng với của năm 2024 như trong Bảng 17 và Hình 7.

Bảng 17: Dự báo chiều dài xâm nhập mặn lớn nhất theo các ngưỡng độ mặn trên sông Hậu năm 2024

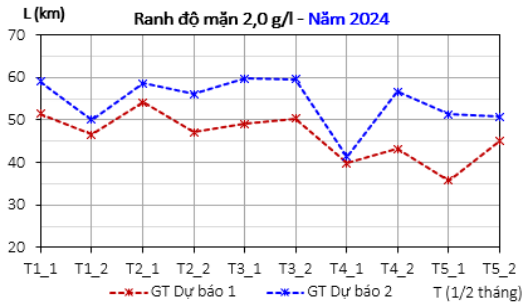
Đợt	Q_{TC+CB}	$H_{ĐA_Max}$	H_{BT_Max}	L_{Max} ứng với các ngưỡng độ mặn (km)			
				0,5 g/l	1 g/l	2 g/l	4 g/l
T1_1_2024	7550	2	1,64	58,4 - 66,8	55,2 - 61,8	51,5 - 59,1	44,5 - 51,7
T1_2_2024	7365	1,9	1,59	59,5 - 60,7	55,8 - 57,6	46,5 - 50,1	31,9 - 40,3
T2_1_2024	4843	2,2	1,78	66,6 - 69,4	62,1 - 65,9	54,1 - 58,7	42,9 - 49,1
T2_2_2024	4827	1,88	1,52	56,1 - 64,5	52,7 - 61,7	47,1 - 56,1	38,1 - 48,3
T3_1_2024	3224	2,14	1,7	58,8 - 71	53,5 - 65,5	49,1 - 59,7	44,9 - 56,3
T3_2_2024	3180	1,79	1,43	62,6 - 70,8	57 - 64,4	50,4 - 59,6	40,8 - 52,6
T4_1_2024	2720	1,99	1,57	49 - 55	44,8 - 48,4	39,8 - 41,4	36,6 - 42,2
T4_2_2024	2692	1,78	1,3	57,6 - 70	52,1 - 64,7	43,2 - 56,6	28,8 - 47,8
T5_1_2024	2867	1,87	1,44	48,7 - 62,7	44,2 - 57,8	35,7 - 51,3	26,4 - 42,8
T5_2_2024	2994	1,79	1,3	59,5 - 65,9	53,1 - 59,3	45 - 50,8	29,1 - 39,3



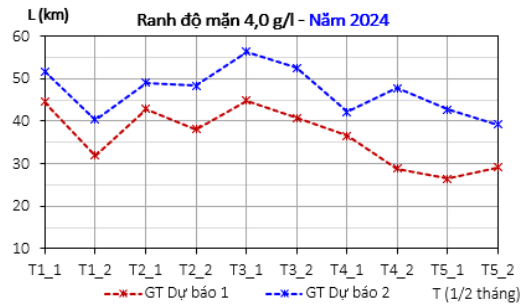
a) Ngưỡng độ mặn 0,5 g/l



b) Ngưỡng độ mặn 1,0 g/l



c) Ngưỡng độ mặn 2,0 g/l



d) Ngưỡng độ mặn 4,0 g/l

Hình 7: Dự báo chiều dài xâm nhập mặn lớn nhất theo các ngưỡng độ mặn năm 2024 trên sông Hậu

4. KẾT LUẬN

Nghiên cứu này có ý nghĩa thực tiễn nhằm dự báo sớm chiều dài xâm nhập mặn lớn nhất trên sông Cổ Chiên và sông Hậu thông qua dự báo lưu lượng tại Tân Châu và Châu Đốc và các tài liệu dự báo triều ven biển ĐBSCL. Việc dự báo sớm chiều dài xâm nhập mặn lớn nhất theo các ngưỡng độ mặn trên sông Cổ Chiên và sông Hậu là điều kiện tham khảo tốt để tỉnh Vĩnh Long chủ động trong điều hành sản xuất và ứng phó với hạn mặn.

Kết quả tính toán cho thấy hệ số tương quan chiều dài xâm nhập mặn lớn nhất theo các ngưỡng độ mặn giữa thực đo và dự báo tương đối chặt, hệ số tương quan từ 0,5 – 0,9 cho tất cả các đợt triều cao tính toán. Riêng năm đại diện 2020 và 2021 có hệ số tương quan từ 0,7 – 0,9. Như vậy kết quả tính toán là tương đối tốt, thể hiện rõ các yếu tố tác động chính đến chiều dài xâm nhập mặn lớn nhất trên nhánh sông đưa vào tính toán là phù hợp.

Việc dự báo lưu lượng về Tân Châu và Châu Đốc với thời hạn trước vài tháng đến nửa năm là bài toán khó cần nhiều số liệu dự báo liên

quan và cập nhật liên tục, vấn đề hiện nay đang được nhóm nghiên cứu của Viện Khoa học Thủy lợi miền Nam thực hiện, xem [3]. Kết quả dự báo này cũng được sử dụng làm đầu vào cho nghiên cứu của bài báo này để tính toán dự báo chiều dài xâm nhập mặn lớn nhất theo đợt ứng với các ngưỡng độ mặn 0,5 g/l; 1 g/l; 2 g/l và 4 g/l cho năm dự báo.

Phương pháp dự báo xâm nhập mặn hạn dài cho ĐBSCL như đã trình bày có nhiều hứa hẹn ứng dụng, có thể áp dụng cho các cửa sông khác; tuy vậy đây mới chỉ là các kết quả bước đầu, cần được tiếp tục hoàn thiện, góp phần bổ sung thêm công cụ cho quản lý nước trên Đồng bằng.

LỜI CẢM ƠN: Nghiên cứu này là một phần kết quả của đề tài nghiên cứu khoa học và phát triển công nghệ cấp Tỉnh: “Dự báo tác động của xâm nhập mặn và biến đổi khí hậu đối với phát triển kinh tế - xã hội, môi trường của tỉnh Vĩnh Long và giải pháp ứng phó” do Viện Khoa học Thủy lợi miền Nam chủ trì, ThS. Nguyễn Văn Hoạt làm chủ nhiệm.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

- [1] "Báo cáo tình hình thực hiện công tác chuyên môn năm 2016 và Kế hoạch công tác chuyên môn năm 2017," Chi cục Thủy lợi Vĩnh Long, Vĩnh Long, 2016.
- [2] "Báo cáo tổng kết công tác chỉ đạo, điều hành thực hiện các giải pháp ứng phó với hạn hán, xâm nhập mặn mùa khô năm 2019-2020 trên địa bàn tỉnh Vĩnh Long," Chi cục Thủy lợi Vĩnh Long, Vĩnh Long, 2020.
- [3] Tăng Đức Thắng, Đề tài cấp Bộ Nông nghiệp và Phát triển nông thôn "Nghiên cứu dự báo xâm nhập mặn và nguồn nước thời hạn dài phục vụ sản xuất và dân sinh vùng Đồng bằng sông Cửu Long", 2022 - 2024.