

ỨNG DỤNG MÔ HÌNH MIKE 11 TÍNH TOÁN QUÁ TRÌNH XÂM NHẬP MẶN KHU VỰC CỬA SÔNG VĂN ÚC HUYỆN TIỀN LÃNG, THÀNH PHỐ HẢI PHÒNG

Vũ Văn Lâm, Nguyễn Hồng Lâm, Trần Thị Tú
Trường Đại học Tài nguyên và Môi trường Hà Nội

Tóm tắt

Tiên Lăng là một huyện ven biển của thành phố Hải Phòng, hàng năm thường xuyên chịu tác động của các thiên tai như bão, lũ lụt và quá trình xâm nhập mặn. Để phục vụ cho việc dự báo xâm nhập mặn trong tương lai với kịch bản nước biển dâng và đưa ra các giải pháp thích ứng với sự xâm nhập mặn, nhằm mục tiêu phát triển kinh tế xã hội, nghiên cứu đã sử dụng mô hình thủy lực Mike 11 để mô phỏng quá trình xâm nhập mặn khu vực sông Văn Úc gắn với các kịch bản nước biển dâng do biến đổi khí hậu. Kết quả nghiên cứu cho thấy với kịch bản nước biển dâng lên 0.18 m thì chiều dài nêm mặn sẽ là 48.5 km tính từ cửa sông vào bên trong đất liền. Đối với kịch bản RCP8.5 năm 2050 khi nước biển dâng lên 0.35 m thì chiều dài nêm mặn đạt 54.6 km.

Từ khóa: Xâm nhập mặn; Mô hình Mike 11; Nước biển dâng.

Abstract

Application of Mike 11 model for investigating saline intrusion in the Van Uc estuary, Tien Lang district, Hai Phong city

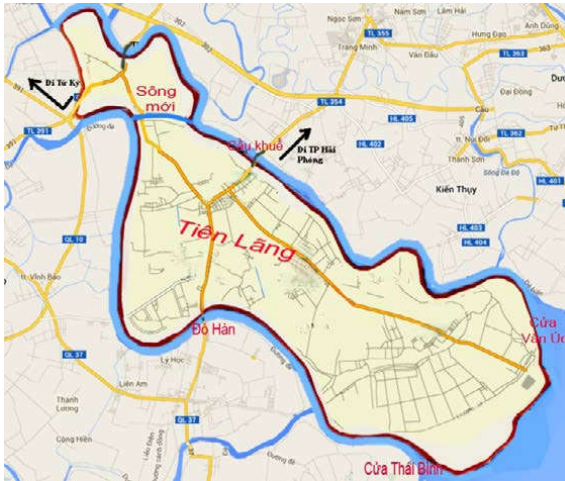
Tien Lang is a coastal district of Hai Phong city and the district is regularly affected by natural disasters, such as storms, floods and saltwater intrusion. In this research, a hydrodynamic Mike 11 model was used to calculate the saline intrusion in the Van Uc river based on sea-level rise scenarios under climate change, contributing to saltwater intrusion prediction and adaptations. The results showed that with the scenario of sea-level rise of 0.18m, the saltwater intrusion length is 48.5 km from the estuary. In the scenario of RCP8.5 in 2050, with sea-level rise of 0.35 m, the length of saltwater intrusion will be reached to 54.6 km.

Keywords: Saline intrusion; Mike 11 Model; Sea level rise.

1. Đặt vấn đề

Tiên Lăng là một huyện ven biển với ngành nghề chính là nông nghiệp trồng lúa nước và nuôi trồng thủy hải sản. Huyện Tiên Lăng được bao bọc xung quanh bởi hệ thống sông Văn Úc và sông Thái Bình, quá trình phát triển nông nghiệp phụ thuộc lớn vào nguồn nước ngọt được lấy từ hệ thống sông này. Trong thời gian qua quá trình xâm nhập mặn tại khu vực này ngày

càng trở lên trầm trọng, gây khó khăn cho việc lấy nước vào nội đồng để phát triển nông nghiệp. Vì vậy cần có nghiên cứu tính toán dự báo quá trình xâm nhập mặn trong tương lai nhằm giúp các nhà quản lý đưa ra được những giải pháp phù hợp để khắc phục hiện trạng xâm nhập mặn, phát triển kinh tế xã hội ở khu vực nghiên cứu, đặc biệt trong bối cảnh biến đổi khí hậu làm nước biển dâng lên.



Hình 1: Khu vực nghiên cứu

Nguồn: Google

2. Phương pháp nghiên cứu

Nghiên cứu mô phỏng quá trình xâm nhập mặn ở khu vực sông Văn Úc đã sử dụng các phương pháp sau:

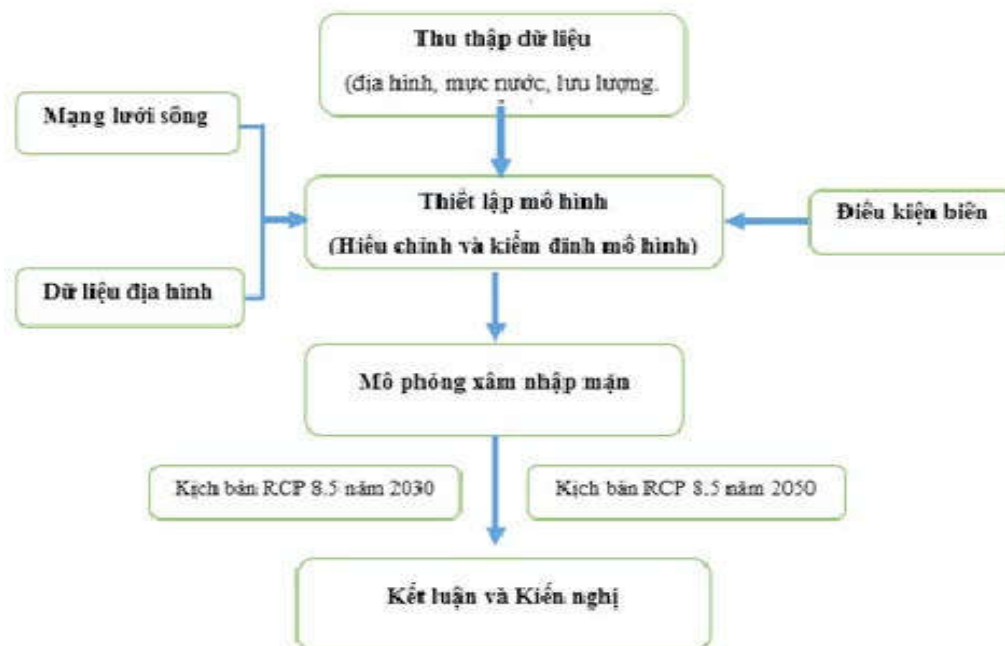
dùng các phương pháp sau:

Phương pháp thu thập, xử lý dữ liệu:

Nghiên cứu đã thu thập các dữ liệu về địa hình lưu vực sông, chế độ thủy văn trong sông bao gồm giá trị lưu lượng, mực nước và giá trị về độ mặn, mực nước ngoài biển khu vực nghiên cứu. Phân tích xử lý các dữ liệu thu thập để phục vụ xây dựng bộ thông số mô hình thủy lực.

Phương pháp mô hình toán:

Nghiên cứu đã sử dụng mô hình thủy lực Mike 11 phục vụ cho việc tính toán, mô phỏng quá trình xâm nhập mặn ở khu vực nghiên cứu và được thể hiện qua sơ đồ sau:



3. Xây dựng mô hình

3.1. Cơ sở lý thuyết mô hình Mike 11

a) Phương trình cơ bản cho tính toán thủy lực

Hệ phương trình cơ bản của MIKE 11 là hệ phương trình Saint Venant viết cho trường hợp dòng chảy một chiều

trong lòng kênh dẫn hở, bao gồm:

+ Phương trình liên tục là:

$$\frac{\partial Q}{\partial x} + \frac{\partial A}{\partial t} = q \quad (1)$$

+ Phương trình động lượng có dạng:

$$\alpha \frac{\partial Q}{\partial t} + \frac{\partial}{\partial x} \left(\beta \frac{Q^2}{A} \right) + gA \frac{\partial h}{\partial x} + g \frac{Q|Q|}{C^2 R A} = 0 \quad (2)$$

Nghiên cứu

Trong đó:

Q: Lưu lượng qua mặt cắt (m³/s)

A: Diện tích mặt cắt ướt (m²)

t: Thời gian tính toán (s)

α : Hệ số động năng

g: Gia tốc trọng trường $g = 9.81 \text{ m/s}^2$

R: Bán kính thủy lực

Q: Lưu lượng qua mặt cắt (m³/s)

x: Chiều dài theo dòng chảy (m)

q: Lưu lượng nhập lưu (m²/s)

β : Hệ số phân bố lưu tốc

C: Hệ số Sê-di

Phương trình cơ bản tính toán xâm nhập mặn

Mô đun khuếch tán bình lưu (AD) dựa trên phương trình 1 chiều về bảo toàn khối lượng của chất hoà tan hoặc lơ lửng, nó sử dụng các kết quả tính toán của mô hình thủy lực. Mô hình AD giải theo sơ đồ sai phân ẩn, mà về nguyên tắc là ổn định vô điều kiện.

c) *Phương trình khuếch tán:*

$$\frac{\partial AC}{\partial t} + \frac{\partial QC}{\partial x} - \frac{\partial}{\partial x} \left[-AD \frac{\partial C}{\partial x} \right] = -AKC + C_2 q \quad (3)$$

Trong đó:

C - nồng độ

A - diện tích mặt cắt ngang (m²)

C² - nồng độ nguồn

x - khoảng cách (m)

D - hệ số khuếch tán

K - hệ số phân huỷ tuyến tính

q - dòng gia nhập (m²/s)

t - thời gian (s)

3.2. Nguồn tài liệu phục vụ nghiên cứu

3.2.1. Tài liệu địa hình

Tài liệu địa hình bao gồm mặt cắt ngang, trắc dọc toàn tuyến hệ thống sông Hồng - Thái Bình, được đo năm 1999 - 2000 trong dự án phòng chống lũ đồng bằng sông Hồng. Một số đoạn sông Hồng qua Hà Nội được cập nhật số liệu đo năm 2013. Một số đoạn sông Luộc, sông Thái Bình, Kinh Thầy, Kinh Môn được cập nhật số liệu đo năm 2015.

Bảng 1. Thống kê tài liệu địa hình sử dụng cho mô phỏng

TT	Tên sông	Năm đo	Chiều dài (m)	Số mặt cắt
1	Hồng	2000, 2013	228953	94
2	Đuống	2000	56740	32
3	Hoàng Long	2000	22150	7
4	Luộc	2000	62800	34
5	Cầu	2000	137420	47
6	Thương	2000	87650	32
7	Lục Nam	2000	53150	15
8	Thái Bình	2000, 2015	90970	51
9	Kinh Thầy	2000, 2015	45750	25
10	Kinh Môn	2000, 2015	35450	17
11	Văn Úc	2000, 2009	34961	20
12	Gù	2000, 2009	1367	3

TT	Tên sông	Năm đo	Chiều dài (m)	Số mặt cắt
13	Mía	2000, 2009	1350	2
14	Mới	2000, 2009	2300	3
15	Lai Vu	2000, 2009	24750	13
16	Lạch Tray	2000	40727	24
17	Cấm	2000	24240.27	13
18	Đá Bạch	2000	20550	12

3.2.2. Tài liệu thủy văn

Điều kiện biên: Số liệu biên dòng trong tính toán gồm số liệu biên trên (Q), biên dưới (H), và biên dòng nước (Q).

- Biên trên là số liệu quá trình dòng chảy thực đo tại các trạm khống chế phía thượng lưu trên các nhánh sông như sau: Trạm Gia Bảy trên sông Cầu; trạm Chũ trên sông Lục Nam; trạm Cầu Sơn trên sông Thương; trạm Thượng Cát trên sông Đuống; trạm Triều Dương trên sông Luộc.

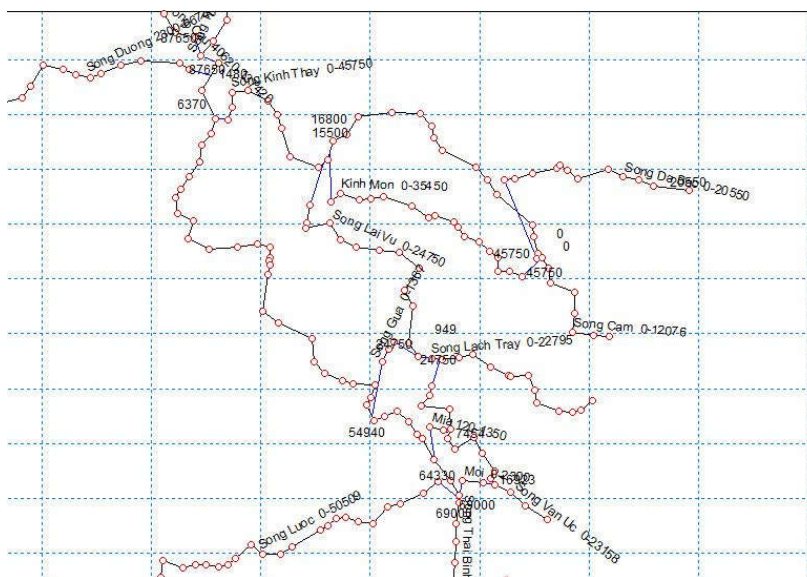
- Biên dưới là quá trình mực nước thực đo tại các trạm khống chế phía hạ lưu như đã nêu ở trên với bước thời gian 1 giờ và gồm các biên Do Nghi (Sông Đá Bạch), Cửa Cẩm (sông Cẩm), Kiến An (Sông Lạch Tray), Quang Phục (Văn Úc), sông Thái Bình.

- Biên dùng nước: Căn cứ vào hệ thống công trình lấy nước phục vụ các hoạt động kinh tế xã hội điều tra từ các tỉnh trong khu vực tính toán. Giá trị này được lấy theo kết quả nghiên cứu về nhu cầu nước khu vực đồng bằng lấy nước từ hệ thống sông Hồng - Thái Bình. Trong mô hình giá trị này được xem là phân bố đều dọc theo sông.

3.3. Thiết lập mô hình

3.3.1. Thiết lập mạng lưới sông

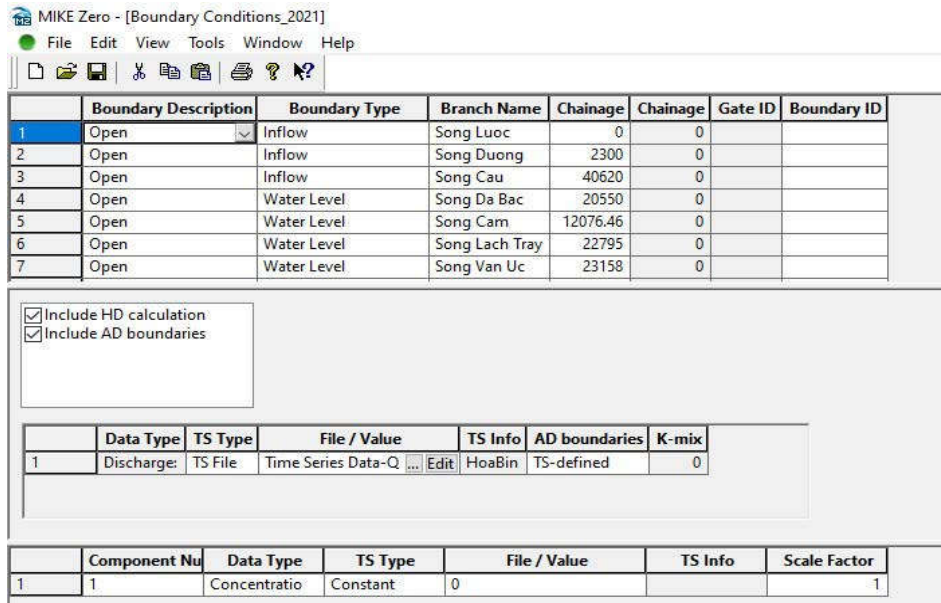
Nghiên cứu đã sử dụng bản đồ hệ thống sông Hồng - Thái Bình trên Arcview để làm nền xây dựng mạng lưới sông ngòi kết hợp tham khảo các tài liệu và sơ đồ hệ thống đã lập trước đây. Mạng sông tính toán được số hóa từ thượng nguồn xuống đến hạ du.



Hình 2: Sơ đồ mạng sông mô phỏng trên mô hình Mike 11

3.3.2. Thiết lập điều kiện biên

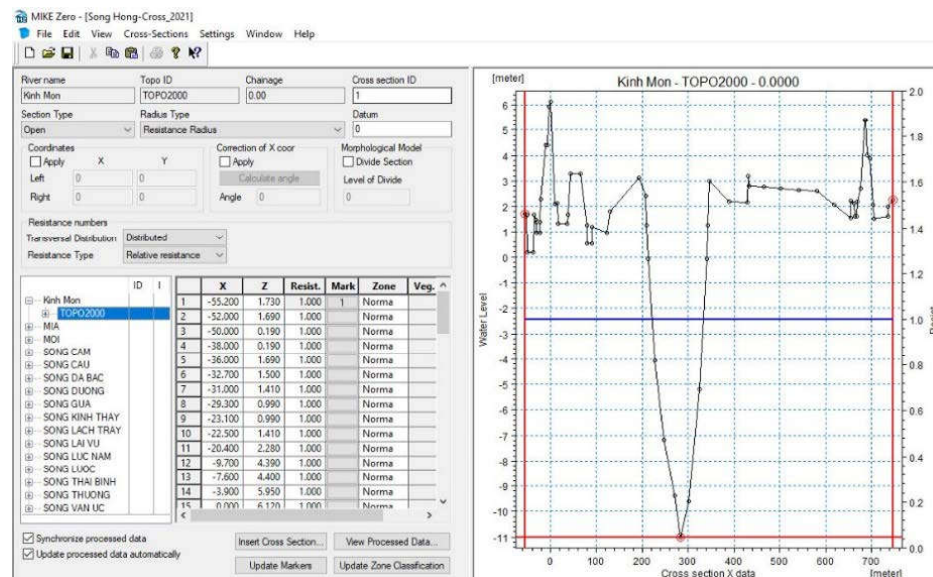
Thiết lập điều kiện biên hệ thống sông Thái Bình gồm các biên trên, biên lưu lượng tại trạm Thượng Cát của sông Đuống, trạm Triều Dương của sông Luộc và trạm Gia Bảy, sông Cầu. Biên dưới bao gồm các giá trị mực nước tại các cửa sông Đá Bạc, sông Cẩm, sông Lạch Tray và sông Văn Úc.



Hình 3: Thiết lập điều kiện biên

3.3.3. Thiết lập dữ liệu địa hình

Căn cứ tài liệu địa hình các mặt cắt thực đo dọc theo nhánh sông thu thập được tiến hành xây dựng file dữ liệu về địa hình cho mô hình. Số liệu mặt cắt được lưu trong file có đuôi *.XNS11. Thiết lập dữ liệu địa hình hệ thống sông Hồng - Thái Bình trình bày trong hình dưới đây:



Hình 4: Thiết lập dữ liệu địa hình

3.4. Hiệu chỉnh và kiểm định mô hình

3.4.1. Hiệu chỉnh bộ thông số mô hình

Nghiên cứu đã hiệu chỉnh hệ số nhám lòng dẫn của hệ thống sông Hồng - Thái Bình phục vụ cho quá trình hiệu chỉnh mô hình thủy lực có thể tóm tắt thành các bước sau đây:

Bước 1: Giả thiết bộ thông số (chủ yếu là độ nhám), điều kiện ban đầu.

Bước 2: Sau khi đã có bộ thông số giả thiết, tiến hành chạy mô hình.

Bước 3: So sánh kết quả tính toán với số liệu thực đo tại các trạm có số liệu đo đặc lưu lượng và mực nước.

Sai số giữa mực nước, lưu lượng tính toán và thực đo trong bước hiệu chỉnh mô hình được đánh giá theo chỉ số Nash-Sutcliffe.

$$R^2 = \frac{\sum_{i=1}^n [H_{obs,i} - H_{sim,i}]^2}{\sum_{i=1}^n [H_{obs,i} - \overline{H_{obs}}]^2}$$

Trong đó:

$H_{obs,i}$: Mực nước thực đo tại thời điểm thứ i

$H_{sim,i}$: Mực nước tính toán tại thời điểm thứ i

$\overline{H_{obs}}$: Mực nước thực đo trung bình các thời đoạn

Hiệu chỉnh bộ thông số cho mô đun thủy lực được hiệu chỉnh chủ yếu là hệ số nhám lòng dẫn và điều kiện ban đầu. Sau nhiều lần thay đổi thông số của mô hình, kết quả hệ số nhám trung bình trong từng sông được thể hiện trong Bảng 2.

Bảng 2. Hệ số nhám của các sông trong hệ thống sông Hồng - Thái Bình

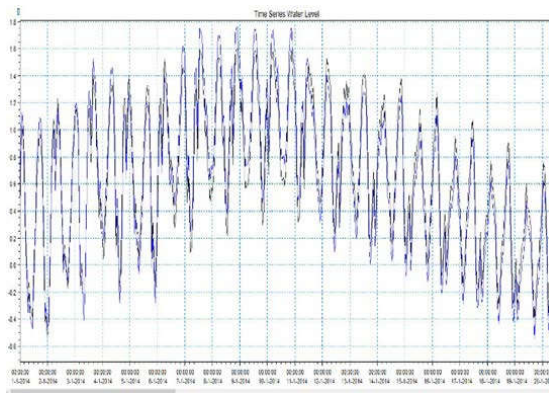
TT	Tên sông	Nhám lòng dẫn
1	Sông Cầu	0.02 - 0.025
2	Sông Thái Bình	0.025 - 0.06
3	Sông Đuống	0.021 - 0.08
4	Sông Kinh Thầy	0.02
5	Sông Cấm	0.02
6	Sông Lai Vũ	0.02 - 0.04
7	Sông Lạch Tray	0.025
8	Sông Luộc	0.016 - 0.018
9	Sông Văn Úc	0.025

Chọn chuỗi tài liệu từ 01/01/2014 đến 01/02/2014 dùng để hiệu chỉnh mô hình. Sau quá trình hiệu chỉnh kết quả hiệu chỉnh mô hình tại các trạm thủy văn cơ bản được thể hiện trong bảng sau:

Bảng 3. Kết quả tính toán hệ số Nash tại các trạm kiểm tra

TT	Trạm	Sông	Chỉ số NASH
1	Đông Xuyên	Văn Úc	0.96
2	Phả Lại	Kinh Thầy	0.98

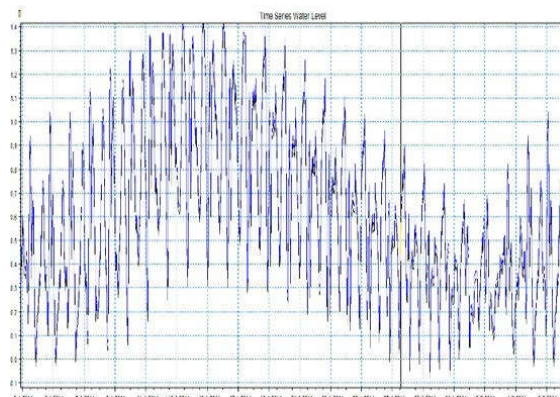
Các kết quả mô phỏng và thực đo dưới dạng biểu đồ được minh họa như sau trong đó đường mực nước màu xanh là giá trị mực nước thực đo và đường màu đen là giá trị mực nước tính toán.



Hình 5: Đường quá trình mực nước thực đo - tính toán trạm Đông Xuyên

Các hình trên có thể thấy đường quá trình mực nước tính toán và thực đo tại một số trạm kiểm tra khá phù hợp. Chỉ số NASH tại những trạm này vào khoảng 0.96 - 0.98. Như vậy quá trình hiệu chỉnh mô hình cho mô đun thủy lực đưa ra kết quả các chỉ tiêu đánh giá (NASH) nằm trong giới hạn cho phép.

Hiệu chỉnh bộ thông số cho mô đun khuếch tán - lan truyền mặn dựa trên việc thay đổi hệ số triết giảm cho từng đoạn sông ứng với mỗi cửa sông tương ứng. Quá trình hiệu chỉnh thông số mô



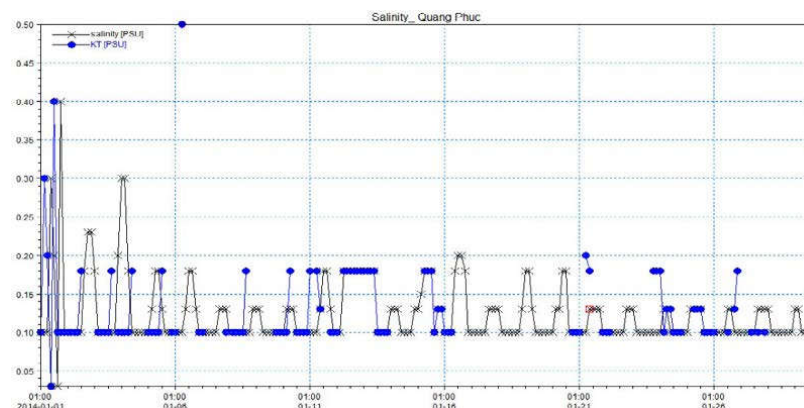
Hình 6: Đường quá trình mực nước thực đo - tính toán tại trạm Phũ Lại

hình dựa trên sự phù hợp giữa tính toán và thực đo tại các trạm kiểm tra, cụ thể là sự phù hợp về giá trị đỉnh mặn. Chỉ tiêu đánh giá về đỉnh dựa trên sai số tương đối, tuyệt đối và thời gian xuất hiện đỉnh mặn.

Qua kết quả cho thấy vị trí kiểm tra đỉnh mặn tính toán và thực đo có sự phù hợp tốt, thời gian xuất hiện tính toán đỉnh không chênh lệch nhiều so với thời gian xuất hiện đỉnh mặn thực đo. Quá trình độ mặn tính toán và thực đo tại hầu hết các vị trí nhìn chung khá phù hợp.

Bảng 4. Kết quả đánh giá sai số độ mặn tính toán và thực đo tại vị trí kiểm tra

TT	Trạm	Sông	Smax tính toán	Smax thực đo	Sai số lệch đỉnh		Chênh lệch thời gian xuất hiện đỉnh (giờ)	Nash
			(%)	(%)	Tuyệt đối (%)	Tương đối (%)		
1	Quang Phục	Văn Úc	0.4	0.5	0.65	11.93	2	0.71



Hình 7: Quá trình mặn tính toán và thực đo tại trạm Quang Phục

3.4.2. Kiểm nghiệm bộ thông số mô hình

Qua quá trình hiệu chỉnh mô hình ta đã có được bộ thông số phù hợp, dùng bộ thông số này tiến hành chạy kiểm tra cho thời đoạn kiệt từ 01/01/2015 - 01/02/2015. Qua quá trình kiểm định mô hình (thủy

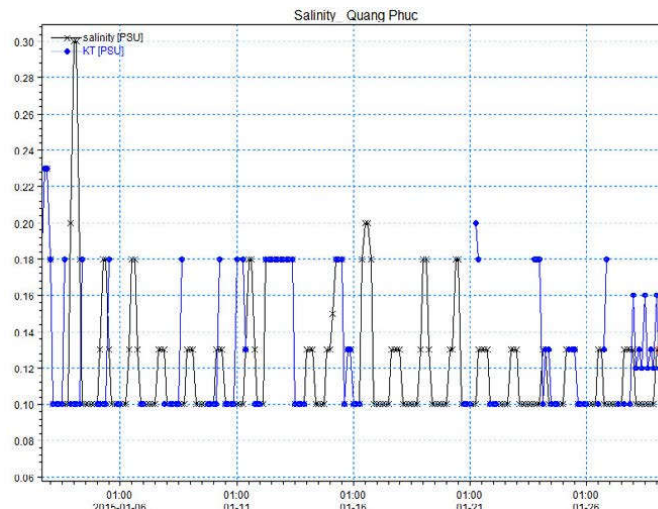
lực và mặn) ta đã có được bộ thông số Nash đạt từ 0.83 đến 0.86.

Bảng 5. Kết quả tính toán hệ số Nash tại một số trạm kiểm tra

TT	Trạm	Sông	Chỉ số Nash
1	Đông Xuyên	Văn Úc	0.86
2	Phả Lại	Kinh Thầy	0.83

Bảng 6. Kết quả đánh giá sai số độ mặn tính toán và thực đo tại trạm Quang Phục

TT	Trạm	Sông	Smax tính toán	Smax thực đo	Sai số lệch đỉnh		Chênh lệch thời gian xuất hiện đỉnh (giờ)	Nash
			%	%	Tuyệt đối %	Tương đối %		
1	Quang Phục	Văn Úc	11.58	11.3	0.284	-2.45	2	0.70



Hình 8: Quá trình mặn tính toán và thực đo tại trạm Quang Phục - sông Văn Úc

4. Kết quả nghiên cứu và thảo luận

Từ kết quả của các kịch bản nước biển dâng do biến đổi khí hậu, nghiên cứu đã sử dụng kịch bản nước biển dâng RCP8.5 cho việc tính toán sự xâm nhập mặn tại khu vực cửa sông Văn Úc với các kịch bản cụ thể sau:

+ **Kịch bản 01:** Kịch bản nền, tính toán xâm nhập mặn cửa sông theo số liệu hiện trạng với giá trị mực nước và đồ mặn năm 2014.

+ **Kịch bản 02:** Kịch bản nước biển dâng theo kịch bản RCP 8.5 năm 2030, tăng giá trị mực nước biển tại các biên mực

nước cửa sông ven biển ở khu vực nghiên cứu lên 0.18 m so với kịch bản nền.

+ **Kịch bản 03:** Kịch bản nước biển dâng theo kịch bản RCP 8.5 năm 2050, kịch bản này sẽ tăng giá trị mực nước biển tại các biên mực nước ở khu vực cửa sông ven biển lên 0.35 m so với kịch bản nền.

4.1. Kết quả mô phỏng kịch bản nền

Từ kết quả mô phỏng ta nhận thấy độ mặn tại vị tại trạm quan trắc Quang Phục trong tháng 1 là lớn nhất với S đỉnh max đạt 23.7 ‰, độ mặn giảm dần từ tháng 2 đến tháng 5. Giá trị S đỉnh max trong tháng 5 chỉ đạt 13.8 ‰.

Bảng 7. Độ mặn đặc trưng tháng tại trạm Quang Phục sông Văn Úc

(Đơn vị: ‰)

Tên sông	Tháng 1		Tháng 2		Tháng 3		Tháng 4		Tháng 5	
	Sđỉnh max	Sđỉnh tb	Sđỉnh max	Sđỉnh tb	Sđỉnh max	Sđỉnh tb	Sđỉnh max	Sđỉnh tb	Sđỉnh max	Sđỉnh tb
Văn Úc	23.7	10.48	17.63	10.2	18.45	8.78	14.30	5.60	13.80	7.10

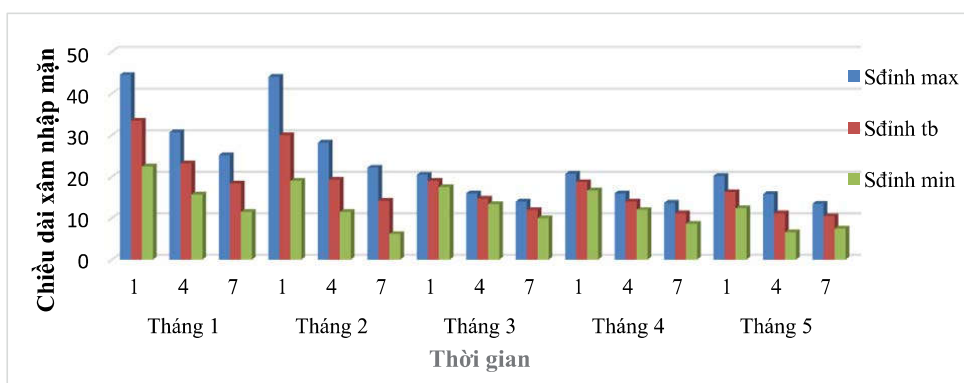
Bảng 8. Giới hạn xâm nhập mặn theo các đỉnh mặn trên sông Văn Úc (km so với cửa sông)

Đơn vị (km)

Tháng	Tháng 1/2014			2/2014			3/2014			4/2014			5/2014		
Mức mặn	1‰	4‰	7‰	1‰	4‰	7‰	1‰	4‰	7‰	1‰	4‰	7‰	1‰	4‰	7‰
Sđỉnh max	44.5	30.7	25.2	44	28.2	22.2	20.5	16	14	20.7	16	13.7	20.2	15.8	13.5
Sđỉnh tb	33.5	23.2	18.4	30	19.3	14.2	19	14.7	12	18.7	14	11.2	16.3	11.2	10.5
Sđỉnh min	22.5	15.7	11.5	19	11.5	6.2	17.5	13.4	10	16.7	12	8.7	12.4	6.6	7.5

Từ các đường quá trình xâm nhập mặn được thành lập theo Sđỉnh max, Sđỉnh tb, Sđỉnh min, có thể xác định bất kỳ điểm nào trong phạm vi không chế tương ứng với độ mặn và chiều dài nhiễm mặn của đoạn sông. Để lập bản đồ nhiễm mặn theo hệ thống sông Văn Úc và có số liệu phục vụ sản xuất, cần xác định các giới hạn xâm nhập mặn tương ứng các đỉnh mặn ở mức 1‰, 4‰, 7‰.

Từ bảng số liệu về giới hạn xâm nhập mặn trên sông Văn Úc, ta nhận thấy theo Sđỉnhmax =1‰ chiều dài xâm nhập mặn lớn nhất xảy ra vào tháng 1 trong thời kỳ mùa kiệt với chiều dài xâm nhập tới 44.5 km, tháng 2 thì chiều dài xâm nhập mặn đạt 44 km, tháng 03 thì chiều dài xâm nhập mặn giảm đi một nửa chỉ còn 20.5 km và chiều dài xâm nhập mặn lần lượt cho tháng 04, tháng 05 là 20.7 và 20.2 km so với cửa sông.



Hình 9: Hình so sánh chiều dài xâm nhập mặn theo kịch bản 01

4.2. Kết quả mô phỏng kịch bản nước biển dâng RCP8.5 năm 2030

Nghiên cứu đã sử dụng kịch bản nước biển dâng RCP8.5 năm 2030 với giá trị mực nước biển dâng lên cao 0.18 m so với kịch bản nền. Kết quả kiểm tra mặn tại trạm Quang Phục được thể hiện qua bảng sau:

Bảng 9. Độ mặn đặc trưng tháng tại trạm Quang Phục theo kịch bản 2

(Đơn vị: ‰)

Tên sông	Tháng 1		Tháng 2		Tháng 3		Tháng 4		Tháng 5	
	Sđỉnh max	Sđỉnh tb	Sđỉnh max	Sđỉnh tb	Sđỉnh max	Sđỉnh tb	Sđỉnh max	Sđỉnh tb	Sđỉnh max	Sđỉnh tb
Văn Úc	25.7	11.48	18.63	10.7	19.64	9.78	16.32	6.75	14.82	9.10

Bảng 10. Giới hạn xâm nhập mặn theo các đỉnh mặn trên sông Văn Úc (km so với cửa sông)

Đơn vị (km)

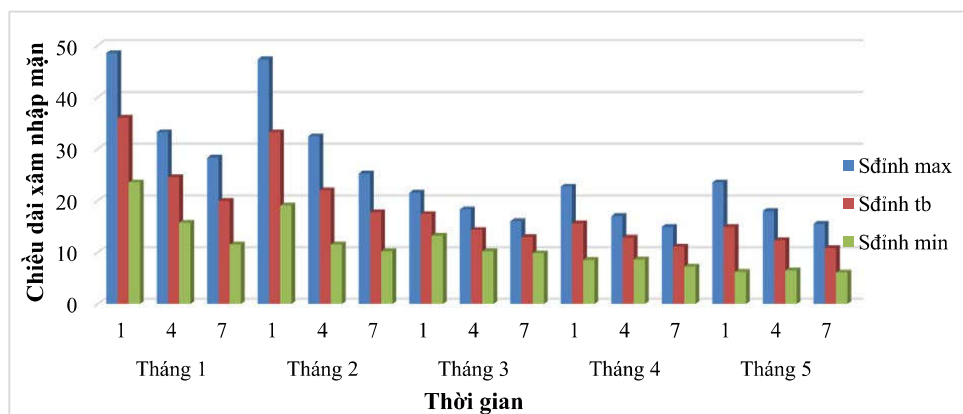
Tháng	Tháng 1/2014			2/2014			3/2014			4/2014			5/2014		
Mức mặn	1‰	4‰	7‰	1‰	4‰	7‰	1‰	4‰	7‰	1‰	4‰	7‰	1‰	4‰	7‰
Sđỉnh max	48.5	33.2	28.3	47.3	32.4	25.2	21.5	18.3	16.0	22.7	17.0	14.9	23.5	18.0	15.5
Sđỉnh tb	36.0	24.5	19.9	33.2	22.0	17.7	17.4	14.3	12.9	15.6	12.8	11.1	14.9	12.3	10.8
Sđỉnh min	23.5	15.7	11.5	19.0	11.5	10.2	13.2	10.2	9.8	8.5	8.6	7.2	6.2	6.5	6.1

Từ kết quả tính toán độ mặn tại vị trí trạm quan trắc Quang Phục trên sông Văn Úc theo kịch bản 02 ta nhận thấy khi nước biển dâng lên thì độ mặn trong sông cũng tăng và phụ thuộc vào chế độ thủy văn trong từng thời kỳ. Độ mặn S đỉnh max giảm dần từ tháng 01 đến tháng 05. Tháng 01 có giá trị độ mặn S đỉnh max đạt giá trị 25.7 ‰, S đỉnh trung bình đạt 11.48 ‰, trong khi đó tháng 02 độ mặn có xu hướng giảm với S đỉnh max chỉ còn 18.63 ‰, tháng 5 thì giá trị S đỉnh max chỉ còn 14.82 ‰ tại trạm Quang Phục

Từ bảng số liệu về giới hạn xâm nhập mặn trên sông Văn Úc theo Sđỉnh max = 1‰ chiều dài xâm nhập mặn lớn nhất xảy

ra vào tháng 1 với chiều dài xâm nhập tới 48.5 km, tháng 2 thì chiều dài xâm nhập mặn đạt 47.3 km, tháng 03 thì chiều dài xâm nhập mặn giảm đi một nửa chỉ còn 21.5 km và chiều dài xâm nhập mặn lần lượt cho tháng 04, tháng 05 là 22.7 và 23.5 km so với cửa sông.

Giá trị độ mặn phụ thuộc vào quá trình thủy triều lên xuống, trong một tháng có thời kỳ triều cao và thời kỳ triều kém dẫn đến quá trình xâm nhập mặn vào trong sông cũng thay đổi theo chu kỳ triều. Trong tháng 1 thời kỳ triều cao có độ dài xâm nhập mặn khoảng 48.5 km trong khi đó vào thời kỳ triều kém thì mặn chỉ xâm nhập vào cửa sông khoảng 23.5 km.



Hình 10: Hình so sánh chiều dài xâm nhập mặn theo kịch bản 02

4.3. Kết quả mô phỏng kịch bản nước biển dâng RCP8.5 năm 2050

Nghiên cứu đã sử dụng kịch bản nước biển dâng RCP8.5 năm 2050 với giá trị mực nước biển dâng lên cao 0.35 m so với kịch bản nền. Kết quả mô phỏng mặn tại trạm Quang Phục trên sông Văn Úc được thể hiện qua bảng sau:

Bảng 11. Độ mặn đặc trưng tháng tại trạm Quang Phục theo kịch bản 3

(Đơn vị: ‰)

Tên sông	Tháng 1		Tháng 2		Tháng 3		Tháng 4		Tháng 5	
	Sđỉnh max	Sđỉnh tb	Sđỉnh max	Sđỉnh tb	Sđỉnh max	Sđỉnh tb	Sđỉnh max	Sđỉnh tb	Sđỉnh max	Sđỉnh tb
Văn Úc	29.7	14.48	22.86	13.7	21.84	12.48	18.92	9.35	17.32	12.60

Bảng 12. Giới hạn xâm nhập mặn theo các đỉnh mặn trên sông Văn Úc (km so với cửa sông)

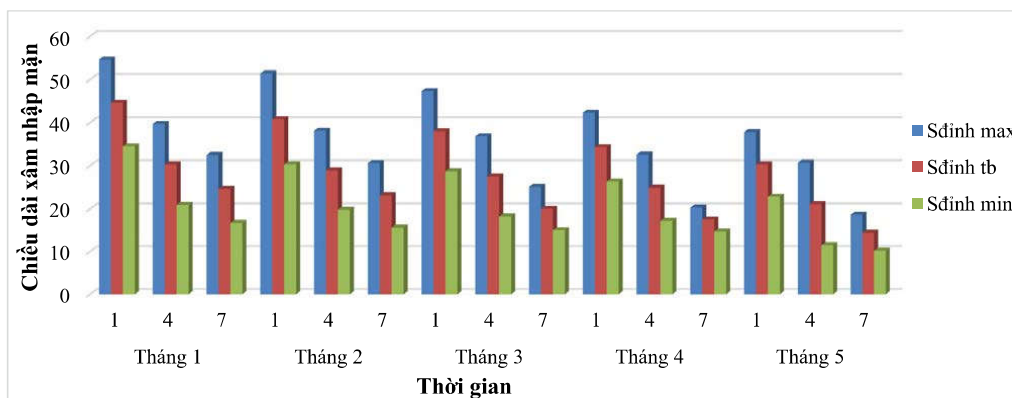
Đơn vị (km)

Tháng	Tháng 1/2014			2/2014			3/2014			4/2014			5/2014		
Mức mặn	1‰	4‰	7‰	1‰	4‰	7‰	1‰	4‰	7‰	1‰	4‰	7‰	1‰	4‰	7‰
Sđỉnh max	54.6	39.7	32.5	51.4	38.1	30.6	47.3	36.8	25.1	42.3	32.6	20.3	37.8	30.7	18.6
Sđỉnh tb	44.6	30.3	24.6	40.8	28.9	23.1	38	27.5	20.0	34.3	24.9	17.5	30.3	21.1	14.4
Sđỉnh min	34.5	20.9	16.7	30.3	19.8	15.6	28.7	18.2	15	26.3	17.2	14.7	22.8	11.5	10.2

Từ kết quả tính toán ta nhận thấy độ mặn tại vị trí trạm quan trắc Quang Phục trên sông Văn Úc theo kịch bản 03 lớn nhất trong các kịch bản. Tháng 01 có giá trị độ mặn S đỉnh max đạt giá trị 29.7 ‰, S đỉnh trung bình đạt 14.48 ‰, trong khi đó tháng 02 độ mặn có xu hướng giảm với

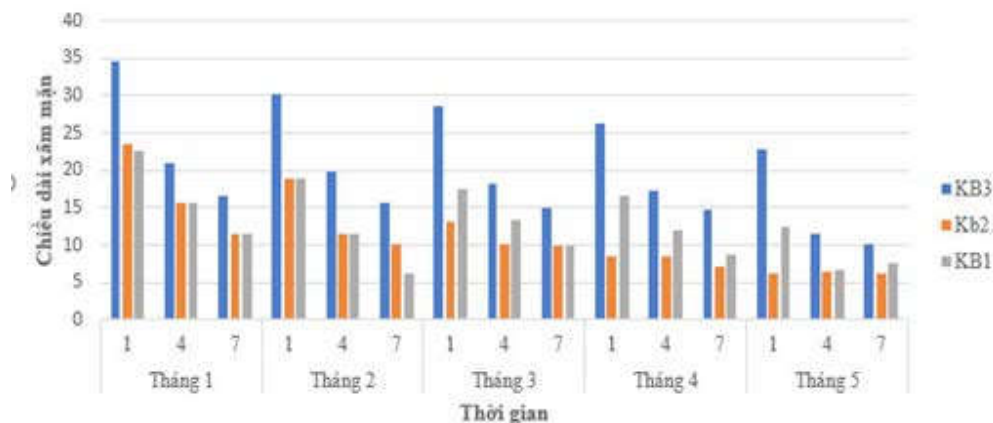
S đỉnh max chỉ còn 22.86 ‰, tháng 5 thì giá trị S đỉnh max chỉ còn 17.32 ‰.

Xâm nhập mặn cao nhất là tháng 01/2014, theo Sđỉnh max = 1‰ độ dài xâm nhập tới 54.6 km. Thấp nhất là tháng 5/2014. Sđỉnh max = 1‰ chiều dài xâm nhập mặn là 37.8 km.

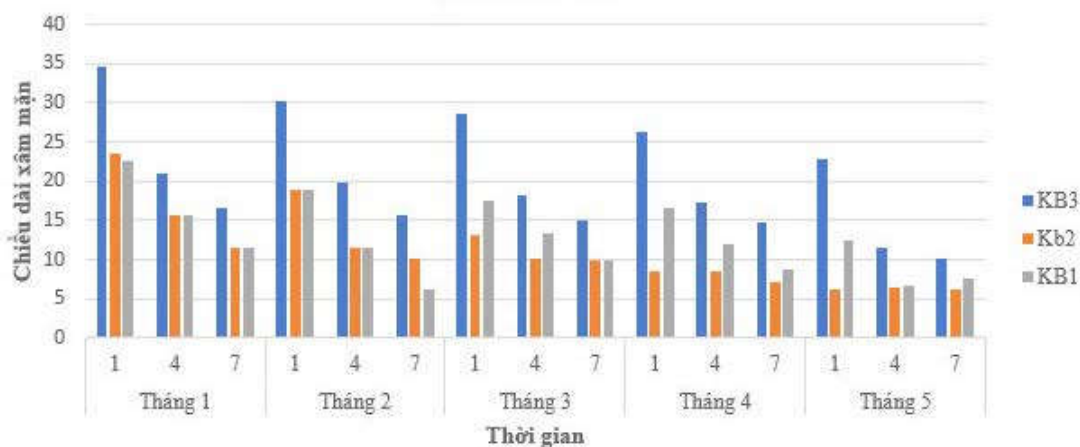


Hình 11: Hình so sánh chiều dài xâm nhập mặn theo kịch bản 03

Để đánh giá sự biến động của quá trình xâm nhập mặn vào cửa sông Văn Úc theo các kịch bản nước biển dâng do biến đổi khí hậu, nghiên cứu đã so sánh chiều dài xâm nhập mặn của các kịch bản với nhau và được thể hiện qua hình sau:



Hình 12: Hình so sánh chiều dài xâm nhập mặn theo các kịch bản trong chu kỳ đỉnh max



Hình 13: Hình so sánh chiều dài xâm nhập mặn theo các kịch bản trong chu kỳ đỉnh mặn min

Nhìn chung từ bảng so sánh ta thấy chiều dài xâm nhập mặn giảm dần từ tháng 01 đến tháng 5 trong thời kỳ đỉnh mặn việc này có thể được giải thích do lưu lượng từ thượng nguồn cung cấp cho dòng chảy sông tăng dần từ tháng 01 đến tháng 5 dẫn đến mặn bị đẩy lùi xuống khu vực cửa sông làm cho nê m mặn ngắn dần đi.

Từ bảng so sánh chiều dài xâm nhập mặn theo các kịch bản với S đỉnh max ta nhận thấy kịch bản 03 có chiều dài xâm nhập mặn lớn hơn so với các kịch bản 02 và 01 theo các tháng. Với kịch bản 01 với độ mặn được tính toán vùng ảnh hưởng là 1‰ thì chiều dài xâm nhập mặn chỉ đạt

44.5 km, trong khi đó kịch bản 02 tăng lên 48.5 km và kịch bản 03 là 54.6 km.

Trong thời kỳ giá trị độ mặn nhỏ diễn ra trong thời kỳ triều kém, độ dài xâm nhập mặn chỉ đạt khoảng gần một nửa so với thời kỳ triều cao. Với kịch bản 03 trong tháng 01 thì chiều dài xâm nhập mặn vào sông Văn Úc chỉ đạt 34.5 km, trong khi đó trong thời kỳ triều cao thì mặn xâm nhập vào trong sông lên tới 54.6 km.

Từ kết quả tính toán xâm nhập mặn theo các kịch bản khác nhau, ta nhận thấy với giá trị mực nước biển tăng lên kết hợp với thời kỳ triều cao thì mặn tiến sâu vào trong sông Văn Úc. Với kịch bản 03 khi mực nước biển dâng lên 0.35 m thì mặn đã tiến sâu thêm khoảng 10.1 km trong sông.

5. Kết luận và kiến nghị

5.1. Kết luận

Nghiên cứu đã xây dựng được bộ thông số mô hình thủy động lực cho việc mô phỏng thủy lực và lan truyền mặn ở khu vực hệ thống sông Thái Bình bao gồm sông Văn Úc ở vùng nghiên cứu có độ tin cậy khá tốt với hệ số Nash đạt 0.96 tại trạm Đông Xuyên và 0.98 tại trạm Phả Lại cho hiệu chỉnh mô hình và hệ số Nash cho kiểm định mô hình lần lượt là 0.86 và 0.83.

Theo kịch bản nền với giá trị mực nước biển hiện trạng năm 2014 với $S_{\text{đỉnh max}} = 1\text{‰}$ chiều dài xâm nhập mặn lớn nhất xảy ra vào tháng 01 với chiều dài xâm nhập tới 44.5 km, tháng 02 thì chiều dài xâm nhập mặn đạt 44 km, tháng 3 thì chiều dài xâm nhập mặn giảm đi một nửa chỉ còn 20.5 km và chiều dài xâm nhập mặn lần lượt cho tháng 4, tháng 5 là 20.7 và 20.2 km so với cửa sông.

Khi mực nước biển dâng lên cao so với kịch bản nền 0.18 m theo kịch bản biến đổi khí hậu RCP8.5 năm 2030. Chiều dài xâm nhập mặn trong tháng 01 đạt tới 48.5 km. Thấp nhất là tháng 5 năm 2014 với chiều dài xâm nhập mặn là 23.5 km. Nêm mặn đã di chuyển sâu vào trong sông thêm 3 km so với kịch bản 01.

Với kịch bản 03 thì giới hạn xâm nhập mặn trên sông Văn Úc là 54.6 km, tháng 02 thì chiều dài xâm nhập mặn đạt 51.4 km, tháng 3 thì chiều dài xâm nhập mặn giảm đi một nửa chỉ còn 47.3 km và chiều dài xâm nhập mặn lần lượt cho tháng 4, tháng 5 là 42.3 và 37.8 km so với cửa sông. Khi mực nước biển dâng lên 0.35 m thì mặn đã tiến sâu thêm khoảng 10.1 km trong sông so với kịch bản nền.

5.2. Kiến nghị

Nghiên cứu mới chỉ tính toán chiều dài mặn xâm nhập vào trong sông Văn Úc, huyện Tiên Lãng, Thành phố Hải Phòng vì vậy cần có thêm nghiên cứu mô phỏng xâm nhập mặn cho toàn bộ hệ thống cửa sông thuộc hệ thống sông Hồng - Thái Bình để nhìn nhận một cách tổng quan cho toàn lưu vực.

Sông Văn Úc có sự liên kết với các nhánh sông khác vì vậy độ mặn có thể bị ảnh hưởng từ quá trình xâm nhập mặn của các cửa sông khác. Vì vậy cần thêm nghiên cứu mô phỏng xâm nhập cho toàn bộ hệ thống cửa sông khu vực Hải Phòng.

Do số liệu thực đo độ mặn tại trạm kiểm tra nghiên cứu thu thập được vào năm 2014 và 2015 vì vậy nghiên cứu đã sử dụng bộ số liệu này phục vụ cho việc tính toán xây dựng kịch bản nền. Qua đó đánh giá sự tác động của nước biển dâng đến chiều dài xâm nhập mặn ở khu vực nghiên cứu.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

- [1]. Đoàn Quang Trí (2017). *Ứng dụng mô hình Mike 11 mô phỏng và tính toán xâm nhập mặn cho khu vực Nam bộ*. Tạp chí Khí tượng thủy văn, số 39 tháng 11.
- [2]. Đặng Văn Dũng, Trần Đình Phương, Lê Thị Oanh, Trần Thành Công (2018). *Khai thác mô hình Mike 11 trong dự báo, cảnh báo xâm nhập mặn vùng đồng bằng sông Cửu Long*. Tạp chí Khí tượng thủy văn.
- [3]. Denmark Hydraulic Institute (DHI), (2007). *MIKE 11 User Guide*. DHI, 514 pp.
- [4]. Denmark Hydraulic Institute (DHI), (2007). *MIKE 11 Reference Manual*. DHI, 514 pp.
- [5]. Hien Ngoc Hoang, Hiep Xuan Huynh (2012). *Simulation of Salinity intrusion in the context of the Mekong Delta Region (Viet Nam)*. Proceedings of the IEEE.

- [6]. Jianli Liu (2017). *Hydronamic and Salinity Simulation in the Lower Lackes, South Australia and proposed Coastal Reservoir*. University of Wollongong Thesis Collections.
- [7]. Nuttawut Intaboot, Wisuwat Taesombat (2016). *A study of the Calibartion of salinity dispersion in the Thachin estuary*. International symposium on Fusion of Science & Technology, New Delhi, India, January 18 - 22.
- [8]. N.T.T.Ha, H.T.Trang, N.V.Vuong, D.N.Khoi (2014). *Simulating impacts of sea level rise on salinity intrusion in the Mekong Delta, Vietnam in the period 2015 - 2100 using Mike 11*. Proceedings of the IEEE.
- [9]. Trần Quốc Đạt, Nguyễn Hiếu Trung, Kanchit Likitdecharote (2012). *Mô phỏng xâm nhập mặn đồng bằng sông Cửu Long dưới tác động mực nước biển dâng và sự suy giảm lưu lượng từ thượng nguồn*. Tạp chí Khoa học, 21b 141 - 150.
- BBT nhận bài: 21/7/2021; Phản biện xong: 30/7/2021; Chấp nhận đăng: 22/9/2021