

ỨNG DỤNG MÔ HÌNH MIKE 3 MÔ PHỎNG XÂM NHẬP MẶN SÔNG NINH CƠ TRONG ĐIỀU KIỆN BIẾN ĐỔI KHÍ HẬU VÀ NƯỚC BIỂN DÂNG

Hồ Việt Cường

Viện Khoa học Thủy lợi Việt Nam

Trần Ngọc Anh, Nguyễn Bách Tùng

Trường Đại học Tự nhiên

Tóm tắt: Việt Nam là quốc gia được dự báo sẽ chịu ảnh hưởng nặng nề các tác động của biến đổi khí hậu, theo kịch bản về BĐKH được Bộ Tài nguyên và Môi trường công bố năm 2016, với kịch bản nồng độ khí nhà kính cao RCP8.5 vào đầu thế kỷ, nhiệt độ trung bình năm trên toàn quốc có mức tăng phổ biến từ $0,8 \div 1,1^{\circ}\text{C}$. Vào giữa thế kỷ, ở khu vực phía Bắc tăng phổ biến từ $2,0 \div 2,3^{\circ}\text{C}$ và đến cuối thế kỷ, nhiệt độ ở phía Bắc tăng từ $3,3 \div 4,0^{\circ}\text{C}$. Lượng mưa mùa khô vùng đồng bằng Bắc bộ có xu thế giảm đến 15%. Mực nước biển dâng vào giữa thế kỷ trong khu vực tăng từ 17 đến 36cm, và vào cuối thế kỷ từ 51÷106cm. Điều này dẫn đến nguy cơ dòng chảy mùa kiệt bị suy giảm, mực nước trên các sông vùng hạ du xuống thấp, nước biển dâng cao kết hợp triều cường sẽ tạo điều kiện cho xâm nhập mặn ngày càng lan sâu hơn vào trong các sông, trong đó có sông Ninh Cơ... Diễn biến xâm nhập mặn gia tăng trong tương lai đang làm dấy lên sự lo ngại về nguy cơ thiếu nước ngọt trầm trọng, ảnh hưởng trực tiếp đến môi trường sinh thái, đời sống KTXH và sinh kế của hàng triệu người dân trong vùng. Để ứng phó với xâm nhập mặn, cần thiết phải có các tính toán, dự báo về diễn biến xâm nhập mặn cho từng khu vực cụ thể, từ đó có cơ sở khoa học đề xuất các biện pháp, giải pháp thích hợp, nhằm giảm thiểu các tác động bất lợi do xâm nhập mặn gây ra. Bài báo trình bày kết quả ứng dụng mô hình 3 chiều MIKE 3 tính toán mô phỏng và dự báo diễn biến xâm nhập mặn trên sông Ninh Cơ, ứng với các kịch bản nghiên cứu về biến đổi khí hậu và nước biển dâng đến năm 2030, 2050 và 2100.

Từ khóa: xâm nhập mặn, biến đổi khí hậu, nước biển dâng, sông Ninh Cơ, đồng bằng sông Hồng - Thái Bình, MIKE 3.

Summary: Vietnam is projected as a country that will be severely affected by climate change based on a scenario constructed by the Ministry of Natural Resources and Environment in 2016. With regard to the representative concentration pathway RCP8.5, the surface temperature in the Northern region is likely to increase from $0,8 \div 1,1^{\circ}\text{C}$, $2,0 \div 2,3^{\circ}\text{C}$, and $3,3 \div 4,0^{\circ}\text{C}$ in the near-term, mid-term, and long-term climate, respectively. The dry season precipitation is expected to decrease 15% in the Red River Delta. Sea level is projected to rise from 17 ÷ 36cm and 51 ÷ 106cm in the mid-term and long-term climate, sequentially. These lead to the risk of dry season flow deficit, low water level in downstream rivers; rising sea level combined with high tides will accelerate further salinity intrusion, including the Ninh Co River. The progress of saline intrusion in the future is raising concerns about the risk of serious freshwater shortage, which directly affects the ecological environment, socio-economics, and livelihoods of millions of people in the region. In response to this threat, it is necessary to calculate and forecast saline intrusion for specific areas. They are considered a scientific basis to propose appropriate measures and solutions in order to minimize adverse impacts caused by the saline intrusion. The paper presents the results of 3-dimensional model application MIKE 3 for simulating and forecasting salinity intrusion into the Ninh Co River corresponding to scenarios on climate change and sea level rise in 2030, 2050, and 2100.

Keywords: saline intrusion, climate change, sea level rise, Ninh Co river, Red-Thai Binh river Delta, MIKE 3.

1. ĐẶT VẤN ĐỀ

Trong những năm gần đây, hiện tượng xâm nhập mặn (XNM) lan sâu vào trong sông và nội đồng đang là vấn đề nghiêm trọng đối với

nhều địa phương ở vùng đồng bằng Bắc Bộ. Ảnh hưởng của biến đổi khí hậu và nước biển dâng (NBD), đặc biệt là sự suy giảm lượng dòng chảy trong mùa kiệt, do khai thác nước mặt, nước ngầm quá mức, lòng dẫn các sông hạ du bị hạ thấp... đang làm cho tình hình xâm nhập mặn ngày càng diễn biến phức tạp. Các số liệu đo đạc, khảo sát trong khu vực cho

Ngày nhận bài: 03/02/2020

Ngày thông qua phản biện: 19/02/2020

Ngày duyệt đăng: 20/02/2020

thấy: Trên hệ thống sông Hồng – Thái Bình dòng chảy mùa kiệt đã bị suy giảm mạnh, thực tế từ năm 2001 trở lại đây cho thấy mực nước trên sông Hồng tại Hà Nội từ tháng 12 đến tháng 5 thấp hơn trung bình nhiều năm từ 0,5 đến 1,1m. Lưu lượng về hạ du giảm và mực nước các sông vùng hạ du xuống thấp, nước biển dâng cao kết hợp triều cường dẫn đến xâm nhập mặn ngày càng xâm nhập sâu hơn, ranh giới mặn đã bao trùm hầu hết địa giới hành chính của các tỉnh/tp như Hải Phòng, Thái Bình, Nam Định và đã ảnh hưởng lên đến các khu vực cuối của tỉnh Hải Dương, Bắc Ninh, Hưng Yên, Ninh Bình. Có thể thấy, diễn biến của xâm nhập mặn ở đồng bằng sông Hồng - Thái Bình có xu thế gia tăng trong tương lai đang làm dấy lên sự lo ngại về nguy cơ thiếu nước ngọt ở khu vực này. Theo ước tính sơ bộ của Bộ Nông nghiệp và Phát triển Nông thôn, đến năm 2050 khi mực nước biển dâng cao thêm 0,22m sẽ làm cho toàn bộ các hệ thống thủy lợi ven biển thiếu nước ngọt, với khoảng 30% diện tích canh tác nông nghiệp bị ảnh hưởng. Xâm nhập mặn còn gây ra các tác động trực tiếp đến môi trường sinh thái, đời sống KTXH và sinh kế của hàng triệu người.

Sông Ninh Cơ (còn gọi là Lạch Lác hay Cường Giang) là một phân lưu ở hạ du của sông Hồng, sông Ninh Cơ có chiều dài khoảng 55 km, chảy qua địa bàn các huyện Trực Ninh, Xuân Trường, Nghĩa Hưng của tỉnh Nam Định. Sông có vai trò quan trọng trong việc cung cấp nước tưới cho hàng nghìn hecta lúa và hoa màu, nước sinh hoạt, sản xuất và các nhu cầu nước cho phát triển KTXH. Tuy nhiên với thực trạng hiện nay, xâm nhập mặn đang đe dọa đến vùng này rất nghiêm trọng. Ranh giới mặn ngày càng lấn sâu trên sông Ninh Cơ, độ mặn tại cửa cống Múc 2 cách biển 37 km đã có lúc đạt tới 1,7‰ đã gây ảnh hưởng không nhỏ đến chất lượng nước trong sông... Do vậy để chủ động hơn nữa trong công tác ứng phó với tình hình xâm nhập mặn trong khu vực, cần thiết phải có các nghiên cứu, tính

toán mô phỏng để dự báo về diễn biến xâm nhập mặn trên sông Ninh Cơ trong tình hình hiện nay và cả trong tương lai.

Do đặc tính của độ mặn trong nước là tạo thành các phân tầng theo độ sâu và ở tầng nông (tầng mặt) có độ mặn nhỏ nhất do đó ở vùng ảnh hưởng triều việc lấy nước còn dựa vào đặc điểm này để chọn thời điểm lấy nước cho hiệu quả nhất. Để biết rõ biến động về sự phân tầng của độ mặn trong nước hiện nay ngoài việc sử dụng các thiết bị đo hiện đại còn có phương pháp tính toán mô phỏng bằng mô hình toán 3 chiều. Đây là phương pháp cho kết quả diễn biến mặn theo độ sâu của dòng sông trực quan và có thể tính toán mô phỏng với nhiều kịch bản khác nhau từ đó đưa ra các kế hoạch lấy nước phù hợp. Bài báo này trình bày các kết quả ứng dụng mô hình MIKE 3D để tính toán mô phỏng xâm nhập mặn cho sông Ninh Cơ từ đó xác định độ mặn phân theo tầng độ sâu, ranh giới nước mặn và ngọt để đảm bảo việc lấy nước cung cấp cho khu vực trên sông Ninh Cơ.

2. XÂY DỰNG MÔ HÌNH MIKE 3D MÔ PHỎNG XÂM NHẬP MẶN SÔNG NINH CƠ

Trong nghiên cứu này, chúng tôi ứng dụng mô hình 3 chiều MIKE 3 để tính toán mô phỏng và dự báo diễn biến xâm nhập mặn trên sông Ninh Cơ theo các kịch bản về biến đổi khí hậu và mực nước biển dâng. Việc sử dụng mô hình 3 chiều sẽ giúp mô phỏng được đầy đủ các quá trình tương tác động lực ở khu vực cửa sông - ven biển, cũng như xác định được cơ chế lan truyền xâm nhập mặn theo dọc sông và sự phân tầng độ mặn theo chiều sâu. MIKE 3 là bộ mô hình số trị 3 chiều do Viện Thủy lực Đan Mạch (DHI) xây dựng và phát triển. Mô hình được sử dụng để tính toán cho các khu vực có địa hình phức tạp như đại dương, vùng biển ven bờ, cửa sông, trong sông và hồ. Mô hình có khả năng mô phỏng chi tiết các yếu tố tác động như điều kiện về thủy thạch động lực, địa hình, dòng chảy, bùn cát, địa chất... trong đó có tính đến

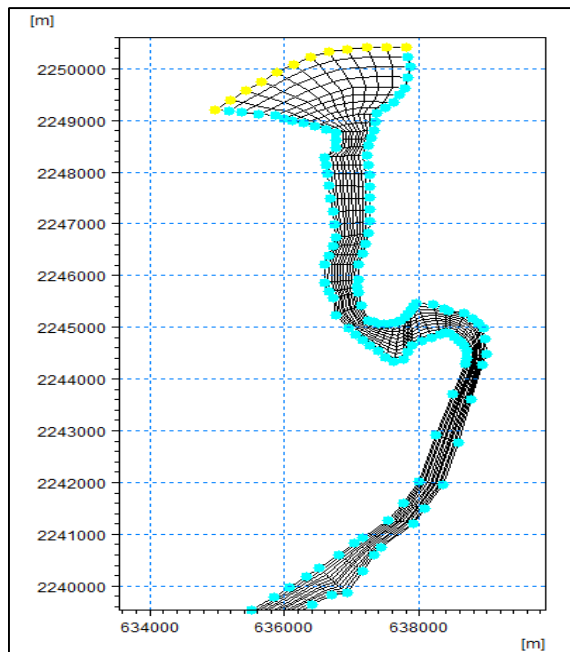
ảnh hưởng của phân tầng mật độ, nhiệt độ, độ muối và các tương tác của các yếu tố khí quyển biển (khí áp, sóng và gió trên mặt).

2.1. Thiết lập mô hình tính toán, mô phỏng

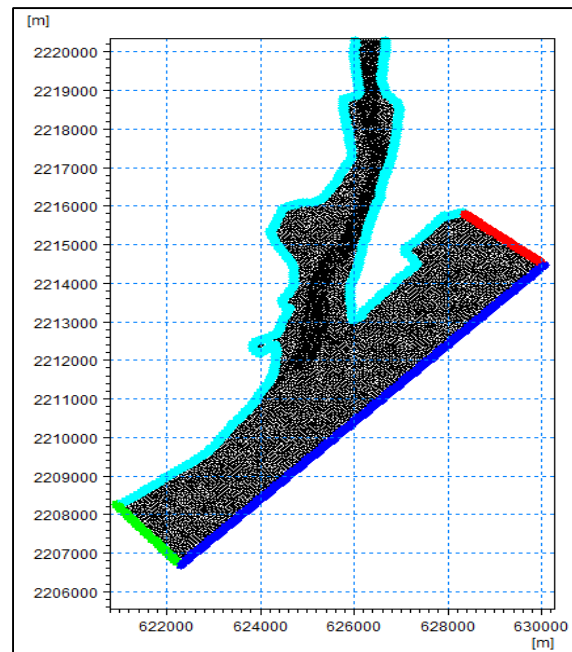
a) Miền và lưới tính cho vùng nghiên cứu:

Miền tính toán xâm nhập mặn sông gồm toàn

bộ sông Ninh Cơ và vùng cửa sông tính từ bờ ra ngoài phía biển là rộng khoảng 2km. Lưới tính thiết lập cho khu vực trong sông là lưới chữ nhật (Hình 1a), vùng cửa sông và ngoài biển sử dụng lưới phi cấu trúc (Hình 1b) với chiều dài cạnh nhỏ nhất 60 m và cạnh lớn nhất 100m ở ngoài biển.



a) Khu vực trong sông.



b) Khu vực cửa sông và biển.

Hình 1: Miền tính và lưới tính khu vực nghiên cứu trên mô hình MIKE 3

b) Thiết lập dữ liệu và điều kiện tính toán:

- Dữ liệu địa hình khu vực nghiên cứu được thiết lập bao gồm dữ liệu lòng dẫn sông Ninh Cơ được nội suy từ các mặt cắt ngang địa hình với 500m dọc sông/mặt cắt và bình đồ địa hình vùng cửa sông ven biển Ninh Cơ tỉ lệ 1/10.000.

- Điều kiện biên được thiết lập như sau:

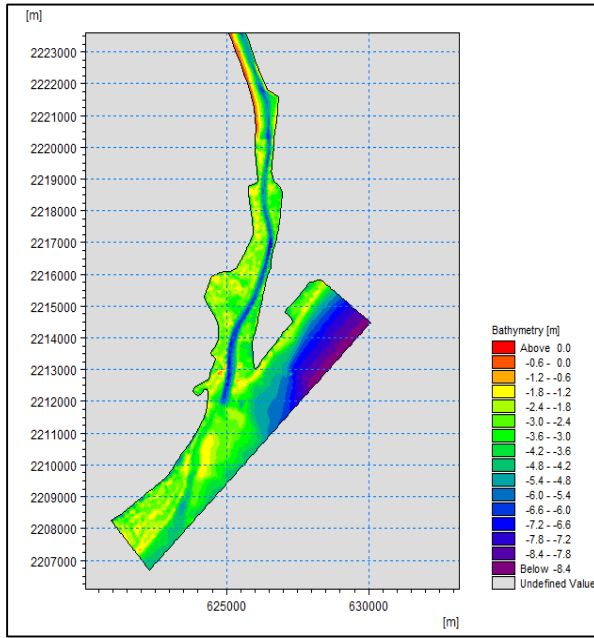
+ Biên thượng lưu phía trong sông Ninh Cơ sử dụng số liệu mực nước thực đo tại trạm TV Trục Phương.

+ Biên mực nước hạ lưu phía ngoài biển được lấy theo số liệu tính toán số liệu tái phân tích

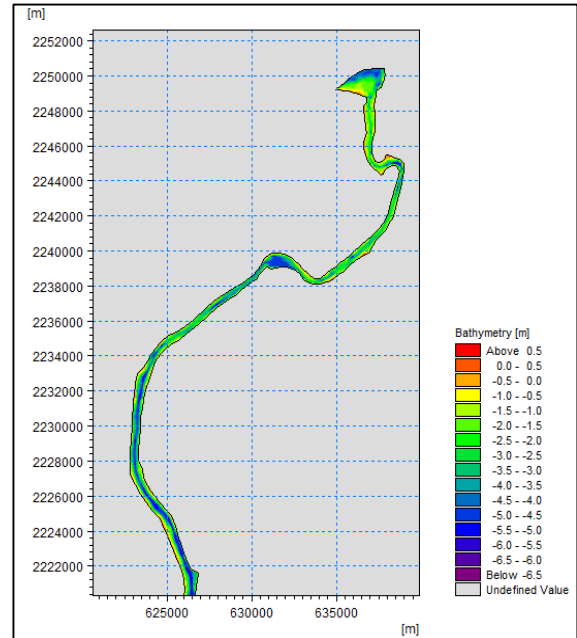
để làm biên dưới cho mô hình biên Bắc, biên Đông, biên Nam.

+ Biên nhiệt - muối được lấy theo hằng số với biên dưới độ mặn là 32‰ và biên trên lấy độ mặn là 0‰. Nhiệt độ khu vực biển thiên nhỏ nên lấy nhiệt độ nước trùng với nhiệt độ không khí tại thời điểm mô phỏng.

- Điều kiện ban đầu cho mô hình được thiết lập bằng phương pháp làm nóng mô hình (phương pháp hoststart) với một khoảng thời gian chạy đệm nhất định để mô hình tự dò tìm điều kiện ban đầu thích hợp để ổn định mô hình, đây cũng là phương pháp thường được sử dụng trên các mô hình họ Mike hiện nay.



a) Địa hình vùng hạ lưu và cửa sông.



b) Địa hình trong sông.

Hình 2: Địa hình tính toán trên mô hình MIKE 3

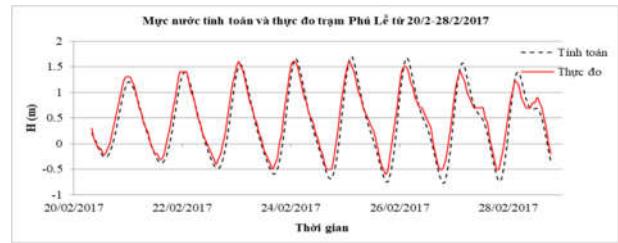
2.2. Kết quả hiệu chỉnh và kiểm định mô hình

a) Hiệu chỉnh và kiểm định mô đun thủy lực:

Sau khi thiết lập lưới tính và mô hình tính toán 3 chiều lan truyền mặn cho khu vực sông Ninh Cơ. Để chuẩn hóa mô hình tính toán cần hiệu chỉnh và kiểm định mô hình để kết quả tính toán phù hợp nhất với thực tế hiện tượng xâm nhập mặn tại vùng sông Ninh Cơ. Số liệu hiệu chỉnh và kiểm định mực nước và độ mặn tại sông Ninh Cơ là số liệu đo đạc mực nước tại trạm Phú Lễ vào thời điểm 20/2/2017 - 15/3/2017.

Bảng 1: Chỉ tiêu phân tích kết quả hiệu chỉnh thủy lực

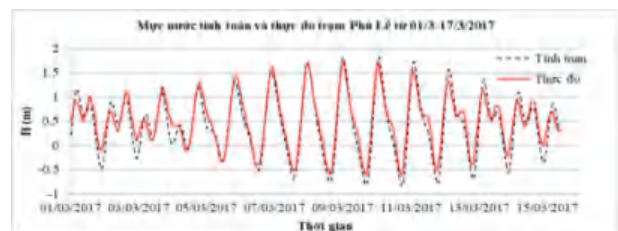
Tên trạm	Chỉ tiêu Nash	Chỉ tiêu RMSE	Chỉ tiêu MSE	Kết quả
Phú Lễ	90,01	0,049	0,0024	Tốt



Hình 3: Kết quả hiệu chỉnh mực nước thực đo và tính toán trạm Phú Lễ

Bảng 2: Chỉ tiêu phân tích kết quả kiểm định thủy lực

Tên trạm	Chỉ tiêu Nash	Chỉ tiêu RMSE	Chỉ tiêu MSE	Kết quả
Phú Lễ	97,1	0,038	0,0014	Tốt

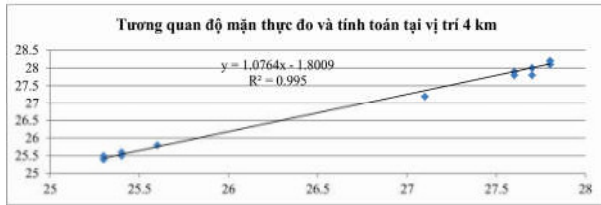


Hình 4: Kết quả kiểm định mực nước thực đo và tính toán trạm Phú Lễ

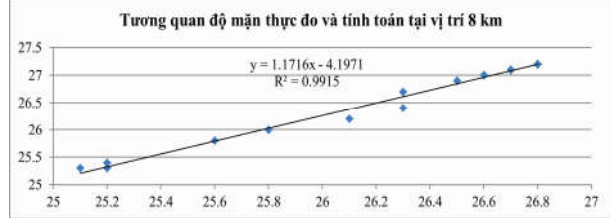
Nhận xét: kết quả hiệu chỉnh và kiểm định mô đun thủy lực của trạm Phú Lễ cho thấy chỉ số Nash đạt trên 90%, chỉ số MSE, RMSE tiến dần đến 0. Do vậy, thông số thủy lực phù hợp để mô phỏng lan truyền mặn cho sông Ninh Cơ.

b) Hiệu chỉnh và kiểm định mô đun khuếch tán:

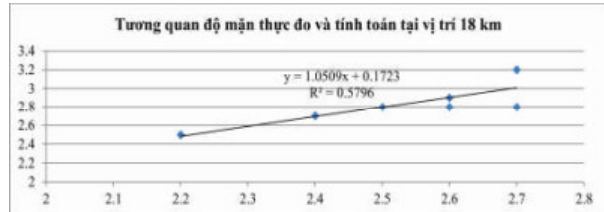
Sau khi hiệu chỉnh và kiểm định mô đun thủy lực của mô hình đạt kết quả tốt, tiến hành hiệu chỉnh và kiểm định lan truyền mặn với thời gian đo mặn được hiệu chỉnh và kiểm định vào 2 đợt đo là ngày 07/02/2017 và ngày 08/03/2017 tại 10 vị trí từ km0 (cửa sông) đến km 22 (vào trong sông).



Hình 5: So sánh độ mặn thực đo và tính toán tại mặt cắt vị trí 4 km



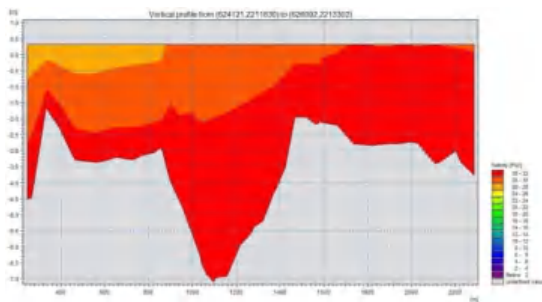
Hình 6: So sánh độ mặn thực đo và tính toán tại mặt cắt vị trí 8 km



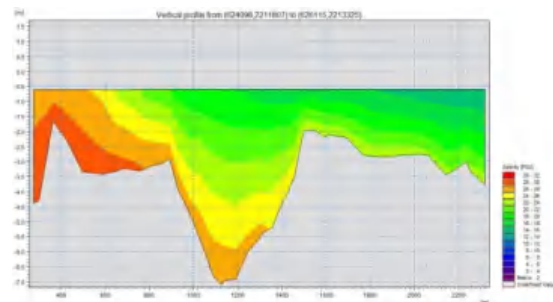
Hình 7: So sánh độ mặn thực đo và tính toán tại vị trí mặt cắt 18 km

Bảng 3: Kết quả đánh giá các chỉ tiêu tại một số vị trí trên sông

Vị trí	Hệ số tương quan	Kết quả
4 km	99.5	Tốt
8 km	99.1	Tốt
18 km	57.96	Đạt

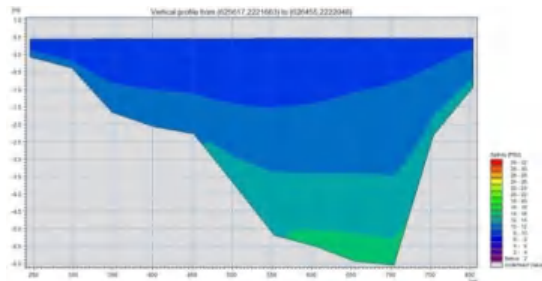


Pha triều lên.

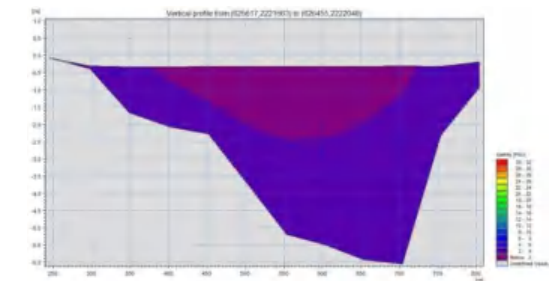


Pha triều xuống.

Hình 8: Kết quả mặn phân tầng vào thời điểm triều lên, triều xuống ở vị trí mặt cắt cửa sông

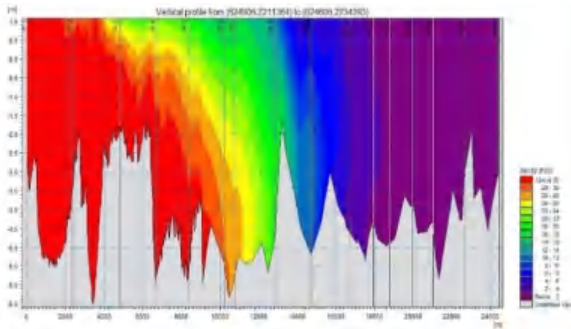


Pha triều lên.

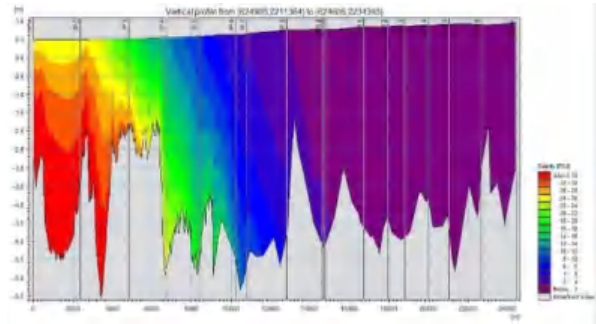


Pha triều xuống.

Hình 9: Kết quả mặn phân tầng vào thời điểm triều lên, triều xuống ở vị trí mặt cắt cách cửa sông 10 km



Pha triều lên



Pha triều xuống

Hình 10: Kết quả phân tầng xâm nhập mặn theo mặt cắt dọc sông từ cửa biển vào sâu trong sông Ninh Cơ (thời điểm pha triều lên)

* Nhận xét:

- Kết quả hiệu chỉnh và kiểm định mô hình lan truyền mặn tương đối phù hợp với xu thế xâm nhập mặn tại khu vực sông Ninh cơ. Với biên độ chênh lệch độ mặn giữa thực đo và tính toán khoảng 0,15 – 2‰. Nêm mặn cửa sông Ninh Cơ đi theo hướng sát bờ phải tính từ cửa sông Ninh Cơ chảy vào. Nguyên nhân do nước biển đổ theo hướng cửa sông Ninh Cơ (Đông Nam). Do đó, mặn ở sát bờ phải có xu thế độ mặn cao hơn bờ trái.

- Sự phân tầng của độ mặn theo mô phỏng tương ứng với sự thay đổi về độ sâu. Giữa các lớp tương đối đồng nhất và theo quy luật biến đổi đặc trưng của lan truyền mặn vùng cửa sông. Ranh giới xâm nhập mặn theo tính toán của mô hình với ranh giới mặn 4‰ xâm nhập khoảng 17 km, ranh giới mặn 1‰ xâm nhập khoảng 21 km. Nhận thấy, tình hình xâm nhập mặn khu vực cửa sông Ninh Cơ diễn ra rất mạnh vào tháng 2, 3, 4 nên rất ảnh hưởng tới đời sống nhân dân khu vực vùng cửa sông. Theo kết quả mô phỏng, sự phân tầng của độ mặn 1‰ ở độ sâu trên 1m tính từ mặt xuống đáy có thể sử dụng lớp nước bên trên để có thể canh tác, sử dụng cho tưới tiêu lúa và hoa màu.

- Với bộ thông số sử dụng để hiệu chỉnh và kiểm nghiệm mô hình phù hợp với kết quả thực tế do vậy có thể sử dụng để mô phỏng các kịch bản khác cho lưu vực.

3. ĐÁNH GIÁ XÂM NHẬP MẶN SÔNG NINH CƠ TRONG ĐIỀU KIỆN CHỊU ẢNH HƯỞNG CỦA BIẾN ĐỔI KHÍ HẬU, NƯỚC BIỂN DÂNG

3.1. Các kịch bản tính toán mô phỏng

Với mục đích đánh giá ảnh hưởng của biến đổi khí hậu và nước biển dâng đến xâm nhập mặn vào trong sông Ninh Cơ, chúng tôi lựa chọn 03 kịch bản điển hình để tính toán mô phỏng diễn biến xâm nhập mặn tại khu vực nghiên cứu. Các kịch bản gồm:

- Kịch bản hiện trạng: Lựa chọn trường hợp dòng chảy kiệt điển hình với tần suất 85% tại Sơn Tây, ứng với mùa kiệt thực tế xảy ra từ tháng 7-18/4/2004.

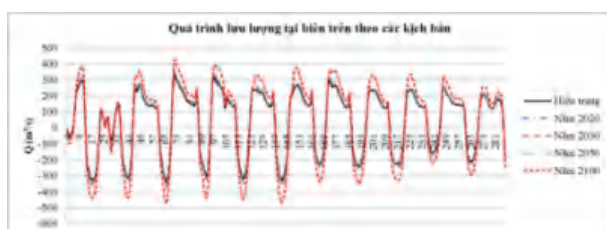
- Kịch bản biến đổi khí hậu đến 2030, 2050 và 2100: Năm 2016, Bộ Tài nguyên và Môi trường đã công bố các kịch bản về biến đổi khí hậu và mực nước biển dâng của Việt Nam với 4 nhóm kịch bản là RCP2.6, RCP4.5, RCP6.0, RCP8.5, trong đó kịch bản RCP8.5 là kịch bản bất lợi nhất. Do vậy chúng tôi lựa chọn kịch bản RCP8.5 để nghiên cứu xâm nhập mặn dưới tác động của biến đổi khí hậu và mực nước biển dâng đến năm 2030, 2050, 2100 cho sông Ninh Cơ. Lượng mưa và mực nước là những yếu tố được xét đến sự biến đổi do tác động của BĐKH so với kịch bản hiện trạng.

Bảng 4: Tính toán ảnh hưởng của nước biển dâng kịch bản RCP8.5

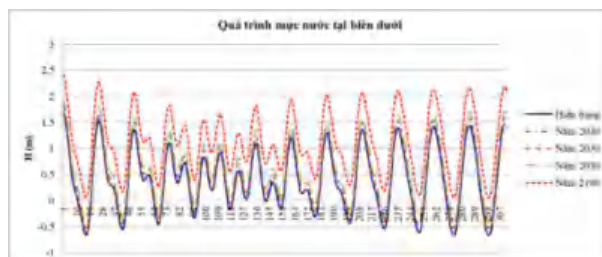
Khu vực	Các mốc thời gian của thế kỷ 21		
Móng Cái-Hòn Dấu	13 (9 ÷ 18)	25(17 ÷ 35)	72(49 ÷ 101)
Hòn Dấu-Đèo Ngang	13 (9 ÷ 18)	25(17 ÷ 35)	72(49 ÷ 101)

(Nguồn: Kịch bản BĐKH 2016)

Tương ứng với kịch bản nghiên cứu, các điều kiện biên của mô hình sẽ được xử lý, thu phóng tạo chuỗi số liệu ứng với từng kịch bản. Sau đó tiến hành các tính toán mô phỏng diễn biến xâm nhập mặn trên sông Ninh Cơ bằng mô hình 3D đã được thiết lập.

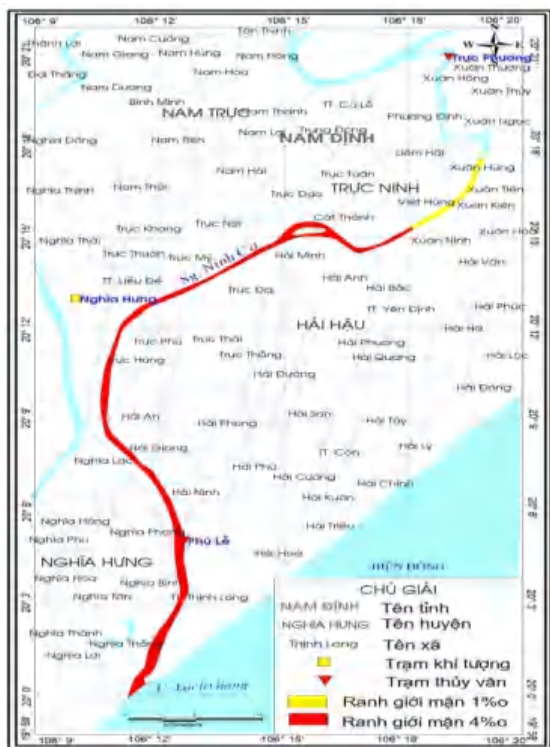


Hình 11: Lưu lượng tính toán biên trên cho các kịch bản

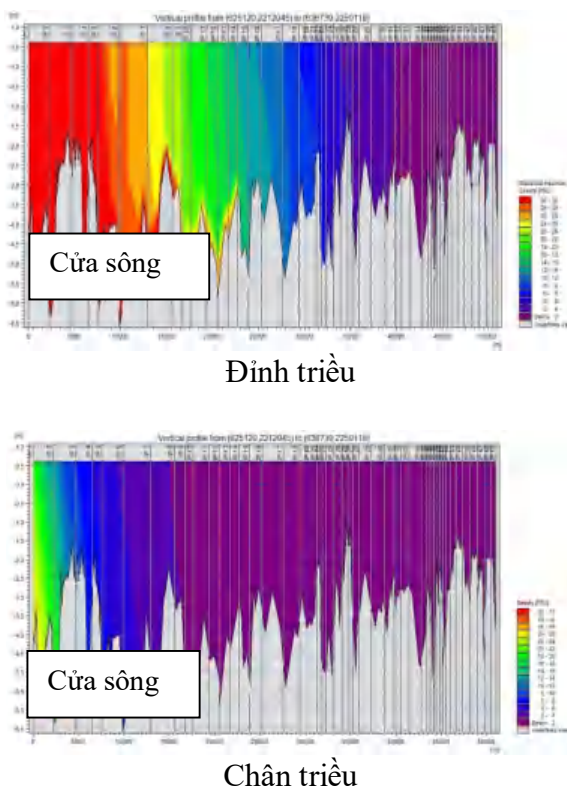


Hình 12: Mực nước tính toán biên dưới cho các kịch bản

3.2. Kết quả tính toán, đánh giá xâm nhập mặn
a) Kết quả mô phỏng xâm nhập mặn theo kịch bản hiện trạng



Hình 13: Minh họa kết quả mô phỏng xâm nhập mặn lớn nhất sông Ninh Cơ kịch bản hiện trạng



Hình 14: Diễn biến độ mặn lớn nhất, nhỏ nhất dọc sông Ninh Cơ kịch bản hiện trạng

- Thời điểm XNM lớn nhất, ranh giới độ mặn lớn nhất 1‰ xâm nhập khoảng 41 km vào trong sông, ranh giới độ mặn 4‰ xâm nhập khoảng 37 km. Nêm mặn đi lệch phải, độ mặn trên 30‰ vào sâu trong đất liền khoảng 12,5 km và có 1 lớp 0,3m mặn 30‰ dưới đáy vào sâu khoảng 15km.
- Thời điểm XNM nhỏ nhất, ranh giới độ mặn nhỏ nhất 1‰ xâm nhập khoảng 17.5 km vào trong sông, ranh giới độ mặn 4‰ xâm nhập khoảng 12km. Có thể thấy, độ mặn phân tầng mạnh mẽ nhất vùng cửa sông lớp mặn có độ dày từ 2 - 6 m tính từ đáy lên. Nêm mặn có xu hướng đi lệch bên phải tính từ cửa vào, do vậy các xã vùng ven bờ phải chịu ảnh hưởng mạnh mẽ của xâm nhập mặn hơn so với vùng ven bờ



Hình 15: Minh họa kịch bản xâm nhập mặn sông Ninh Cơ kịch bản năm 2030

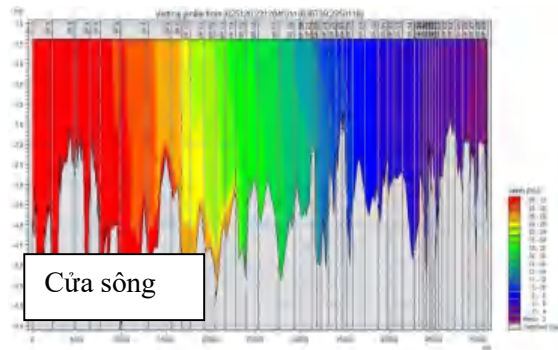
c) Kết quả mô phỏng xâm nhập mặn với kịch bản BĐKH và NBD đến năm 2050:

- Thời điểm XNM lớn nhất: Ranh giới độ

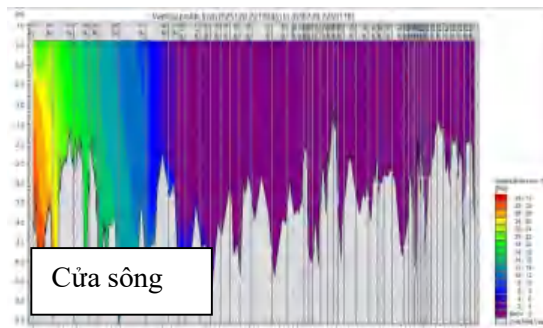
trái. Các xã có khả năng chịu ảnh hưởng như: Tùng Nam, Phú Lễ, Nam Cường,...

b) Kết quả mô phỏng xâm nhập mặn với kịch bản BĐKH và NBD đến năm 2030:

- Thời điểm XNM lớn nhất: Ranh giới độ mặn lớn nhất 1‰ xâm nhập khoảng 48 km vào trong sông, ranh giới độ mặn 4‰ xâm nhập khoảng 42km. Nêm mặn đi lệch phải, độ mặn trên 30‰ vào sâu trong đất liền khoảng 14 km và có 1 lớp 0,3m mặn 30‰ dưới đáy vào sâu khoảng 16km.
- Thời điểm XNM nhỏ nhất: Ranh giới độ mặn nhỏ nhất 1‰ xâm nhập khoảng 18 km vào trong sông, ranh giới độ mặn 4‰ xâm nhập khoảng 14km.



Đỉnh triều



Chân triều

Hình 16: Diễn biến độ mặn lớn nhất, nhỏ nhất dọc sông Ninh Cơ kịch bản năm 2030

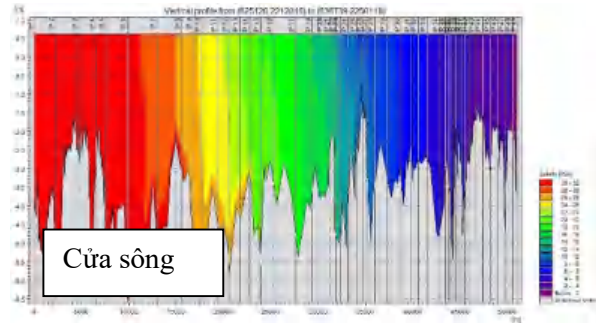
mặn lớn nhất 1‰ xâm nhập khoảng 51 km vào trong sông, ranh giới độ mặn 4‰ xâm nhập khoảng 46km. Nêm mặn đi lệch phải,

độ mặn trên 30‰ vào sâu trong đất liền khoảng 12 km và có 1 lớp 0,3m mặn 30‰ dưới đáy vào sâu khoảng 16km.

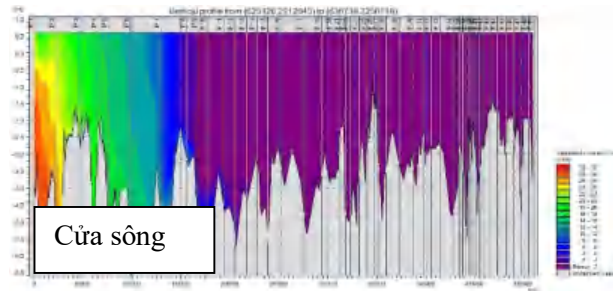
- Thời điểm XNM nhỏ nhất: Ranh giới độ mặn nhỏ nhất 1‰ xâm nhập khoảng 20 km vào trong sông, ranh giới độ mặn 4‰ xâm nhập khoảng 17km.



Hình 17: Minh họa kịch bản xâm nhập mặn sông Ninh Cơ năm 2050



Đỉnh triều



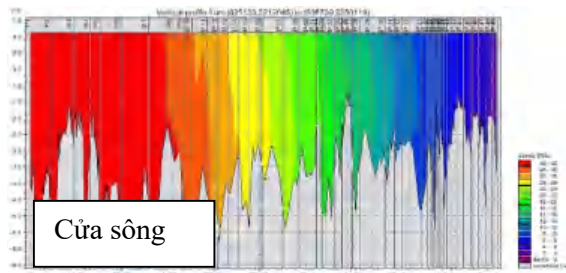
Chân triều

Hình 18: Độ mặn trắc dọc lớn nhất sông Ninh Cơ kịch bản năm 2050

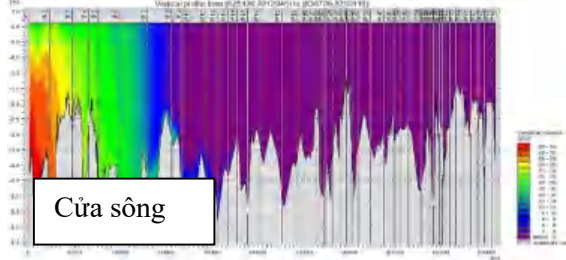
d) Kết quả mô phỏng xâm nhập mặn với kịch bản BĐKH và NBD đến năm 2100:



Hình 19: Minh họa kịch bản xâm nhập mặn sông Ninh Cơ kịch bản năm 2100



Đỉnh triều



Chân triều

Hình 20: Độ mặn trắc dọc lớn nhất sông Ninh Cơ kịch bản năm 2100

- Thời điểm XNM lớn nhất: Ranh giới độ mặn lớn nhất 1‰ xâm nhập vào toàn bộ sông, ranh giới độ mặn 4‰ xâm nhập khoảng 50 km. Nêm mặn đi lệch phải, vùng cửa sông có độ mặn tăng cao độ mặn 30‰ xâm nhập vào trong sông 18 km so với cửa sông.
- Thời điểm XNM nhỏ nhất: Ranh giới độ mặn

nhỏ nhất 1‰ xâm nhập khoảng 20 km vào trong sông, ranh giới độ mặn 4‰ xâm nhập vào trong sông khoảng 17 km.

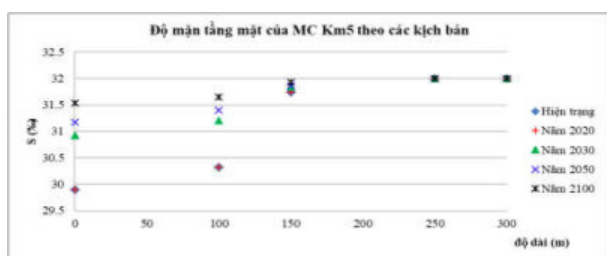
e) Đánh giá chung về ảnh hưởng của BĐKH và NBD đến diễn biến xâm nhập mặn sông Ninh Cơ:

Bảng 5: Tổng kết các kết quả mô phỏng kịch bản theo một cơn triều trong cùng thời gian mô phỏng tại một số vị trí

Năm	Ranh giới mặn lớn nhất 1‰ (km)	Ranh giới mặn nhỏ nhất 1‰ (km)	Độ mặn tại vị trí 4km (%)	Độ mặn tại vị trí 8km (%)	Độ mặn tại vị trí 12km (%)	Độ mặn tại vị trí 16km (%)
Hiện trạng	40	17	8 - 30	6 - 30	4 - 26	2 - 20
2030	48	18	16 - 30	12 - 30	10 - 28	8 - 26
2050	50	20	22 - 30	18 - 30	12 - 30	10 - 28
2100	Cả sông	20	26 - 30	22 - 30	18 - 30	12 - 28

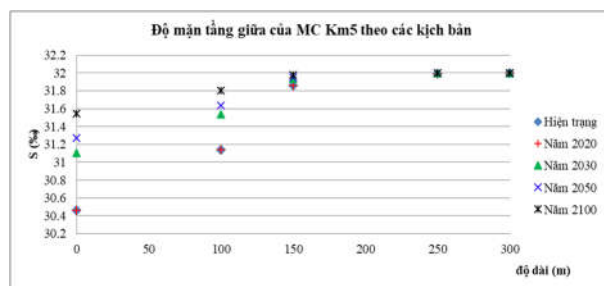
- Mô hình đã sử dụng kịch bản BĐKH để làm điều kiện tính toán sự xâm nhập mặn khu vực cửa sông Ninh Cơ. Kết quả tính toán mô phỏng cho thấy ranh giới mặn qua các mốc năm có xu thế tăng: hiện trạng, ranh giới mặn 1‰ lớn nhất có thể vào sâu trong đất liền khoảng 40 km tính từ cửa vào trong đất liền. Năm 2100 ranh giới mặn 1‰ lớn nhất đã lấn sâu vào toàn bộ tuyến sông. Như vậy, có thể thấy xu thế mặn theo kịch bản BĐKH tăng mạnh xâm nhập vào trong đất liền.

trộn các lớp mặn ở vị trí mặt cắt tương ứng. Tuy nhiên, tầng đáy ít có sự biến động thay đổi chủ yếu ở phần gần của đò vào sông Ninh Cơ.



Hình 21: Kết quả độ mặn tầng mặt mặt cắt km5 theo các kịch bản

- Mô hình đã sử dụng kịch bản BĐKH để làm điều kiện tính toán sự xâm nhập mặn khu vực cửa sông Ninh Cơ, nhận thấy kết quả mô phỏng ranh giới xâm nhập mặn có xu thế tăng về sự xâm nhập sâu vào đất liền nhưng sự xáo



Hình 22: Kết quả độ mặn tầng giữa mặt cắt km5 theo các kịch bản

- Theo như kết quả mô phỏng cho thấy xu thế xâm nhập mặn tăng mạnh do xu thế mực nước biển dâng cao lên mà lưu lượng ở trên thượng nguồn tăng không nhiều. Vì vậy, lượng nước đổ về trên các nhánh sông của sông Hồng như sông Đáy, sông Trà Lý, đặc biệt theo mô phỏng cho thấy lượng nước đổ về không nhiều nên tình hình xâm nhập mặn lấn sâu vào trong sông.

- Một số xã ven biển (Phú Hòa Đông, Tùng Nam, Tùng Tư, Phú Lễ, Nghĩa Thăng, Nghĩa Bình,...) cần đưa ra các biện pháp phòng ngừa

hiệu quả như: thay đổi cơ cấu cây trồng, chuyển từ trồng cây sang nuôi trồng thủy hải sản, hơn nữa cần đưa ra các giải pháp công trình hiệu quả nhằm ứng phó với xâm nhập mặn diễn biến khó lường như hiện nay.

4. KẾT LUẬN

Mô hình thiết lập mô hình ba chiều cho khu vực sông Ninh Cơ đã được hiệu chỉnh và kiểm định bộ thông số thủy lực và lan truyền mặn đã được kiểm chứng phù hợp với thực tế. Theo kết quả mô phỏng, trên sông Ninh Cơ ranh giới xâm nhập mặn 4‰ xâm nhập vào trong sông khoảng 18 km, ranh giới mặn 1‰ xâm nhập khoảng 22 km. Như vậy, một số xã vùng cửa sông bờ phải như Tùng Tư, Phú Lễ, Nam Cường, Ninh Giang, Tân Lý bị ảnh hưởng nặng do nêm mặn bên bờ hữu có độ mặn cao hơn bên bờ trái như các xã Nghĩa Thăng, Nghĩa Bình, Nghĩa Phong, An Ninh.

Kết quả cho thấy tầng nước mặt khoảng 0,5H từ đoạn 15km tính từ cửa vào có độ mặn từ 1‰ đến 4‰. Như vậy, có thể sử dụng được nước phục vụ cho tưới tiêu và sử dụng nước cho nông nghiệp.

- Theo như kết quả mô phỏng cho thấy xu thế xâm nhập mặn tăng mạnh do xu thế mực nước biển dâng cao lên mà lưu lượng ở trên thượng nguồn tăng không nhiều. Vì vậy, lượng nước đổ về trên các nhánh sông của sông Hồng như sông Đáy, sông Trà Lý, đặc biệt theo mô phỏng cho thấy lượng nước đổ về không nhiều nên tình hình xâm nhập mặn lấn sâu vào trong sông. Kết quả cho thấy xu thế xâm nhập mặn trên hệ thống sông Ninh Cơ nói riêng và nhận định trên hệ thống sông Hồng nói chung đang có hiện tượng mặn xâm nhập sâu vào đất liền. Nguyên nhân có thể dễ thấy:

+ Lưu lượng nước trên thượng lưu giảm, các hồ thủy điện trữ nước vào mùa khô nên lượng nước về hạ lưu không đủ đáp ứng cho các ngành sử dụng nước

+ Hiện tượng BĐKH & NBD có diễn biến phức tạp, theo dự báo của Bộ Tài nguyên và Môi Trường năm 2016 thì mực nước biển tăng như đã nêu ở trên.

+ Do hiện tượng khai thác cát bờ bãi dẫn đến hiện tượng mặt cắt bị hạ thấp, do nguyên nhân này gây ra hiện tượng các ổ mặn tập trung và mặt cắt hạ thấp dẫn đến nêm mặn có xu hướng đi sâu vào trong đất liền

+ Các ngành sử dụng nước chưa có tính hợp lý, các công trình trạm bơm lấy nước tưới cho nông nghiệp còn sử dụng nước thừa thải, không có các biện pháp tưới phù hợp, tiết kiệm. Do vậy nguồn nước bổ xung xuống hạ lưu đầy mặn tương đối bị giảm.

- Theo đánh giá từ mô hình, cũng thấy được độ mặn ở tầng đáy ít có sự chuyển biến ở vùng hạ lưu, nhưng thay đổi mạnh mẽ ở phần gần thượng lưu sông Ninh Cơ do có sự trao đổi nước ngọt từ thượng nguồn bổ cập vào sông. Vì vậy, lớp nước ở tầng mặt đoạn sông từ km15 tính từ cửa vào có thời kì trong mùa khô vẫn sử dụng nước được do không bị nhiễm mặn.

- Một số xã ven biển (Phú Hòa Đông, Tùng Nam, Tùng Tư, Phú Lễ, Nghĩa Thăng, Nghĩa Bình,..) cần đưa ra các biện pháp phòng ngừa hiệu quả như: thay đổi cơ cấu cây trồng, chuyển từ trồng cây sang nuôi trồng thủy hải sản, hơn nữa cần đưa ra các giải pháp công trình hiệu quả nhằm ứng phó với xâm nhập mặn diễn biến khó lường như hiện nay.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

- [1]. Hồ Việt Cường và Nnk, đề tài cấp Quốc gia KC.08.05/16-20 “Nghiên cứu đánh giá xu thế diễn biến, tác động của hạn hán, xâm nhập mặn đối với phát triển kinh tế - xã hội vùng đồng bằng sông Hồng - Thái Bình và đề xuất các giải pháp ứng phó”. Phòng TNTĐ Quốc gia về ĐLH Sông biển, Năm 2016-2019.

- [2]. Bộ Tài nguyên và Môi trường (2016), Kịch bản biến đổi khí hậu, nước biển dâng cho Việt Nam, NXB Tài Nguyên - Môi trường và Bản đồ Việt Nam, Hà Nội.
- [3]. Điều tra giám sát mặn của Trung tâm Thủy lợi Môi trường Ven biển & Hải đảo (Viện Nước Tưới tiêu & Môi trường, Bộ Nông nghiệp & Phát triển Nông thôn), năm 2014.
- [4]. Nguyễn Thị Thu Hằng (2009), Xây dựng chương trình dự báo xâm nhập mặn cho khu vực đồng bằng sông Hồng – Thái Bình, Đề tài cấp Bộ TN&MT.
- [5]. Mike 3 Environmental hydraulics Advection - Dispersion Module Scientific Documenttion, DHI software 2004.

Lời cảm ơn: Nội dung bài báo là một phần kết quả nghiên cứu của đề tài cấp Quốc gia KC.08.05/16-20: “Nghiên cứu đánh giá xu thế diễn biến, tác động của hạn hán, xâm nhập mặn đối với phát triển kinh tế - xã hội vùng đồng bằng sông Hồng - Thái Bình và đề xuất các giải pháp ứng phó” - Phòng TNTĐ Quốc gia về ĐLH Sông biển thực hiện năm 2016-2019.