

NGHIÊN CỨU DIỄN BIẾN XÂM NHẬP MẶN Ở VÙNG HẠ DU ĐỒNG BẰNG SÔNG HỒNG - THÁI BÌNH CÓ XÉT TỚI TÁC ĐỘNG CỦA BIẾN ĐỔI KHÍ HẬU VÀ NƯỚC BIỂN DÂNG

Hồ Việt Cường, Nguyễn Thị Ngọc Nhân

Phạm Thị Lan Hương, Nguyễn Quang Chiến

Phòng Thí nghiệm trọng điểm Quốc gia về động lực học sông biển

Tóm tắt: Vấn đề biến đổi khí hậu - nước biển dâng cùng với mực nước các sông hạ thấp, xâm nhập mặn ngày càng gia tăng về mùa kiệt ở đồng bằng sông Hồng - Thái Bình trong những năm gần đây đang là thách thức rất lớn cho ngành thủy lợi và các đối tượng sử dụng nước trong khu vực. Bài báo trình bày kết quả ứng dụng mô hình kết nối 1-2D (Couple Model) giữa MIKE11 và MIKE21 để tính toán mô phỏng đồng thời các quá trình tương tác động lực sông - biển và diễn biến xâm nhập mặn tại khu vực cửa sông ven biển và trên các tuyến sông chính ở vùng hạ du đồng bằng sông Hồng - Thái Bình ứng với kịch bản nghiên cứu hiện trạng, kịch bản biến đổi khí hậu và nước biển dâng đến năm 2030, 2050.

Từ khóa: Xâm nhập mặn, biến đổi khí hậu, nước biển dâng, đồng bằng sông Hồng - Thái Bình, MIKE11, MIKE21.

Summary: The problem of climate change - sea level rise together with the lowering of river water level and increasing salinity intrusion in dry season in the Red – Thai Binh river delta in recent years is a big challenge to water resources sector and water users in the area. This paper presents the results of the application of the 1-2D (Couple Model) between MIKE11 and MIKE21 to simultaneously simulate the river-sea dynamics and salinity intrusion in the estuaries area of coastal rivers and main branches of the Red-Thai Binh river downstream. This is corresponding to the current situation, climate change scenarios and sea level rise to the year 2030, 2050.

Key words: Salinity intrusion, climate change, sea level rise, Red-Thai Binh river delta, MIKE11, MIKE21.

1. ĐẶT VẤN ĐỀ

Lưu vực sông Hồng - sông Thái Bình là một lưu vực sông liên quốc gia chảy qua ba nước Việt Nam, Trung Quốc, Lào với tổng diện tích tự nhiên vào khoảng 169.000 km² và phần diện tích lưu vực thuộc lãnh thổ Việt Nam là khoảng 87.840 km², chiếm 51,3% diện tích toàn lưu vực. Sông Hồng được hình thành từ ba nhánh sông nhập lưu lớn là sông Đà, sông Lô và sông Thao. Hệ thống sông Thái Bình cũng được hình thành từ các sông nhánh sông lớn là sông Cầu, sông Thương và sông Lục Nam. Hai hệ thống

sông được kết nối liên thông với nhau bởi sông Đuống và sông Luộc, hình thành nên lưu vực sông Hồng - sông Thái Bình.

Trong những năm gần đây, khi mực nước mùa kiệt trên các sông ở vùng đồng bằng sông Hồng - Thái Bình có đang có xu thế bị hạ thấp, đã làm gia tăng mức độ xâm nhập mặn lần sâu hơn vào nội đồng. Các kết quả quan trắc và theo dõi tình hình xâm nhập mặn trong khu vực cho thấy, liên tiếp trong các năm từ 2003 trở lại đây ranh giới mặn 1‰ xâm nhập ngày càng sâu hơn trên các tuyến sông Hồng, Ninh Cơ, Trà Lý, Văn Úc,

Ngày nhận bài: 20/8/2018

Ngày thông qua phản biện: 28/9/2018

Ngày duyệt đăng: 03/10/2018

Thái Bình, Đáy... Đặc biệt, trong tháng 1/2006, mặn đã xâm nhập sâu đến mức kỷ lục: Trên sông Hồng mặn lấn đất sâu đến cửa cống Hạ Miêu I với độ mặn 7,2‰ cách biển 26km; trên sông Ninh Cơ, mặn lấn sâu đến cửa cống Múc 2 với độ mặn 1,7‰, cách biển tới 37km; trên sông Đáy mặn đã đến cửa cống Bình Hải I với độ mặn 5‰, cách biển 18km. Độ mặn vượt quá nồng độ cho phép tiêu chuẩn nước cấp phục vụ cho sản xuất nông nghiệp và thủy sản ở các khu vực này.

Mặt khác sự biến đổi khí hậu toàn cầu đã và đang sẽ tác động mạnh mẽ đến diễn biến tài nguyên nước trên lưu vực và mực nước biển dâng ở vùng ven biển. Theo kịch bản biến đổi khí hậu của Bộ tài nguyên và Môi trường (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 Đông tại Đồng bằng Bắc bộ có xu thế giảm đến 15%. Mực nước biển dâng vào giữa thế kỷ từ 17 đến 36cm, vào cuối thế kỷ từ $51 \div 106$ cm. Điều này khiến cho mực nước mùa kiệt ở hạ du các sông có xu thế ngày càng hạ thấp, kết hợp với mức nước biển dâng gia tăng, càng làm cho mặn xâm lấn sâu hơn vào đất liền, gây ảnh hưởng lớn đến khả năng cấp nước sản xuất, sinh hoạt ở khu vực này[2].

Bài báo sẽ trình bày một số kết quả nghiên cứu về tình hình diễn biến xâm nhập mặn tại các cửa sông vùng đồng bằng sông Hồng - Thái Bình có xét tới tác động của biến đổi khí hậu và nước biển dâng dựa trên mô phỏng các kịch bản bằng mô hình toán kết nối 1-2 chiều.

2. ỨNG DỤNG MÔ HÌNH KẾT NỐI MIKE 11 VÀ MIKE 21 ĐỂ TÍNH TOÁN MÔ PHỎNG XÂM NHẬP MẶN Ở VÙNG HẠ DU SÔNG HỒNG - THÁI BÌNH

2.1. Thiết lập mô hình tính toán xâm nhập mặn

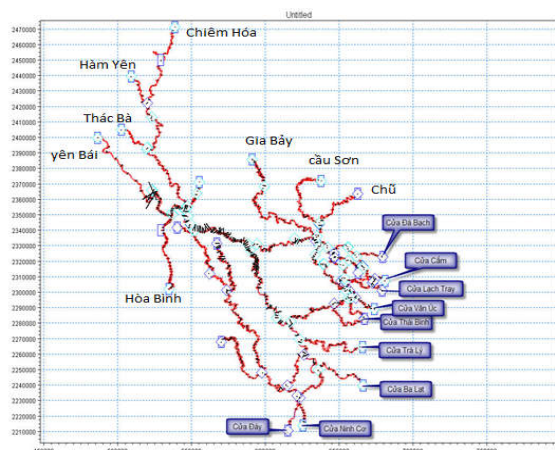
a) Xây dựng mạng lưới sông tính toán:

Trong nghiên cứu này, chúng tôi ứng dụng mô hình một chiều MIKE11 kết nối đồng thời với mô hình hai chiều MIKE 21 để tính toán mô phỏng các quá trình thủy động lực và xâm nhập mặn ở khu vực cửa sông ven biển và trên các tuyến sông chính thuộc hệ thống sông Hồng - Thái Bình. Việc sử dụng kết hợp mô hình 1D&2D (mô hình Couple) sẽ khắc phục được những hạn chế của từng mô hình đơn lẻ về phạm vi, không gian tính toán mô phỏng, vấn đề về tài liệu địa hình, số liệu thủy văn, điều kiện biên để thiết lập các mô hình 1D, 2D... ngoài ra mô hình kết hợp giúp mô phỏng được đầy đủ và đồng thời các quá trình tương tác sông - biển giữa chế độ thủy động lực dòng chảy vùng cửa sông ven biển tác động đến quá trình lan truyền xâm nhập mặn trên các tuyến sông vùng hạ du trong khu vực nghiên cứu[4].

Phạm vi tính toán mô phỏng của mô hình một chiều MIKE11 bao gồm toàn bộ mạng lưới sông Hồng - Thái Bình, được giới hạn bởi các biên trên từ hồ Hòa Bình (Sông Đà), Tuyên Quang (Sông Gâm), Thác Bà (Sông Chảy) trạm Yên Bái (Sông Thao), Hàm Yên (Sông Lô), Thái Nguyên (Sông Cầu), Chũ (Sông Lục Nam), Cầu Sơn (Sông Thương) tới hạ du các sông tại các điểm kết nối với mô hình hai chiều MIKE21. Tài liệu địa hình bao gồm hơn 800 mặt cắt trên 31 sông của hệ thống được thu thập từ các chương trình, đề tài, dự án trong vùng nghiên cứu và số liệu khảo sát địa hình của Đề tài KC.08.05/16-20 đo đạc năm 2017[1].

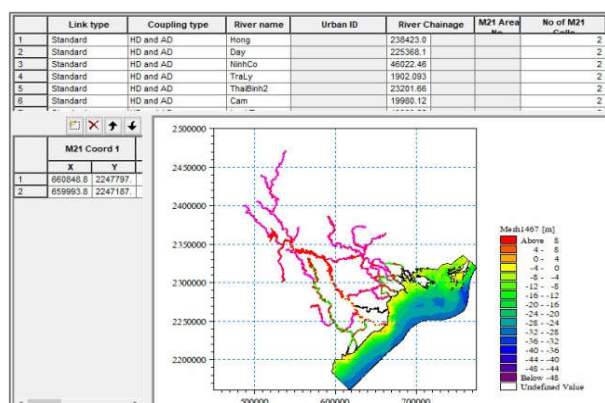
Mô hình 2 chiều MIKE21 được thiết lập dựa trên đặc điểm địa hình của từng khu vực cửa sông ven biển vùng nghiên cứu có phạm vi đường bờ biển kéo dài từ Quảng Ninh đến Ninh Bình với chiều dài khoảng 150 km và mở rộng ra phía biển khoảng 50 km. Lưới tính 2D được thiết lập gồm 64445 ô lưới và 35080 nút lưới, kích thước ô lưới tính toán tăng dần từ trong sông ra đến biển được phân chia chi tiết cho từng khu vực cửa sông khác nhau, trong sông kích thước ô lưới khoảng 50m và ngoài biển từ 100 - 500m, khu vực xa bờ kích thước ô lưới lớn

hơn gần bờ. Tài liệu địa hình sử dụng là các bình đồ vùng cửa sông, ven biển 1/5000 do Viện Khoa học Thủy lợi Việt Nam đo đạc năm 2009 và cập nhật các số liệu DEM hải đồ khu vực Vịnh Bắc Bộ đã được quy chuẩn về hệ cao độ lục địa và tọa độ UTM. Các tài liệu, số liệu sử



Hình 1: Phạm vi và sơ đồ mạng sông tính toán trên mô hình một chiều MIKE11.

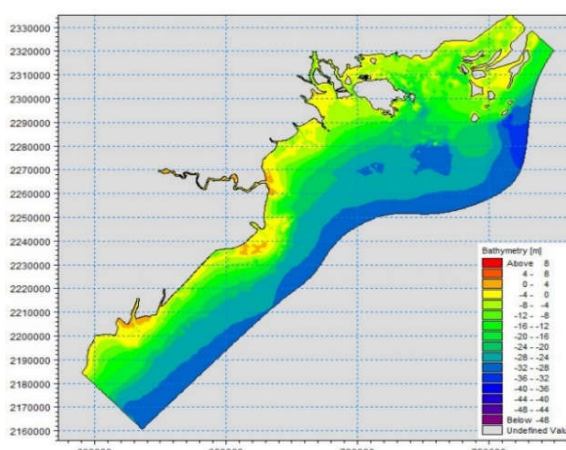
Sau khi xây dựng và thiết lập hoàn chỉnh các mô hình tính toán MIKE11 và MIKE21, tiến hành kết nối đồng bộ giữa mô hình một chiều và hai chiều bằng việc sử dụng Module kết nối của mô hình MIKE theo chuẩn (Standard) tại 9 vị trí cửa sông chính trong hệ thống như đã mô tả ở trên (Xem Hình 1 và Hình 2).



Hình 3: Sơ đồ kết nối mô hình 1-2D tính toán mô phỏng xâm nhập mặn vùng hạ du sông Hồng - Thái Bình.

b) Thiết lập các điều kiện biên tính toán:

dụng đều có độ chính xác cao và có nguồn gốc tin cậy. Biên thượng lưu của mô hình 2 chiều được thiết lập và kết nối trực tiếp với mô hình Mike 11 tại cửa ra của các sông gồm: Cửa Đáy, Ninh Cơ, Ba Lạt, Trà Lý, Thái Bình, Văn Úc, Lạch Tray, Cửa Cẩm, Đá Bạc.



Hình 2: Miền và lưới tính toán trên mô hình hai chiều MIKE21.

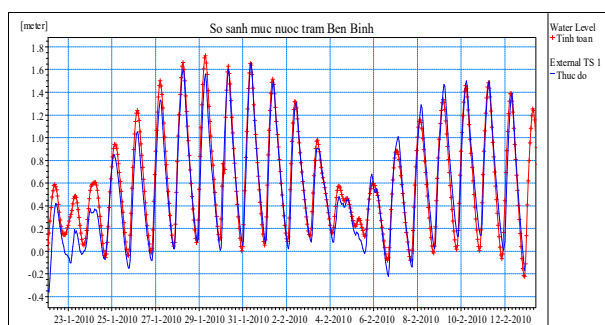
- **Biên trên:** Là quá trình lưu lượng thực đo trung bình ngày tại các trạm thủy văn: Hòa Bình (Sông Đà), Yên Bái (Sông Thao), Hàm Yên (Sông Lô), Chiêm Hóa (Sông Gâm), Gia Bảy (Sông Cầu), Cầu Sơn (Sông Thương), Chũ (Sông Lục Nam). Các biên mặn thượng lưu lấy giá trị bằng 0‰.

- **Biên dưới:** Là biên mực nước phía ngoài biển (Cách bờ khoảng 50km) được trích từ mô hình triều vùng Biển đông. Các biên mặn phía biển lấy giá trị hằng số với độ mặn bằng 32‰.

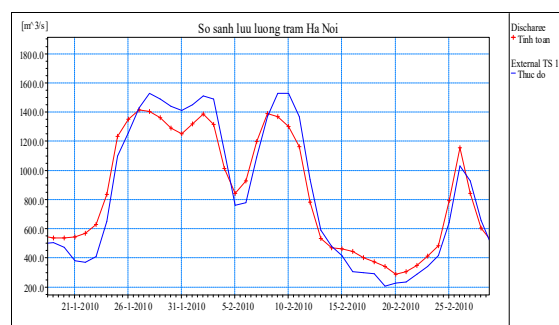
2.2. Kết quả hiệu chỉnh và kiểm định mô hình

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

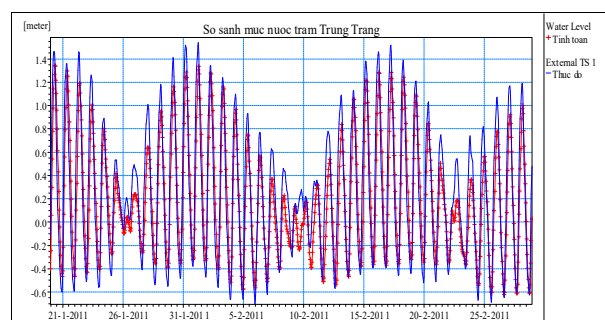
Mô hình được hiệu chỉnh với chuỗi số liệu mô phỏng từ 20/1/2010 - 28/2/2010 và kiểm định với chuỗi từ 20/1/2011 - 28/2/2011. Kết quả hiệu chỉnh và kiểm định thông số thủy lực đạt yêu cầu cần thiết thể hiện ở hệ số NASH.



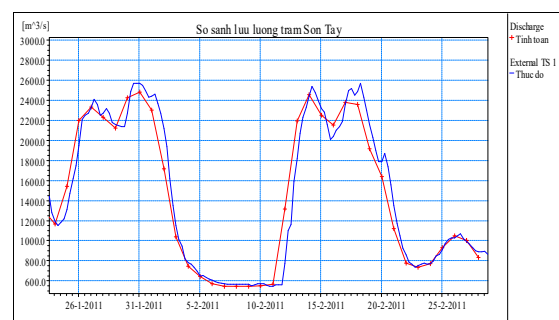
Hình 4: Kết quả hiệu chỉnh mực nước tại trạm Bến Bình.



Hình 5: Kết quả hiệu chỉnh lưu lượng tại trạm Hà Nội.



Hình 6: Kết quả kiểm định mực nước tại trạm Trung Trang.



Hình 7: Kết quả kiểm định lưu lượng tại trạm Sơn Tây.

Quá trình hiệu chỉnh và kiểm định mô hình nhằm xác định được bộ thông số tối ưu của mô hình để việc tính toán mô phỏng cho kết quả phù hợp nhất giữa số liệu tính toán và thực đo.

Hệ số NASH được dùng để đánh giá sai số giữa tính toán và thực đo của quá trình thủy lực. Kết quả đánh giá sai số hiệu chỉnh và kiểm định mô hình thủy lực được trình bày tại các Bảng 1, 2.

Bảng 1: Kết quả hiệu chỉnh, kiểm định mực nước tại các trạm

STT	Vị trí trạm kiểm tra	Sông	Hiệu chỉnh		Kiểm định	
			NASH (%)	$\Delta H_{\max}$ (m)	NASH (%)	$\Delta H_{\max}$ (m)
1	Sơn Tây (H)	Hồng	98,5	0,02	99,4	-0,02
2	Thượng Cát (H)	Đuống	95,1	0,02	96,3	0,04
3	Hà Nội (H)	Hồng	93,2	0,02	86,3	-0,05
4	Phả Lại (H)	Thái Bình	83,6	0,21	85,8	-0,01
5	Bến Bình (H)	Kinh Thầy	90,5	0,06	90,9	-0,14
6	Cát Khê (H)	Ninh Cơ	91,3	0,09	86,3	-0,13
7	Trung Trang (H)	Văn Úc	84,5	0,11	80,0	-0,19

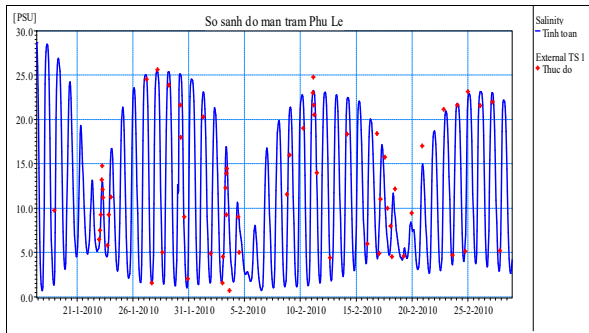
Bảng 2: Kết quả hiệu chỉnh, kiểm định lưu lượng tại các trạm.

STT	Vị trí trạm kiểm tra	Sông	Hiệu chỉnh		Kiểm định	
			NASH (%)	$\Delta Q_{\max}$ (m ³ /s)	NASH (%)	$\Delta Q_{\max}$ (m ³ /s)
1	Sơn Tây (Q)	Hồng	92,8	-324	99,9	-82
2	Thượng Cát (Q)	Đuống	86,3	50	86,7	-79
3	Hà Nội (Q)	Hồng	90,3	-110	91,1	-291

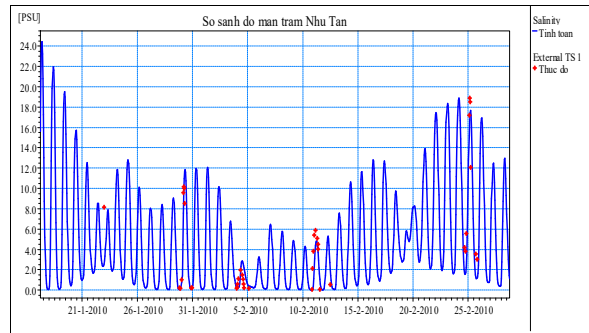
b) Hiệu chỉnh và kiểm định mô hình lan truyền mặn:

Hiệu chỉnh mô hình lan truyền mặn với thời gian từ 20/1/2010 đến 28/2/2010 và kiểm định mô

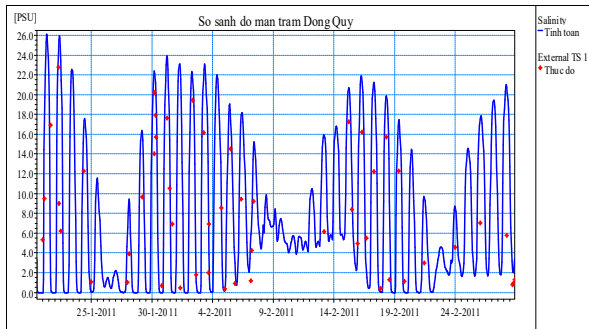
hình với thời gian từ 20/1/2011 đến 28/2/2011. Đánh giá kết quả hiệu chỉnh, kiểm định độ mặn dựa trên sai số độ mặn lớn nhất, nhận thấy kết quả tính toán khá phù hợp với thực đo.



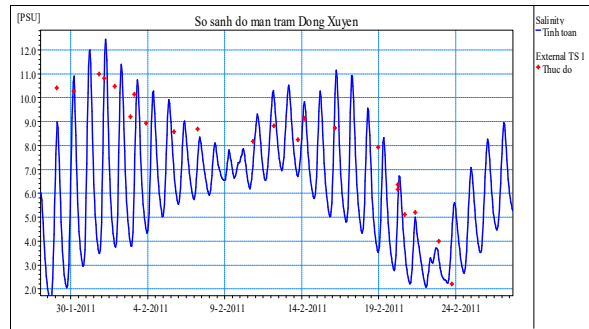
Hình 8: Kết quả hiệu chỉnh độ mặn tại trạm Phú Lễ.



Hình 9: Kết quả hiệu chỉnh độ mặn tại trạm Như Tân.



Hình 10: Kết quả kiểm định độ mặn tại trạm Đông Quý.



Hình 11: Kết quả kiểm định độ mặn tại trạm Đông Xuyên.

Bảng 3: Kết quả hiệu chỉnh và kiểm định mô hình lan truyền mặn

STT	Vị trí trạm kiểm tra	Sông	Sai số độ mặn lớn nhất (%)	
			Hiệu chỉnh	Kiểm định
1	Phú Lễ (S)	Ninh Cơ	0,5	4,4
2	Nhu Tân (S)	Đáy	0,08	10,7
3	Đông Quý (S)	Trà Lý	1,6	7,7
4	Trung Trang (S)	Văn Úc	4,1	6,4

STT	Vị trí trạm kiểm tra	Sông	Sai số độ mặn lớn nhất (%)	
			Hiệu chỉnh	Kiểm định
5	Đông Xuyên (S)	Thái Bình	4,1	9,1
6	Cao Kênh (S)	Kinh Thầy	0,3	0,15
7	Ba Lạt (S)	Hồng	3,7	7,3
8	Đồn Sơn (S)	Đá Bạc	5,7	4,3

Từ các kết quả đánh giá sai số hiệu chỉnh và kiểm định mô hình cho thấy, mô hình được thiết lập đảm bảo độ tin cậy để sử dụng tính toán mô phỏng các quá trình thủy động lực và diễn biến xâm nhập mặn trên toàn hệ thống sông Hồng - Thái Bình theo các kịch bản.

3. ĐÁNH GIÁ ẢNH HƯỞNG CỦA BIẾN ĐỔI KHÍ HẬU VÀ NƯỚC BIỂN DÂNG ĐẾN XÂM NHẬP MẶN Ở VÙNG HẠ DU SÔNG HỒNG - THÁI BÌNH

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 vùng hạ du đồng bằng sông Hồng - Thái Bình, 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 11/2003 đến 4/2004;

- Kịch bản biến đổi khí hậu đến 2030 và 2050: 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 cho khu vực đồng bằng sông Hồng - Thái Bình. 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: Mức độ thay đổi về lượng mưa và mực nước biển dâng trên lưu vực sông Hồng – Thái Bình theo kịch bản RCP8.5. [2]

Kịch bản	Các mốc thời gian của thế kỷ 21	
	Đến 2030	Đến 2050
Lượng mưa thay đổi (%)	-9,4 ÷ 5,7	-6,8 ÷ 14,0
Mực nước biển dâng (cm)	13 (9 ÷ 19)	26 (17 ÷ 36)

(Nguồn: Kịch bản BĐKH, Bộ TN&MT – 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 toàn vùng nghiên cứu bằng mô hình 1-2D kết hợp đã được thiết lập.

3.2. Kết quả tính toán, đánh giá xâm nhập mặn

a) Kết quả mô phỏng xâm nhập mặn theo kịch bản hiện trạng:

Kết quả tính toán và mô phỏng xâm nhập mặn trên

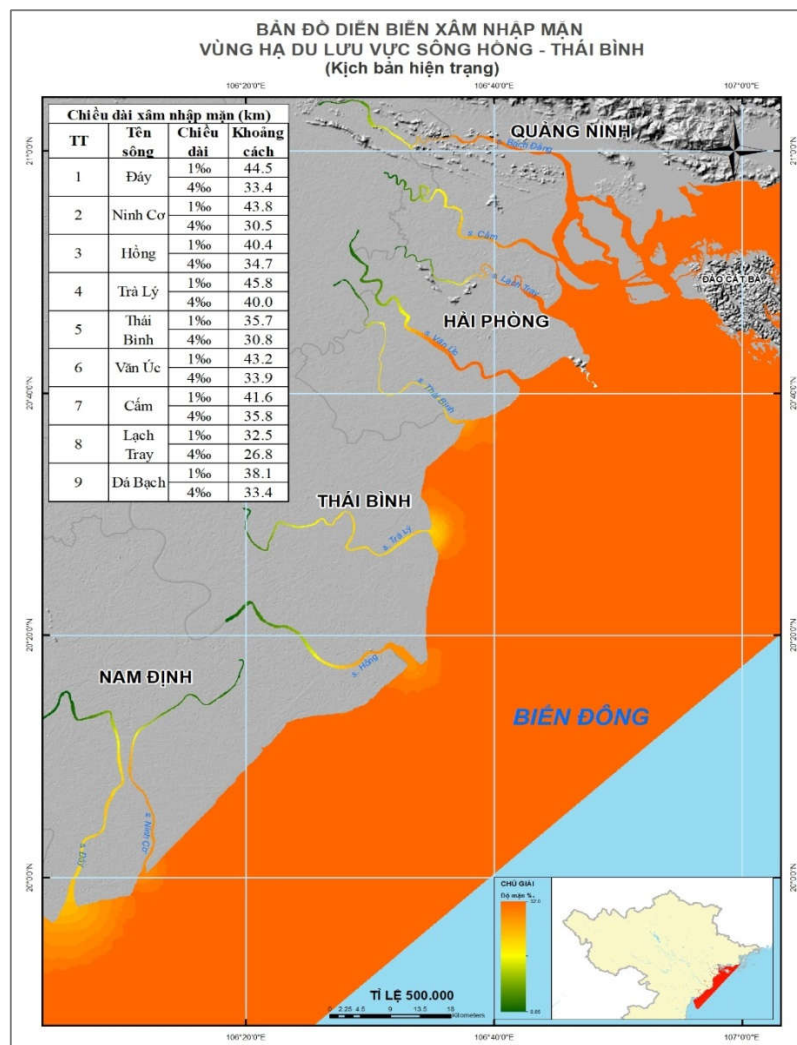
toàn vùng hạ du sông Hồng - Thái Bình cho thấy, mặn xâm nhập khá sâu vào nội đồng trên tất cả các tuyến sông, một số đánh giá cụ thể như sau:

- Ngưỡng mặn 1‰: Độ mặn này tuy không ảnh hưởng đến sản xuất nông nghiệp nhưng là ngưỡng ảnh hưởng đến chất lượng nước sinh hoạt. Từ kết quả tính toán cho thấy sông Trà Lý là sông có chiều dài xâm nhập mặn sâu nhất 45.8 km. Ngưỡng mặn 1‰ đã vào sâu đến vị trí 44.5 km trên sông Đáy, 43.8 km trên sông Ninh Cơ, 40.4 km trên sông Hồng. Trên sông Cấm chiều dài mặn xâm nhập sâu vào 41.6 km; sông Lạch Tray 32.5 km; sông Đá Bạch 38.1 km.

- Ngưỡng mặn 4‰: Mặn đã đi sâu vào tới khu

vực cách cửa biển khoảng 30 km trên hầu hết các tuyến sông, đây là ngưỡng mặn tối đa cây lúa có thể chịu đựng được, trên sông Đáy mặn xâm nhập tới vị trí cách cửa sông 33.4 km, sông Ninh Cơ là 30.5 km, sông Hồng 34.7 km, sông Trà Lý 40 km, sông Thái Bình 30.8 km, sông Văn Úc là 33.9 km, sông Cấm 35.8 km, sông Lạch Tray 26.8 km, sông Đá Bạch 33.4 km. Sông Trà Lý là sông có chiều dài xâm nhập với ngưỡng mặn 4‰ sâu nhất.

Phạm vi và mức độ xâm nhập mặn lớn nhất (S_{max}), tính toán mô phỏng với kịch bản hiện trạng được thể hiện trên bản đồ Hình 12.



Hình 12: Diễn biến xâm nhập mặn lớn nhất ở khu vực hạ du sông Hồng - Thái Bình, ứng với kịch bản hiện trạng.

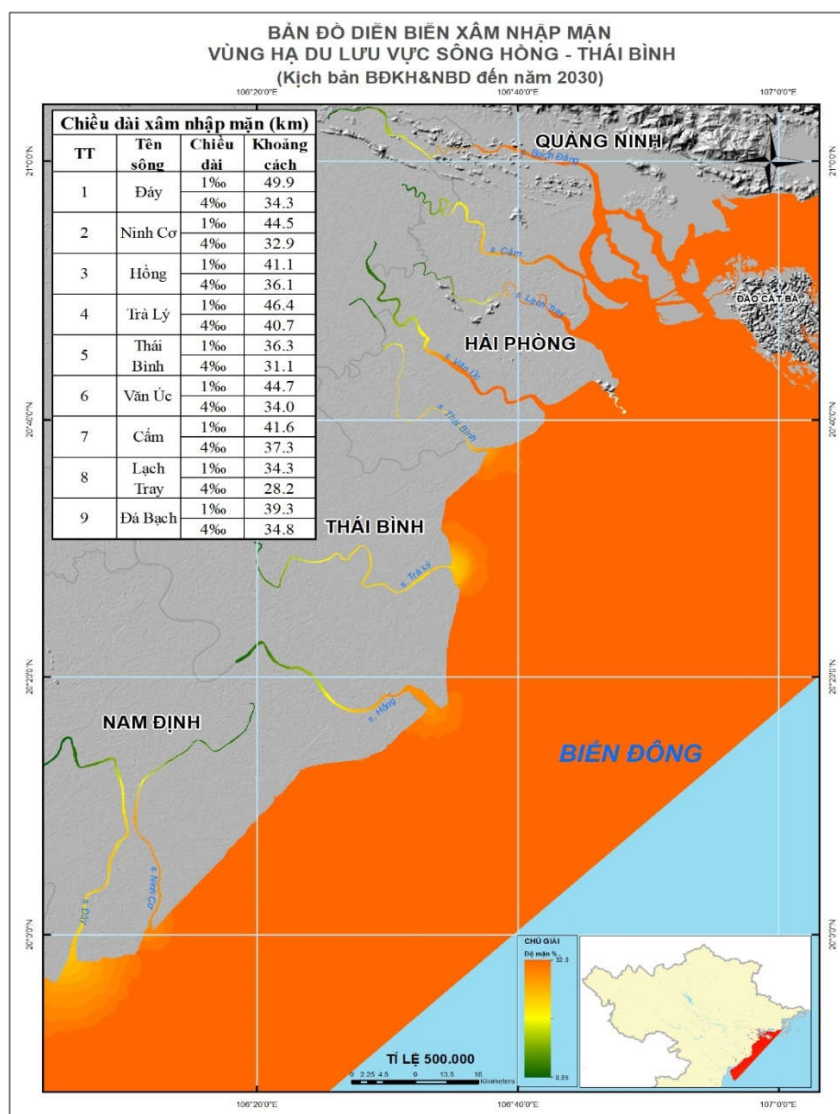
b) Kết quả mô phỏng xâm nhập mặn với kịch bản BĐKH và NBD đến năm 2030:

- Ngưỡng mặn 1‰: Sông Đáy có chiều dài xâm nhập mặn sâu nhất là 49.9 km, mặn xâm nhập vào ít nhất là sông Thái Bình 36.3 km tính từ cửa sông. Các tuyến sông còn lại mặn đều xâm nhập qua vị trí cách cửa sông 30 km như sông Trà Lý lên đến 46.4km, sông Ninh Cơ 44.5 km, sông Hồng 41.1km, sông Cấm 41.6 km, sông Lạch Tray 34.3 km, sông Đá Bạch 39.3 km.

- Ngưỡng mặn 4‰: Trên hầu hết các tuyến sông, độ mặn 4‰ cũng đã lên tới vị trí cách cửa

sông 30 km. Sông Đáy là 34.3 km, sông Ninh Cơ 32.9 km, sông Hồng 36.1 km, sông Trà Lý 40.7 km, sông Thái Bình 31.1km, sông Văn Úc 34.0 km, sông Cấm 37.3 km, sông Lạch Tray 28.2 km, sông Đá Bạch 34.8 km. Trong đó sông Trà Lý lại là sông có mặn 4‰ xâm nhập vào sâu nhất.

Phạm vi và mức độ xâm nhập mặn lớn nhất (S_{max}), tính toán mô phỏng với kịch bản ảnh hưởng của BĐKH và NBD đến năm 2030, được thể hiện trên bản đồ Hình 13.



Hình 13: Diễn biến xâm nhập mặn lớn nhất ở khu vực hạ du sông Hồng - Thái Bình, ứng với kịch bản BĐKH và NBD đến năm 2030.

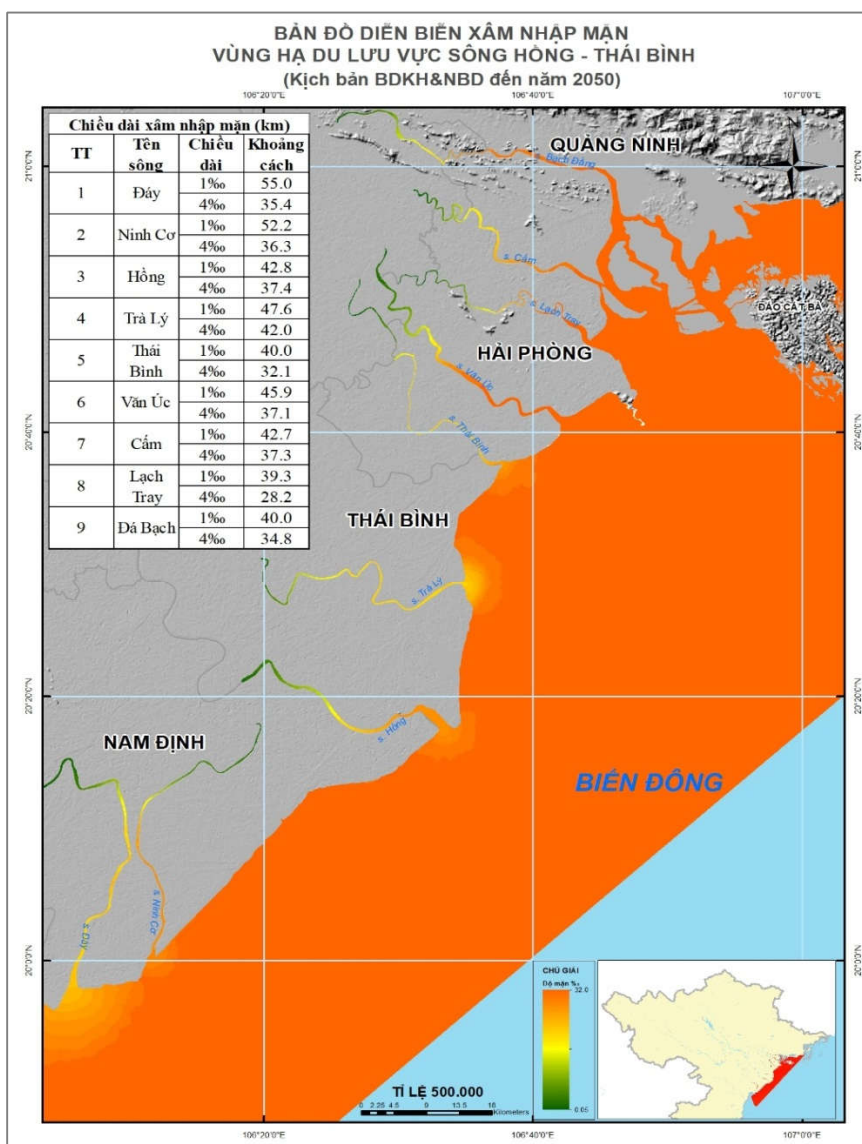
c) Kết quả mô phỏng xâm nhập mặn với kịch bản BĐKH và NBD đến năm 2050:

- Ngưỡng mặn 1‰: Chiều dài xâm nhập mặn trên các tuyến sông thuộc hệ thống sông Hồng-Thái Bình ở kịch bản biến đổi khí hậu và nước biển dâng năm 2050 đều khá lớn. Trên sông Đáy mặn xâm nhập tới vị trí 55 km, sông Ninh Cơ 52.2 km, sông Hồng 42.8 km, sông Trà Lý 47.6 km, sông Thái Bình 40 km, sông Cấm 42.7 km, sông Lạch Tray 39.3 km, sông Đá Bạc 40 km.

- Ngưỡng mặn 4‰: Mặc dù không phải là tuyến

sông có chiều dài xâm nhập mặn lớn nhất nhưng sông Trà Lý lại là sông có độ dài xâm nhập mặn với ngưỡng mặn 4‰ lớn nhất, lên đến 42 km. Sông Thái Bình có chiều dài xâm nhập mặn là 32.1 km, sông Ninh Cơ 36.3 km, sông Hồng 37.4 km, sông Văn Úc 37.1 km, sông Cấm 37.3 km, sông Lạch Tray 28.2 km, sông Đá Bạc 34.8 km.

Phạm vi và mức độ xâm nhập mặn lớn nhất (S_{max}), tính toán mô phỏng với kịch bản ảnh hưởng của BĐKH và NBD đến năm 2050, được thể hiện trên bản đồ Hình 14.



Hình 14: Diễn biến xâm nhập mặn lớn nhất ở khu vực hạ du sông Hồng - Thái Bình, ứng với kịch bản BĐKH và NBD đến năm 2050.

d) Đánh giá chung về ảnh hưởng của BĐKH và NBD đến diễn biến xâm nhập mặn ở hạ du sông Hồng - Thái Bình:

Ảnh hưởng của BĐKH và NBD đang có những tác động rất rõ rệt đến tình hình diễn biến xâm nhập mặn trong khu vực. Dưới tác động của BĐKH, lượng mưa và lưu lượng nước đến trên lưu vực trong mùa kiệt bị suy giảm, mực nước các sông bị hạ thấp và ảnh hưởng của mực nước biển dâng đã làm gia tăng mức độ nhiễm mặn

cả về phạm vi (chiều dài XNM) và mức độ (nồng độ mặn tăng cao) trên hầu hết các tuyến sông ở khu vực hạ du vùng đồng bằng sông Hồng - Thái Bình. So sánh đánh giá mức độ ảnh hưởng tác động của BĐKH và NBD cho thấy, kịch bản biến đổi khí hậu và nước biển dâng đến năm 2050 là kịch bản bất lợi nhất cho khu vực nghiên cứu, ảnh hưởng của XNM gia tăng cả về nồng độ và chiều dài nhiễm mặn so với hiện trạng. Kết quả đánh giá được thể tại Bảng 5.

Bảng 5: Chiều dài xâm nhập mặn trên các tuyến sông chính ở vùng đồng bằng sông Hồng - Thái Bình, ứng với các kịch bản nghiên cứu

TT	Tên sông	Chiều dài mặn	Khoảng cách xâm nhập mặn (km)			Khoảng cách mặn lấn thêm so với KBHT (km)	
			KBHT	BĐKH 2030	BĐKH 2050	BĐKH 2030	BĐKH 2050
1	Đáy	1‰	44,5	49,9	55,0	5,4	10,5
		4‰	33,4	34,3	35,4	0,9	2,0
2	Ninh Cơ	1‰	43,8	44,5	52,2	0,7	8,4
		4‰	30,5	32,9	36,3	2,3	5,7
3	Hồng	1‰	40,4	41,1	42,8	0,7	2,4
		4‰	34,7	36,1	37,4	1,4	2,8
4	Trà Lý	1‰	45,8	46,4	47,6	0,6	1,8
		4‰	40,0	40,7	42,0	0,7	2,0
5	Thái Bình	1‰	35,7	36,3	40,0	0,6	4,3
		4‰	30,8	31,1	32,1	0,4	1,4
6	Văn Úc	1‰	43,2	44,7	45,9	1,5	2,7
		4‰	33,9	34,0	37,1	0,1	3,3

*** Xét về chiều dài xâm nhập mặn:**

Dưới tác động của biến đổi khí hậu và nước biển dâng, kết quả tính toán chiều dài xâm nhập mặn ở cả 2 kịch bản BĐKH đến năm 2030 và 2050, phạm vi ảnh hưởng XNM đều tăng so với kịch bản hiện trạng. Năm 2050, chiều dài xâm nhập mặn tăng từ 1,8 ÷ 10,5 km; năm 2030 chiều dài xâm nhập mặn tăng từ 0,6 ÷ 5,4 km ứng với độ mặn 1‰. Độ mặn 4‰, chiều dài xâm nhập mặn tăng 1,4 ÷ 5,7 km ứng với kịch bản biến đổi khí hậu và nước biển dâng năm

2050 và tăng 0,1 ÷ 2,3 km ứng với kịch bản biến đổi khí hậu và nước biển dâng năm 2030. Diễn biến chiều dài xâm nhập mặn trên các tuyến sông chính vùng hạ du sông Hồng - Thái Bình cụ thể như sau:

- Sông Đáy: Ở kịch bản biến đổi khí hậu và nước biển dâng năm 2050, độ mặn 1‰ xâm nhập tới vị trí cách cửa sông khoảng 55 km lớn hơn 10,5 km so với kịch bản hiện trạng, kịch bản BĐKH năm 2030 chiều dài xâm nhập mặn cũng tăng 5,4 km so với kịch bản hiện trạng. Độ

mặn 4‰ vào đến cống Tam Tòa xã Nghĩa Trung cách cửa sông 33km.

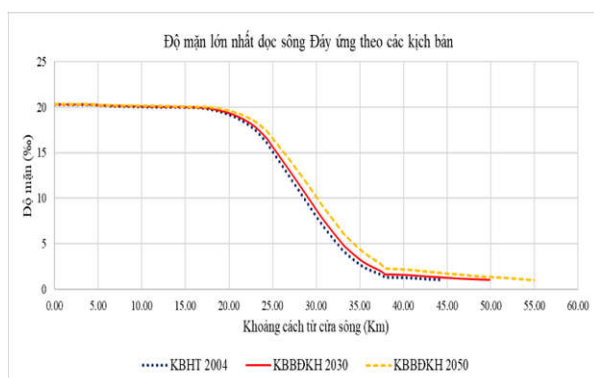
- Sông Ninh Cơ: Khoảng cách xâm nhập mặn vào khá sâu vào trong sông, khoảng 52 km đối với kịch bản BĐKH năm 2050 lớn hơn kịch bản hiện trạng là 8,4 km, kịch bản BĐKH năm 2030 cũng tăng 0,7 km so với kịch bản hiện trạng. Độ mặn 4‰ xâm nhập đến vị trí cách cửa sông 36 km. Phạm vi ảnh hưởng mặn xa nhất đến cống Ngọc Tiên xã Phương Định.

- Sông Hồng: Kịch bản BĐKH năm 2050 có khoảng cách xâm nhập mặn lớn nhất, độ mặn 1‰ xâm nhập đến vị trí cách cửa sông 42,8 km, lớn hơn 2,4 km so với kịch bản hiện trạng. Mặn 4‰ cũng xâm nhập khá sâu 37 km ứng với kịch bản biến đổi khí hậu và nước biển dâng năm 2050. Phạm vi ảnh hưởng mặn lớn nhất đến cống Nam Long, xã Duy Nhất.

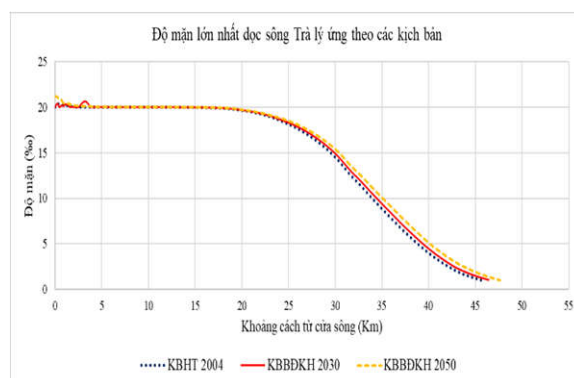
- Sông Trà Lý: Chiều dài xâm nhập mặn ứng với kịch bản BĐKH 2030 tăng 0,62 km so với kịch bản hiện trạng; kịch bản BĐKH năm 2050 tăng 1,8 km so với kịch bản hiện trạng. Phạm vi ảnh hưởng xa nhất có thể đến cống Nhân Thanh xã Tân Bình.

- Sông Thái Bình: Dưới tác động của biến đổi khí hậu đến năm 2030 mặn xâm nhập sâu hơn 0,6 km so với kịch bản hiện trạng, đến năm 2050 mặn xâm nhập sâu hơn 4,3 km so với kịch bản hiện trạng. Phạm vi ảnh hưởng mặn xa nhất đến cống Đồng Gậy, Thanh Hồng.

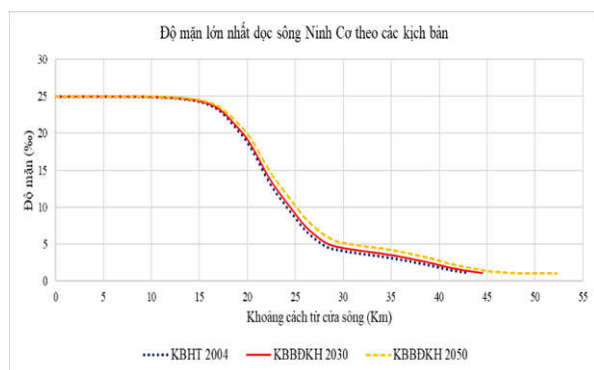
- Sông Văn Úc: Đến năm 2030 mặn xâm nhập sâu hơn 1,5 km so với kịch bản hiện trạng, đến năm 2050 chiều dài xâm nhập mặn lớn hơn 2,7 km so với kịch bản hiện trạng. Phạm vi ảnh hưởng xa nhất đến cống Trung Trang xã Thanh Cường.



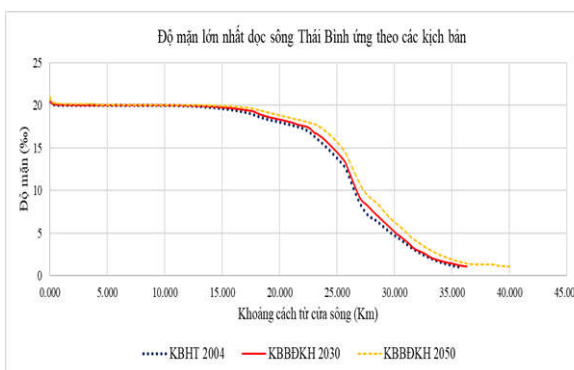
Hình 15: Diễn biến chiều dài xâm nhập mặn lớn nhất trên sông Đáy



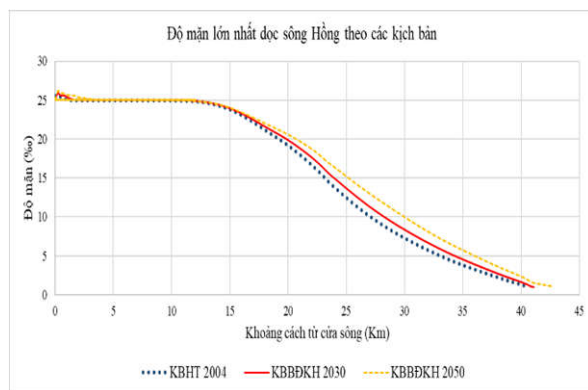
Hình 16: Diễn biến chiều dài xâm nhập mặn lớn nhất trên sông Trà Lý



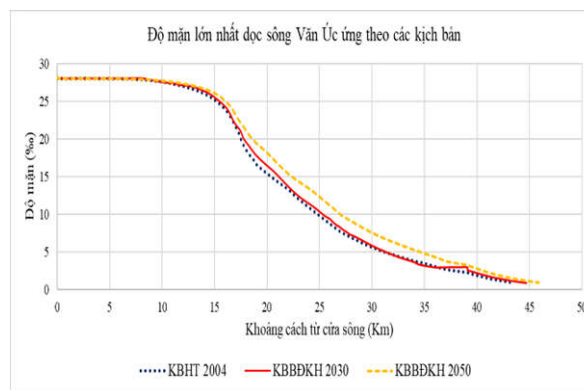
Hình 17: Diễn biến chiều dài xâm nhập mặn lớn nhất trên sông Ninh Cơ.



Hình 18: Diễn biến chiều dài xâm nhập mặn lớn nhất trên sông Thái Bình.



Hình 19: Diễn biến chiều dài xâm nhập mặn lớn nhất trên sông Hồng.



Hình 20: Diễn biến chiều dài xâm nhập mặn lớn nhất trên sông Văn Úc.

*** Xét về nồng độ nhiễm mặn:**

Kết quả đánh giá về mức độ nhiễm mặn tại một số vị trí công lấy nước chính trên hệ thống sông Hồng - Thái Bình nhận thấy, tại cùng một vị trí thì nồng độ mặn tính toán ứng với các kịch bản BĐKH và NBD so với hiện trạng có sự thay đổi theo xu thế ảnh hưởng mặn tăng lên, cụ thể như sau:

- Đến năm 2030, nồng độ mặn trong khu vực trong thời điểm triều cường tăng khoảng $0 \div 1,23\%$; tại thời điểm triều kém độ mặn tăng

từ $0 \div 0,7\%$.

- Đến năm 2050, nồng độ mặn trong khu vực ứng với thời điểm triều cường tăng khoảng $0 \div 2,84\%$; tại thời điểm triều kém độ mặn tăng trong khoảng từ $0 \div 1,71\%$.

- Nồng độ mặn tại các khu vực cách cửa sông từ $0 \div 20$ km không thay đổi nhiều giữa các kịch bản, nồng độ mặn ứng với các kịch bản biến đổi khí hậu và nước biển dâng tăng rõ rệt từ phạm vi Km 20 trở vào sâu trong nội đồng.

Bảng 6: Đánh giá diễn biến nồng độ mặn tại một số vị trí trên các tuyến sông vùng hạ du đồng bằng sông Hồng - Thái Bình

Tên sông	Vị trí đánh giá	KC đến cửa sông (Km)	Nồng độ mặn lớn nhất (‰)			Nồng độ mặn tăng so với hiện trạng (‰)	
			KB HT	KB BĐKH 2030	KB BĐKH 2050	KB BĐKH 2030	KB BĐKH 2050
Sông Trà Lý	Cửa sông	0	20,0	20,0	20,0	0,0	0,0
	Cổng Thái Phúc	20	19,6	19,6	19,6	0,0	0,1
	Cổng Thuyền Quan	25	17,7	18,0	18,2	0,2	0,5
	Cổng Quan Hòa	32	11,1	12,6	13,2	1,5	2,1
Sông Hồng	Cửa sông	0	25,0	25,0	25,0	0,0	0,0
	Cổng Cồn Nhất	22	13,2	14,3	15,3	1,1	2,1
	Cổng Liêu Đông	30	5,7	6,6	7,8	1,0	2,1
	Cổng Hạ Miêu	33	1,3	4,2	5,2	2,9	3,9

Tên sông	Vị trí đánh giá	KC đến cửa sông (Km)	Nồng độ mặn lớn nhất (‰)			Nồng độ mặn tăng so với hiện trạng (‰)	
			KB HT	KB BĐKH 2030	KB BĐKH 2050	KB BĐKH 2030	KB BĐKH 2050
Sông Ninh Cơ	Cửa sông	0	25,0	25,0	25,0	0,0	0,0
	Cống Thóp	26	5,5	5,7	7,0	0,3	1,5
	Cống Múc 1	35	2,8	3,2	3,9	0,3	1,0
	Cống Múc 2	37	2,2	2,5	3,2	0,3	1,0
Sông Đáy	Cửa sông	0	20,0	20,0	20,0	0,0	0,0
	Cống Quỳ Nhất	4	19,3	19,5	19,8	0,3	0,5
	Cống Âm Xa	10	20,2	20,2	20,3	0,0	0,1
	Cống Bình Hải	14	20,1	20,1	20,1	0,0	0,1
	Cống Tam Tòa	27	8,8	9,8	11,2	1,0	2,4
Sông Cẩm	Cửa sông	0	27,8	27,8	27,8	0,0	0,0
	Cống Ngọc Khê	36	17,8	18,8	19,0	1,0	1,3
	Cống An Sơn	39	16,7	17,8	18,1	1,2	1,5
Sông Văn Úc	Cửa sông	0	28,0	28,0	28,0	0,0	0,0
	Cống Quang Hưng	32	3,8	4,3	5,3	0,5	1,5
	Cống Trung Trang	33	3,5	4,0	4,9	0,5	1,4
Sông Thái Bình	Cửa sông	0	20,0	20,0	20,0	0,0	0,0
	Cống Trọi	17	18,2	18,4	18,4	0,2	0,2
	Cống Rỗ Mới	19	16,8	17,7	17,7	1,0	0,9
	Cống Rỗ Cũ	21	16,4	17,4	17,5	1,0	1,1

4. KẾT LUẬN

Từ những kết quả nghiên cứu ở trên có thể nhận thấy, biến đổi khí hậu và mực nước biển dâng trong khu vực đang có những tác động rất rõ rệt đến tình hình diễn biến xâm nhập mặn ở vùng hạ du đồng bằng sông Hồng – Thái Bình. Dưới tác động của BĐKH và NBD, xâm nhập mặn trên các sông chính ở vùng hạ du đồng bằng sông Hồng- Thái Bình đều có xu thế gia tăng về chiều dài và nồng độ mặn. Chiều dài xâm lấn mặn trên các sông tính đến năm 2050, có thể

tăng lên từ 1 ÷ 11 km so với hiện trạng hiện nay. Trong vùng ảnh hưởng của xâm nhập mặn, tại cùng một vị trí độ mặn tương ứng với kịch bản BĐKH đến năm 2050 tăng thêm trung bình khoảng 2‰. Kết quả nghiên cứu cho thấy tại một số vị trí cống lấy nước chính của các hệ thống thủy lợi, độ mặn đã vượt quá giới hạn cho phép và không thể lấy nước để phục vụ cho sản xuất nông nghiệp và sinh hoạt trong tương lai, điều này sẽ gây ảnh hưởng rất lớn đến nhu cầu sử dụng nước của các địa phương ở khu vực

này.

Qua nghiên cứu có thể thấy, ưu điểm của việc sử dụng bộ mô hình 1-2D kết hợp giữa MIKE11 và MIKE21 có thể giúp tính toán và mô phỏng đồng thời quá trình động lực tương tác sông – biển và diễn biến xâm nhập mặn trên toàn vùng nghiên cứu từ khu vực cửa sông ven biển đến xâm lấn mặn trong sông. Số liệu kết quả tính toán mô phỏng có thể

được cung cấp để tham vấn về ảnh hưởng tác động của biến đổi khí hậu và nước biển dâng đến tình hình diễn biến xâm nhập mặn trong khu vực. Trên cơ sở đó có thể giúp cho các nhà quản lý, các nhà hoạch định chính sách và các địa phương trong vùng nghiên cứu xây dựng các kế hoạch, phương án, giải pháp ứng phó thích hợp nhằm giảm nhẹ các tác động bất lợi do ảnh hưởng của biến đổi khí hậu và xâm nhập mặn trong tương lai.

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]. DHI Water & Environment. MIKE 11 A Modelling System for Rivers and Channels. Reference Manual, 472 pp;
- [5]. Mike 21 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” do Phòng TNTĐ Quốc gia về ĐLH Sông biển thực hiện năm 2016-2019.