



Tạp chí Khoa học Kỹ thuật Mỏ - Địa chất

Trang điện tử: <http://tapchi.humg.edu.vn>



Nghiên cứu hiện trạng và diễn biến xâm nhập mặn vùng ven biển phía nam đồng bằng Bắc bộ trong bối cảnh biến đổi khí hậu

Nguyễn Ngọc Trục*, Vũ Việt Đức

Khoa Địa chất, Trường Đại học Khoa học Tự nhiên, Đại học Quốc gia Hà Nội, Việt Nam

THÔNG TIN BÀI BÁO

Quá trình:

Nhận bài 15/6/2017
Chấp nhận 20/7/2017
Đăng online 31/8/2017

Từ khóa:

Xâm nhập mặn
Sông Đáy, Sông Ninh Cơ
Mike 11
Biến đổi khí hậu

TÓM TẮT

Bài báo trình bày kết quả nghiên cứu hiện trạng và dự tính diễn biến xâm nhập mặn tại hệ thống sông phía Nam đồng bằng Bắc bộ gồm sông Đáy và sông Ninh Cơ, là khu vực đang chịu tác động mạnh của xâm nhập mặn. Kích bản biến đổi khí hậu - nước biển dâng được lựa chọn là RCP 4.5 và RCP 8.5 với các mốc thời gian năm 2020, 2030, 2040, 2050, 2100. Kết quả phân tích xâm nhập mặn bằng số liệu thực đo (thí nghiệm hiện trường và phương pháp Knudsen) và mô hình Mike 11 cho thấy sông Đáy bị xâm nhập mặn nhiều hơn sông Ninh Cơ. Cự ly xâm nhập mặn của nồng độ 1,5 g/L trên sông Ninh Cơ là 22,5 km, tại sông Đáy cự ly này lên tới 29 km. Tại cùng vị trí 22km tính từ cửa sông, sông Đáy có độ mặn là 12,7 g/L trong khi ở sông Ninh Cơ là 2,3 g/L. Theo dự tính, mỗi thập niên ranh giới mặn 1,5 g/L di chuyển về phía thượng nguồn từ 300m-700m trên sông Đáy và 200m trên sông Ninh Cơ. Việc dự tính xâm nhập mặn theo các kịch bản này chủ yếu dựa vào các yếu tố tự nhiên mà chưa xét đến vai trò hoạt động nhân sinh như điều tiết hồ thủy chứa thượng nguồn.

© 2017 Trường Đại học Mỏ - Địa chất. Tất cả các quyền được bảo đảm.

1. Mở đầu

Nghiên cứu về xâm nhập mặn trên thế giới đã được quan tâm từ rất lâu, chủ yếu là các tác động của chúng đối với các vấn đề kinh tế, kỹ thuật, môi trường, cơ sở hạ tầng... Việc nghiên cứu dựa vào hai phương pháp chính là thực nghiệm dựa trên số liệu quan trắc, lấy mẫu, phân tích và phương pháp mô phỏng quá trình với các mô hình toán.

Các phương pháp tính toán ban đầu sử dụng

bài toán một chiều khi kết hợp với hệ phương trình Saint - Venant, với giả thiết cơ bản là các đặc trưng dòng chảy và mật độ là đồng nhất trên mặt cắt ngang. Prichard (1971) đã dẫn xuất hệ phương trình 3 chiều để diễn toán quá trình xâm nhập mặn nhưng nhiều thông số không xác định được, bài toán này gặp nhiều khó khăn trong thực tế nên nó được giải quyết bằng cách trung bình hoá theo hai chiều hoặc một chiều (Shankar và Masch (1970), Leendertee (1971)). Một số mô hình phổ biến, được sử dụng rộng rãi trên thế giới gồm có mô hình MIKE11, ISIS, EFDC, FWQA, SALFLOW...

Tại Việt Nam, kịch bản quốc gia về biến đổi

*Tác giả liên hệ

E-mail: trucgvs@gmail.com

khí hậu do Bộ Tài nguyên & Môi trường xây dựng đã cảnh báo rằng, với mức phát thải trung bình - RCP 4.5, nước biển sẽ dâng thêm 7.5 cm vào năm 2020 và 53 cm vào năm 2100 (Bộ Tài nguyên & Môi trường 2012, 2016). Như vậy, nguy cơ ảnh hưởng của biến đổi khí hậu, nước biển dâng và nhiều hệ quả khác bao gồm xâm nhập mặn đến các ngành kinh tế, xã hội, cơ sở hạ tầng kỹ thuật của Việt Nam là rõ rệt và đáng quan ngại. Từ những năm 1960, đã có một số nghiên cứu về xâm nhập mặn nước mặt được thực hiện tại khu vực đồng bằng sông Hồng và đồng bằng sông Cửu Long. Đến những năm 1980, các mô hình tính toán đã được áp dụng trong phân tích và cho kết quả khả quan, có thể ứng dụng dự báo xâm nhập mặn. Xâm nhập mặn ở hai đồng bằng châu thổ này hiện nay được nghiên cứu khá nhiều ở các khía cạnh khác nhau phục vụ cho nhiều mục đích từ môi trường, sản xuất nông nghiệp đến cấp thoát nước. Các nghiên cứu đã đưa ra cảnh báo về xâm nhập mặn đối với các công trình khai thác.

Đồng bằng sông Hồng là khu vực đông dân cư, là trung tâm kinh tế xã hội và là vùng trọng điểm trồng lúa, bảo đảm an ninh lương thực cho miền Bắc, lại là vùng ven biển chịu nhiều tác động của xâm nhập mặn cũng như biến đổi khí hậu. Bên cạnh đó, xâm nhập mặn cũng tác động mạnh mẽ đến đời sống dân cư, hệ thống cơ sở hạ tầng, vấn đề cấp nước cho sinh hoạt và sản xuất, cũng như các khía cạnh kinh tế - xã hội nói chung... Vì thế, việc nghiên cứu xâm nhập mặn cho khu vực này là rất cần thiết.

Đối tượng và phạm vi nghiên cứu của bài báo là tình hình diễn biến xâm nhập mặn khu vực sông Đáy và sông Ninh Cơ thuộc địa bàn tỉnh Nam Định. Mạng lưới sông ngòi của khu vực thuộc phần hạ lưu của hệ thống sông Hồng, chịu ảnh hưởng của sự chi phối rất phức tạp của chế độ sông, biển của toàn hệ thống sông Hồng - sông Thái Bình và thủy triều biển Đông. Hai cửa sông đổ ra biển trong khu vực bao gồm cửa sông Đáy và cửa Lạch Giang (sông Ninh Cơ). Thủy triều trong khu vực có chế độ nhật triều đều, biến thiên theo quy luật thời gian: ngày, nửa tháng, mùa, nhiều năm. Triều cường mạnh nhất thường vào các tháng 1, 6, 7 và 12, thấp nhất vào các tháng 3, 4, 8 và 9 trong năm.

Về diễn biến xâm nhập mặn, thông thường độ mặn đạt đỉnh vào tháng 1 đến tháng 3, nhỏ nhất vào tháng 7 hoặc tháng 8. Phạm vi và mức độ nhiễm mặn nước sông phụ thuộc độ lớn thủy

triều, lưu lượng nước sông và điều kiện địa hình lòng và bãi sông. Hàng năm có khoảng 10% - 20% diện tích đất nông nghiệp vụ xuân bị hạn hoặc khó khăn về nguồn nước tưới. Kết quả quan trắc cho thấy vào mùa kiệt nước phục vụ cho sản xuất nông nghiệp có độ mặn vượt quá nồng độ cho phép. Dòng chảy trên các sông ngày càng cạn kiệt, lượng nước dưới đất khai thác vượt khả năng cung cấp làm cho mặn xâm nhập sẽ trở nên rộng và sâu hơn.

Dựa vào kết quả phân tích từ các nguồn tài liệu khác nhau, các tác giả nhận ra rằng, ở đồng bằng sông Hồng, cụ thể xâm nhập mặn nước mặt trên sông có xu hướng tăng dần từ bắc xuống Nam. Nghĩa là chiều sâu xâm nhập mặn tăng dần từ sông Cấm - Bạch Đằng, và lớn nhất tại sông Ninh Cơ - Đáy. Do đó, trong bài báo này, các tác giả tập trung phân tích hiện trạng và dự báo xâm nhập mặn khu vực phía nam đồng bằng sông Hồng, cụ thể là xâm nhập mặn trên sông Đáy và sông Ninh Cơ, thuộc địa bàn tỉnh Nam Định. Đây là khu vực chịu ảnh hưởng lớn của xâm nhập mặn, đặc biệt trong điều kiện biến đổi khí hậu.

2. Phương pháp nghiên cứu

2.1. Phương pháp khảo sát thực địa, lấy mẫu và thí nghiệm hiện trường

Các tác giả đã tiến hành khảo sát, thu thập số liệu về diễn biến xâm nhập mặn nước mặt, xác định ranh giới mặn nhạt trên sông theo không gian và thời gian, từ đó đánh giá quy mô xâm nhập



Hình 1. Vị trí điểm khảo sát và phân tích xâm nhập mặn hiện trường.

mặn. Công tác hiện trường đã thực hiện gồm lấy mẫu nước trên sông theo độ sâu và theo mặt cắt ngang, đo độ mặn hiện trường. Các tác giả đã tiến hành lấy 48 mẫu nước tại 16 vị trí trên sông Đáy và sông Ninh Cơ trong thời gian trung tuần tháng 3/2016 - cao điểm mặn trong năm. Mỗi vị trí lấy nước tại 3 tầng nước khác nhau gồm tầng mặt, tầng đáy và tầng giữa (Hình 1). Tại 2 sông ghi nhận đặc điểm thủy triều theo chế độ nhật triều.

Độ mặn trung bình mặt cắt ngang sông được xác định theo công thức:

$$S = \frac{S_{0,2h} + 2S_{0,5h} + S_{0,8h}}{4}$$

Trong đó, S là độ mặn trung bình tại vị trí đo, h là độ sâu lòng sông, $S_{0,2h}$; $S_{0,5h}$; $S_{0,8h}$ là độ mặn tại các độ sâu 0,2 ; 0,5 và 0,8h.

Độ mặn trung bình của một chu kỳ con nước mặn được tính bởi công thức:

$$S_a = \frac{(S_1 + S_2)\Delta t_1 + (S_2 + S_3)\Delta t_2 + \dots + (S_{n-1} + S_n)\Delta t_{n-1}}{2T}$$

Trong đó, T là thời gian của một chu kỳ con nước (giờ), $T = T_n - T_1$; $\Delta t_1 = T_2 - T_1$, ..., $\Delta t_{n-1} = T_n - T_{n-1}$; S_1, S_2, \dots, S_n là độ mặn trung bình mặt cắt ngang sông tại các thời gian t_1, t_2, \dots, t_n .

2.2. Phương pháp phân tích độ mặn trong phòng thí nghiệm

Trong phòng thí nghiệm, để xác định độ mặn các tác giả sử dụng phương pháp chuẩn độ Bạc Nitrat (phương pháp Knudsen). Trong nước biển tổng hàm lượng của 11 thành phần chính chiếm tới 99.99% tổng lượng các chất khoáng hoà tan, trong đó đáng kể nhất là Cl^- (55.04%) và Na^+ (30.61%), tiếp đó là SO_4^{2-} (7.68%) và Mg^{2+} (3.69%). Để xác định độ muối nước biển, chỉ cần xác định chính xác hàm lượng một thành phần chính nào đó, rồi bằng các tính toán đơn giản theo mối quan hệ đã biết sẽ xác định được giá trị độ muối (Đoàn Văn Bộ, 2001).

Dùng dung dịch Bạc Nitrat (AgNO_3) có nồng độ biết trước tác dụng với một thể tích mẫu nước, khi đó ion Clo của mẫu bị kết tủa ở dạng AgCl màu trắng sữa. Tuy nhiên, do trong nước biển còn có mặt đồng thời các halogen khác (F, Br, I) nên kết tủa trắng sữa kể trên ngoài AgCl còn có cả AgF , AgBr và AgI . Như vậy, để xác định độ Clo dùng dung dịch Bạc Nitrat (AgNO_3) có nồng độ biết trước để chuẩn độ một thể tích mẫu nước biển

(thường là 15 ml) cho tới khi các halogen trong đó bị kết tủa hết ở dạng muối Bạc màu trắng sữa. Phản ứng thu gọn của quá trình này (ví dụ với Clo) như sau:



Biết được thể tích dung dịch AgNO_3 đã sử dụng để kết tủa hết các halogen có trong lượng mẫu nước kể trên, dễ dàng xác định được hàm lượng tổng cộng của chúng, tức là độ Clo của mẫu nước.

2.3. Phương pháp mô hình số

Để phân tích, đánh giá hiện trạng xâm nhập mặn cũng như mô phỏng dự báo khả năng xâm nhập mặn trong tương lai, các tác giả đã sử dụng chương trình MIKE 11. Đây là công cụ lập mô hình thủy động lực một chiều, nhằm phân tích chi tiết, thiết kế, quản lý và vận hành cho sông và hệ thống kênh dẫn. Việc mô phỏng cự ly xâm nhập mặn và nồng độ muối theo không gian và thời gian được thực hiện theo bước: (1) giải phương trình Saint-venant xác định phân bố lưu tốc dòng chảy tại 1 thời điểm bất kỳ trên toàn mạng sông, và (2) mô phỏng phân bố nồng độ muối khi có phân bố lưu tốc. Đối với MIKE 11, phân tích xâm nhập mặn liên quan đến ảnh hưởng của các quá trình thủy văn, thủy lực của dòng chảy, do đó, phải sử dụng kết hợp module HD và module AD. Quá trình phân tích được thực hiện theo 6 bước chính gồm xây dựng sơ đồ mạng lưới sông trong Mike 11, thiết lập sơ đồ mặt cắt ngang sông, tạo các biên thủy lực, tạo file thông số modun HD, thiết lập các thông số cho modun AD, biên tập mô phỏng.

3. Kết quả nghiên cứu và thảo luận

3.1. Hiện trạng xâm nhập mặn

Nghiên cứu đã tiến hành phân tích, tổng hợp những nguồn số liệu khác nhau về xâm nhập mặn nước mặt giai đoạn 2004-2007 tại khu vực đồng bằng sông Hồng nói chung, sông Đáy và Ninh Cơ nói riêng, với 3 mức nồng độ muối trong nước gồm 1,0 g/L, 4,0 g/L và 7,0 g/L. Kết quả chung cho thấy, xu hướng xâm nhập mặn gia tăng từ phía bắc xuống phía nam đồng bằng. Xâm nhập mặn diễn ra mạnh mẽ vào mùa khô, từ tháng 12 năm trước đến tháng 3 năm sau, nhiều nhất vào tháng Một và tháng Hai. Trong giai đoạn này, với nồng độ muối 1,0 g/L, cự ly xâm nhập mặn tăng đến 100%. Nồng độ muối càng cao, sự gia tăng cự ly xâm nhập mặn

càng giảm. Cụ thể, với nồng độ 4,0 g/L, mức độ gia tăng đạt 76.4%, trong khi đó, với nồng độ 7,0 g/L chỉ còn 67.3% (bảng 1). Cụ thể, trên sông Đáy, khoảng cách xâm nhập mặn tháng Một tính từ cửa sông với nồng độ muối 1,0 g/L tăng từ 19,5km (2005), 31km (2006) lên 43km (2007). Trong những năm này, khoảng cách xâm nhập mặn lần lượt là 14,3; 23,0; và 31,7km với độ mặn 4,0 g/L; và 11,3; 19,2; và 23,7 km với độ mặn 7,0 g/L. Điều đó cho thấy, xâm nhập mặn trong thời gian này đã gia tăng mạnh mẽ, nước biển có xu hướng di chuyển sâu vào đất liền. Điều này cũng đúng với sông Ninh Cơ. Cụ thể, với nồng độ mặn 1.0 g/L khoảng cách xâm nhập mặn tính từ cửa sông Ninh Cơ đã tăng 109.1% từ năm 2005 (22.0 km) đến 2007 (46.0 km).

Khảo sát hiện trường và phân tích xâm nhập mặn trên sông Đáy và sông Ninh Cơ đã được các tác giả thực hiện vào trung tuần tháng 3/2016 tại nhiều mặt cắt trên sông (Bảng 2). Kết quả phân tích cho thấy rằng sông Đáy và sông Ninh Cơ đang chịu ảnh hưởng của xâm nhập mặn, độ mặn và chiều dài xâm nhập mặn khá phù hợp với các số liệu xâm nhập mặn của Viện Khoa học Thủy lợi năm 2010. Đây sẽ là kết quả để so sánh, đối chiếu

với kết quả phân tích bằng mô hình Mike 11.

3.2. Phân tích diễn biến xâm nhập mặn với mô hình Mike 11

Bộ số liệu đầu vào cho mô hình bao gồm số liệu thủy văn và số liệu địa hình (bản đồ và mặt cắt ngang thực đo).

- Sơ đồ tính toán

Xây dựng mạng lưới sông trong Mike 11 thông qua việc số hóa các điểm và nối kết các nhánh sông; định nghĩa đập, cống, và các công trình thủy lực khác, lưu vực nối kết mô hình sông - dòng chảy - mưa (Hình 2).

- Tài liệu sử dụng và điều kiện biên

Tài liệu địa hình bao gồm các mặt cắt ngang sông.

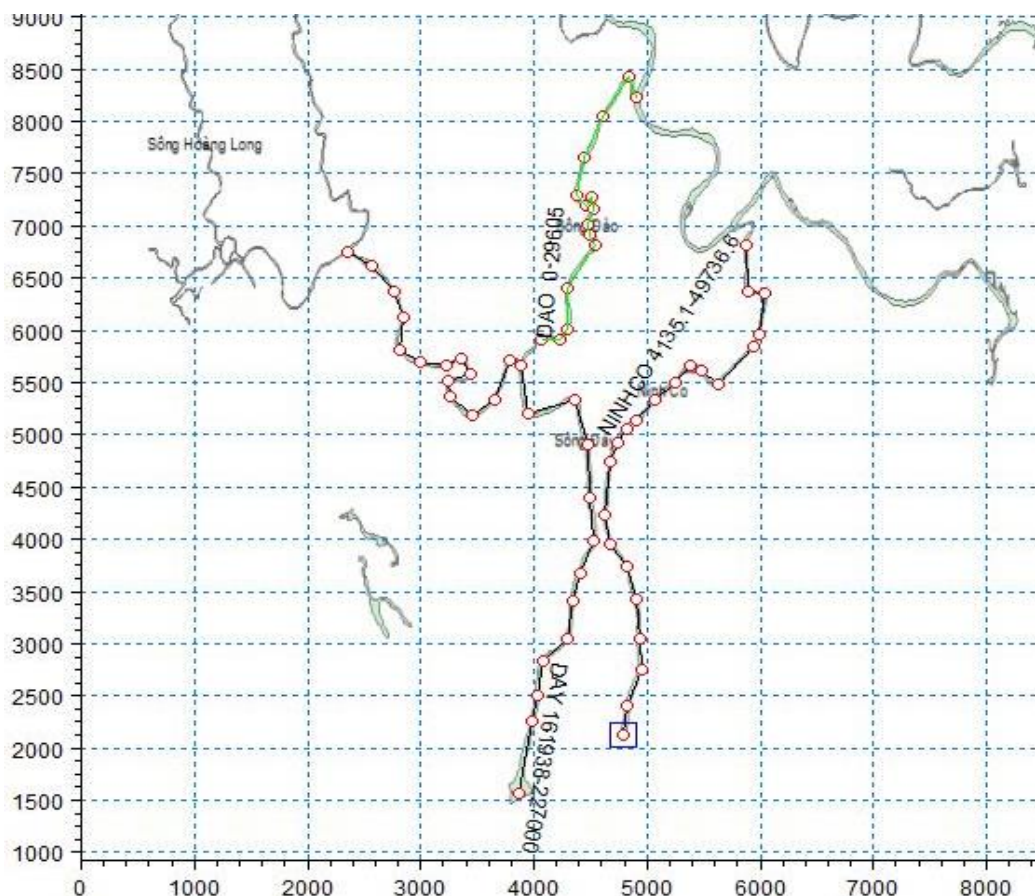
Biên tính toán: tài liệu lưu lượng các nhánh thượng lưu (biên trên) và mực nước tại cửa sông (biên dưới) và số liệu độ mặn trong thời năm 2010 được sử dụng để chạy mô hình. Giá trị độ mặn thực đo tháng 3/2016 - 3/2017 dùng để kiểm tra tính phù hợp của mô hình.

Bảng 1. Đặc điểm xâm nhập mặn trên sông Đáy và Ninh Cơ.

Sông	Năm	Tháng I			Tháng II			Tháng III		
		1.0 g/L	4.0 g/L	7.0 g/L	1.0 g/L	4.0 g/L	7.0 g/L	1.0 g/L	4.0 g/L	7.0 g/L
Khoảng cách từ cửa sông (km)										
Đáy	2005	19.50	14.30	11.30	20.30	17.00	14.80	20.50	16.80	14.70
	2006	31.0	23.0	19.2	26.5	19.5	16.5	19.6	13.8	10.2
	2007	43.0	31.7	23.7	20.0	15.5	13.5	19.5	15.2	13.0
Ninh Cơ	2005	22.00	16.50	14.70	19.00	14.80	13.20	25.00	18.70	16.20
	2006	38.5	30.0	26.0	34.0	26.5	23.0	26.0	18.1	14.5
	2007	46.0	34.7	28.2	29.0	21.0	18.0	24.0	18.5	15.8

Bảng 2. Kết quả phân tích độ mặn nước sông.

Sông Ninh Cơ			Sông Đáy		
Điểm khảo sát	Độ mặn (g/L)	Khoảng cách từ cửa sông (km)	Điểm khảo sát	Độ mặn (g/L)	Khoảng cách đến biển (km)
NC1	27,55	1	Đ5	28,54	2,8
NC4	22,91	5	Đ4	27,76	6,8
NC6	19,25	10,7	Đ3	22,65	11
NC8	16,51	14,2	Đ2	19,25	15
NC9	5,70	19,8	Đ1	16,22	19,6
NC10	0,50	27,3	Đ6	0,37	25,6
NC11	0,01	33	Đ7	0,02	30
			Đ8	0,01	38,9
			SV1	13,23	19,3



Hình 2. Sơ đồ tính toán khu vực nghiên cứu.

Trong đó, biên trên gồm các mặt cắt tại vị trí 0 m tại sông Đào (cách cửa Đáy 78,68 km), vị trí 161937.9 m tại sông Đáy (cách cửa Đáy 78,48 km), vị trí 4135.1 m tại sông Ninh Cơ (cách cửa Ninh Cơ 48,72 km). Biên dưới là mặt cắt tại vị trí 227000 m tại cửa sông Đáy và vị trí 49736.6 m tại cửa sông Ninh Cơ. Số liệu mực nước biên dưới tại sông Đáy và sông Ninh Cơ được hiệu chỉnh theo các kịch bản biến đổi khí hậu - nước biển dâng năm 2016 tương ứng với các năm 2020, 2030, 2040, 2050 và 2100.

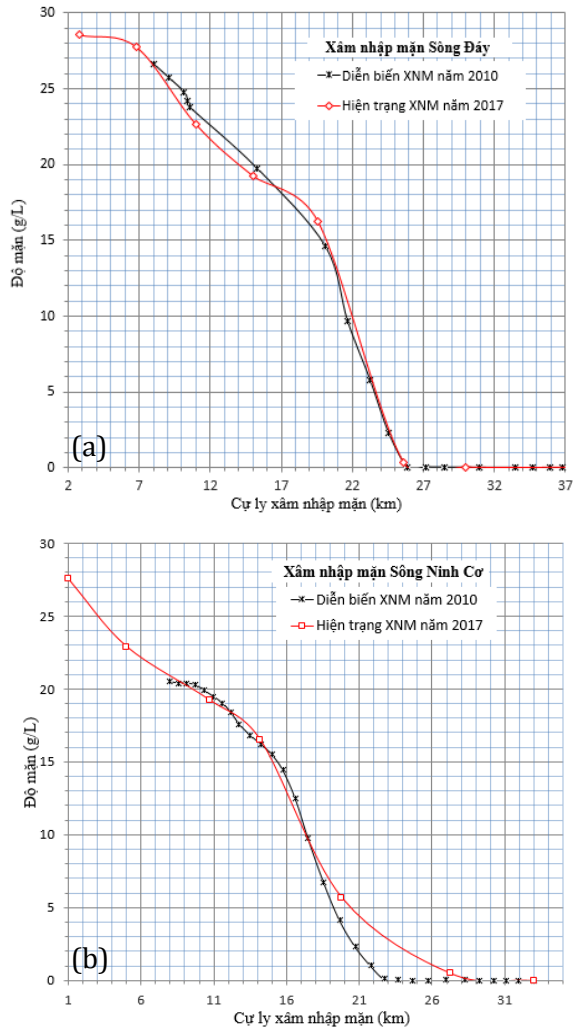
- Kiểm định mô hình

Kết quả chạy mô hình được kiểm định không phải bởi chính modun chuyên dụng của phần mềm mà bởi số liệu thực đo và số liệu thu thập từ những nguồn tài liệu tin cậy. Từ biểu đồ trên Hình 3 có thể nhận thấy giữa đường biểu diễn độ mặn năm 2010 và năm 2017 có sự tương đồng, cho thấy kết quả của mô hình thu được khá tin cậy. Đường diễn biến mặn năm 2017 có một vài giá trị

cao hơn đường năm 2010 cũng hoàn toàn phù hợp do qua 7 năm độ mặn đã có sự thay đổi theo thời gian. Nhìn chung độ mặn tại các điểm chênh lệch không nhiều so với kết quả tính toán của mô hình nên có thể cho rằng các kết quả dự tính xâm nhập mặn của mô hình MIKE 11 đáp ứng được yêu cầu đặt ra.

- Tính toán mô phỏng xâm nhập mặn theo các kịch bản biến đổi khí hậu

Để mô phỏng, phân tích và dự tính xâm nhập mặn, bài báo lựa chọn các mốc thời gian 2020, 2030, 2040, 2050 và 2100. Các kịch bản nước biển dâng được tính toán trong nghiên cứu này là kịch bản trung bình thấp RCP 4.5 (do khả năng xảy ra của kịch bản này là cao nhất) và kịch bản cao RCP 8.5 (với ý nghĩa cảnh báo, cho thấy được mức độ ảnh hưởng lớn nhất của biến đổi khí hậu đến tình trạng xâm nhập mặn) theo Kịch bản Biến đổi Khí hậu - Nước biển dâng cho Việt Nam của Bộ Tài nguyên và Môi trường (Bảng 3).



Hình 3. (a) Hiện trạng xâm nhập mặn sông Đáy; (b) Hiện trạng xâm nhập mặn sông Ninh Cơ năm 2016 so với số liệu mô hình năm 2010.

Bảng 3. Mực nước biển dâng theo các kịch bản.

	Kịch bản BDKH-NBD -2012	Kịch bản BDKH - NBD - 2016				
	Năm	2020	Kịch bản 2030	2040	2050	2100
Mực nước dâng (cm)	7.5	RCP 4.5	13	17	22	53
	7.5	RCP 8.5	13	18	25	72

- Diễn biến xâm nhập mặn trên sông Đáy

+ Kết quả dự tính xâm nhập mặn sông Đáy theo kịch bản RCP 4.5:

Diễn biến xâm nhập mặn sông Đáy theo kịch bản phát thải trung bình thấp RCP 4.5 được xây

dựng từ kết quả phân tích đầu ra của mô hình MIKE 11 (Hình 4). Trên biểu đồ có thể thấy xu hướng xâm nhập mặn tăng dần theo các năm, tương ứng với mức độ nước biển dâng khác nhau. Ví dụ, xét trên cùng một vị trí cách cửa biển 22 km, có thể thấy năm 2010 độ mặn xấp xỉ 8,7g/L; đến năm 2020 là 9,6g/L; năm 2030 là 10,6g/L; năm 2040 là 11,5 g/L; năm 2050 sẽ là 12,5g/L; và dự tính đến năm 2100 độ mặn lên tới 15g/L, gần gấp 1,5 lần giá trị độ mặn năm 2020. Xét tại cùng độ mặn 1,5g/L (độ mặn ảnh hưởng tới nông nghiệp - theo FAO, 1998, 2005), thì năm 2010 ranh giới mặn 1,5g/L đã tiến vào sâu 24,8km so với cửa sông. Năm 2020 nước mặn tiến vào 25,5km; năm 2030 là 26,2km; năm 2040 là 26,5km; năm 2050 là 26,9km; cực đại vào năm 2100 với khoảng cách 28,3km. Đến cuối thế kỉ, cự ly xâm nhập mặn cho nồng độ 1,5g/L tăng thêm 3,5km so với số liệu năm 2010.

+ Kết quả dự tính xâm nhập mặn sông Đáy theo kịch bản RCP 8.5:

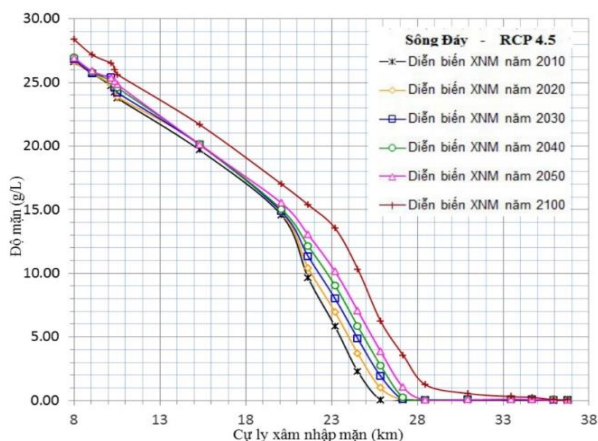
Với kịch bản phát thải cao nhất RCP 8.5, mô hình mô phỏng dựa vào mực nước biển dâng và lượng mưa tương ứng. Kết quả cho thấy, tại vị trí cách cửa biển 22km, đến năm 2020 độ mặn là 9,8g/L; tới năm 2030 lên tới 10,7g/L; năm 2040 là 11,7g/L; năm 2050 là 12,9g/L. Và năm 2100 độ mặn lên tới 15,4g/L, gần gấp 1,5 lần so với giá trị độ mặn năm 2020. Xét tại ranh giới mặn 1,5g/L năm 2020 nước mặn tiến vào 25,8 km; năm 2030 là 26,3km; năm 2040 là 26,6km; năm 2050 là 27,3km. Tới năm 2100 với khoảng cách lớn nhất với giá trị 29,5km (Hình 5).

Có thể nhận xét rằng từ năm 2020 nước mặn nồng độ 1,5g/L vào sâu trung bình khoảng 0,5 km/thập niên. Đến năm 2100, cự ly xâm nhập mặn cho nồng độ 1,5g/L gia tăng thêm 4,7km so với năm 2010.

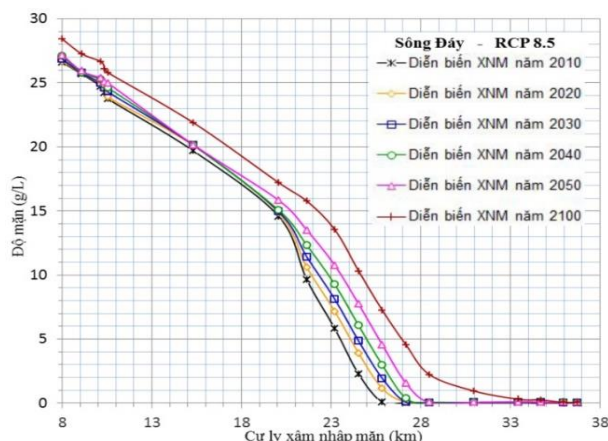
- Diễn biến xâm nhập mặn trên sông Ninh Cơ

+ Kết quả dự tính xâm nhập mặn sông Ninh Cơ theo kịch bản RCP 4.5.

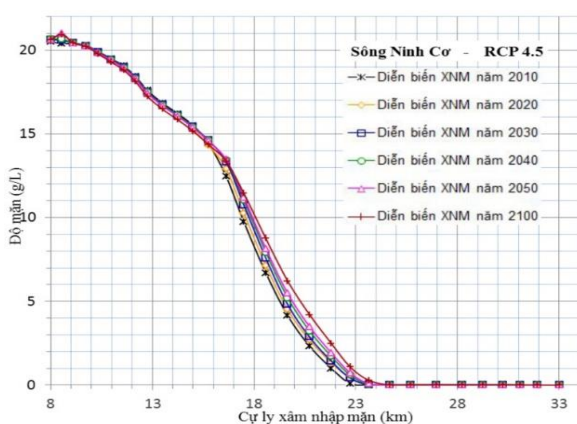
Phân tích tương tự như với sông Đáy, khi xét trên cùng một vị trí cách 22 km từ cửa sông Ninh Cơ, số liệu năm 2010 cho thấy giá trị độ mặn là 0,8 g/L. Giá trị phân tích mô phỏng độ mặn các năm 2020, 2030, 2040, 2050, 2100 lần lượt là 1,1g/L; 1,2g/L; 1,5g/L; 1,7g/L và 2,2g/L. Như vậy, giá trị độ mặn tại năm 2100 cao gấp 2 lần giá trị mặn năm 2020 (Hình 6).



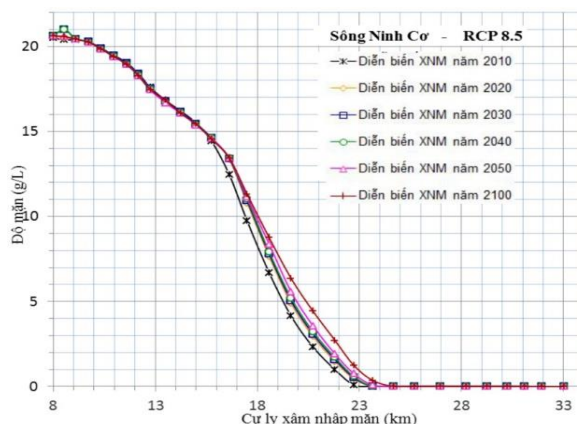
Hình 4. Diễn biến xâm nhập mặn sông Đáy theo kịch bản RCP 4.5.



Hình 5. Diễn biến xâm nhập mặn sông Đáy theo kịch bản RCP 8.5.



Hình 6. Diễn biến xâm nhập mặn sông Ninh Cơ theo kịch bản RCP 4.5.



Hình 7. Diễn biến xâm nhập mặn sông Ninh Cơ theo kịch bản RCP 8.5.

Với ranh giới độ mặn 1,5g/L, năm 2010 độ mặn này xuất hiện ở vị trí 21,4km. Ranh giới này đến các năm 2020, 2030, 2040, 2050, 2100 dự tính lần lượt là 21,7km; 21,8km; 22km; 22,2km và 22,5km. Trung bình mỗi thập niên ranh giới mặn 1,5g/L sẽ tiến sâu hơn 200m. Năm 2100, cự ly xâm nhập mặn nồng độ 1,5 g/L gia tăng thêm 1,1km so với năm 2010.

+ Kết quả dự tính xâm nhập mặn sông Ninh Cơ theo kịch bản RCP 8.5

Tại vị trí cách 22 km so với cửa biển, giá trị độ mặn vào các năm 2020, 2030, 2040, 2050, 2100 lần lượt là 1,3g/L; 1,4g/L; 1,5g/L; 1,7g/L và 2,4g/L. Năm 2100 có độ mặn lớn gấp 3 lần so với giá trị cơ sở năm 2010 (giá trị tăng là 1,6 g/L) (Hình 7). Với ranh giới mặn 1,5g/L, giá trị tương ứng với các năm 2020, 2030, 2040, 2050, 2100 được dự tính sẽ lần lượt là 21,8km; 21,9km; 22km; 22,3km và 22,6km. Trung bình mỗi thập niên vùng nước có độ mặn 1,5g/L sẽ tiến sâu hơn

200m. Cự ly xâm nhập mặn cho nồng độ 1,5g/L năm 2100 sẽ lớn hơn 1,2 lần so với năm cơ sở 2010.

4. Thảo luận

Số liệu sử dụng cho mô hình hầu hết được thu thập từ các trạm thủy văn trên sông Đáy và sông Ninh Cơ, kết hợp với số liệu thực đo do các tác giả trực tiếp khảo sát hiện trường và phân tích thí nghiệm trong phòng. Việc kiểm định mô hình được thực hiện theo phương pháp trực quan, đánh giá mô hình dựa vào số liệu thực đo thay vì chạy mô đun kiểm định riêng. Kết quả thu được cho thấy sự tương đồng giữa đường diễn biến xâm nhập mặn năm 2010 được thiết lập bởi MIKE 11 và số liệu thực đo. Điều đó chứng tỏ mô hình đã thiết lập có độ tin cậy và độ chính xác chấp nhận được.

Trong phân tích dự tính xâm nhập mặn tương lai, nghiên cứu lựa chọn các mốc thời gian 2020,

2030, 2040, 2050 và 2100, nhằm phù hợp với các số liệu được cung cấp trong kịch bản biến đổi khí hậu và nước biển dâng cho Việt Nam, do bộ Tài nguyên & Môi trường công bố. Các kịch bản biến đổi khí hậu - nước biển dâng được sử dụng trong nghiên cứu này dựa trên khả năng xảy ra của kịch bản cao nhất (RCP 4.5) và dựa vào ý nghĩa cảnh báo cao nhất (RCP 8.5). Bộ số liệu đầu vào cho mô hình với hai kịch bản này có sự khác nhau về mực nước và lượng mưa. Trên thực tế, diễn biến xâm nhập mặn phụ thuộc rất nhiều vào các yếu tố khác nhau, đặc biệt với đồng bằng sông Hồng còn bị chi phối bởi hoạt động nhân sinh. Trong đó, đáng kể nhất là việc xả nước từ các hồ thủy lợi, thủy điện thượng nguồn nhằm cấp nước cho sản xuất nông nghiệp vào những tháng mùa khô trong khoảng mười năm trở lại đây, làm cho diễn biến xâm nhập mặn thay đổi mạnh mẽ. Do tính phức tạp đó, nghiên cứu này chỉ tập trung vào một số khía cạnh thuần túy tự nhiên, nhằm đơn giản hóa bài toán mà chưa đề cập hết mọi khía cạnh thực tế.

5. Kết luận

Khu vực nghiên cứu thuộc phía Nam đồng bằng sông Hồng, gồm sông Đáy và sông Ninh Cơ. Đây là khu vực chịu tác động xâm nhập mặn nhiều nhất cùng đồng bằng. Kết quả phân tích xâm nhập mặn bằng số liệu thực đo và mô hình Mike 11 cho thấy đường cong diễn biến xâm nhập mặn khu vực nghiên cứu có sự phù hợp và có thể dùng kiểm định lẫn nhau. Với trường hợp sông Đáy, khi so sánh 2 kịch bản biến đổi khí hậu, RCP 4.5 và 8.5 nhận thấy giá trị độ mặn tại cùng một vị trí (22km từ cửa biển) của kịch bản RCP 8.5 cao hơn so với kịch bản RCP 4.5; tương tự với độ lún sâu của cùng một nồng độ mặn 1,5 g/L của kịch bản RCP 8.5 cao hơn trường hợp kịch bản RCP 4.5. Với dự tính xâm nhập mặn theo các mốc thời gian 2020, 2030, 2040, 2050, 2100, cứ mỗi thập niên ranh giới mặn 1,5g/L dịch chuyển từ 300m đến 700m về thượng nguồn. Với sông Ninh Cơ cũng cho kết quả tương tự, tuy nhiên, ranh giới mặn 1,5g/L cứ mỗi thập niên chỉ dịch chuyển khoảng 200m.

So sánh giữa 2 sông với nhau cho thấy cho dù theo các kịch bản khác nhau thì sông Đáy vẫn bị xâm nhập mặn nhiều hơn sông Ninh Cơ. Cụ thể xâm nhập mặn của nồng độ 1,5g/L trên sông Ninh Cơ là 22,5km trong khi đó trên sông Đáy cụ thể này lên

tới 29km. Tại cùng vị trí 22km tính từ cửa sông, sông Đáy có độ mặn là 12,7g/L trong khi giá trị này ở sông Ninh Cơ chỉ 2,3g/L. Việc dự tính xâm nhập mặn theo các kịch bản này chủ yếu dựa vào các yếu tố tự nhiên mà chưa xét đến vai trò hoạt động nhân sinh như điều tiết hồ thủy chứa thượng nguồn.

Lời cảm ơn

Bài báo được hoàn thành với sự tài trợ của Quỹ Phát triển Khoa học và Công nghệ Quốc gia (NAFOSTED), Đề tài mã số 105.08-2014.45.

Tài liệu tham khảo

- Bộ Tài nguyên và Môi trường, 2012. Kịch bản biến đổi khí hậu, nước biển dâng cho Việt Nam, tr55, Nhà xuất bản Tài nguyên - Môi trường và Bản đồ Việt Nam, Hà Nội.
- Bộ Tài nguyên Môi trường, 2016. Kịch bản biến đổi khí hậu - nước biển dâng cho Việt Nam năm 2016, Nhà xuất bản Tài nguyên - Môi trường và Bản đồ Việt Nam.
- DHI Water & Environment, 2000. MIKE 11 - Một hệ thống công cụ mô hình cho sông và kênh dẫn.
- Đoàn Văn Bộ, 2001. Các phương pháp phân tích hóa học nước biển, Nhà xuất bản Đại học Quốc gia Hà Nội, Hà Nội.
- FAO, 1988. Salt- Affected Soils and their Management.
- FAO, 2005. 20 things to know about the impact of salt water on agricultural land in Aceh province.
- Leendertee, 1971. Aspect of a computational model for long period water wave propagation, RM - RC-5294, Rand Corp, Santa Monica, California.
- Prichard, J. W., 1971. Effect of pentylenetetrazol on the leech Retzius cell. *Exp. Neurol.*32, 275-286.
- Shankar N. J. and Masch F. D., 1970. Influence of tidal inlets on salinity and related phenomena in estuaries, Tech. Rept. HYD 16-7001, CRWR-49.

ABSTRACT

Status quo and development of saline intrusion in the southern Red River delta in climate change context

Truc Ngoc Nguyen, Duc Viet Vu

Faculty of Geology, VNU-University of Science, Vietnam National University, Hanoi

This paper presents results of the status quo and predictions of saline intrusion of surface water in the southern Red River delta, including the Day River and Ninh Co River, which are heavily impacted by saline intrusion. The scenarios of climate change and sea level rise, which is selected to analyse are RCP 4.5 and RCP 8.5 and time scales are the year of 2020, 2030, 2040, 2050, 2100. The studied results which was obtained from statistic data, field and laboratory testing, and modelling with Mike 11 programme showed that saline intrusion in the Day river is stronger than that in Ninh Co river. Intrusion distance of the salinity of 1.5 g/L in Ninh Co river is 22.5 km. Meanwhile that one in Day river is up to 29 km. At 22km far from the river mouth, the salinity in Day river is 12.7 g/L and in Ninh Co river is only 2.3 g/L. The estimated results of modelling showed that saline boundary of 1.5 g/L moves toward upstream from 300m to 700m in Day river and 200m in Ninh Co river in each decade. The estimation of salinity intrusion under these scenarios is mainly based on natural factors but not on the role of human activities such as regulating upstream reservoirs.