

ĐÁNH GIÁ TÁC ĐỘNG CỦA NƯỚC BIỂN DÂNG ĐẾN XÂM NHẬP MẶN VÙNG HẠ LƯU SÔNG BA

ThS. NCS. **Lê Đức Thường** - Trường Đại học Bách Khoa Tp. HCM

ThS. **Huỳnh Thị Lan Hương** - Viện Khoa học Khí tượng Thủy văn và Môi trường

Nội dung của bài báo này giới thiệu kết quả nghiên cứu ứng dụng mô hình MIKE11 đánh giá tác động của nước biển dâng với các kịch bản khác nhau đến quá trình xâm nhập mặn vùng hạ lưu sông Ba. Kết quả nghiên cứu là cơ sở khoa học hỗ trợ cho công tác lập quy hoạch, định hướng khai thác, sử dụng và phát triển bền vững tài nguyên nước trên lưu vực.

1. Mở đầu

Các hoạt động sống của con người trong những thập kỷ gần đây đã làm tăng đáng kể nồng độ các loại khí gây hiệu ứng nhà kính, đây là tác nhân làm trái đất đang dần nóng lên dẫn đến biến đổi khí hậu. Biến đổi khí hậu đã, đang và sẽ tác động không nhỏ đến môi trường tự nhiên, môi trường xã hội, đến tất cả các sinh vật trên trái đất... Vì vậy, biến đổi khí hậu là một trong những đặc trưng và là thách thức lớn nhất của nhân loại trong thế kỷ XXI.

Tác động của biến đổi khí hậu làm thay đổi sự phân phối lượng mưa, bốc hơi theo không gian và thời gian kết hợp với nước biển dâng gây tác động nhất định đến đặc điểm tài nguyên nước, ảnh hưởng đến việc khai thác và sử dụng nước cũng như làm tăng các nguy cơ tai biến thiên tai liên quan đến nước. Theo dự báo của Ủy ban Liên Quốc gia về biến đổi khí hậu (IPCC) đến năm 2100 nhiệt độ toàn cầu sẽ tăng thêm từ 1,4°C đến 5,8°C, mực nước biển dâng cao thêm khoảng 100 cm (theo kịch bản cao), sẽ ảnh hưởng đến nhiều khu vực có địa hình thấp của Việt Nam nói chung và khu vực hạ lưu sông Ba nói riêng. Để giảm nhẹ tác động của mực nước biển dâng do biến đổi khí hậu cho khu vực hạ lưu sông Ba, cần phải đánh giá được tác động của nó đến vấn đề ngập lụt và xâm nhập mặn đối với khu vực.

2. Phương pháp

a. Mô hình

Mô hình MIKE 11 do Viện Thủy lực Đan Mạch phát triển. Mô hình là một gói phần mềm dùng để mô phỏng lưu lượng, chất lượng nước và vận

chuyển bùn cát ở các cửa sông, trong sông, kênh tưới và các vật thể nước khác. Đặc trưng cơ bản của mô hình MIKE 11 là cấu trúc mô đun tổng hợp với nhiều loại mô đun có thể được thêm để có thể mô phỏng các hiện tượng liên quan đến hệ thống sông, trong đó, module thủy lực là module chính. Module thủy lực (HD) dùng để tính toán dòng chảy, module tải khuếch tán (AD) dùng tính lan truyền chất (mặn,...). Để tính toán dòng chảy trong sông, mô hình MIKE11 sử dụng hệ phương trình St.Venant (phương trình bảo toàn động lượng và bảo toàn chất) một chiều.

b. Thiết lập mô hình

Trong nghiên cứu này, hai module trong MIKE11 được sử dụng để mô phỏng mặn (HD và AD). Trong module HD, hai nhóm số liệu đầu vào bao gồm: (i) Số liệu theo không gian gồm hệ thống kênh sông và các mặt cắt ngang, hệ thống công trình bao gồm các cống ngăn mặn (ii) số liệu theo thời gian bao gồm số liệu mực nước và lưu lượng theo thời gian, điều kiện ban đầu tại các biên tính toán.

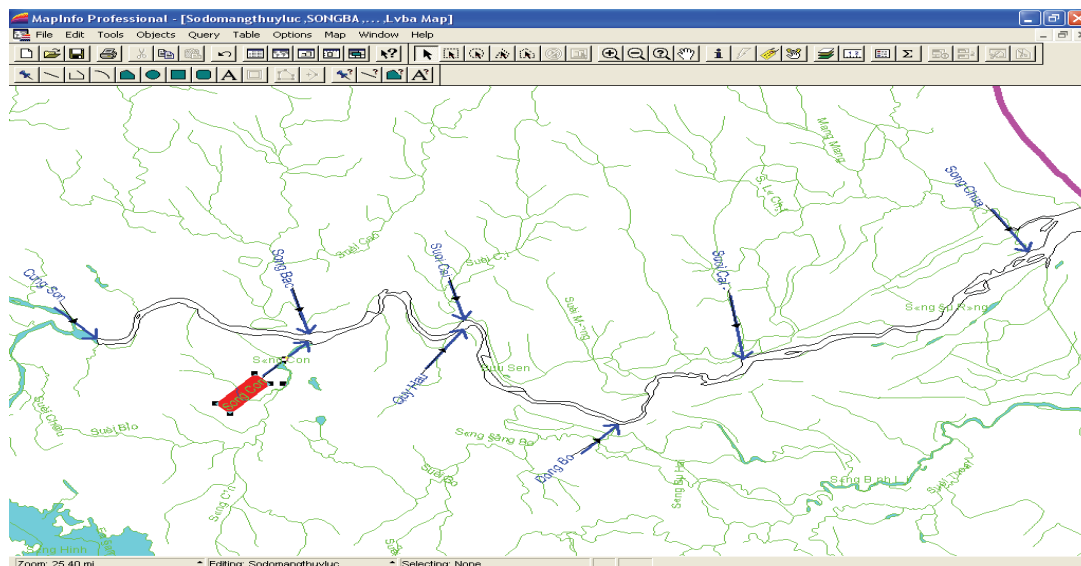
Trên cơ sở các tài liệu địa hình đã có, cùng với mạng lưới trạm thủy văn cùng số liệu quan trắc mực nước, lưu lượng, mạng sông tính toán trong mô hình được giới hạn từ trạm thủy văn Củng Sơn ra tới cửa biển với tổng chiều dài 49,4 km.

Các biên trong mô hình bao gồm: Biên trên là đường quá trình lưu lượng tại trạm Củng Sơn, 5 biên gia nhập khu giữa là đường quá trình lưu lượng được sinh ra trên lưu vực của các sông nhánh từ Củng Sơn tới cửa biển, biên dưới là đường quá trình mực nước tại cửa Đà Rằng được tính từ mực

Người đọc phản biện: TS. **Trần Quang Tiến**

nước triều tại trạm Quy Nhơn bằng phương pháp điều hòa. Mô hình còn bao gồm toàn bộ hệ thống công trình có ảnh hưởng đến các yếu tố thủy lực

trong mạng lưới sông tính toán được hoàn thiện trước năm 2011.



Hình 1. Vị trí các đường quá trình lưu lượng gia nhập

c. Kết quả hiệu chỉnh và kiểm định module tính toán thủy lực

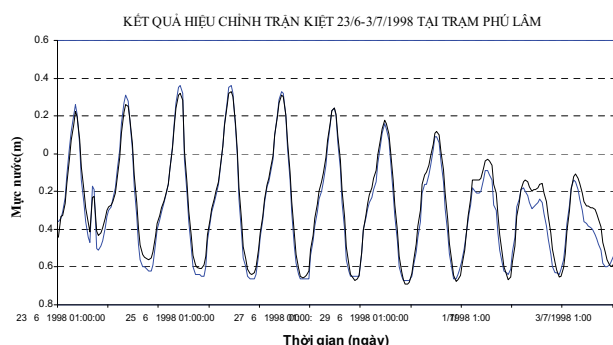
Trạm mực nước Phú Lâm được sử dụng để hiệu chỉnh và kiểm định mô hình với chuỗi số liệu mực nước từ ngày 23/4 - 3/5/1998 được sử dụng để hiệu chỉnh mô hình, các chuỗi số liệu mực nước từ ngày 16 - 26/4/1983 và từ 6 - 16/5/2002 được sử dụng để

kiểm định bộ thông số của mô hình.

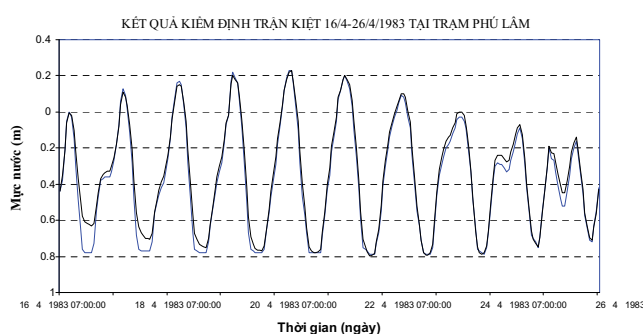
Kết quả hiệu chỉnh và kiểm định mô hình bằng chỉ tiêu Nash - Sutcliffe qua mực nước tính toán và thực đo tại trạm Phú Lâm được trình bày trong bảng 1. Đường quá trình mực nước tính toán và thực đo tại trạm Phú Lâm trong các trận kiệt được thể hiện trên các hình 2, hình 3 và hình 4.

Bảng 1. Kết quả hiệu chỉnh và kiểm định các trận kiệt tại trạm Phú Lâm

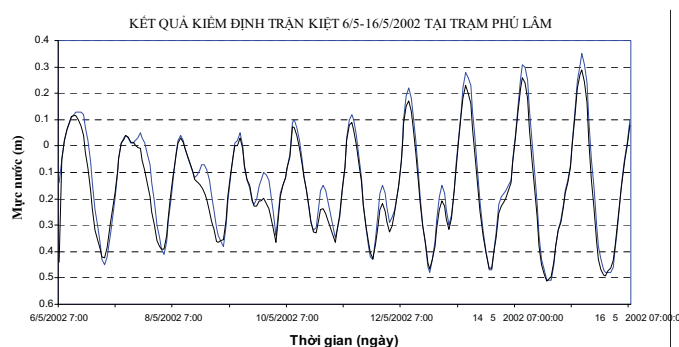
Trận kiệt	23/6 - 3/7/1998	16 - 26/4/1983	6 - 16/5/2002
Nash-Sutcliffe (%)	96,5	97,9	94,1



Hình 2. Mực nước tính toán và thực đo tại trạm Phú Lâm (23/6 - 3/7/1998)



Hình 3. Mực nước tính toán và thực đo tại trạm Phú Lâm (16 - 26/4/1983)



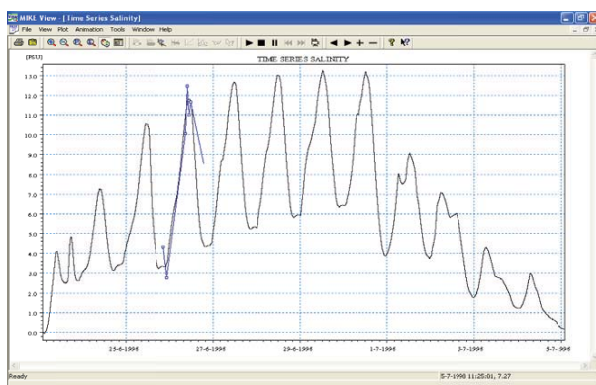
Hình 4. Mức nước tính toán và thực đo tại trạm Phú Lâm (6 - 16/5/2002)

d. Kết quả hiệu chỉnh và kiểm định module tính toán xâm nhập mặn

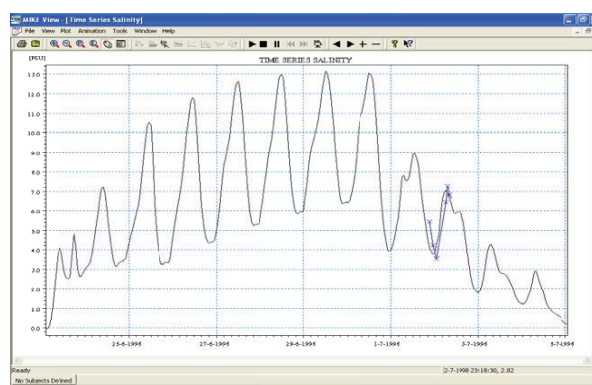
Từ bộ mô hình thủy lực đã được hiệu chỉnh và kiểm định ở trên, các thông số được sử dụng để tính toán xâm nhập mặn hạ lưu sông Ba. Biên mặn được lấy tại Củng Sơn và cửa Đà Rằng. Số liệu mặn thực đo tại Phú Lâm được sử dụng để đánh giá độ chính xác của mô hình. Kết quả hiệu chỉnh và kiểm định mô hình được đánh giá là tương đối tốt, với

chỉ tiêu Nash - Sutcliffe đạt lần lượt là 96% và 97%. Quá trình độ mặn thực đo và tính toán tại trạm Phú Lâm được thể hiện trên hình 5a và hình 5b.

Do tài liệu mặn thực đo tại Phú Lâm quá ngắn nên mặc dù chỉ tiêu Nash - Sutcliffe được đánh giá là khá tốt, nên chưa có thể đánh giá hết độ chính xác của mô hình. Tuy nhiên, theo kết quả tính toán như trên hình 5a và hình 5b cho thấy phân bố của độ mặn thực đo và tính toán là khá phù hợp.



Hình 5a. Độ mặn tính toán và thực đo tại trạm Phú Lâm (23-30/6/1998)



Hình 5b. Độ mặn tính toán và thực đo tại trạm Phú Lâm (1-5/7/1998)

3. Kết quả mô phỏng xâm nhập mặn ứng với các kịch bản biến đổi khí hậu trên sông Ba

a. Các kịch bản nước biển dâng

Ở Việt Nam, số liệu mực nước quan trắc tại các trạm hải văn ven biển Việt Nam cho thấy xu thế biến đổi mực nước biển trung bình năm không giống nhau. Hầu hết các trạm có xu hướng tăng, tuy nhiên, một số ít trạm lại không thể hiện rõ xu hướng này. Theo số liệu thực đo, có thể thấy xu thế biến đổi trung bình của mực nước biển dọc bờ biển Việt Nam là khoảng 2,8 mm/năm. Số liệu mực nước

đo đặc từ vệ tinh từ năm 1993 đến 2010 cho thấy, trung bình toàn dải ven biển Việt Nam tăng khoảng 2,9 mm/năm, riêng khu vực ven biển Trung Trung Bộ và Tây Nam Bộ có xu hướng tăng mạnh hơn.

Theo kịch bản biến đổi khí hậu và nước biển dâng của bộ Tài nguyên và Môi trường, mực nước biển dâng được tính theo 3 kịch bản phát thải thấp (B1), phát thải trung bình (B2) và phát thải cao (A2).

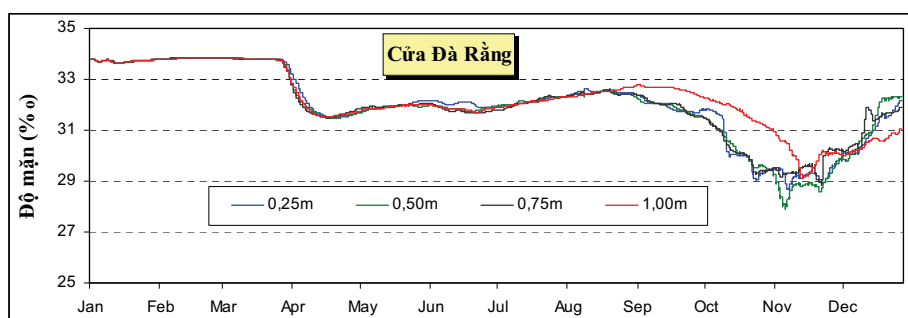
So với thời kỳ 1980-1999, vào giữa thế kỷ 21, mực nước biển có thể dâng thêm 28-33 cm; vào cuối thế kỷ 21 dâng thêm từ 65-100 cm (Bảng 2).

Bảng 2. Mực nước biển dâng so với thời kỳ 1980 - 1999 (cm)

Kịch bản	Các mốc thời gian của thế kỷ 21								
	2020	2030	2040	2050	2060	2070	2080	2090	2100
Thấp (B1)	11	17	23	28	35	42	50	57	65
Trung bình (B2)	12	17	23	30	37	46	54	64	75
Cao (A1FI)	12	17	24	33	44	57	71	86	100

Để dự tính khả năng dâng cao của mực nước biển, nghiên cứu đã sử dụng kết quả tính toán kịch bản nước biển dâng từ dự án “Tác động của biến đổi khí hậu đến tài nguyên nước và các giải pháp thích ứng” do Viện Khoa học Khí tượng Thủy văn và Môi trường thực hiện năm 2010. Dự án này đã dự báo khả năng thay đổi các tham số của sóng triều (biên

độ, pha) theo các kịch bản nước biển dâng toàn cầu. Nghiên cứu này đã kế thừa kết quả tính toán quá trình mực nước tại cửa Đà Nẵng của dự án để đánh giá tác động của các kịch bản nước biển dâng đến quá trình xâm nhập mặn hạ lưu vực sông Ba. Biến trình độ mặn tại cửa Đà Nẵng theo các kịch bản nước biển dâng được trình bày trong Hình 6.



Hình 6. Biến trình độ mặn tại cửa Đà Nẵng theo các kịch bản

b. Diễn biến xâm nhập mặn hệ thống sông Ba theo các kịch bản biến đổi khí hậu

Kết quả tính toán độ mặn lớn nhất dọc sông Ba

trong các thời kỳ của kịch bản nền và các kịch bản BĐKH trong trường hợp chưa có sự điều tiết của các hồ chứa và có sự điều tiết của hồ chứa lần lượt được trình bày trong bảng 3 và bảng 4.

Bảng 3. Độ mặn lớn nhất dọc sông Ba các kịch bản (‰)-(trường hợp không có điều tiết hồ chứa)

K/cách tới cửa biển (km)	KBN 1980-1999	Kịch bản B1				Kịch bản B2				Kịch bản A2			
		2020-2039	2040-2059	2060-2079	2080-2099	2020-2039	2040-2059	2060-2079	2080-2099	2020-2039	2040-2059	2060-2079	2080-2099
0	29,9	29,9	30,0	30,0	30,1	30,0	30,0	30,1	30,1	30,0	30,0	30,1	30,1
0,90	25,8	26,6	27,0	27,2	27,5	26,7	27,0	27,3	27,6	26,7	27,1	27,5	27,9
1,40	24,2	25,4	25,9	26,3	26,6	25,4	25,9	26,4	26,9	25,5	26,0	26,6	27,2
2,45	22,8	24,3	25,0	25,4	25,9	24,3	25,1	25,6	26,1	24,4	25,2	25,9	26,6
3,50	21,1	22,9	23,7	24,3	24,8	22,9	23,8	24,5	25,1	23,0	23,9	24,8	25,6
3,95	19,9	21,7	22,5	23,2	23,9	21,7	22,6	23,4	24,2	21,8	22,8	23,9	24,8
4,40	18,2	20,1	20,9	21,8	22,7	20,1	21,0	22,2	23,2	20,2	21,3	22,7	24,0
4,75	16,5	18,5	19,6	20,7	21,8	18,5	19,7	21,1	22,4	18,6	20,0	21,8	23,4
5,11	15,2	17,0	18,5	19,8	21,0	17,0	18,6	20,2	21,7	17,1	19,0	21,0	22,8
5,75	12,7	14,8	16,6	18,3	19,7	14,8	16,8	18,8	20,5	14,9	17,2	19,8	21,9
6,40	9,8	12,0	14,0	16,2	18,0	12,0	14,2	16,8	19,0	12,1	14,7	18,1	20,8

K/cách tới cửa biển (km)	KBN 1980-1999	Kịch bản B1				Kịch bản B2				Kịch bản A2			
		2020-2039	2040-2059	2060-2079	2080-2099	2020-2039	2040-2059	2060-2079	2080-2099	2020-2039	2040-2059	2060-2079	2080-2099
6,67	8,19	10,3	12,4	14,9	16,9	10,3	12,6	15,5	17,9	10,5	13,2	16,9	20,1
6,93	6,68	8,61	10,8	13,4	15,6	8,57	10,9	14,1	16,8	8,75	11,5	15,7	19,3
7,17	5,43	7,13	9,31	12,0	14,4	7,09	9,48	12,7	15,8	7,26	10,1	14,5	18,6
7,40	4,19	5,74	7,86	10,5	13,1	5,7	8,02	11,2	14,5	5,86	8,6	13,1	17,8
7,90	2,14	3,48	5,2	7,53	10,4	3,45	5,34	8,26	11,8	3,58	5,87	10,4	15,8
8,40	0,89	2,1	3,4	5,34	8,07	2,08	3,51	6	9,47	2,17	3,95	8,1	13,8
8,75	0,53	1,42	2,47	4,16	6,72	1,4	2,57	4,79	8,06	1,47	2,95	6,74	12,4
9,10	0,18	0,85	1,65	3,06	5,42	0,84	1,72	3,61	6,7	0,89	2,03	5,45	11,0
9,75	0	0,29	0,68	1,54	3,44	0,28	0,73	1,92	4,52	0,3	0,9	3,46	8,71
10,40	0	0,09	0,27	0,75	2,05	0,09	0,29	0,99	2,88	0,1	0,38	2,06	6,5
10,98	0	0,03	0,1	0,34	1,17	0,03	0,11	0,48	1,76	0,03	0,15	1,18	4,61
11,55	0	0	0,02	0,08	0,43	0	0,02	0,12	0,73	0	0,03	0,43	2,46
12,53	0	0	0,01	0,03	0,13	0	0,01	0,05	0,26	0	0,01	0,14	1,07
13,51	0	0	0,01	0,02	0,1	0	0,01	0,04	0,2	0	0,01	0,11	0,87
13,96	0	0	0,01	0,02	0,1	0	0,01	0,04	0,19	0	0,01	0,1	0,82
14,40	0	0	0	0,02	0,08	0	0,01	0,03	0,17	0	0,01	0,09	0,72

Bảng 4. Độ mặn lớn nhất dọc sông Ba các kịch bản BĐKH (%) - (trường hợp có điều tiết hồ chứa)

K/cách tới cửa biển (km)	Kịch bản B1				Kịch bản B2				Kịch bản A2			
	2020-2039	2040-2059	2060-2079	2080-2099	2020-2039	2040-2059	2060-2079	2080-2099	2020-2039	2040-2059	2060-2079	2080-2099
0	29,9	30,0	30,0	30,1	30,0	30,0	30,1	30,1	30,0	30,0	30,1	30,1
0,90	24,0	24,8	25,4	26,0	24,0	24,9	25,7	26,8	24,0	25,0	26,0	27,7
1,40	21,8	22,8	23,8	24,4	21,8	23,0	24,1	24,9	21,8	23,1	24,6	25,6
2,45	19,9	21,2	22,4	23,2	19,9	21,4	22,9	23,7	19,9	21,6	23,3	24,6
3,50	17,4	19,0	20,5	21,4	17,4	19,2	21,0	22,1	17,4	19,4	21,6	23,2
3,95	15,1	17,1	18,8	19,9	15,1	17,3	19,4	20,7	15,2	17,6	20,1	22,0
4,40	12,6	14,8	16,8	18,1	12,6	15,0	17,5	19,1	12,6	15,3	18,4	20,7
4,75	10,4	12,9	15,1	16,8	10,4	13,2	15,9	17,8	10,5	13,6	17,0	19,8
5,11	8,92	11,4	13,8	15,6	8,88	11,7	14,7	16,8	8,98	12,1	15,9	19,0
5,75	6,57	9,09	11,6	13,6	6,54	9,4	12,5	14,9	6,63	9,84	13,9	17,6
6,40	4,12	6,42	8,87	10,9	4,09	6,71	9,8	12,3	4,17	7,14	11,3	15,8
6,67	2,96	4,98	7,28	9,28	2,93	5,24	8,2	10,8	3	5,64	9,63	14,8
6,93	2	3,7	5,79	7,79	1,98	3,93	6,68	9,33	2,04	4,28	8,14	13,7
7,17	1,34	2,73	4,59	6,53	1,32	2,92	5,42	8,07	1,37	3,23	6,87	12,8
7,40	0,85	1,91	3,5	5,26	0,83	2,07	4,23	6,72	0,87	2,32	5,59	11,7
7,90	0,31	0,85	1,88	3,16	0,3	0,94	2,4	4,29	0,32	1,1	3,41	9,38
8,40	0,12	0,39	1,03	1,91	0,11	0,44	1,38	2,75	0,12	0,53	2,09	7,21
8,75	0,06	0,21	0,65	1,31	0,05	0,24	0,91	1,99	0,06	0,3	1,46	5,86
9,10	0,02	0,1	0,36	0,84	0,02	0,12	0,53	1,36	0,02	0,15	0,94	4,69
9,75	0	0,02	0,11	0,33	0	0,03	0,17	0,63	0	0,04	0,38	3,06
10,40	0	0	0,03	0,12	0	0,01	0,05	0,26	0	0,01	0,14	1,85
10,98	0	0	0,01	0,04	0	0	0,02	0,11	0	0	0,05	1,05
11,55	0	0	0	0,01	0	0	0	0,03	0	0	0,01	0,42
12,53	0	0	0	0	0	0	0	0,01	0	0	0	0,12
13,51	0	0	0	0	0	0	0	0,01	0	0	0	0,08
13,96	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,07
14,40	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,06

Chênh lệch độ mặn lớn nhất dọc sông Ba trong các thời kỳ của các kịch bản BĐKH so với kịch bản nền khi không có hồ điều tiết được trình bày trong bảng 5.

Bảng 5. Chênh lệch độ mặn lớn nhất dọc sông Ba thay đổi so với kịch bản nền (‰) (trong trường hợp không có điều tiết hồ chứa)

K/cách tới cửa biển (km)	Kịch bản B1				Kịch bản B2				Kịch bản A2			
	2020-2039	2040-2059	2060-2079	2080-2099	2020-2039	2040-2059	2060-2079	2080-2099	2020-2039	2040-2059	2060-2079	2080-2099
0	0,0	0,1	0,1	0,2	0,1	0,1	0,2	0,2	0,1	0,1	0,2	0,2
0,90	0,8	1,2	1,4	1,6	0,8	1,2	1,5	1,8	0,9	1,3	1,6	2,0
1,40	1,2	1,7	2,0	2,4	1,2	1,7	2,2	2,7	1,3	1,8	2,4	3,0
2,45	1,5	2,2	2,6	3,1	1,5	2,3	2,8	3,3	1,6	2,4	3,1	3,8
3,50	1,8	2,6	3,2	3,7	1,8	2,7	3,4	4,0	1,9	2,8	3,7	4,5
3,95	1,8	2,6	3,3	4,0	1,8	2,7	3,6	4,3	1,9	2,9	4,0	5,0
4,40	2,0	2,7	3,7	4,5	2,0	2,8	4,0	5,0	2,0	3,1	4,5	5,8
4,75	2,0	3,1	4,3	5,3	2,0	3,2	4,6	5,9	2,1	3,6	5,3	6,9
5,11	1,8	3,3	4,6	5,8	1,8	3,4	5,0	6,4	1,9	3,8	5,8	7,6
5,75	2,2	4,0	5,6	7,1	2,1	4,1	6,1	7,9	2,3	4,5	7,1	9,3
6,40	2,2	4,2	6,4	8,2	2,2	4,4	7,0	9,2	2,3	4,9	8,3	11,0
6,67	2,1	4,2	6,7	8,7	2,1	4,4	7,3	9,7	2,3	5,0	8,7	11,9
6,93	1,9	4,1	6,7	9,0	1,9	4,2	7,4	10,1	2,1	4,9	9,0	12,6
7,17	1,7	3,9	6,5	9,0	1,7	4,1	7,3	10,3	1,8	4,6	9,0	13,2
7,40	1,6	3,7	6,3	8,9	1,5	3,8	7,0	10,3	1,7	4,4	9,0	13,6
7,90	1,3	3,1	5,4	8,2	1,3	3,2	6,1	9,6	1,4	3,7	8,3	13,7
8,40	1,2	2,5	4,5	7,2	1,2	2,6	5,1	8,6	1,3	3,1	7,2	12,9
8,75	0,9	1,9	3,6	6,2	0,9	2,0	4,3	7,5	0,9	2,4	6,2	11,9
9,10	0,7	1,5	2,9	5,2	0,7	1,5	3,4	6,5	0,7	1,9	5,3	10,9
9,75	0,3	0,7	1,5	3,4	0,3	0,7	1,9	4,5	0,3	0,9	3,5	8,7
10,40	0,1	0,3	0,8	2,1	0,1	0,3	1,0	2,9	0,1	0,4	2,1	6,5
10,98	0	0,1	0,3	1,2	0	0,1	0,5	1,8	0	0,2	1,2	4,6
11,55	0	0	0,1	0,4	0	0	0,1	0,7	0	0	0,4	2,5
12,53	0	0	0	0,1	0	0	0,1	0,3	0	0	0,1	1,1
13,51	0	0	0	0,1	0	0	0	0,2	0	0	0,1	0,9
13,96	0	0	0	0,1	0	0	0	0,2	0	0	0,1	0,8
14,40	0	0	0	0,1	0	0	0	0,2	0	0	0,1	0,7

Từ bảng 5 chúng ta thấy rằng, độ mặn dọc sông Ba trong các thời kỳ của các kịch bản BĐKH đều tăng so với kịch bản nền, vị trí có mức tăng nhiều nhất không phải ở cửa sông mà nằm trên đoạn sông cách biển từ 5,75 km đến 7,9 km.

Chênh lệch độ mặn lớn nhất dọc sông Ba trong các thời kỳ của các kịch bản BĐKH khi có điều tiết hồ chứa được trình bày trong bảng 6. Có thể nhận thấy, độ mặn lớn nhất dọc sông Ba ở các kịch bản

BĐKH giảm đáng kể so với trường hợp không có điều tiết và hầu hết đều thấp hơn so với thời kỳ nền. Độ mặn lớn nhất dọc sông Ba cao hơn so với kịch bản nền chỉ xuất hiện trong thời kỳ 2080 - 2099 của cả 3 kịch bản, thời kỳ 2060 - 2079 của kịch bản A2, và tại một số vị trí dọc sông trong thời kỳ 2060 - 2079 của kịch bản B2 và B1. Tại vị trí cửa sông, độ mặn lớn nhất đều bằng và lớn hơn không đáng kể (0,1- 0,2 ‰) so với thời kỳ nền.

Bảng 6. Chênh lệch độ mặn dọc sông Ba thay đổi so với kịch bản nền (‰) (trường hợp có điều tiết hồ chứa)

K/cách tới cửa biển (km)	Kịch bản B1				Kịch bản B2				Kịch bản A2			
	2020-2039	2040-2059	2060-2079	2080-2099	2020-2039	2040-2059	2060-2079	2080-2099	2020-2039	2040-2059	2060-2079	2080-2099
0	0,0	0,1	0,1	0,2	0,1	0,1	0,2	0,2	0,1	0,1	0,2	0,2
0,90	-1,8	-1,1	-0,4	0,2	-1,8	-0,9	-0,2	0,9	-1,8	-0,9	0,2	1,8
1,40	-2,5	-1,4	-0,4	0,2	-2,5	-1,3	-0,1	0,7	-2,4	-1,1	0,3	1,4
2,45	-2,9	-1,6	-0,4	0,4	-2,9	-1,4	0,1	0,9	-2,9	-1,2	0,5	1,8
3,50	-3,7	-2,1	-0,6	0,3	-3,8	-1,9	-0,1	1,0	-3,7	-1,7	0,5	2,0

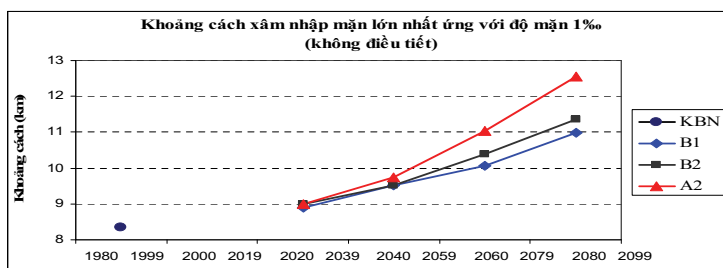
K/cách tới cửa biển (km)	Kịch bản B1				Kịch bản B2				Kịch bản A2			
	2020-2039	2040-2059	2060-2079	2080-2099	2020-2039	2040-2059	2060-2079	2080-2099	2020-2039	2040-2059	2060-2079	2080-2099
3,95	-4,7	-2,8	-1,1	0,0	-4,8	-2,5	-0,5	0,8	-4,7	-2,3	0,2	2,1
4,40	-5,6	-3,4	-1,4	0,0	-5,6	-3,1	-0,7	0,9	-5,5	-2,8	0,2	2,6
4,75	-6,0	-3,6	-1,4	0,3	-6,1	-3,3	-0,6	1,4	-6,0	-2,9	0,5	3,3
5,11	-6,3	-3,8	-1,4	0,4	-6,4	-3,5	-0,6	1,6	-6,3	-3,1	0,6	3,8
5,75	-6,1	-3,6	-1,1	0,9	-6,1	-3,3	-0,1	2,2	-6,0	-2,8	1,2	4,9
6,40	-5,7	-3,4	-0,9	1,1	-5,7	-3,1	0,0	2,5	-5,6	-2,7	1,5	6,0
6,67	-5,2	-3,2	-0,9	1,1	-5,3	-3,0	0,0	2,6	-5,2	-2,6	1,4	6,6
6,93	-4,7	-3,0	-0,9	1,1	-4,7	-2,8	0,0	2,7	-4,6	-2,4	1,5	7,0
7,17	-4,1	-2,7	-0,8	1,1	-4,1	-2,5	0,0	2,6	-4,1	-2,2	1,4	7,3
7,40	-3,3	-2,3	-0,7	1,1	-3,4	-2,1	0,0	2,5	-3,3	-1,9	1,4	7,5
7,90	-1,8	-1,3	-0,3	1,0	-1,8	-1,2	0,3	2,2	-1,8	-1,0	1,3	7,2
8,40	-0,8	-0,5	0,1	1,0	-0,8	-0,5	0,5	1,9	-0,8	-0,4	1,2	6,3
8,75	-0,5	-0,3	0,1	0,8	-0,5	-0,3	0,4	1,5	-0,5	-0,2	0,9	5,3
9,10	-0,2	-0,1	0,2	0,7	-0,2	-0,1	0,4	1,2	-0,2	0	0,8	4,5
9,75	0	0	0,1	0,3	0	0	0,2	0,6	0	0	0,4	3,1
10,40	0	0	0	0,1	0	0	0,1	0,3	0	0	0,1	1,9
10,98	0	0	0	0	0	0	0	0,1	0	0	0,1	1,1
11,55	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,4
12,53	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,1
13,51	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,1
13,96	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,1
14,40	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,1

Bảng 7. Khoảng cách xâm nhập mặn lớn nhất ứng với độ mặn 1‰ và 4‰ (km)

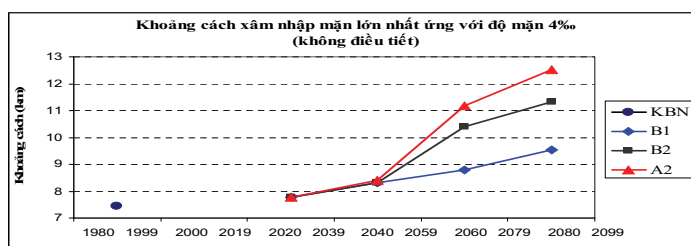
Kịch bản	Thời kỳ	Không điều tiết		Có điều tiết	
		1 ‰/‰	4 ‰/‰	1 ‰/‰	4 ‰/‰
Nền	1980-1999	8,36	7,45	8,36	7,45
B1	2020-2039	8,90	7,77	7,15	6,44
	2040-2059	9,51	8,30	7,78	6,86
	2060-2079	10,08	8,79	8,40	7,28
	2080-2099	10,99	9,55	8,93	7,67
B2	2020-2039	8,99	7,78	7,28	6,45
	2040-2059	9,52	8,30	7,90	6,93
	2060-2079	10,40	8,98	8,75	7,48
	2080-2099	11,36	9,96	9,46	8,02
A2	2020-2039	8,99	7,79	7,32	6,48
	2040-2059	9,74	8,39	8,04	7,01
	2060-2079	11,05	9,54	9,00	7,75
	2080-2099	12,55	11,14	10,98	9,39

Trường hợp không có điều tiết hồ chứa, khoảng cách xâm nhập mặn lớn nhất ứng với độ mặn 1‰ và 4‰ ở các kịch bản BĐKH đều tăng so với kịch bản nền. Đối với độ mặn 1‰, xu thế tăng ở các kịch bản khá đồng đều. Trong khi đó, đối với độ mặn 4‰, xu thế tăng ở các kịch bản có sự thay đổi đột ngột (Hình 7, Hình 8).

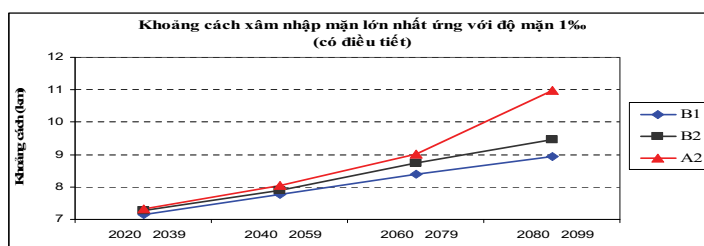
Trường hợp có điều tiết hồ chứa, khoảng cách xâm nhập mặn lớn nhất ứng với độ mặn 1‰ và 4‰ ở các kịch bản BĐKH đều giảm. Xu thế thay đổi của độ mặn 1‰ và 4‰ ở các kịch bản tương tự với độ mặn 1‰ trong trường hợp không có điều tiết hồ chứa (Hình 9, Hình 10).



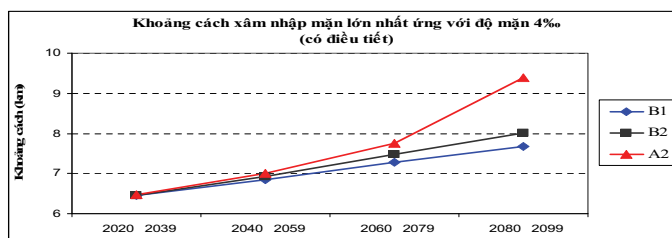
Hình 7. Khoảng cách xâm nhập mặn lớn nhất ứng với độ mặn 1‰ (không điều tiết)



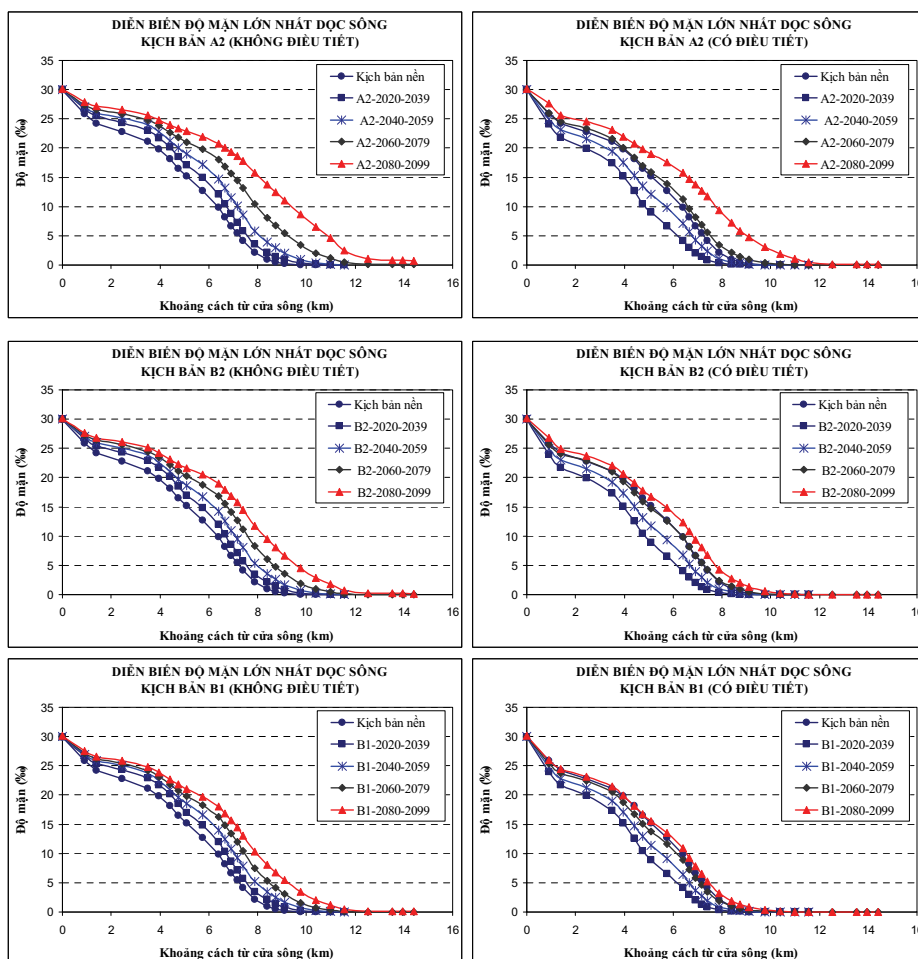
Hình 8. Khoảng cách xâm nhập mặn lớn nhất ứng với độ mặn 4‰ (không điều tiết)



Hình 9. Khoảng cách xâm nhập mặn lớn nhất ứng với độ mặn 1‰ (có điều tiết)



Hình 10. Khoảng cách xâm nhập mặn lớn nhất ứng với độ mặn 4‰ (có điều tiết)



Hình 11. Diễn biến độ mặn lớn nhất dọc sông Ba theo các kịch bản

4. Kết luận

Dựa trên các kịch bản biến đổi khí hậu và nước biển dâng cho lưu vực sông Ba theo các kịch bản phát thải thấp (B1), trung bình (B2) và cao (A2), nghiên cứu đã đánh giá được tình trạng xâm nhập mặn trên lưu vực sông Ba. Do tác động của biến đổi khí hậu lượng mưa mùa khô giảm dẫn đến suy giảm dòng chảy mùa cạn, bên cạnh đó mực nước biển dâng khiến cho mặn càng xâm nhập sâu vào trong sông, mức độ mặn cũng tăng lên đáng kể. Ở

thời kỳ cuối của thế kỷ 21, mặn xâm nhập khá sâu vào trong sông, khoảng cách xâm nhập độ mặn lớn nhất 1‰ có thể tăng thêm khoảng 4,2 km; với độ mặn 4‰ có thể tăng thêm khoảng 3,7 km.

Kết quả nghiên cứu này là cơ sở khoa học nhằm hỗ trợ cho công tác lập kế hoạch ứng phó với biến đổi khí hậu, cũng như các định hướng khai thác, sử dụng và phát triển bền vững tài nguyên nước lưu vực sông Ba.

Tài liệu tham khảo

1. Viện Quy hoạch thủy lợi - Bộ Nông nghiệp & PTNT (2008), Báo cáo quy hoạch phát triển thủy lợi lưu vực Sông Ba.
2. Lê Đức Thường và nnk (2012), Ứng dụng mô hình MIKE11, MIKE11 GIS tính toán thủy lực và ngập lụt lưu vực sông Ba – Tạp chí Tài nguyên nước.
3. Trần Thực và nnk (2011) – Tác động của biến đổi khí hậu đến tài nguyên nước Việt Nam.
4. Viện Khoa học Khí tượng Thủy văn và Môi trường (2011) – Tài liệu hướng dẫn đánh giá tác động của biến đổi khí hậu và xác định các giải pháp thích ứng.
5. Viện Khoa học Khí tượng Thủy văn và Môi trường (2010) – Báo cáo kết quả dự án: Tác động của biến đổi khí hậu đến tài nguyên nước và các biện pháp thích ứng.
6. Bộ Tài Nguyên và Môi Trường (2012) - Kịch bản biến đổi khí hậu và nước biển dâng cho Việt Nam.