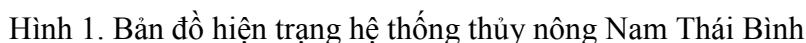


Nguyễn Tuấn Anh
Phạm Tất Thắng

Dưới tác động của nước biển dâng, hệ thống thủy lợi Nam Thái Bình được đánh giá là một trong những vùng dễ bị tổn thương nhất. Trong bài báo này, nhóm tác giả đã sử dụng mô hình MIKE11 để mô phỏng diễn biến xâm nhập mặn của hệ thống Nam Thái Bình theo các kịch bản nước biển dâng. Kết quả mô phỏng cho thấy mức độ ảnh hưởng của xâm nhập mặn vào hệ thống phụ thuộc chủ yếu vào chế độ đóng mở của các cống lấy nước đầu mối, các kịch bản nước biển dâng làm thay đổi không nhiều chiều dài xâm nhập mặn trên các sông nhưng độ lớn của các lưỡi mặn thì tăng lên đáng kể.

1. Đặt vấn đề

Hệ thống thủy lợi Nam Thái Bình là một trong 22 hệ thống thủy lợi lớn thuộc đồng bằng Bắc Bộ nằm phía hữu sông Trà Lý, kéo dài từ 20°16'37" đến 20°31'28" vĩ độ bắc, từ 106°00'11" đến 106°24'49" kinh độ Đông. Toàn bộ hệ thống được bao quanh bởi sông Trà Lý 67 km (phía bắc), sông Hồng 73 km (phía tây, nam) và biển Đông 23 km (phía đông). Sông Kiến Giang chạy dọc khu Nam Thái Bình, chia khu này thành hai phần đất tương đối đều nhau (xem hình 1). Hầu hết các sông kênh đều là tưới tiêu kết hợp. Biện pháp tưới của hệ thống thủy nông Nam Thái Bình chủ yếu là tự chảy. Nước tưới được lấy trực tiếp từ các cống dưới đê. Các công trình thủy lợi chính trong hệ thống bao gồm 23 cống tưới tiêu chính dưới đê, 30 đập và cống điều tiết trên hệ thống kênh nội đồng và 8 trạm bơm tưới tiêu.



Hệ thống thủy lợi Nam Thái Bình bị chi phối đồng thời bởi dòng chảy phía thượng nguồn và chế độ nhật triều của biển Đông nên chế độ thủy lực rất phức tạp, đặc biệt là về mùa kiệt. Biến đổi khí hậu – nước biển dâng cùng với sự suy giảm dòng chảy phía thượng nguồn làm cho tình hình xâm nhập mặn trên hệ thống Nam Thái Bình ngày càng căng thẳng hơn, gây rất nhiều khó khăn cho công tác thủy lợi.

Theo báo cáo của Công ty Khai thác công trình thủy lợi Nam Thái Bình, về mùa kiệt độ mặn 1‰ thường xuyên xâm nhập vào sâu trong nội địa. Hiện nay có 22 cống lấy nước chính ven sông (bờ tả sông Hồng và bờ hữu sông Trà Lý). Tuy nhiên, trong đó có một số cống nhỏ ở bờ hữu sông Trà Lý nằm trong phạm vi 12 km kể từ biển bị mặn đe dọa và một số cống nhỏ nằm ở triền sông Hồng ở bờ tả trong phạm vi 11 km kể từ biển chỉ có thể lấy nước một vài giờ trong ngày và chất lượng nước không đảm bảo.

Dưới tác động của nước biển dâng, hệ thống thủy lợi Nam Thái Bình được đánh giá là một trong những vùng dễ bị tổn thương nhất và đã được một số tác giả quan tâm nghiên cứu. Các tác giả ThS. Phạm Tất Thắng, PGS.TS. Nguyễn Thu Hiền (Trường Đại học Thủy lợi) đã đánh giá ảnh hưởng của xâm nhập mặn đến dải ven biển đồng bằng Bắc Bộ, trong nghiên cứu này nhóm tác giả đã mô phỏng diễn biến xâm nhập mặn cho toàn bộ các dòng chính thuộc hệ thống sông Hồng – Thái Bình trong đó có sông Hồng và sông Trà Lý theo các kịch bản biến đổi khí hậu đến năm 2030. Tiến sĩ Bùi Nam Sách (Viện Quy hoạch Thủy lợi) đã tiến hành nghiên cứu sự biến đổi của nhu cầu tiêu và biện pháp tiêu cho hệ thống thủy nông Nam Thái Bình có xét đến ảnh hưởng của biến đổi khí hậu toàn cầu (Luận án tiến sĩ, 2010)). Gần đây nhất tác giả PGS.TS. Nguyễn Thu Hiền (Trường Đại học Thủy lợi) đã tiến hành đánh giá khả năng lấy nước của các công tưới của hệ thống thủy lợi Nam Thái Bình dưới ảnh hưởng của biến đổi khí hậu, nước biển dâng, tác giả đã sử dụng mô hình Mike11 để mô phỏng khả năng lấy nước của các công tưới hệ thống thủy lợi Nam Thái Bình với năm trung bình nước và năm ít nước với điều kiện hiện trạng và khi có xét đến kịch bản biến đổi khí hậu năm 2050. Tuy nhiên, trong nghiên cứu đã giả thiết hệ thống là khép kín nên dòng chảy phía trên đoạn phân lưu giữa sông Hồng và sông Trà Lý cùng với các cửa lấy nước trên hai sông này vào hệ thống Nam Thái Bình đều được mặc định là các biên đóng. Do vậy, việc đánh giá xâm nhập mặn chưa đánh giá được ảnh hưởng của dòng chảy phía thượng nguồn, đồng thời mối tương tác xâm nhập mặn giữa dòng chảy bên ngoài và dòng chảy giữa hệ thống các sông nội đồng cũng chưa được đánh giá. Hơn nữa, việc mô phỏng xâm nhập mặn cũng chỉ được mô phỏng trên 2 sông chính (Hồng và Trà Lý), các sông nội đồng chưa được xem xét.

Trong nghiên cứu này, nhóm tác giả sử dụng mô hình MIKE11 để mô phỏng diễn biến xâm nhập mặn cho toàn bộ các sông trong hệ thống thủy lợi Nam Thái Bình trên cơ sở kế thừa các nghiên cứu của các tác giả nói trên đồng thời nghiên cứu, đánh giá bổ sung những hạn chế như đã phân tích.

2. Ứng dụng mô hình MIKE 11 mô phỏng tính toán dòng chảy kiệt và xâm nhập mặn vùng nghiên cứu

2.1. Các phương án tính toán

Với mục đích dự báo xu thế xâm nhập mặn cho hệ thống thủy lợi Nam Thái Bình dưới ảnh hưởng của biến đổi khí hậu – nước biển dâng và chế độ vận hành của các công trình đầu mối, chúng tôi đề xuất 3 phương án tính toán để mô phỏng chế độ thủy lực và xâm nhập mặn được đưa ra như sau:

Bảng 1. Các phương án tính toán

Hiện trạng	KB2030	KB2050
PA1	PA2	PA3

Trong đó:

Hiện trạng: Điều kiện dòng chảy được tính theo tần suất 85%

KB2030: Mức nước biển tăng 17cm, biên trên được tính như trường hợp hiện trạng.

KB2050: Mức nước biển tăng 30cm, biên trên được tính như trường hợp hiện trạng.

2.2. Phạm vi nghiên cứu và các tài liệu cơ bản

2.2.1. Phạm vi nghiên cứu

Phạm vi tính toán mô phỏng mô hình bao gồm 22 nhánh sông và 26 công trình cống, đập dâng và cầu trong hệ thống thủy lợi Nam Thái Bình. Cụ thể như sau:

- Các nhánh sông được mô phỏng, bao gồm: Các sông chính (gồm 4 sông): Sông Hồng từ trạm Hưng Yên đến cửa Ba Lạt; sông Trà Lý từ đoạn gia nhập với sông Hồng đến cửa Định Cư; sông Đào từ trạm Nam Định đến điểm gia nhập với sông Hồng; sông Luộc từ trạm Triều Dương đến điểm gia nhập với sông Hồng; các sông nhánh trong hệ thống thủy lợi Nam Thái Bình (gồm 18 sông): Kiến Giang, Nang, Cự Lâm, Bạch, Tam Lạc, Vũ Đông, Hoàng Giang, Dục Dương, Ngũ Thôn, Nam Long, Ngô Xá, Thái Hạc, Lịch Bài, Nguyệt Lâm, Lâm Giang, Cốc Giang, Cỏ Rồng, Lân.

- Các công trình được mô phỏng, được thống kê trong bảng sau:

Bảng 2. Thông số cơ bản của các công trình được mô phỏng trong hệ thống

TT	Tên công trình	CT đáy	Chiều dài	Số cửa	TT	Tên công trình	CT đáy	Chiều dài	Số cửa
1	Cống Lân 2	-3.5	10	4	12	Cống Nguyệt Lâm	-2.5	18	3
2	Cống Hoàng Môn	-1.8	6	2	13	Cống Tân Lập	-2	18	3
3	Cống Lân 1	-3.5	10	4	14	Cống Cự Lâm	-1	18	3
4	Cống Trung Nha	-0.15	7.2	1	15	Cống Ô Mễ	-1.5	14	1
5	Cống Lịch Bài	-1.62	4.4	1	16	Cống Tam Lạc	-1.5	18	3
6	Cống Vũ Hội	-1.23	2.8	1	17	Cống Vũ Đông	-2	14	2
7	Cống Quang Lịch	-1.2	4.5	1	18	Cống Ngũ	-1.9	17	3
8	Cống Tân Đệ	-1.5	23.6	3	19	Cống Dục Dương	-3.3	22	3
9	Cống Nang	-1.5	14	2	20	Cống Ngũ Thôn	-1.5	8	3
10	Cống Ngô Xá	-1.5	18	3	21	Cống Nam Long	-1	22.6	1
11	Cống Thái Hạc	-1	12.5	2					

2.2.2. Tài liệu địa hình

Tài liệu địa hình thu thập được bao gồm 322 mặt cắt đo đạc của 4 sông chính, 18 sông trong hệ thống thủy lợi Nam Thái Bình. Bảng thống kê tên sông và số mặt cắt đo đạc được sử dụng trong mô phỏng mô hình như sau:

Bảng 3. Thống kê tên sông và số mặt cắt sử dụng để mô phỏng

TT	Tên sông	Số mặt cắt	Năm đo đạc	TT	Tên sông	Số mặt cắt	Năm đo đạc
1	Bạch	11	2004	13	Nguyệt Lâm	10	2004
2	Cự Lâm	32	2004	14	Thái Hạc	5	2004
3	Dục Dương	15	2004	15	Cốc Giang	13	2004
4	Hoàng Giang	13	2004	16	Cỏ Ròng	13	2004
5	Kiến Giang	41	2004	17	Đào	3	1999
6	Lâm Giang	10	2004	18	Hồng	43	2000
7	Lân 1	6	2004	19	Luộc	2	2006
8	Lân 2	6	2004	20	Ninh Cơ	2	2000
9	Lịch Bài	15	2004	21	Trà Lý	35	2000
10	Nang	6	2004	22	Tam Lặc	7	2004
11	Ngô Xá	9	2004	23	Nam Long	4	2004
12	Ngũ Thôn	11	2004	24	Vũ Đông	10	2004

2.2.3. Tài liệu biên

a. Biên thủy lực

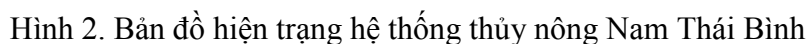
Biên trên: Số liệu biên thủy lực là số liệu mực nước trong mùa cạn tại các trạm thủy văn: Trạm Hưng Yên – sông Hồng; trạm Triều Dương – sông Luộc; trạm Nam Định – sông Đào; trạm Trục Phương – sông Ninh Cơ

Biên dưới: Số liệu biên thủy lực là số liệu mực nước triều trong mùa cạn tại các trạm thủy văn vùng cửa biển: Trạm Định Cư – sông Trà Lý; trạm Ba Lạt – sông Hồng

Biên cống: Cống Lân 1, 2, Hoàng Môn – Hệ thống thủy lợi Nam Thái Bình. Tại các cống Lân 1, Lân 2 và Hoàng Môn trong mùa cạn các cống đều đóng, do đó khi mô phỏng chúng tôi coi lưu lượng vào cống $Q = \text{const} = 0 \text{ m}^3/\text{s}$.

Biên mặn: Độ mặn lớn nhất tại các biên trên và biên dưới của sơ đồ thủy lực. Tại các biên trên: $S_{\text{max}} = 0$. Tại các biên dưới: Tại Định Cư $S_{\text{max}} = 22,97\text{‰}$; tại Ba Lạt: $S_{\text{max}} = 24,5\text{‰}$

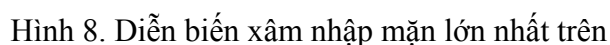
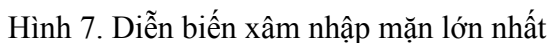
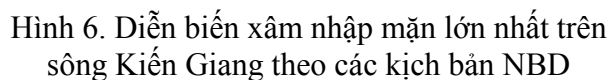
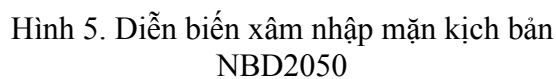
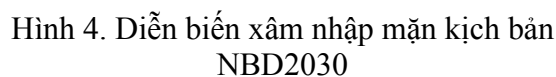
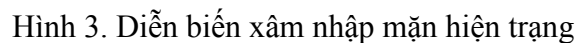
Sơ đồ hệ thống bao gồm sơ đồ thủy lực dùng để hiệu chỉnh, kiểm định mô hình và sơ đồ thủy lực dùng để mô phỏng diễn biến $S_{\max}$ theo các phương án tính toán:



Các thông số thủy lực được hiệu chỉnh với số liệu thực đo từ 1/I-31/V/ 2000 và kiểm định với số liệu thực đo từ 1/I-31/V/ 2002 với các vị trí dùng để hiệu chỉnh, kiểm định mô hình là trạm Quyết Chiến và cống Dục Dương. Các chỉ tiêu NASH tại các vị trí kiểm tra có số liệu đo đạt đạt trên 0,8, cho phép sử dụng bộ thông số được xác định để mô phỏng hệ thống theo các phương án tính toán.

Red	4.00	<
Green	1.00	4.00
Yellow	<	1.00

Kết quả mô phỏng mô hình theo các kịch bản BDKH-NBD được thể hiện ở các hình từ hình 3 đến hình 8.



trên sông Trà Lý theo các kịch bản NBD	sông Hồng theo các kịch bản NBD
--	---------------------------------

Các nhận xét:

1) Diễn biến xâm nhập mặn trên các sông chính

Với các kịch bản nước biển dâng chiều dài xâm nhập mặn trên các sông chính như sông Hồng và sông Trà lý tăng lên không đáng kể so với hiện trạng. Nhưng độ lớn của lưỡi mặn theo các phương án có sự tăng lên đáng kể, cụ thể như sau:

- Trên sông Hồng: Độ lớn lưỡi mặn năm 2030 không khác nhiều so với hiện trạng, nhưng năm 2050 độ lớn lưỡi mặn tăng lên khá lớn với độ mặn tại cùng một vị trí tăng lên trung bình khoảng 6‰.
- Trên sông Trà Lý: Độ lớn lưỡi mặn có sự tăng nhẹ theo các kịch bản nước biển dâng với độ mặn tại cùng một vị trí tăng lên trung bình khoảng 1‰ ở mỗi kịch bản.
- Trên sông Kiến Giang: Toàn bộ sông bị nhiễm mặn nhưng mức độ ảnh hưởng có khác nhau theo các kịch bản.

2) Ảnh hưởng của xâm nhập mặn đến các cống lấy nước đầu mối

Diễn biến xâm nhập mặn cho thấy rất nhiều cống lấy nước đầu mối trên sông Hồng và Trà Lý bị nhiễm mặn.

- Trên sông Hồng: Phương án hiện trạng cho thấy độ mặn lớn hơn 4‰ đã lên tới các cống là Tân Lập, Nguyệt Lâm, Lịch Bài; độ mặn lớn hơn 1‰ đã lên tới cống đầu mối trên sông 223. Phương án nước biển dâng 2030 độ mặn lớn hơn 1‰ sẽ vượt qua cửa sông Ninh Cơ và tới năm 2050 thì độ mặn lớn hơn 4‰ sẽ tiến sát cửa sông Ninh Cơ.
- Trên sông Trà Lý: Ở phương án hiện trạng độ mặn lớn hơn 4‰ đã vượt qua các cống lấy nước đầu mối là Ngũ Thôn, Dục Dương, Ngũ và Vũ Đông, độ mặn lớn hơn 1‰ đã vượt qua các cống là Tam Lạc và T3. Phương án năm 2030 độ mặn lớn hơn 4‰ sẽ vượt qua các cống T3, độ mặn lớn hơn 1‰ vượt qua cống Tam Lạc. Đến năm 2050 độ mặn lớn hơn 4‰ sẽ vượt qua cống Tam Lạc và độ mặn lớn hơn 1‰ sẽ vượt qua cống Bạch để xâm nhập sâu vào hệ thống nội đồng.

3) Ảnh hưởng xâm nhập mặn đến các sông nội đồng

Cả ba phương án đều cho thấy nếu các cống lấy nước đầu mối trên sông Hồng và sông Trà Lý đều mở thì hầu như toàn bộ hệ thống sông nội đồng của Nam Thái Bình sẽ bị nhiễm mặn. Tuy nhiên, mức độ xâm nhập mặn vào các sông nội đồng có sự khác nhau giữa các phương án nhưng không nhiều.

- Phương án hiện trạng: Hầu hết các sông gần phía biển Đông như: Ngũ Thôn, Dục Dương, Hoàng Giang, Vũ Đông, Cốc Giang, Lâm Giang, Nguyệt Lâm đều đã bị nhiễm mặn với độ mặn lớn hơn 4‰; các sông bị nhiễm mặn với độ mặn lớn hơn 1‰ là Tam Lạc, 223, Ngô Xá; chỉ có một số ít các sông là Việt Thắng, Cự Lâm 1, 2 và 3 là không bị nhiễm mặn.
- Đến năm 2020 và 2050 sự xâm nhập mặn đến các sông nội đồng có tăng lên nhưng không nhiều so với hiện trạng; một số sông nội đồng sẽ bị ảnh hưởng là Ngô Xá, Bạch và Cự Lâm 3.

4. Kết luận

Bài báo đã ứng dụng mô hình MIKE11 mô phỏng diễn biến xâm nhập mặn trên hệ thống sông nội đồng Nam Thái Bình, kết quả tính toán cho thấy:

- Chế độ đóng mở các cống đầu mối trên các sông Hồng và sông Trà Lý có vai trò quyết định đến sự xâm nhập mặn vào hệ thống thủy lợi nội đồng Nam Thái Bình về mùa kiệt.
- Nếu các cống lấy nước đầu mối trên sông Hồng và sông Trà Lý đều mở thì gần như toàn bộ hệ thống nội đồng Nam Thái Bình sẽ bị xâm nhập mặn theo cả ba phương án tính toán.
- Các kịch bản NBD không làm tăng đáng kể chiều dài xâm nhập mặn trên các sông nhưng độ mặn tại cùng một vị trí tương ứng thì tăng lên đáng kể.

Tuy nhiên, do các số liệu về độ mặn tại các cửa sông hầu như không có hoặc gián đoạn nên các số liệu về độ mặn trong tính toán mô phỏng được nội suy từ độ mặn của Hòn Dấu (Hải Phòng). Ngoài ra, trong tính toán cũng giả thiết dòng chảy phía thượng nguồn vẫn duy trì như phương án hiện trạng do đó kết quả mô phỏng còn có những hạn chế nhất định. Vì vậy, để đảm bảo kết quả chính xác hơn cần bố trí hệ thống quan trắc mặn và xem xét ảnh hưởng của dòng chảy thượng nguồn trong các kịch bản tính toán ở các nghiên cứu tiếp theo.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

1. Bộ Tài nguyên và Môi trường (2012). *Kịch bản biến đổi khí hậu, nước biển dâng cho Việt Nam*.
2. Bùi Nam Sách; Nghiên cứu sự biến đổi của nhu cầu tiêu và biện pháp tiêu cho hệ thống thủy nông Nam Thái Bình có xét đến ảnh hưởng của biến đổi khí hậu toàn cầu; Luận án tiến sĩ; 2010.
3. DHI Software MIKE11 (2001). *A modeling system for river and channels*.
4. Nguyễn Thu Hiền; đánh giá khả năng lấy nước của các công tưới – hệ thống thủy lợi Nam Thái Bình dưới ảnh hưởng của BĐKH-NBD; Tạp chí Khoa học KTTL&MT; 2011.
5. Phạm Tất Thắng, Nguyễn Thu Hiền; Ảnh hưởng của biến đổi khí hậu – nước biển dâng đến tình hình xâm nhập mặn dải ven biển đồng bằng Bắc Bộ; Tạp chí Khoa học KTTL&MT; 2012.

Abstract:

THE IMPACT OF SEA LEVEL RISE ON SALINE INTRUSION IN FIELD CANALS OF THE IRRIGATION SYSTEM OF THE SOUTH OF THAI BINH

Under the impact of climate change - sea level rise, the irrigation system in the South of Thai Binh is considered as one of the most vulnerable areas. In this paper, the authors used MIKE11 model to simulate changes in salinity of the irrigation system in the South of Thai Binh under climate change scenarios. The simulation results show that the influence of saltwater intrusion in the system depends mainly on the opening and closing of intake regulators. The sea level rise contributes less effect to saltwater intrusion length on the rivers, but the magnitude of the salinity tongue is significantly increased.

Keywords: *South Thai Binh, saltwater intrusion, sea level rise, MIKE11.*