MÔ PHỎNG XÂM NHẬP MẶN TRÊN SÔNG TRÀ LÝ THEO CÁC KỊCH BẢN BIẾN ĐỔI KHÍ HẬU

Hoàng Ngọc Quang - Trường Đại học Tài nguyên và Môi trường Hà Nội

Hiện nay, hiện tượng mặn trên sông Trà Lý đang diễn biến phức tạp, tác động tiêu cực tới môi trường, kinh tế và xã hội ở tỉnh Thái Bình, một vùng trọng điểm nông nghiệp ở miền Bắc nước ta. Đó là một mối quan ngại lớn, nhất là trong bối cảnh biến đổi khí hậu (BĐKH).

Các nghiên cứu diễn biến mặn trong bối cảnh BĐKH thường được gắn với các kịch bản BĐKH. Các kết quả tính toán theo các kịch bản BĐKH so với thời kỳ nền 2005 đã cho thấy: Độ mặn 1‰ sẽ xâm nhập vào sâu 21 km, 23 km và 24 km tương ứng với các thời kỳ 2020, 2030 và 2050. Độ mặn 4‰ sẽ xâm nhập vào sâu 16 km, 17 km và 18 km tương ứng với thời kỳ 2020, 2030 và 2050.

Kết quả nghiên cứu trên cũng đã cho thấy rằng xâm nhập mặn đang có dấu hiệu gia tăng và để giảm thiểu tác hại do mặn gây ra rất cần có những biện pháp phòng tránh thích ứng hiệu quả và kịp thời.

Từ khóa: Xâm nhập mặn, Trà Lý.

1. Một vài thông tin về chế độ thủy, hải văn

Sông Trà Lý dài 67 km là một trong các phân lưu của sông Hồng, nằm trên địa phận tỉnh Thái Bình, chảy theo hướng Tây - Đông và đổ ra biển tại cửa Trà Lý.

Sông Trà Lý chịu sự ảnh hưởng mạnh của thủy triều ở vịnh Bắc Bộ. Vào mùa cạn, nước sông thường dao động theo thủy triều và cùng với thủy triều, hiện tại mặn xâm nhập rất sâu vào nội địa, trung bình độ mặn 1‰ xâm nhập vào sâu 16 km và độ mặn 4‰ xâm nhập vào sâu 12 km, tính từ cửa sông.

Dòng chảy trên sông Trà Lý được chia làm hai mùa rõ rệt: mùa lũ thường từ tháng 6 - 10 còn mùa mùa cạn là các tháng còn lại.

- Dòng chảy mùa lũ trên sông với đặc điểm: cường suất lũ nhỏ, đỉnh bẹt, các con lũ xảy ra liên tiếp, thời gian lũ kéo dài, mực nước lớn nhất thường xảy ra trong các tháng 7 hoặc 8.

- Mực nước mùa cạn chịu ảnh hưởng rất mạnh của thuỷ triều và mức độ ảnh hưởng giảm dần về thượng lưu. Mực nước trung bình mùa kiệt lớn nhất tại trạm thủy văn Quyết Chiến là 59 cm (năm 2008), nhỏ nhất là 19 cm (năm 1998) và trung bình là 42 cm, tính theo nhiều năm.

Chế độ thủy triều vùng biển cửa sông Trà Lý là nhật triều và có thể lên đến trạm thủy văn Quyết Chiến. Theo các con nước triều, mặn đã xâm nhập sâu vào sông, gây hậu quả xấu đến trồng trọt, chăn nuôi và dân sinh kinh tế trong vùng.

2. Tình hình xâm nhập mặn trên sông Trà Lý

Trong những năm gần đây, mặn trên sông Trà Lý diễn biến khá phức tạp, nhất là vào mùa cạn, khi lượng nước sông giảm mạnh, mặn xâm nhập rất sâu vào nội địa. Mực nước và độ mặn biến đổi theo từng giờ, từng ngày trong một con triều và phụ thuộc vào các quá trình thủy văn, khí tượng và hải văn.

Vào những ngày triều trung và triều cường khi có gió mạnh từ biển, khoảng cách mặn xâm nhập, tính từ cửa sông sẽ tăng lên. Trong thời gian gần đây, mặn lại đang có xu thế xâm nhập ngày càng sâu hơn, có năm lấn tới giáp cống Thuyền Quan. Theo trung bình nhiều năm, chiều dài xâm nhập mặn xa nhất trên sông là 26 km so với 20 km trên sông Hồng (Bảng 1) với mức độ triết giảm khoảng 0,42 ‰ km so với 0,54 ‰ km trên sông Thái Bình.

Bảng 1. Khoảng cách xâm nhập mặn trên sông Hồng và sông Trà Lý

STT	Sông	Chiều dài trung bình (km)		Chiều dài lớn nhất (km)	
		1‰	4‰	1‰	4‰
1	Hồng	14	10	20	16
2	Trà Lý	16	12	26	24

3. Mô phỏng mặn trên sông Trà Lý

3.1. Cấu trúc mô hình

Để mô phỏng mặn trên sông Trà Lý đã sử dụng mô hình MIKE 11 với hai mô đun thủy lực (HD) và chuyển tải - khuyếch tán (AD).

1. Modun HD

Mô dun thủy động lực học HD là phần chủ yếu của MIKE 11, có khả năng giải các bài toán: thủy động lực học cho kênh hở; sóng khuếch tán, sóng động học và Muskingum cho sông, kênh; tự động điều chỉnh điều kiện cho dòng chảy êm, xiết cũng như mô phỏng hầu hết các loại công trình trên sông.

2. Modun AD

Môdun AD được sử dụng để mô phỏng các hiện tượng phân tán, khuyếch tán và đối lưu trong sông với mức độ phân tán D (Dispersion) được coi như là hàm của vận tốc trung bình dòng chảy (V) qua đoạn sông tính toán:

$D = aV^b$,

Với: a là hệ số phân tán; b là số mũ phân tán. Kinh nghiệm đã cho thấy: với suối nhỏ D = 1- 5 m^2/s, còn với sông thì D= 5 - 20 m^2/s.

3.2. Hiệu chỉnh và kiểm định bộ thông số mô hình

1. Thiết lập mạng thủy lực sông Trà Lý

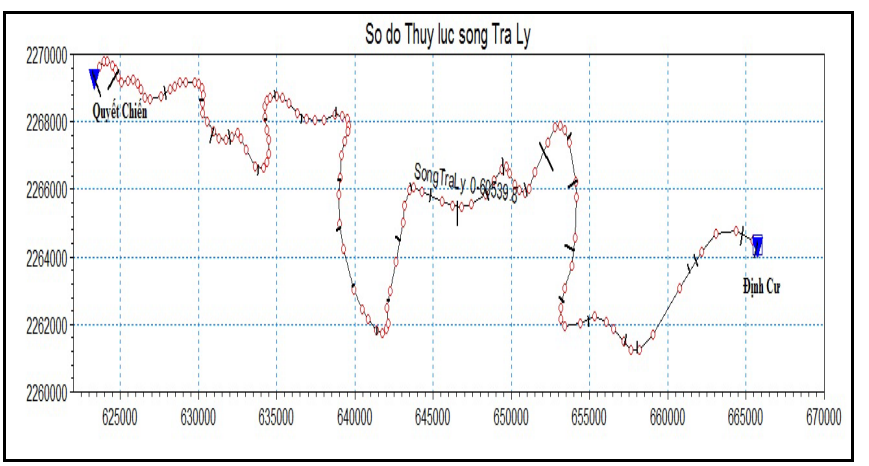
Từ tài liệu mặt cắt ngang sông độ năm 1999 - 2000 do Cục đê điều và Phòng chống lụt bão, Bộ NN&PTNT sơ đồ mạng lưới sông Trà Lý được thiết lập trong mô hình MIKE11 như hình 1.

2. Tài liệu về điều kiện biên

a) Tài liệu biên trên: Là quá trình lưu lượng, mực nước tại trạm thuỷ văn Quyết Chiến với thời đoạn t = 1 giờ với chuỗi tài liệu mực nước lấy 1/3/2001 - 28/03/2001 để hiệu chỉnh và chuỗi 1/03/2005 - 29/03/2005 để kiểm định.

b) Tài liệu biên dưới mực nước giờ tại trạm thủy văn Định Cư với chuỗi tài liệu mặn 1/3/2001 - 28/03/2001 và chuỗi 1-29/03/2005 để hiệu chỉnh và kiểm định.

c) Tài liệu ở biên mặn: Lấy bằng không tại biên trên còn biên dưới là độ mặn giờ thực đo tại trạm Định Cư.



Hình 1. Sơ đồ tính toán thủy lực sông Trà Lý

3. Hiệu chỉnh bộ thông số mô hình MIKE 11 cho sông Trà Lý

a. Hiệu chỉnh bộ thông số mô dun thủy lực

Trong tính toán xâm nhập mặn, chỉ cần hiệu chỉnh bộ thông số độ nhám thay đổi theo lòng dẫn. Theo công thức kinh nghiệm và thực tế của từng mặt cắt mà độ nhám lấy trong khoảng 0,02 - 0,05 để sử dụng trong quá trình hiệu chỉnh kết hợp tham khảo thông tin điều tra thực địa với các bước làm:

Bước 1: Giả thiết bộ thông số và điều kiện ban đầu.

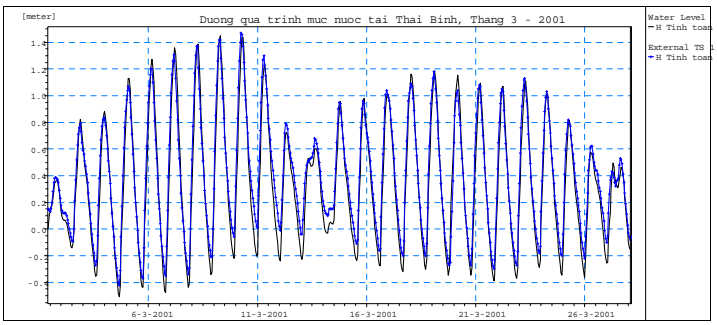
Bước 2: Sau khi đã có bộ thông số giả thiết, tiến hành chạy mô hình.

Bước 3: So sánh kết quả tính toán với số liệu thực đo tại các trạm có số liệu đo đạc lưu lượng và mực nước. Việc so sánh này có thể được thực hiện bằng việc so sánh hai đường quá trình tính toán và thực đo kết hợp chỉ tiêu Nash để kiểm tra.

$$\text{Nash} = 1 - \frac{\sum(Xo,i - Xs,i)^2}{\sum(Xo,i - \overline{Xo})^2}$$

Với các giá trị: Xo,i - thực đo, Xs,i - tính toán và $\overline{Xo}$ - thực đo trung bình

Bước 4: Nếu kết quả so sánh tốt thì dừng hiệu chỉnh và lưu bộ thông số. Ngược lại cần phân tích đánh giá sai lệch, sau đó tiếp tục hiệu chỉnh lại.



Hình 2. Kết quả hiệu chỉnh thủy lực tại trạm Thái Bình

Kết quả hiệu chỉnh từ số liệu thực đo từ ngày 1 - 28/03/2001 tại trạm Thái Bình đã cho thấy: đường mực nước tính toán phù hợp với đường thực đo (Hình 2) và hệ số Nash tính được là 0,96. Như vậy, bộ thông số đã hiệu chỉnh trên được chấp nhận để kiểm định cho mùa cạn năm 2005 ở bước tiếp theo.

b.Hiệu chỉnh bộ thông số cho mô đun khuếch tán mặn

Từ số liệu mặn khoảng thời gian từ 01/03/2001 - 28/03/2001 tại trạm kiểm tra Ngũ Thôn và bằng cách làm tương tự ta có: sai số độ mặn tuyệt đối là 0,5%, sai số độ mặn tương đối là 13,89%, quá trình mặn thực đo và mặn tính toán là phù hợp nhau (Hình 3) và chỉ số NASH tính được là 0,95. Bộ thông số đã được hiệu chỉnh trên sẽ được sử dụng để kiểm định mô hình mặn cho mùa kiệt năm 2005 tiếp theo.

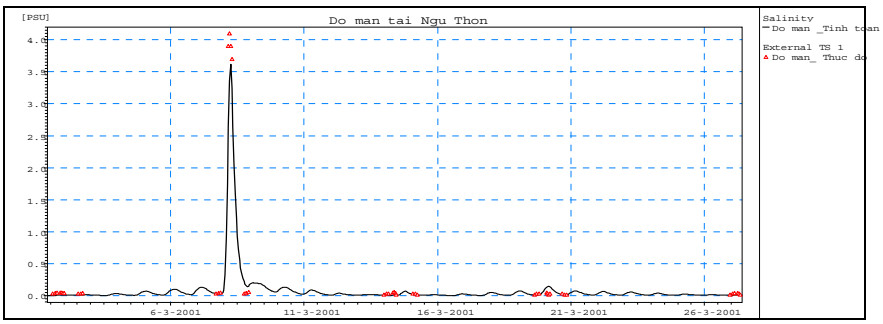
4. Kiểm định bộ thông số cho mô hình thủy lực và mô đun khuếch tán mặn

Lấy bộ thông số đã được hiệu chỉnh và bằng các số liệu lưu lượng, mực nước và mặn thực đo theo giờ từ 1/03/2005 - 29/03/2005 tại trạm thủy văn Thái Bình và trạm đo mặn Ngũ Thôn, tiến hành các bước kiểm định như các bước đã hiệu chỉnh ta sẽ có các kết quả như:

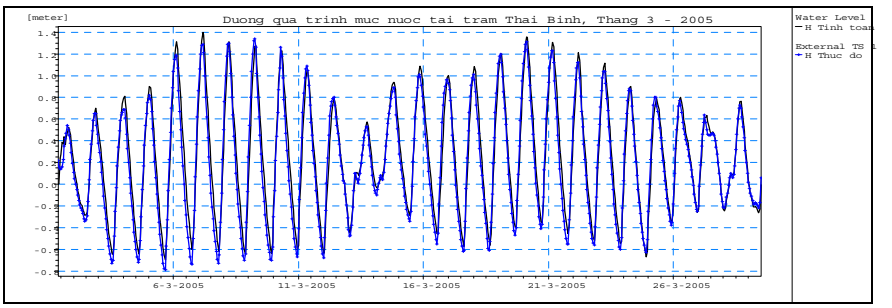
- Quá mực nước tính toán và quá trình thực đo năm 2005 là khá phù hợp nhau (Hình 4) với chỉ số NASH tính được là 0,94.

- Đỉnh mặn tính toán khá phù hợp với đỉnh thực đo, chênh nhau không quá 1 giờ (Hình 5), sai số đỉnh tuyệt đối 3,0 % còn tương đối là 23,8 % và hệ số NASH = 0,9.

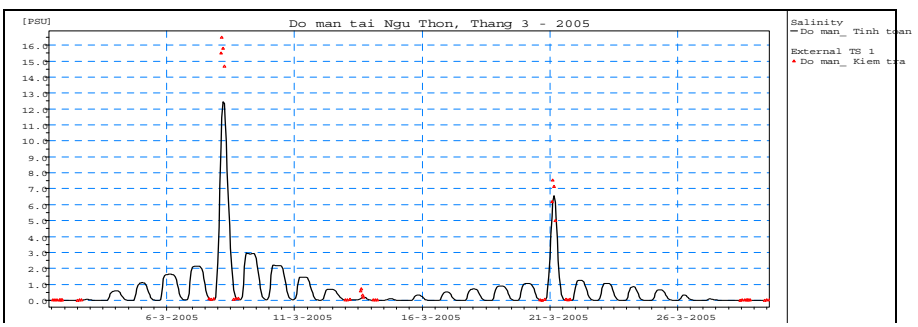
Như vậy, cả hai bộ thông số của mô hình thủy lực và mô hình khuếch tán mặn được chấp nhận và sẽ được sử dụng để tính toán mặn theo các kịch bản .



Hình 3. Kết quả hiệu chỉnh hệ số khuếch tán tại trạm Ngũ Thôn



Hình 4. Quá trình mực nước thực đo và tính toán tại trạm Thái Bình kiểm định



Hình 5. Quá trình mặn thực đo và tính toán trạm Ngũ Thôn được kiểm định

4. Tính toán xâm nhập mặn theo kịch bản biến biến đổi khí hậu

4.1. Xây dựng kịch bản tính toán

Việc tính toán xâm nhập mặn trên sông Trà Lý được dựa trên cơ sở kịch bản nước biển dâng: cao (A1, A2), trung bình (B2) và thấp (B1) như trong báo cáo kế hoạch hành động ứng phó với BĐKH tỉnh Thái Bình (Kịch bản BĐKH 2012 của Bộ Tài nguyên và Môi trường).

Ở Việt Nam, kịch bản được sử dụng trong thời điểm hiện nay là kịch bản trung bình B2. Kịch bản B2 là kịch bản: độ mặn ở ngoài cửa sông không thay đổi, mực nước biển sẽ dâng lên còn dòng chảy mùa cạn lại bị giảm nhỏ so với thời kỳ nền 2005, như bảng 3.

Bảng 3. Sự thay đổi của mực nước biển và dòng chảy mùa kiệt theo kịch bản B2

Thời đoạn	Yếu tố biến đổi	Giá trị
Năm 2020	Dòng chảy	-12,8%
	Mực nước biển (m)	+0,13
Năm 2030	Dòng chảy	-23,9%
	Mực nước biển (m)	+0,24
Năm 2050	Dòng chảy	-30,6%
	Mực nước biển (m)	+0,65

4.2. Kết quả tính toán

a. Đối với kịch bản nền

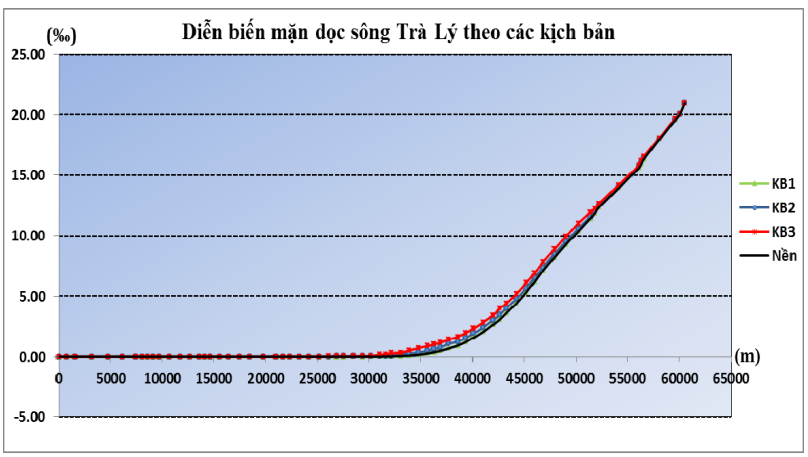
Hiện tại mức độ nhiễm mặn trên sông đang trong tình trạng báo động, mặn xâm nhập sâu vào trong sông tới 16 km, có nghĩa là dân cư thuộc các thôn Ái Quốc (xã Đông Trà), Lợi Thành (Đông Quý), Lương Phú (Tây Lương) và xã Vũ Lăng (huyện Tiền Hải), cùng các xã Lê Lợi và xã Hồng Thái (huyện Kiến Xương) sẽ bị tác động mạnh do nguồn nước sông bị nhiễm mặn. Đây là một vấn đề lớn cần phải được xem xét đối với một vùng kinh tế thuần nông.

Tình hình trên đã đặt ra rất nhiều vấn đề, đó là:

- Cả một đoạn sông 16 km ra tới biển sẽ bị nhiễm mặn vượt ngưỡng 1 ‰ (ngưỡng sống của lúa) sẽ không trồng được lúa và hậu quả là một vùng trọng điểm nông nghiệp cũng như đời sống dân sinh kinh tế trong vùng sẽ bị ảnh hưởng nghiêm trọng nếu không có biện pháp phòng tránh thích ứng.

- Dọc theo đoạn sông dài 12 km ra tới biển sẽ bị nhiễm mặn >= 4 ‰ (ngưỡng nuôi trồng thủy sản nước lợ) sẽ làm cho đời sống dân sinh kinh tế bị ảnh hưởng và hậu quả là rất nghiệm trọng, nếu không có biện pháp phòng tránh thích ứng.

- Bên cạnh đó diễn biến khí hậu ngày càng khắc nghiệt, nước biển dâng cao, trong khi nguồn nước thượng nguồn ngày càng giảm, tình trạng xâm nhập sẽ ngày càng trở nên trầm trọng hơn và có xu hướng xâm nhập sâu hơn. Nếu tình trạng đó xảy ra, hậu quả sẽ nghiêm trọng hơn rất nhiều.



Hình 6. Diễn biến mặn dọc sông Trà Lý theo các kịch bản BĐKH

b. Kết quả mô phỏng theo các kịch bản

Theo kịch bản B2, từ bộ thông số được kiểm định, mức tăng của mực nước biển cũng như mức giảm của dòng chảy mùa cạn trong bảng 3 tiến hành mô phỏng mặn, kết quả đó đã cho thấy rằng:

- Trong giai đoạn năm 2020 (KB1): nếu nước biển dâng 9 cm và lưu lượng dòng chảy giảm 12,8% thì xâm nhập mặn tương đối ổn định và cũng có thể tăng nhưng tăng không đáng kể so với kịch bản nền:

+ Mặn 1‰ sẽ xâm nhập thêm 1,4 km, sâu tới 21 km so với kịch bản nền năm 2005, tới thôn Ái Quốc (Đông Trà), Lợi Thành (Đông Quý) và xã Vũ Lăng thuộc huyện Tiền Hải.

+ Mặn 4‰ sẽ xâm nhập sâu tới 16 km so với kịch bản nền năm 2005, tới các xã Lê Lợi và Hồng Thái (huyện Kiến Xương).

- Trong giai đoạn năm 2030 (KB2): nếu nước biển dâng 13 cm và lưu lượng dòng chảy giảm 23,9% thì ranh giới xâm nhập mặn sẽ vào sâu thêm :

+ Hơn 23 km đối với mặn 1‰, tới xóm 1, Trà Giang (Kiến Xương), các thôn Ái Quốc (Đông Trà), Lợi Thành (Đông Quý), Lương Phú (Tây Lương), Vũ Lăng (huyện Tiền Hải).

+ Hơn 17 km tương ứng với độ mặn trên 4‰, tới các xã: Lê Lợi, Hồng Thái và Trà Giang của huyện Kiến Xương.

- Trong giai đoạn 2050 (KB3): nếu nước biển dâng 24 cm và lưu lượng dòng chảy giảm 30,6% thì mặn vẫn có xu hướng tiếp tục gia tăng và đi vào sâu hơn nữa, sẽ gây thêm nhiều bất lợi cho dân cư và các hoạt động kinh tế xã hội khu vực từ cửa sông tới các xã Quốc Tuấn, Vũ Tây của huyện Kiến Xương.

Ở kịch bản này, chiều dài sông bị nhiễm mặn sẽ là 24km đối với độ mặn 1‰ và 18 km đối với độ mặn trên 4‰ so với kịch bản nền.

Bảng 5. Khu vực bị nhiễm mặn trong các thời kỳ tính toán

Năm	Độ mặn	Khoảng cách tới biển (km)	Khu vực bị ảnh hưởng
2020	1‰	21	- Các thôn Ái Quốc (Đông Trà), Lợi Thành (xã Đông Quý), Lương Phú (Tây Lương) và xã Vũ Lăng, thuộc huyện Tiền Hải - Các xã Lê Lợi và Hồng Thái thuộc huyện Kiến Xương
	4‰	16	
2030	1‰	23	- Các thôn Ái Quốc (Đông Trà), Lợi Thành (Đông Quý), Lương Phú (Tây Lương), Vũ Lăng thuộc huyện Tiền Hải - Các xã: Lê Lợi,Hồng Thái và Trà Giang của huyện Kiến Xương
	4‰	17	
2050	1‰	24	- Các thôn Ái Quốc (Đông Trà), Lợi Thành (Đông Quý), Lương Phú – (Tây Lương), Vũ Lăng thuộc huyện Tiền Hải - Các xã Lê Lợi, Hồng Thái thuộc Kiến Xương.thuộc Kiến Xương - Các xóm: 1 thôn Trà Giang (xã Quốc Tuấn), (An Bình), Hồng Hải (Vũ Tây) thuộc huyện Kiến Xương.
	4‰	18	

5. Kết luận

Như vậy, các tính toán trên đã cho thấy bức tranh về mức độ xâm nhập mặn trên theo sông Trà Lý trong tương lai theo các kịch bản. Dưới tác động của và nước biển dâng, mặn sẽ xâm nhập sâu vào nội địa. Mặn không chỉ tác động trực tiếp đến nước sinh hoạt, đến cây trồng mà lâu dài còn gián tiếp tác động tới chất lượng đất, tới các công trình ven sông… Rõ ràng mức độ xâm nhập mặn trên sông Trà Lý đang ngày càng nghiêm trọng. Để tránh những hậu quả có thể sẽ xảy ra đối vùng trọng điểm nông nghiệp Thái Bình. Vì vậy, kết quả nghiên cứu trên sẽ là cơ sở cho công tác quản lý xâm nhập mặn nói riêng và quản lý tài nguyên nước nói chúng trên sông Trà Lý.

Tài liệu tham khảo

1. Cục Quản lý Đê điều và Phòng chống lụt bão, Bộ NN&PTNT, *Các tài liệu mặt cắt ngang sông Hồng năm 1999-2000.*

2. Kịch bản Biến đổi Khí hậu năm 2012 của Bộ Tài nguyên Môi trường

3. Kế hoạch hành động ứng phó với biến đổi khí hâu tỉnh Thái Bình, 2014.

4. PGS.TS TS. Hoàng Ngọc Quang, 2013, *Báo cáo kết quả nghiên cứu mặn tại một số sông ở Bắc Bộ và Thanh Hóa tại hội thảo khoa học của Khoa Tài nguyên nước*, Trường Đại học TN&MT Hà Nội.

SIMULATING SALTWATER INTRUSION ON THE TRA LY RIVERUNDER CLIMATE CHANGE SCENARIOS

Hoang Ngoc Quang - Hanoi University of Natural Resources and Environment

Abstract: Currently, the salinity intrusion in Tra Ly river is complicated, that cause negative effects to the enviroment, and social - economic development in Thai Binh province, an important agricultural region in the North of Vietnam. It is biggest concern, especially in the context of the climate showing signs of changing. Consequently, the research on salinity in Traly river is need to be carried out in the context of climate change.

Studies on salinity variation in context of climate change are associated with climate change scenarious. The calculated results with different climate change scenarios comparing to the base period of 2005 show that: Salinity of 10/00 will intrude into the land of 22km, 23 km and 24 km in 2020, 2030, and 2050, respectively.Salinity of 40/00 will intrude into the land of 16km, 17 km, and 18 km in 2020, 2030, and 2050, respectively.

The research results also showed that salinity is increasing and to mitigrate saltwater intrusion, a timely and effective prevent method is needed.

Key word: saltwater intrusion, Tra Ly.