

NGHIÊN CỨU XÂY DỰNG BẢN ĐỒ NGUY CƠ XÂM NHẬP MẶN VÙNG HẠ LƯU SÔNG MÃ TRONG ĐIỀU KIỆN BIẾN ĐỔI KHÍ HẬU

Hoàng Thị Nguyệt Minh¹, Lê Thị Thường¹, Nguyễn Trọng Vũ²

¹Trường Đại học Tài nguyên và Môi trường Hà Nội

²Đài Khí tượng Thủy văn tỉnh Hòa Bình

Tóm tắt

Vùng đồng bằng ven biển Sông Mã là khu vực có tốc độ phát triển kinh tế cao theo xu hướng chuyển dịch cơ cấu kinh tế và chuyển đổi cơ cấu cây trồng. Chính vì vậy, khu vực này đòi hỏi nhiều về nhu cầu sử dụng nước và yêu cầu giảm nhẹ thiên tai do nguồn nước gây ra. Bên cạnh đó, vùng hạ lưu Sông Mã đổ ra biển qua nhiều cửa sông, vì thế về mùa cạn, khi mực nước tại các trạm phía hạ du thấp hơn rất nhiều so với trung bình nhiều năm, lượng dòng chảy từ thượng nguồn đổ về giảm mạnh, tạo cơ hội cho mặn càng tiến sâu vào trong nội đồng, đặc biệt trong những năm ảnh hưởng của El Nino thì mặn càng tiến sâu vào trong sông, gây thiệt hại không nhỏ trong sản xuất nông nghiệp, nuôi trồng thủy hải sản ở vùng ven biển. Bài báo này tập trung nghiên cứu xây dựng bản đồ nguy cơ xâm nhập mặn vùng hạ lưu Sông Mã trong điều kiện biến đổi khí hậu (BĐKH) bằng việc sử dụng phương pháp mô hình toán (Mike Nam, Mike 11) dựa trên nguyên lý mô phỏng dòng chảy và truyền tải mặn, quá trình khai thác sử dụng nước tại các cống dọc sông trong khu vực nghiên cứu và công cụ GIS để xây dựng bản đồ nguy cơ tương ứng với các trường hợp khác nhau về biên lưu lượng đầu vào của mô hình. Kết quả cho thấy những vùng nguy cơ cao tập trung tại những xã ven biển chịu ảnh hưởng của nước biển. So với nhóm kịch bản hiện trạng thì các nhóm kịch bản BĐKH khi xét đến sự thay đổi lượng mưa và dòng chảy mùa kiệt trên lưu vực các sông có mức độ tăng giảm khác nhau, nên tổng hòa các điều kiện biên lại thì xu thế gia tăng khoảng cách xâm nhập mặn lớn nhất trên các tuyến sông có sự biến động không lớn, chỉ chênh lệch từ 0,1 - 1,5 km so với hiện trạng. Bản đồ xác định mức độ nguy cơ xâm nhập trong điều kiện BĐKH sẽ cho thấy bức tranh về xu thế xâm nhập mặn trong tương lai, làm cơ sở cho việc định hướng các giải pháp phòng tránh và giảm thiểu tác hại do xâm nhập mặn gây ra.

Từ khóa: Xâm nhập mặn; Vùng hạ lưu Sông Mã; Nhu cầu khai thác sử dụng nước.

Abstract

Research build map for risk of salt intrusion in the Ma River delta in the context of climate change

The Ma River's coastal regions have experienced rapid economic growth and a tendency of changing crop production and economic structure. As a result, this region has high water demand and needs to mitigate water related calamities. The Ma River also flows to the sea through a number of estuaries, so during the dry season, when the water level in the river is significantly lower than the average of many years, the

amount of flow from upstream decreases sharply, providing opportunities for salinity to move deeper into the river. This, particularly in years with an El Nino impact, causes significant harm to agricultural and aquacultural production in coastal areas. This paper focuses on creating a risk map of saltwater intrusion in the Ma River downstream in the context of climate change. High - risk locations are concentrated in coastal communes that are affected by saltwater, according to the findings. When compared to the existing situation, the climate change scenario includes varying amounts of change when it comes to rainfall and dry season flow in river basins. Summarizing the boundary conditions, the maximum salinity intrusion distance is rising, albeit at a relatively low rate a change of only 0.1 to 1.5 km from the existing state. The map illustrating the danger of intrusion in relation to climate change will display a picture of the future trend of saltwater intrusion in relation to climate change as a basis for formulating strategies to prevent and reduce harm brought on by saltwater intrusion.

Keywords: Saline intrusion; Downstream of Ma River; Demand for water exploitation and use.

1. Mở đầu

Vùng đồng bằng ven biển Sông Mã bao gồm các huyện: Nga Sơn, Hậu Lộc, Hoằng Hóa, thành phố Sầm Sơn, Quảng Xương, Tĩnh Gia. Đây là khu vực có tốc độ phát triển kinh tế cao theo xu hướng chuyển dịch cơ cấu kinh tế và chuyển đổi cơ cấu cây trồng. Chính vì vậy, khu vực này đòi hỏi nhiều về nhu cầu sử dụng nước và yêu cầu giảm nhẹ thiên tai do nguồn nước gây ra. Bên cạnh đó, vùng đồng bằng ven biển Sông Mã đổ ra biển qua các cửa sông: Cửa Hới, Lạch Sung, Lạch Trường, Lạch Bạng. Vì thế về mùa cạn, khi mực nước tại các trạm phía hạ du thấp hơn rất nhiều so với trung bình nhiều năm, lượng dòng chảy từ thượng nguồn đổ về giảm mạnh, tạo cơ hội cho mặn càng tiến sâu vào trong nội đồng, đặc biệt trong những năm ảnh hưởng của El Nino thì mối quan hệ giữa hạn hán và xâm nhập mặn càng thể hiện rõ: Hạn càng nhiều thì mặn càng có thể tiến sâu vào trong sông, gây thiệt hại không nhỏ trong sản xuất nông nghiệp, nuôi trồng thủy hải sản ở

vùng ven biển. Chính vì vậy cũng có rất nhiều nghiên cứu về rủi ro thiên tai nói chung và hạn hán, xâm nhập mặn vùng ven biển nói riêng, tiêu biểu như:

Đề tài cấp Bộ “Xây dựng chương trình dự báo xâm nhập mặn cho đồng bằng Sông Hồng - Thái Bình” [7]; Đề tài “Xây dựng mô hình dự báo xâm nhập mặn vùng hạ lưu Sông Mã, Sông Yên tỉnh Thanh Hóa” của Lã Thanh Hà (2014) [6]. Các nghiên cứu này đã đánh giá được thực trạng xâm nhập triều, mặn khu vực sông bằng Sông Hồng - Thái Bình, Sông Mã; Xây dựng chương trình dự báo xâm nhập mặn cho khu vực Sông Mã và cơ sở dữ liệu và công nghệ dự báo xâm nhập mặn. Tuy nhiên các nghiên cứu chưa xét tới việc xác định các vùng nguy cơ xâm nhập mặn.

Năm 2016, dự án: “Phát triển và thực hiện các giải pháp thích ứng với biến đổi khí hậu (BĐKH) khu vực ven biển Việt Nam” (VIETADAPT II) được thực hiện bởi Trung tâm cảnh báo và dự báo tài nguyên nước thuộc Trung tâm Quy hoạch

và Điều tra tài nguyên nước Quốc gia. Nghiên cứu đã tập trung tại các khu vực điển hình thuộc khu vực ven biển, trong đó có huyện Hậu Lộc (Thanh Hóa) với nội dung chủ yếu tập trung vào: (i) Đánh giá tác động của thiên tai, BĐKH đến tài nguyên và môi trường; (ii) Đánh giá mức độ tổn thương do BĐKH, nước biển dâng đến tài nguyên nước dưới đất; (iii) Xác định, xây dựng mô hình và lập bản đồ xâm nhập mặn, ô nhiễm tài nguyên nước [10].

Nghiên cứu của Phan Hoàng Vũ và nnk (2016) đã đề cập đến phân vùng rủi ro trong sản xuất nông nghiệp dưới tác động của xâm nhập mặn ở tỉnh Bạc Liêu. Nghiên cứu sử dụng phương pháp đánh giá nông thôn có sự tham gia kết hợp với phương pháp bản đồ bằng công nghệ GIS để xác định vùng sản xuất nông nghiệp có nguy cơ bị tác động bởi xâm nhập mặn. Kết quả cho thấy: Vùng rủi ro phân thành hai cấp độ: Giảm năng suất và rủi ro cao. Theo đó, tiểu vùng có nguy cơ rủi ro cao là vùng sinh thái nước lợ với mô hình canh tác tôm - thủy sản kết hợp và lúa - tôm, còn vùng sinh thái nước ngọt có nguy cơ thấp hơn [11].

Nguyễn Thái Ân và nnk (2017) đã thực hiện: (i) Đánh giá tác động của xâm nhập mặn, khô hạn đến công tác quản lý nguồn tài nguyên nước phục vụ cho sản xuất lúa tại huyện Long Phú, tỉnh Sóc Trăng; (ii) Đánh giá nhu cầu sử dụng nước phục vụ sản xuất lúa trong bối cảnh xâm nhập mặn, khô hạn; (iii) Đánh giá hiệu quả công tác quản lý tài nguyên nước của huyện trong thời gian khô hạn và xâm nhập mặn [1].

Vũ Ngọc Dương (2017) trong luận án tiến sĩ “Nghiên cứu chế độ vận hành thích nghi hồ chứa nước Cửa Đạt trong

mùa kiệt phục vụ phát triển kinh tế - xã hội tỉnh Thanh Hóa” đã tích hợp giữa dự báo với mô hình vận hành hồ; Xây dựng được chế độ vận hành thích nghi cho hồ chứa Cửa Đạt trong mùa kiệt đảm bảo đáp ứng nhu cầu sử dụng nước có xét đến BĐKH và đánh giá được tính hợp lý của lưu lượng tối thiểu tham gia đầy mặn với hạ lưu Sông Mã [4].

Nghiên cứu của Nguyễn Văn Dũng (2018) đã đưa ra hiện trạng mức độ ảnh hưởng của hạn hán và xâm nhập mặn đến sản xuất nông nghiệp, hạ tầng nông thôn và đời sống sinh hoạt của người dân vùng Tứ giác Long Xuyên thuộc tỉnh An Giang. Bên cạnh đó nghiên cứu cũng đã đưa ra các giải pháp nhằm tăng cường mức độ ứng phó với tình hình diễn biến phức tạp của hạn hán và xâm nhập mặn trong điều kiện BĐKH [5].

Nghiên cứu của Phạm Việt Hòa (2019) về đánh giá, phân vùng xâm nhập mặn dựa trên cơ sở công nghệ viễn thám đa tầng, đa độ phân giải, đa thời gian, ứng dụng thí điểm cho tỉnh Bến Tre. Kết quả nghiên cứu đã xây dựng được bản đồ phân vùng xâm nhập mặn, mức độ, diễn biến xâm nhập mặn của tỉnh Bến Tre với các cấp độ mặn từ: Không mặn, mặn nhẹ, mặn vừa đến mặn nặng. Trong đó các huyện ven biển như: Bình Đại, Thạnh Phú, Ba Tri có mức độ mặn từ vừa đến nặng. Nghiên cứu ứng dụng công nghệ viễn thám trong nghiên cứu xâm nhập mặn là một phương pháp có thể đánh giá nhanh, hiệu quả diễn biến xâm nhập mặn qua các thời kỳ trên một khu vực địa lý rộng lớn [8].

Lê Thị Thường (2020) trong “Nghiên cứu cơ sở khoa học phân vùng hạn - mặn và đề xuất giải pháp thích ứng cho vùng

đồng bằng Sông Mã” đã chỉ rõ mối quan hệ hạn - mặn, phân vùng hạn - mặn theo nhu cầu khai thác sử dụng nước và đề xuất các giải pháp theo tư duy vừa thích nghi, vừa phòng chống [9].

Từ những nghiên cứu trên cho thấy, các nghiên cứu về xâm nhập mặn vùng hạ lưu Sông Mã đã có định hướng nhất định về dự báo, phân vùng xâm nhập mặn, các giải pháp thích ứng với thiên tai hạn - mặn, tuy nhiên trong bối cảnh BĐKH hiện nay, việc phân vùng nguy cơ là thực sự cần thiết cho công tác định hướng các giải pháp phòng chống tác hại xâm nhập mặn. Điều đó cho thấy ý nghĩa thực tiễn của nghiên cứu này.

2. Phương pháp nghiên cứu và cơ sở dữ liệu

2.1. Phương pháp nghiên cứu

Hiện nay có nhiều cách tiếp cận khác nhau để nghiên cứu xâm nhập mặn, dựa trên tài liệu thu thập và đặc điểm diễn biến xâm nhập mặn của lưu vực sông, bài báo áp dụng mô hình Mike Nam mô phỏng và tính toán dòng chảy của các tiểu lưu vực trong điều kiện BĐKH, làm đầu vào cho mô hình Mike 11 với vai trò là các biên trên và biên nhập lưu; Mô hình Mike 11 (HD và AD) được nghiên cứu sử dụng để mô phỏng dòng chảy trong sông vào mùa cạn nhằm xác định quá trình biến đổi của độ mặn dọc trong sông phục vụ dữ liệu để xây dựng bản đồ nguy cơ xâm nhập mặn. Bởi Mike Nam và Mike 11 là các mô hình phù hợp với mục tiêu của bài toán mô phỏng dòng chảy trong mạng sông nghiên cứu và đặc điểm tình hình số liệu, tài liệu về điều kiện địa lý tự nhiên, tài liệu khí tượng thủy văn, số liệu địa hình. Đồng thời đây cũng là hai mô

hình đã được sử dụng rộng rãi ở Việt Nam và trên thế giới, đã được kiểm chứng qua nhiều đề tài, dự án.

2.2. Phương pháp xử lý và xây dựng bản đồ nguy cơ xâm nhập mặn

Bản đồ nguy cơ xâm nhập mặn được xây dựng trên cơ sở kết quả tính toán toán xâm nhập mặn trên hệ thống Sông Mã bằng mô hình Mike 11 (HD và AD) với các nhóm kịch bản khác nhau.

Bản đồ nguy cơ xâm nhập mặn là quá trình phân chia khu vực nghiên cứu thành các đơn vị tương đối đồng nhất dựa vào các yếu tố: Độ mặn tại các cống dọc sông, khu vực cống phụ trách cấp nước tưới. Bằng việc sử dụng kết hợp phương pháp bản đồ địa hình, bản đồ hành chính, số liệu điều tra khảo sát về các cống tưới, kết quả mô phỏng xâm nhập mặn với sự hỗ trợ của hệ thống thông tin địa lý - GIS, đặc biệt là module phân tích không gian. Các bản đồ được chuẩn hóa cùng hệ tọa độ UTM, kết hợp số liệu điều tra khảo sát vị trí các cống dọc sông và kết quả mô phỏng xâm nhập mặn nhằm xác định giá trị lưu lượng và độ mặn tại vị trí các cống trong các trường hợp tương ứng với các thời đoạn 182 ngày, 274 ngày và 355 ngày.

Quá trình xử lý và xây dựng bản đồ phân vùng xâm nhập mặn bao gồm các bước chính:

- + Sử dụng kết quả từ mô hình mô phỏng xâm nhập mặn để xác định độ mặn dọc sông tại vị trí các cống theo các kịch bản (Hiện trạng, 2030, 2050) ứng với các thời đoạn 182 ngày, 274 ngày và 355 ngày.

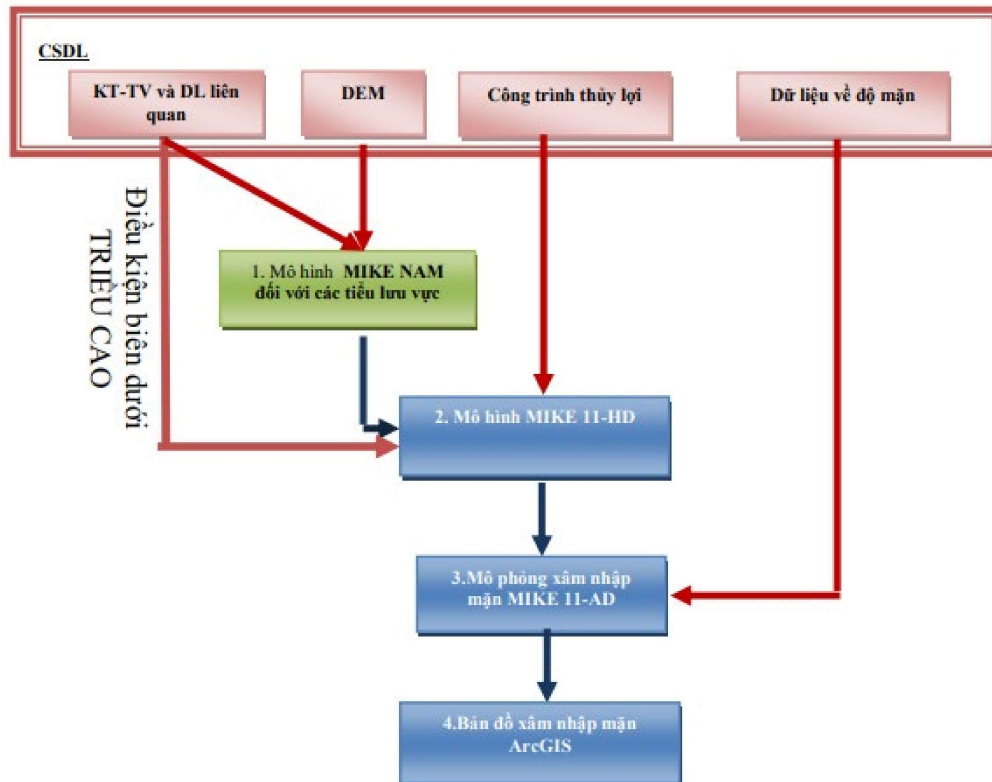
- + Bản đồ địa hình, bản đồ hành chính được tiến hành tích hợp với nhau, sau đó xác định vị trí các cống. Đồng thời sử dụng

cơ sở dữ liệu đã điều tra để xác định các vùng/khu vực mà công phụ trách cấp nước tưới (tài liệu này kế thừa từ kết quả điều tra các cống dọc Sông Mã của tài liệu [18]).

+ Nhập trường dữ liệu mặn cho các vùng được cấp nước tưới từ các cống.

+ Xây dựng bản đồ nguy cơ xâm nhập mặn tương ứng với các kịch bản hiện trạng, kịch bản BĐKH 2030, 2050.

Sơ đồ nghiên cứu của bài báo được thể hiện như Hình 1.



Hình 1: Sơ đồ nghiên cứu của bài toán

2.3. Cơ sở dữ liệu

2.3.1. Tài liệu khí tượng thủy văn

- Tài liệu lưu lượng: Lưu lượng giờ tại các trạm: Cẩm Thủy (Sông Mã), Cửa Đạt (Sông Chu); Thạch Lâm (Sông Bưởi), Hòa Thuận (Sông Hoạt) các năm 2009, 2010, 2011 và 2016.

- Tài liệu mực nước: Mực nước giờ tương ứng với thời gian các năm trên (2009, 2010, 2011 và 2016) tại các trạm trên các sông, cụ thể:

+ Sông Mã: Giàng, Hàm Rồng, Nguyệt Viên, Quảng Châu.

+ Sông Lèn: Cụ Thôn, Yên Ổn, Phà Thắm, Lạch Sung

+ Sông Lạch Trường: Cụ Đà, Vạn Ninh, Hoàng Hà, Lạch Trường

- Tài liệu độ mặn: Độ mặn thu thập được cùng thời gian trên tại các trạm trên các sông, cụ thể:

+ Sông Mã: Hàm Rồng, Nguyệt Viên, Quảng Châu.

+ Sông Lèn: Yên Ổn, Phà Thắm, Lạch Sung

+ Sông Lạch Trường: Vạn Ninh, Hoàng Hà, Lạch Trường

Nghiên cứu

Nguồn số liệu một phần được kê [5], một phần được cung cấp từ Đài Khí tượng Thủy văn (KTTV) Bắc Trung Bộ; Phần số liệu còn lại được cập nhật cho đến gần đây được cung cấp bởi Đài KTTV tỉnh Thanh Hóa. Tất cả nguồn số

liệu đảm bảo tính liên tục, độ chính xác và tin cậy cao.

2.3.2. Mặt cắt ngang

Tài liệu mặt cắt ngang của mạng sông nghiên cứu được thu thập và kế thừa từ tài liệu [5]. Cụ thể như Bảng 1

Bảng 1. Thống kê số lượng mắt cắt ngang

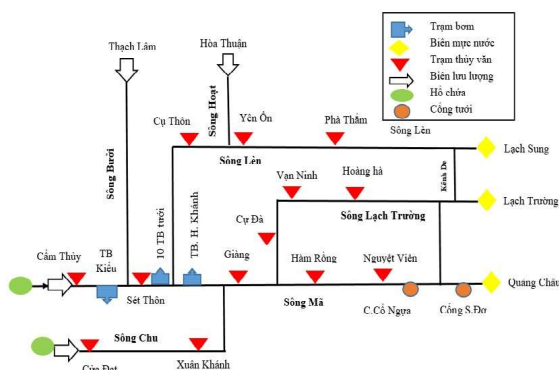
TT	Sông	Giới hạn đoạn sông	Số lượng mặt cắt	Chiều dài (km)
1	Sông Lèn	Ngã ba Bông - Cửa Lạch Sung	36	37,5
2	Sông Hoạt	Hòa Thuận - Ngã ba Tứ Thôn	23	22,4
3	Sông Mã	Sét Thôn - Hoàng Tân	32	52
4	Sông Lạch Trường	Ngã ba Tuần - Cửa Lạch Trường	24	25
5	Sông Chu	Xuân Khánh - Ngã ba Giảng	11	22,5
6	Kênh De	Điểm rẽ Sông Lèn - Lạch Trường	26	6,5
7	Sông Báo Văn	Tứ Thôn - giao Sông Lèn	14	9,5

2.3.3. Các công trình khai thác nước trên sông

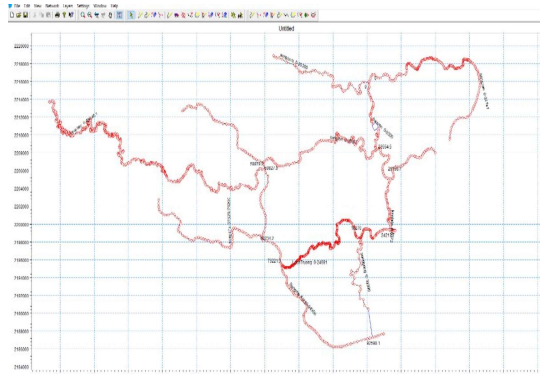
Trong phạm vi mô hình Mike 11 mô phỏng dòng chảy kiệt và xâm nhập mặn chỉ có một công trình được đưa vào mạng sông của mô hình, đó là cống/âu Báo Văn trên sông Báo Văn. Ngoài ra, trên hệ thống Sông Mã còn có nhiều công trình lấy nước cho tưới nông nghiệp và nhu cầu sử dụng khác dọc trên các tuyến sông. Các điểm lấy nước chính này được đưa vào mô phỏng trong Mike 11 dưới dạng các điểm nguồn lấy nước ra (cống,

trạm bơm). Tổng số có 11 cụm công trình lấy nước (cổng, trạm bơm) dọc các tuyến sông đã được đưa vào tính toán. Số liệu sử dụng của các cụm công trình này là lưu lượng trung bình ngày cần lấy tính theo nhu cầu sử dụng nước tổng hợp tại mỗi cụm công trình, được lấy theo [3].

Về hệ thống hồ chứa trong phạm vi nghiên cứu chỉ xét đến hai hồ chứa có công suất lớn: Cửa Đạt (Sông Chu) và Trung Sơn (Sông Mã). Mạng lưới trạm KTTV và các công trình lấy nước được minh họa trong Hình 2



Hình 2: Mạng lưới trạm KTTV và hệ thống công trình khai thác nước khu vực nghiên cứu



Hình 3: Sơ đồ mạng sông mô phỏng trong mô hình Mike 11

3. Xây dựng bản đồ nguy cơ xâm nhập mặn

3.1. Thiết lập số liệu đầu vào mô hình

3.1.1. Sơ đồ tính toán

Căn cứ vào thực tế khả năng xâm nhập mặn vào hệ thống Sông Mã trong mùa kiệt và số liệu đo đạc đồng bộ về thủy văn và độ mặn đã thu thập được, mô hình Mike 11 tính toán mô phỏng dòng chảy và xâm nhập mặn trong mùa kiệt được thiết lập là một phần hạ lưu vùng đồng bằng ven biển của mô hình thủy lực Mike 11 với phạm vi giới hạn như Hình 3.

Mạng sông trong mô hình Mike 11 được thiết lập bao gồm các công trình trên sông có ảnh hưởng đến dòng chảy mùa kiệt như các cống, trạm bơm lấy nước, đập dâng.

3.1.2. Điều kiện biên

Tài liệu biên thủy văn được sử dụng làm điều kiện biên cho mô hình Mike 11 trong tính toán thủy lực và xâm nhập mặn mùa kiệt gồm có:

- Quá trình lưu lượng $Q \sim t$ tại các biên thượng lưu:

+ Sét Thôn (Sông Mã): Sử dụng số liệu lưu lượng tính toán bằng tổng của lưu lượng Sông Mã tại Cẩm Thủy, các nhập lưu từ Cẩm Thủy đến Sét Thôn và lưu lượng Sông Bưởi;

+ Hoà Thuận (Sông Hoạt): Sử dụng số liệu lưu lượng giờ tính bằng Mike Nam;

+ Xuân Khánh (Sông Chu): Sử dụng số liệu lưu lượng tính toán bằng tổng lưu lượng tại Cửa Đạt và các nhập lưu từ Cửa Đạt đến Xuân Khánh;

- Quá trình lưu lượng $Q \sim t$ của các lưu vực nhập lưu khu giữa gia nhập vào hệ thống. Các biên nhập lưu này sử dụng số liệu lưu lượng giờ tính toán bằng Mike Nam (kế thừa từ tài liệu [5]).

Biên dưới: Số liệu mực nước giờ được lấy từ kết quả trích mực nước thủy triều từ các trạm Quảng Châu (Sông Mã), Cửa Lạch Sung (Sông Lèn) và Cửa Lạch Trường (sông Lạch Trường). Biên mặn: Với các biên trên thì coi độ mặn bằng không; Đối với các biên dưới thì lấy độ mặn thực đo tại các trạm Hoàng Tân (Quảng Châu), Lạch Sung, Lạch Trường.

3.2. Hiệu chỉnh và kiểm định mô hình thủy lực 1 chiều (Mike 11- HD)

Quá trình hiệu chỉnh thông số thủy lực được tính toán trong khoảng thời gian từ 17/3/2010 đến ngày 30/3/2010 tại các trạm thủy văn trên Sông Mã (Giàng, Hàm Rồng, Nguyệt Viên), trên Sông Lèn (Cụ Thôn, Yên Ổn, Phà Thắm), trên sông Lạch Trường (Cự Đà, Vạn Ninh, Hoàng Hà).

Để đảm bảo tính ổn định của mô hình, bộ thông số sau khi đã hiệu chỉnh cho năm 2010 sẽ tiếp tục được kiểm định lại cho các năm 2009, 2011 và 2016.

Kết quả hiệu chỉnh, kiểm định mô hình về mực nước và độ mặn tại các trạm đo được trình bày tại Bảng 2.

Bảng 2. Kết quả kiểm tra hệ số Nash tại các trạm thủy văn hiệu chỉnh HD

Vị trí trạm	Tuyến sông	Mực nước thực đo		Mực nước tính toán		Sai số đỉnh/chân		Chỉ tiêu Nash
		Hmax	Hmin	Hmax	Hmin	Hmax	Hmin	
Giàng	Mã	1,15	-0,74	1,10	-0,67	0,05	0,07	0,84
Quảng Châu	Mã	0,91	-0,81	0,99	-0,73	0,08	0,08	0,83
Lèn	Lèn	1,23	-0,65	1,09	-0,69	0,14	0,04	0,80
Cụ Thôn	Lèn	1,12	-0,71	1,02	-0,72	0,10	0,01	0,82
Cửa Sông Lèn	Lèn	1,02	-0,68	1,07	-0,75	0,05	0,07	0,84

Kết quả kiểm định mô hình với chỉ số kiểm định Nash tương ứng (Bảng 3, Bảng 4).

Bảng 3. Kết quả kiểm tra chỉ số Nash tại các trạm thủy văn kiểm định HD năm 2011

STT	Trạm kiểm định	Sông	Chỉ số Nash	Đánh giá
1	Giàng	Mã	0,97	Tốt
2	Hàm Rồng	Mã	0,98	Tốt
3	Nguyệt Viên	Mã	0,98	Tốt
4	Yên Ổn	Lèn	0,96	Tốt
5	Phà Thắm	Lèn	0,95	Tốt
6	Cự Đà	Lạch Trường	0,97	Tốt
7	Vạn Ninh	Lạch Trường	0,98	Tốt
8	Hoàng Hà	Lạch Trường	0,88	Tốt

Bảng 4. Kết quả kiểm tra chỉ số Nash tại các trạm thủy văn kiểm định HD năm 2016

STT	Trạm kiểm định	Sông	Chỉ số Nash	Đánh giá
1	Hàm Rồng	Mã	0,80	Tốt
2	Nguyệt Viên	Mã	0,85	Tốt
3	Phà Thắm	Lèn	0,83	Tốt
4	Cự Đà	Lạch Trường	0,85	Tốt
5	Hoàng Hà	Lạch Trường	0,87	Tốt

Nhận xét: Các so sánh giữa kết quả tính toán bằng mô hình thủy lực với số liệu thực đo tại 8 trạm thủy văn kiểm tra cho kết quả tương tự như trong giai đoạn hiệu chỉnh với chỉ số NASH khoảng 0,80 - 0,90. Chu kỳ dao động trùng pha nếu không kể đến khoảng thời gian mất ổn định do điều kiện ban đầu. Tại các trạm biên dưới, bị ảnh hưởng của thủy triều (gồm có các trạm Hàm Rồng, Nguyệt Viên trên Sông Mã; Vạn Ninh, Hoàng Hà trên sông Lạch Trường; Phà Thắm trên Sông Lèn), kết quả so sánh giữa giá trị mực nước tính toán và thực đo cũng khá phù hợp với chỉ số NASH khoảng 0,87 - 0,91.

3.3. Hiệu chỉnh kiểm định mô hình mô phỏng xâm nhập mặn 1 chiều (Mike 11- AD)

3.3.1. Hiệu chỉnh mô hình

Sau khi mô hình Mike 11 HD được hiệu chỉnh với bộ số liệu thủy văn đo

trong đợt khảo sát từ 17 - 30/3/2010, mô hình Mike 11 AD tiếp tục được hiệu chỉnh với bộ số liệu đo độ mặn đồng bộ với số liệu thủy văn trong đợt đo đạc này.

3.3.2. Kiểm định mô hình

Sau khi hiệu chỉnh, các thông số khuếch tán tiếp tục được đưa vào để kiểm định cho các 2009 và 2011 cũng tại các trạm thủy văn như ở quá trình hiệu chỉnh.

Nhận xét: Chỉ tiêu Nash cho các trạm đo mặn trên Sông Mã đạt giá trị tương đối tốt nằm trong khoảng 0,63 - 0,8; Tại Sông Lèn cũng đạt được kết quả tương đối tốt từ khoảng 0,71 - 0,79, tại sông Lạch Trường chỉ tiêu Nash đạt kết quả tương đối chấp nhận được khoảng 0,61 - 0,75.

Việc hiệu chỉnh và kiểm định cho module mặn đã đạt được kết quả khá tốt qua các năm cụ thể được tổng hợp như Bảng 5.

Bảng 5. Tổng hợp các kết quả hiệu chỉnh, kiểm định module khuếch tán

	Độ mặn	Sông Mã		Sông Lèn			Sông Lạch Trường	
Năm	Chỉ tiêu đánh giá	Hàm Rộng	Nguyệt Viên	Cự Thôn	Yên Ổn	Phà Thắm	Vạn Ninh	Hoàng Hà
Hiệu chỉnh 2010	Δ lệch đỉnh (%)	0,24	4,65	1,32	5,37	4,09	0,64	1
	Δ lệch chân (%)	0,1	0,01	0,33	1,04	0,5	2,28	0,6
	Nash - Sutcliffe	0,91	0,89	0,86	0,89	0,91	0,91	0,8
	Δt đỉnh (h)	0	1	2	2	2	2	2
Kiểm định 2009	Δ lệch đỉnh (%)	0,55	0,27		1,9	1,23	2,3	2,2
	Δ lệch chân (%)	0,16	1		0,2	0,2	0,6	0,06
	Nash - Sutcliffe	1	2		2	1	2	3
	Δt đỉnh (h)	0,63	0,8		0,79	0,71	0,75	0,61
Kiểm định 2011	Δ lệch đỉnh (%)		1,5		1,9	1,23	2,3	4,7
	Δ lệch chân (%)		0		0,2	0,2	0,6	0,23
	Δt đỉnh (h)		2		2	1	2	3
	Nash - Sutcliffe		0,89		0,87	0,92	0,75	0,78

Kết quả tính toán hiệu chỉnh, kiểm định mô hình lan truyền mặn một chiều Mike 11 AD cho hệ thống Sông Mã với chuỗi số liệu đo khảo sát trong thời kỳ mùa kiệt năm 2010 và 2009, 2011 cho thấy: Về xu thế biến động độ mặn: So với kết quả hiệu chỉnh, kiểm định mực nước thì kết quả hiệu chỉnh và kiểm định độ mặn không được tốt bằng, chênh lệch về độ lớn giữa tính toán và thực đo còn lớn, nhất là những thời điểm độ mặn nhỏ. Tuy nhiên, trong điều kiện mùa kiệt dòng chảy từ thượng nguồn về nhỏ và số liệu biên lưu lượng rất hạn chế thì kết quả này có thể chấp nhận được. Như vậy, mô hình mô phỏng thủy lực và lan truyền mặn trong mùa kiệt đã được hiệu chỉnh kiểm chứng với số liệu thực tế, mức độ sai số đảm bảo cho phép. Do đó có thể sử dụng mô hình để tính toán mô phỏng theo các kịch bản khác nhau.

3.4. Xây dựng kịch bản mô phỏng xâm nhập mặn

Kịch bản xâm nhập mặn là sự kết hợp biên trên là dòng chảy tại trạm Cẩm Thủy (Sông Mã), trạm Xuân Khánh (Sông

Chu), trạm Lương Ngọc (sông Cầu Chày) và trạm Hòa Thuận (Sông Hoạt); Biên lấy nước là lượng nước lấy từ sông phục vụ tưới và các hộ sử dụng nước khác và biên dưới là mực nước triều và độ mặn tại các cửa Sông Mã, Lạch Trường, Lèn, Cản.

3.4.1. Phương án hiện trạng

Đối với phương án hiện trạng, các kịch bản được kết hợp bởi:

- Điều kiện thủy văn trên lưu vực sông: Chuỗi dòng chảy của các tiểu lưu vực sẽ được sử dụng để xây dựng đường cong thời đoạn lưu lượng cho các năm thiếu nước trong quá khứ và sau đó lấy các thời đoạn 182, 274 và 335 ngày để phản ánh tần suất hạn hán cao, trung bình và thấp trong hệ thống sông. Trong đó có xem xét quy trình vận hành hệ thống liên hồ chứa lưu vực Sông Mã trong mùa cạn.

- Nhu cầu nước lấy từ các công trình/ cụm công trình trên một số đoạn sông trong mạng lưới sông cho tưới và nhiều mục đích sử dụng nước khác tương ứng với tần suất 85 %.

Nghiên cứu

- Mức nước triều cao trong thời kỳ khô hạn để mô phỏng sự xâm nhập mặn vào mạng lưới sông.

- Độ mặn nước biển: Do các cửa sông không có trạm đo độ mặn liên tục nhiều năm, chỉ có một số trạm đo ngắn ngày của một số đợt đo khảo sát mặn (trong thời kỳ đo mặn đã sử dụng để hiệu chỉnh và kiểm định mô hình dòng chảy kiệt và lan truyền mặn), nên trong nghiên cứu sử dụng biên độ mặn cửa sông là hằng số cố định cho các kịch bản. Căn cứ trên số liệu đo độ mặn của các trạm cửa sông đã lựa chọn giá trị hằng số độ mặn tại các biên cửa

sông bằng 26 ‰. Các kịch bản tính toán xâm nhập mặn cho thời kỳ hiện trạng cụ thể như Bảng 7.

3.4.2. Kịch bản BĐKH

a. Lựa chọn kịch bản

* Đối với kịch bản BĐKH

Các kịch bản BĐKH sẽ được mô phỏng theo các thời đoạn tính toán tương lai, giai đoạn năm 2030 đến giai đoạn năm 2050 để đánh giá được sự thay đổi liên quan tới khí hậu và sử dụng đất.

Lưu vực Sông Mã nằm trong khu vực Hòn Dấu - Đèo Ngang nên mực nước biển dâng theo các kịch bản như Bảng 6.

Bảng 6. Mực nước biển dâng khu vực Hòn Dấu - Đèo Ngang theo các kịch bản (cm) [2]

Khu vực	Các mốc thời gian của thế kỷ 21							
	2030	2040	2050	2060	2070	2080	2090	2100
RCP 4.5	13 (8 ÷ 18)	17 (10 ÷ 25)	22 (13 ÷ 32)	27 (16 ÷ 40)	33 (20 ÷ 48)	39 (24 ÷ 57)	46 (28 ÷ 66)	53 (32 ÷ 76)
RCP 8.5	13 (9 ÷ 18)	18 (12 ÷ 26)	25 (17 ÷ 35)	32 (22 ÷ 46)	41 (28 ÷ 58)	51 (34 ÷ 72)	61 (42 ÷ 87)	73 (49 ÷ 103)

Tiến hành xây dựng các kịch bản mô phỏng quá trình xâm nhập mặn có xét đến biến đổi khí hậu. Nghiên cứu lựa chọn phương án mô phỏng xâm nhập mặn trong thời kỳ tháng kiệt nhất trong năm (thời kỳ tháng 3 hàng năm) để mô phỏng quá trình xâm nhập mặn có xét đến BĐKH. Trong đó biên dưới được xác định theo sự tăng giảm của mực nước trong kịch bản biến đổi khí hậu.

b. Phương án BĐKH 2030, 2050

Các nhóm kịch bản tính toán xâm nhập mặn cho thời kỳ tương lai 2030 và 2050 sẽ có điều kiện biên:

- Điều kiện thủy văn trên lưu vực sông: Lưu lượng dòng chảy tương ứng với các giá trị cấp lưu lượng duy trì thời đoạn 182, 274 và 335 ngày có xét đến tác động của BĐKH tương ứng với các giai đoạn

2030 và 2050. Ngoài ra có xét đến lưu lượng xả của các hồ chứa thượng nguồn theo quy trình vận hành hệ thống liên hồ chứa lưu vực Sông Mã trong mùa cạn.

- Nhu cầu nước lấy từ các công trình/cụm công trình trên một số đoạn sông trong mạng lưới sông cho tưới và nhiều mục đích sử dụng nước khác tương ứng với tần suất mưa 85 % cho các giai đoạn tương lai 2030 và 2050.

- Mực nước triều cao trong thời kỳ khô hạn và có tính thêm mực nước nước biển dâng do BĐKH giai đoạn 2030 và 2050.

- Độ mặn nước biển: Tương tự như các kịch bản thời kỳ hiện tại, trong tính toán đã lựa chọn giá trị hằng số độ mặn tại các biên cửa sông bằng 26 ‰. Tóm lại, các kịch bản tính toán xâm nhập mặn cho thời kỳ tương lai 2030 và 2050 là các kịch bản được trình bày trong Bảng 7.

Bảng 7. Các kịch bản mô phỏng xâm nhập mặn

Thời đoạn duy trì lưu lượng	Biên trên (Lưu lượng - m³/s)												Trần suất cấp nước	Biên dưới (H-cm)
	Sông Mã			Sông Chu			Sông Cầu Chày			Sông Hoạt				
	Hiện trạng	2030	2050	Hiện trạng	2030	2050	Hiện trạng	2030	2050	Hiện trạng	2030	2050		
Thời đoạn 182 ngày	170,45	198,54	226,62	100,75	42,67	96,02	8,53	11,45	11,64	0,23	0,53	0,60	Tần suất 85 %	Triều cường cao trong mùa kiệt
Thời đoạn 274 ngày	67,94	75,45	88,1	69,32	61,36	65,36	4,48	6,59	6,95	0,13	0,33	0,41		
Thời đoạn 355 ngày	30,92	33,98	38,56	48,65	91,39	96,02	8,51	3,89	4,14	0,09	0,22	0,28		
Quy trình vận hành hồ	90,1	90,1	90,1	71,22	71,22	71,22	8,51	8,51	8,51	0,23	0,23	0,23		

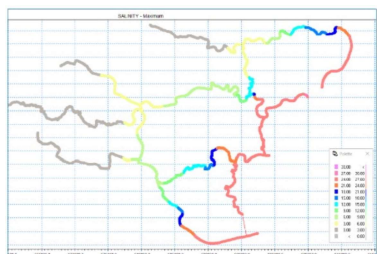
3.5. Mô phỏng kịch bản

3.5.1. Đối với trường hợp hiện trạng

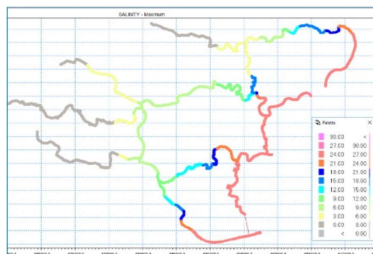
Kết quả tính toán xâm nhập mặn trên hệ thống Sông Mã với nhóm kịch bản hiện trạng được thể hiện như các hình từ Hình 4 đến Hình 6.

Theo kết quả tính toán với nhóm kịch bản hiện trạng cho thấy không có sự

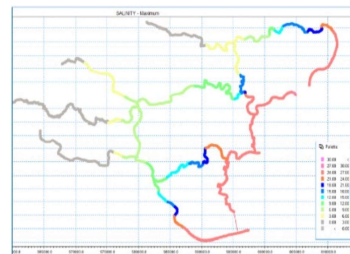
chênh lệch nhiều về mức độ xâm nhập mặn giữa 04 kịch bản trong trường hợp này. Có thể nhận thấy độ mặn lớn hơn 20 ‰ xâm nhập từ 4 cửa sông vào các sông với khoảng cách khá xa khoảng 10 - 15 km, sau đó độ mặn giảm mạnh xuống dưới 10 ‰ ở khoảng cách từ 5 - 10 km tiếp theo.



Hình 4: Độ mặn lớn nhất ứng với dòng chảy thời đoạn 182



Hình 5: Độ mặn lớn nhất ứng với dòng chảy thời đoạn 274 ngày



Hình 6: Độ mặn lớn nhất ứng với dòng chảy thời đoạn 355 ngày

Nhận xét:

- Kết quả phân tích xác định chiều dài xâm nhập mặn ứng với ranh giới độ mặn 4 ‰ và 1 ‰ thể hiện trong Bảng 7. Có thể nhận thấy:

+ Trên tuyến Sông Mã: Mặn xâm nhập vào sâu trong sông nhất với kịch bản

355 ngày với ranh giới độ mặn 4 ‰ và 1 ‰ cách cửa sông lần lượt là 46 km và 49 km; Mặn xâm nhập vào trong sông ít nhất là kịch bản (182 ngày) với ranh giới độ mặn 4 ‰ và 1 ‰ cách cửa sông lần lượt là 27 km và 40 km. Kịch bản hồ chứa xả theo quy trình vận hành mùa kiệt thì

Nghiên cứu

ranh giới độ mặn 4 ‰ và 1 ‰ cách cửa sông lần lượt là 39,5 km và 44 km.

+ Trên tuyến Sông Chu: Mặn xâm nhập vào sâu trong sông nhất với kịch bản 355 ngày với ranh giới độ mặn 4 ‰ và 1 ‰ cách cửa sông lần lượt là 6 km và 7,5 km; Mặn xâm nhập vào trong sông ít nhất là kịch bản 182 ngày với ranh giới độ mặn 4 ‰ và 1 ‰ cách cửa sông lần lượt là 0,5 km và 4,5 km. Kịch bản hồ chứa xả theo quy trình vận hành mùa kiệt thì ranh giới độ mặn 4 ‰ và 1 ‰ cách cửa sông lần lượt là 2 km và 6 km.

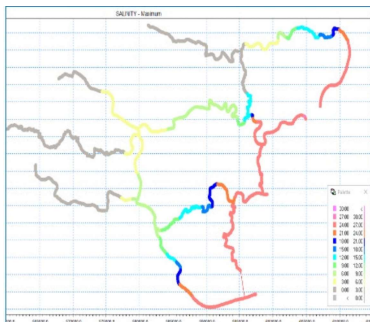
+ Trên tuyến Sông Hoạt: Mặn xâm nhập vào sâu trong sông nhất với kịch bản (355 ngày) với ranh giới độ mặn 4 ‰ và 1 ‰ cách cửa sông lần lượt là 3,5 km và 16,8 km; Mặn xâm nhập vào trong sông ít nhất là kịch bản 182 ngày với ranh giới độ mặn 4 ‰ và 1 ‰ cách cửa sông lần lượt là 0,5 km và 16 km. Kịch bản hồ chứa xả theo quy trình vận hành mùa kiệt thì ranh

giới độ mặn 4 ‰ và 1 ‰ cách cửa sông lần lượt là 2 km và 16,5 km.

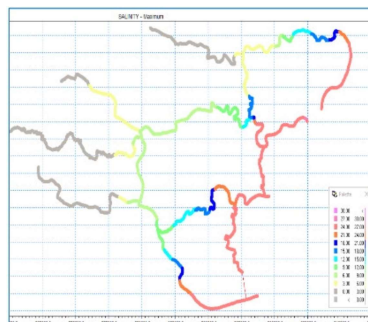
+ Trên tuyến sông Cầu Chày: Mặn xâm nhập vào sâu trong sông nhất với kịch bản 355 ngày với ranh giới độ mặn 4 ‰ và 1 ‰ cách cửa sông lần lượt là 8,5 km và 9,5 km; Mặn xâm nhập vào trong sông ít nhất là kịch bản 182 ngày với ranh giới độ mặn 4 ‰ và 1 ‰ cách cửa sông lần lượt là 1,5 km và 7 km. Kịch bản hồ chứa xả theo quy trình vận hành mùa kiệt thì ranh giới độ mặn 4 ‰ và 1 ‰ cách cửa sông lần lượt là 5 km và 8 km.

3.5.2. Đối với kịch bản 2030

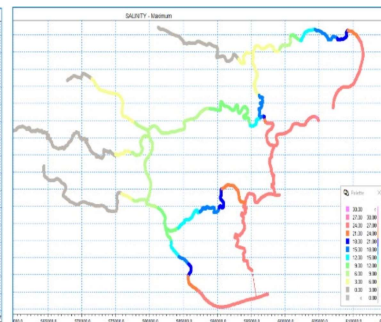
Kết quả tính toán xâm nhập mặn trên hệ thống Sông Mã với nhóm kịch bản giai đoạn tương lai đến năm 2030 trong điều kiện BĐKH được thể hiện như Hình 7 (a, b, c). Theo kết quả tính toán với nhóm kịch bản BĐKH giai đoạn năm 2030 cho thấy cũng không có sự chênh lệch nhiều về mức độ xâm nhập mặn giữa 04 kịch bản trong nhóm này.



Hình 7a: Độ mặn lớn nhất ứng với dòng chảy thời đoạn 182 ngày ứng với kịch bản BĐKH 2030



Hình 7b: Độ mặn lớn nhất ứng với dòng chảy thời đoạn 274 ngày ứng với kịch bản BĐKH 2030



Hình 7c: Độ mặn lớn nhất ứng với dòng chảy thời đoạn 355 ngày ứng với kịch bản BĐKH 2030

Kết quả xác định chiều dài xâm nhập mặn ứng với ranh giới độ mặn 4 ‰ và 1 ‰ thể hiện trong Bảng 6 cho thấy:

- Đối với tuyến Sông Mã: Mặn xâm nhập vào sâu trong sông nhất với kịch bản 355 ngày với ranh giới độ mặn 4 ‰ và 1 ‰ cách cửa sông lần lượt là 46,5 km và

49 km; Mặn xâm nhập vào trong sông ít nhất là kịch bản 182 ngày với ranh giới độ mặn 4 ‰ và 1 ‰ cách cửa sông lần lượt là 27,6 km và 40 km.

- Đối với tuyến Sông Chu: Mặn xâm nhập vào sâu trong sông nhất với kịch bản

355 ngày với ranh giới độ mặn 4 ‰ và 1 ‰ cách cửa sông lần lượt là 6,5 km và 8 km; Mặn xâm nhập vào trong sông ít nhất là kịch bản 182 ngày với ranh giới độ mặn 4 ‰ và 1 ‰ cách cửa sông lần lượt là 0,6 km và 4,8 km.

- Đối với tuyến Sông Hoạt: Mặn xâm nhập vào sâu trong sông nhất với kịch bản 355 ngày với ranh giới độ mặn 4 ‰ và 1 ‰ cách cửa sông lần lượt là 3,5 km và 17 km; Mặn xâm nhập vào trong sông ít nhất là kịch bản 182 ngày với ranh giới độ mặn 4 ‰ và 1 ‰ cách cửa sông lần lượt là 0,9 km và 16,5 km.

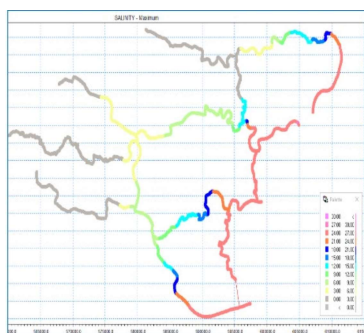
- Đối với tuyến sông Cầu Chày: Mặn xâm nhập vào sâu trong sông nhất với kịch bản 355 ngày với ranh giới độ mặn 4 ‰ và 1 ‰ cách cửa sông lần lượt là 8,5 km và 9,5 km; Mặn xâm nhập vào trong sông ít nhất là kịch bản 182 ngày với ranh giới độ mặn 4 ‰ và 1 ‰ cách cửa sông lần lượt là 1,5 km và 7,5 km.

3.5.3. Đối với kịch bản 2050

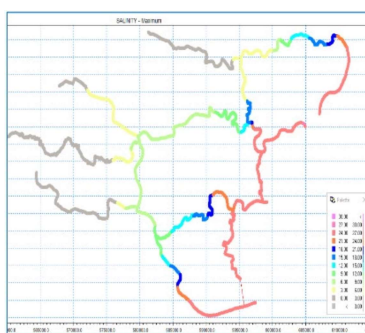
Kết quả tính toán xâm nhập mặn trên hệ thống Sông Mã với nhóm kịch bản giai đoạn tương lai đến năm 2050 trong điều kiện BĐKH được thể hiện như các hình từ Hình 8 đến Hình 10 và Bảng 7.

Theo kết quả tính toán với nhóm kịch bản BĐKH giai đoạn năm 2050 cho thấy cũng không có sự chênh lệch nhiều về mức độ xâm nhập mặn giữa 03 kịch bản trong nhóm này.

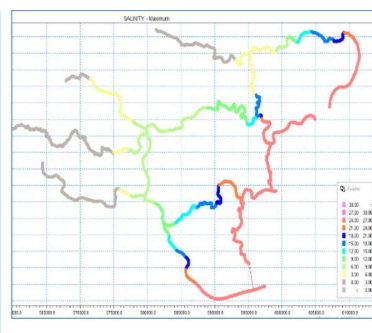
Từ Hình 8 đến Hình 10 thể hiện độ mặn lớn nhất dọc sông trong toàn bộ khoảng thời gian mô phỏng theo thang màu. Tương tự như hai nhóm kịch bản hiện trạng và kịch bản BĐKH đến năm 2030, với nhóm kịch bản BĐKH đến năm 2050 độ mặn lớn hơn 20 ‰ xâm nhập từ 04 cửa sông vào các sông với khoảng cách khá xa khoảng 10 - 15 km, sau đó độ mặn giảm mạnh xuống dưới 10 ‰ ở khoảng cách từ 5 - 10 km tiếp theo.



Hình 8: Độ mặn lớn nhất ứng với dòng chảy thời đoạn 182 ngày ứng với kịch bản BĐKH 2050



Hình 9: Độ mặn lớn nhất ứng với dòng chảy thời đoạn 274 ngày ứng với kịch bản BĐKH 2050



Hình 10: Độ mặn lớn nhất ứng với dòng chảy thời đoạn 355 ngày ứng với kịch bản BĐKH 2050.

Kết quả xác định chiều dài xâm nhập mặn ứng với ranh giới độ mặn 4 ‰ và 1 ‰ thể hiện trong Bảng 8 cho thấy:

- Đối với tuyến Sông Mã: Mặn xâm nhập vào sâu trong sông nhất với kịch bản 355 ngày với ranh giới độ mặn 4 ‰ và 1 ‰ cách cửa sông lần lượt là 47 km và

49 km; Mặn xâm nhập vào trong sông ít nhất là kịch bản 182 ngày với ranh giới độ mặn 4 ‰ và 1 ‰ cách cửa sông lần lượt là 27,6 km và 40 km.

- Đối với tuyến Sông Chu: Mặn xâm nhập vào sâu trong sông nhất với kịch bản

Nghiên cứu

355 ngày với ranh giới độ mặn 4 ‰ và 1 ‰ cách cửa sông lần lượt là 6,5 km và 8,5 km; Mặn xâm nhập vào trong sông ít nhất là kịch bản 182 ngày với ranh giới độ mặn 4 ‰ và 1 ‰ cách cửa sông lần lượt là 0,6 km và 4,8 km.

- Đối với tuyến Sông Hoạt: Mặn xâm nhập vào sâu trong sông nhất với kịch bản 355 ngày với ranh giới độ mặn 4 ‰ và 1 ‰ cách cửa sông lần lượt là 4,0 km và 17,5 km; Mặn xâm nhập vào

trong sông ít nhất là kịch bản 182 ngày với ranh giới độ mặn 4 ‰ và 1 ‰ cách cửa sông lần lượt là 0,9 km và 16,5 km.

- Đối với tuyến sông Cầu Chày: Mặn xâm nhập vào sâu trong sông nhất với kịch bản 355 ngày với ranh giới độ mặn 4 ‰ và 1 ‰ cách cửa sông lần lượt là 8,5 km và 10 km; Mặn xâm nhập vào trong sông ít nhất là kịch bản 182 ngày với ranh giới độ mặn 4 ‰ và 1 ‰ cách cửa sông lần lượt là 1,5 km và 7,5 km.

Bảng 8. Khoảng cách xâm nhập mặn trên các sông trường hợp hiện trạng, BĐKH 2030, 2050

TT	Sông	Kịch bản	Khoảng cách xâm nhập mặn lớn nhất (km)						Giới hạn tính từ
			1 ‰			4 ‰			
			Hiện trạng	2030	2050	Hiện trạng	2030	2050	
1	Mã	182 ngày	40	40	40	27	27,6	27,6	Cửa Sông Mã
2	Chu		4,6	4,8	4,8	0,5	0,6	0,6	Ngã ba Giàng
3	Hoạt		16	16,5	16,5	0,8	0,9	0,9	Ngã ba Tứ Thôn
4	Cầu Chày		7,5	7,5	7,5	1,5	1,5	1,5	Nhập lưu Sông Mã
5	Mã	274 ngày	45	45	45,5	41	42	42	Cửa Sông Mã
6	Chu		7,0	7,0	7,0	3,5	4,0	4,0	Ngã ba Giàng
7	Hoạt		16,5	16,8	16,8	2,5	2,5	3,0	Ngã ba Tứ Thôn
8	Cầu Chày		8	8	8	6,0	6,5	6,5	Nhập lưu Sông Mã
9	Mã	355 ngày	49	49	49	46	46,5	47	Cửa Sông Mã
10	Chu		8	8	8,5	6	6,5	6,5	Ngã ba Giàng
11	Hoạt		16,8	17	17,5	3,5	3,5	4,0	Ngã ba Tứ Thôn
12	Cầu Chày		9,5	9,5	10	8,5	8,5	8,5	Nhập lưu Sông Mã

3.6. Xây dựng bản đồ nguy cơ xâm nhập mặn

Lớp nguy cơ cho mỗi vùng (sử dụng nước) được xác định tùy thuộc vào thời gian tương ứng với lưu lượng tham chiếu (Q_s) từ đường cong thời đoạn lưu lượng của năm tham chiếu, được xây dựng cho các điều kiện biên trên. Việc xây dựng đường cong duy trì lưu lượng được thực hiện dựa trên số liệu lưu lượng ngày tại các trạm của một số năm hạn hán điển hình trong 5 năm gần đây, bao gồm: 2006, 2009, 2010, 2012 và 2016. Với mỗi năm

hạn điển hình, tiến hành xây dựng đường cong duy trì lưu lượng trung bình ngày, sau đó xây dựng đường cong duy trì lưu lượng trung bình của 5 năm.

Vùng chịu ảnh hưởng của nguy cơ xâm nhập mặn sẽ phụ thuộc vào độ mặn tại hệ thống công trình đảm bảo cấp nước tưới cho vùng đó. Nếu một khu vực rất gần biển, thời gian này thường dài (nước thường xuyên hoặc luôn mặn). Ở khu xa hơn so với biển, thì thời gian này sẽ ngắn hơn (chỉ đối với các dòng chảy nhỏ ở sông, xâm nhập mặn

mới xâm nhập tới). Bảng 9 cho phép xác định nguy cơ xâm nhập mặn trong quá trình sử dụng nước. Lớp nguy cơ này có liên quan đến tất cả các khu vực có thể

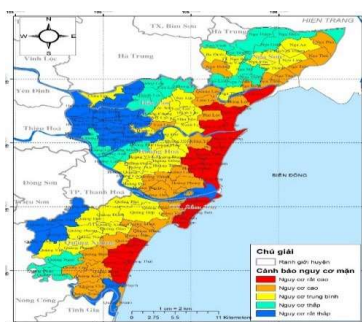
lấy nước trên đoạn sông thông qua hệ thống công trình bị ảnh hưởng của xâm nhập mặn để phục vụ cho các nhu cầu sử dụng sử dụng nước.

Bảng 9. Phân loại mức nguy cơ xâm nhập mặn [10]

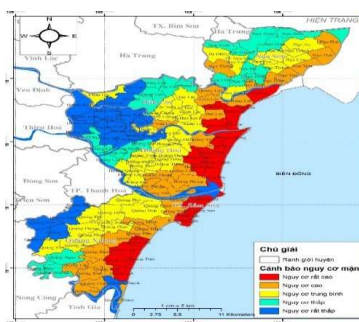
Mức độ nguy cơ	Thời đoạn của Q_s (cho nhu cầu nước 85 %)
Nguy cơ rất thấp (gần như không có nguy cơ)	Xâm nhập mặn chưa bao giờ tiến vào đến khu này
R1 (nguy cơ thấp)	Thời đoạn $Q_s \leq 355$ ngày
R2 (nguy cơ trung bình)	$355 \text{ ngày} \leq \text{thời đoạn } Q_s < 274 \text{ ngày}$
R3 (nguy cơ cao)	$274 \text{ ngày} \leq \text{thời gian } Q_s < 182 \text{ ngày}$
R4 (nguy cơ rất cao)	Thời đoạn $Q_s > 182$ ngày

Từ kết quả mô phỏng xâm nhập mặn từ mô hình đã mô phỏng cho các trường hợp của kịch bản hiện trạng (182 ngày, 274 ngày và 355 ngày), bài báo xác định các ngưỡng độ mặn 1 ‰, 4 ‰ và 10 ‰ tại vị trí các công trình phục vụ sử dụng nước dọc sông. Bởi độ mặn 1 ‰, 4 ‰ và 10 ‰ lần lượt là các ngưỡng cho nước sinh hoạt, ngưỡng sinh trưởng phát triển của cây lúa và ngưỡng cho môi trường sông của thủy hải sản: Tôm, cua, ngao,... Ở đây xét đến là các cống tưới dọc sông có công suất tưới vừa và lớn. Mỗi cống

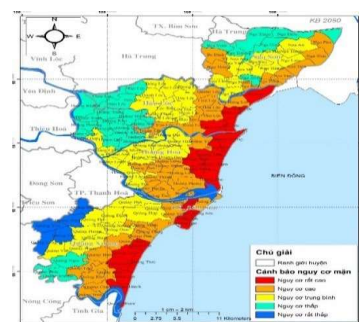
sẽ phụ trách cấp nước tưới cho một vùng bao gồm các xã mà cống phụ trách tưới. Dữ liệu về các cống được thu thập từ [5]. Kết hợp với thang phân chia mức độ nguy cơ, nghiên cứu đưa ra bản đồ nguy cơ cho các ngưỡng như Hình 11, 12 và 13 dựa trên giả giả thiết, nguy cơ xâm nhập mặn tại các xã được xác định theo độ mặn tại các cống tưới. Theo đó các xã có sản xuất nông nghiệp lấy nước từ sông được đưa vào bản đồ xâm nhập mặn, ta có thể hình dung khu vực có thể bị ảnh hưởng nếu có sử dụng nước mặt trong thời kỳ hạn hán.



Hình 11: Bản đồ nguy cơ xâm nhập mặn trong trường hợp hiện trạng



Hình 12: Bản đồ nguy cơ xâm nhập mặn kịch bản BĐKH 2030



Hình 13: Bản đồ nguy cơ xâm nhập mặn kịch bản BĐKH 2050

4. Nhận xét, đánh giá

Kết quả tính toán mô phỏng lan truyền mặn theo các kịch bản cho thấy:

- Trong điều kiện hiện trạng: Quy luật chung về xâm nhập mặn trên các tuyến sông là độ mặn lớn hơn 20 ‰ xâm nhập

từ 03 cửa sông vào các sông với khoảng cách khá xa khoảng 10 - 15 km, sau đó độ mặn giảm mạnh xuống dưới 10 ‰ ở khoảng cách từ 5 - 10 km tiếp theo và sau đó độ mặn tiếp tục giảm khi sâu vào trong sông với mức độ triệt giảm độ mặn chậm hơn. Nếu lấy ranh giới mặn 4 ‰ và 1 ‰

để đánh giá thì chiều dài xâm nhập mặn lớn nhất trên các tuyến sông như sau:

+ Trên tuyến Sông Mã: Khoảng cách xâm nhập mặn tính từ cửa sông lớn nhất với các kịch bản tương ứng ranh giới mặn 4 ‰ và 1 ‰ lần lượt là 27 - 46 km và 40 - 49 km.

+ Trên tuyến Sông Hoạt: Khoảng cách xâm nhập mặn tính từ ngã ba Tứ Thôn lớn nhất với các kịch bản tương ứng ranh giới mặn 4 ‰ và 1 ‰ lần lượt là 0,5 - 3,5 km và 16 - 16,8 km.

+ Trên tuyến Sông Chu: Khoảng cách xâm nhập mặn tính từ ngã ba Giàng lớn nhất với các kịch bản tương ứng ranh giới mặn 4 ‰ và 1 ‰ lần lượt là 0,5 - 6 km và 4,5 - 7,5 km.

+ Trên tuyến sông Cầu Chày: Khoảng cách xâm nhập mặn tính từ ngã ba nhập lưu vào Sông Mã lớn nhất với các kịch bản tương ứng ranh giới mặn 4 ‰ và 1 ‰ lần lượt là 1,5 - 8,5 km và 7 - 9,5 km.

- Với giai đoạn tương lai có xét đến BĐKH giai đoạn 2030 và 2050: So với nhóm kịch bản hiện trạng thì các nhóm kịch bản BĐKH có điều kiện biên mực nước triều dâng cao hơn (cộng thêm mực nước biển dâng trung bình của các thời kỳ BĐKH), nhưng đồng thời BĐKH cũng làm thay đổi lượng mưa và dòng chảy mùa kiệt trên lưu vực các sông có mức độ tăng giảm khác nhau, nên tổng hòa các điều kiện biên lại thì xu thế gia tăng khoảng cách xâm nhập mặn lớn nhất trên các tuyến sông không có cự biến động lớn, chỉ chênh lệch từ 0,1 - 1,5 km so với hiện trạng.

Như vậy, ảnh hưởng của xâm nhập mặn đến khu vực hạ du lưu vực Sông Mã là rất lớn, do đó cần nghiên cứu đề xuất

các giải pháp nhằm giảm thiểu các tác động của thiên tai hạn hán và xâm nhập mặn trên hệ thống Sông Mã, đặc biệt là hệ thống công trình ngăn mặn, trữ nước ngọt khu vực cửa sông ven biển trên các tuyến Sông Lèn, Sông Càn, kênh De để ngăn mặn xâm nhập từ biển vào qua các cửa sông và trữ được nguồn nước ngọt trong các lòng sông.

5. Kết luận

Bài báo đã tổng quan các nghiên cứu trong và ngoài nước theo hướng nghiên cứu của bài báo, qua đó cho thấy hướng nghiên cứu về xây dựng bản đồ nguy cơ xâm nhập mặn vùng ven biển Sông Mã là hướng nghiên cứu phù hợp và có ý nghĩa thực tiễn trong quá trình khai thác sử dụng nước.

Nghiên cứu đã mô phỏng quá trình xâm nhập mặn vùng hạ lưu Sông Mã theo các trường hợp kịch bản khác nhau trong điều kiện BĐKH bằng việc sử dụng phương pháp mô hình toán (Mike 11, Mike Nam) kết hợp với công cụ GIS, từ đó thực hiện các bước xử lý và xây dựng bản đồ nguy cơ xâm nhập mặn tương ứng với các trường hợp biên lưu lượng của mô hình (355 ngày, 274 ngày và 182 ngày). Kết quả cho thấy, các vùng có nguy cơ cao và rất cao thường phân bố chủ yếu thuộc các xã địa bàn các huyện Nga Sơn, Hậu Lộc, Hoàng Hóa, Quảng Xương, thành phố Sầm Sơn. Với kết quả này, có thể sử dụng để tham khảo trong quá trình đánh giá rủi ro thiên tai xâm nhập mặn vùng đồng bằng ven biển Sông Mã.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

[1]. Nguyễn Thái Ân, Trần Thị Lệ Hằng, Văn Phạm Đăng Trí, Nguyễn Văn Bé (2017). *Ảnh hưởng của xâm nhập mặn đến công tác quản lý nguồn tài nguyên nước trong sản xuất*

nông nghiệp tại huyện Long Phú, tỉnh Sóc Trăng. Tạp chí Khoa học Trường Đại học Cần Thơ, vol. Phần A: 104 - 112. Doi: 10.22144/ctu.jun.2017.116, no. tập 52, 2017.

[2]. Bộ Tài nguyên và Môi trường (2016). *Kịch bản biến đổi khí hậu*.

[3]. Công ty TNHH một thành viên Thủy lợi Nam Sông Chu, Bắc Sông Mã (2018). *Báo cáo tổng hợp các chỉ tiêu kỹ thuật của các trạm bơm*.

[4]. Vũ Ngọc Dương (2017). *Nghiên cứu chế độ vận hành thích nghi hồ chứa nước Cửa Đạt trong mùa kiệt phục vụ quy hoạch phát triển kinh tế - xã hội tỉnh Thanh Hóa*. Trường Đại học Thủy Lợi, Luận án Tiến sĩ kỹ thuật.

[5]. Nguyễn Văn Dũng (2018). *An Giang ứng phó với hạn hán và xâm nhập mặn*. Tạp chí Tài nguyên và Môi trường, vol. Kỳ I, pp. 47 - 48, July 2018.

[6]. Lê Thanh Hà (2014). *Xây dựng mô hình dự báo xâm nhập mặn vùng hạ lưu Sông Mã, Sông Yên tỉnh Thanh Hóa*.

[7]. Đoàn Thanh Hằng (2010). *Xây dựng chương trình dự báo xâm nhập mặn đồng bằng Sông Hồng - Thái Bình*. Đề tài nghiên cứu khoa học cấp Bộ.

[8]. Phạm Việt Hòa (2019). *Nghiên cứu, đánh giá và phân vùng xâm nhập mặn trên cơ sở công nghệ viễn thám đa tầng, đa độ phân giải, đa thời gian - Ứng dụng thí điểm tại tỉnh Bến Tre*. Viện Địa lý Tài nguyên TP. HCM. Đề tài NCKH cấp Quốc gia.

[9]. Lê Thị Thường (2021). *Nghiên cứu cơ sở khoa học phân vùng hạn - mặn và đề xuất giải pháp thích ứng cho vùng đồng bằng ven biển Sông Mã*. Luận án Tiến sĩ kỹ thuật, Trường Đại học Thủy Lợi.

[10]. Trung tâm Cảnh báo và Dự báo tài nguyên nước (2016). *Phát triển và thực hiện các giải pháp thích ứng với biến đổi khí hậu khu vực ven biển Việt Nam*. Trung tâm Quy hoạch và Điều tra tài nguyên nước Quốc gia.

[11]. Phan Hoàng Vũ và nnk (2016). *Phân vùng rủi ro trong sản xuất nông nghiệp dưới tác động của xâm nhập mặn ở tỉnh Bạc Liêu*. Tạp chí Khoa học Trường Đại học Cần Thơ, Phần A - Khoa học Tự nhiên, Công nghệ và Môi trường, No. 42, p. 70 - 80.

BBT nhận bài: 03/10/2022; Phản biện xong: 25/10/2022; Chấp nhận đăng: 12/12/2022