

# Nghiên cứu ứng dụng mô hình MIKE để đánh giá ảnh hưởng của sự biến đổi khí hậu và nước biển dâng đến quá trình xâm nhập mặn ở các cửa sông lưu vực sông Vu Gia - Thu Bồn, Việt nam

Study on the Application of MIKE Model to Assess the Effect of Climate Changes-Sea Level Rise on the Salinity Intrusion in the Estuaries in Vu Gia-Thu Bon River Basin, Vietnam

Nguyễn Ngọc Huệ<sup>1\*</sup>, Nguyễn Thu Hà<sup>1</sup>, Nghiêm Thị Thương<sup>1</sup>, Phạm Văn Tiến<sup>1</sup>, Hồ Hữu Lộc<sup>2</sup>, Hoàng Văn Đạt<sup>3</sup>

<sup>(1)</sup> Trường Đại học Bách khoa Hà Nội

<sup>(2)</sup> Đại học Kyoto - Nhật Bản

<sup>(3)</sup> Viện Khoa học Khí tượng Thủy văn và Biến đổi khí hậu (IMHEN)

Đến Tòa soạn: 28-6-2017; chấp nhận đăng: 25-01-2018

## Tóm tắt

Trong những năm trở lại đây, xâm nhập mặn là một trong những thách thức lớn cho các tỉnh miền Trung Việt Nam nói chung và với lưu vực sông Vu Gia - Thu Bồn nói riêng dưới tác động của biến đổi khí hậu và nước biển dâng. Trong bài báo này, mô hình MIKE NAM và MIKE 11 đã được sử dụng để đánh giá quá trình xâm nhập mặn trong mùa cạn theo kịch bản RCP4.5 của Bộ Tài nguyên và Môi trường Việt Nam năm 2016 theo các thời kỳ 2016-2035, 2046-2065 và 2080-2099. Trong thời kì nền (1986-2005), các kết quả cho thấy khoảng cách xâm nhập mặn trên sông Vu Gia ứng với độ mặn 1‰ là 16,2km và 12,5km cho độ mặn 4‰. Trên sông Thu Bồn, độ mặn 1‰ cách cửa sông 20,9km và 17,4km cho độ mặn 4‰. Theo kịch bản RCP4.5, đến cuối thế kỷ 21 nếm mặn đi sâu hơn vào trong đất liền khoảng 4,2 - 5,0km so với kịch bản nền.

Từ khóa: xâm nhập mặn, MIKE11, MIKE NAM, biến đổi khí hậu, lưu vực sông Vu Gia - Thu Bồn...

## Abstract

In recent years, salinity intrusion is a major challenge for provinces in the central of Vietnam in general and Vu Gia - Thu Bon river basin in particular under climate change - sea level rise scenarios. In this paper, MIKE-NAM and MIKE 11 are used to simulate the salinity intrusion process during dry season by using RCP4.5 scenarios for Vietnam introduced by the Ministry of Natural Resources and Environment of Vietnam (2016) for 3 periods of 2016-2035, 2046-2065 and 2080-2099. In the base period 1986-2005, the results show that the distance of 1‰ and 4‰ salinity intrusion is reported at Vu Gia Rivers of 16.2km and 12.5km, 20.9km and 17.4km at Thu Bon River, respectively. According to the scenario RCP4.5, the distance of salinity intrusion extends into the inland about 4.2-5km compared to the base scenario by the end of the 21<sup>st</sup> century.

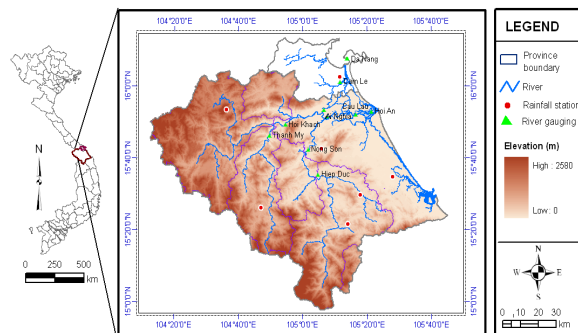
Keywords: salinity intrusion, MIKE11, MIKE NAM, climate changes, VuGia -ThuBon river basin...

## 1. Đặt vấn đề

Trong những năm trở lại đây, những ảnh hưởng của biến đổi khí hậu (BĐKH) ngày càng rõ rệt đến đời sống, sự phát triển kinh tế và là thách thức không nhỏ với các nhà khoa học và quản lý trên thế giới nói chung và Việt Nam nói riêng trong vấn đề thích ứng.

Ở Việt Nam, những diễn biến khó lường về sự thay đổi độ mặn của nước các vùng cửa sông do sự thay đổi bất thường của khí hậu đã và đang gây ảnh hưởng nghiêm trọng đến ngành sản xuất nông ngư nghiệp như nhu cầu nước tưới tiêu, nước sinh hoạt... [1,2,5]. Trong một năm, độ mặn thay đổi theo mùa lũ và mùa cạn rõ rệt. Mùa lũ khi lượng nước

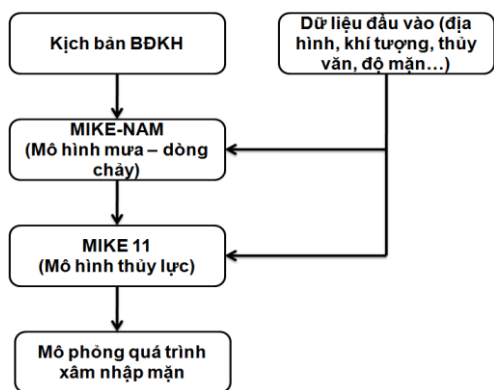
sông lớn, có tác dụng đẩy nước mặn ra xa bờ nên độ mặn ở vùng cửa sông thường nhỏ. Về mùa cạn, lưu lượng nước sông từ thượng lưu về nhỏ, nên nước biển tiến sâu vào nội địa làm cho độ mặn tăng lên.



Hình 1. Lưu vực sông Vu Gia - Thu Bồn

\* Địa chỉ liên hệ: Tel: 0976545519  
Email: tue.nguyennhoc@hust.edu.vn

Ở đồng bằng Bắc Bộ, độ mặn lớn nhất thường xuất hiện vào tháng 1 đến tháng 3, còn nhỏ nhất thường vào tháng 8 hoặc tháng 9. Hệ thống sông Vu Gia - Thu Bồn, có diện tích lưu vực khoảng 10350 km<sup>2</sup>, nằm ở phần phía Bắc của vùng Trung Trung Bộ và có tọa độ địa lý: (107°13'-108°34') kinh độ đông, (14°58'-160°4') vĩ độ bắc (Hình 1); hợp thành bởi dòng chính sông Thu Bồn và các sông nhánh Vu Gia, Ly Ly, Túy Loan... Lưu vực này nằm ở phía đông dãy Trường Sơn Nam, phía Bắc giáp lưu vực sông Hương, phía Tây giáp sông Xê Công - là một nhánh của sông Mê Kông - ở lãnh thổ Lào, phía Nam giáp các lưu vực sông: Tam Kỳ, Sê San, Ba, Trà Bồng, Trà Khúc, phía đông giáp biển (IMHEN- Viện Khoa học Khí tượng Thủy văn và Biến đổi khí hậu). Dòng chảy năm trên lưu vực Vu Gia -Thu Bồn có chế độ phân bố không đều, từ dưới 30 l.s<sup>-1</sup>.km<sup>2</sup> ở vùng đồng bằng ven biển đến trên 100 l.s<sup>-1</sup>.km<sup>2</sup> ở thượng nguồn sông Thu Bồn. Trên lưu vực sông có 2 trạm khí tượng: Đà Nẵng và Trà My; 15 trạm đo mưa, 8 trạm thủy văn, trong đó 2 trạm đo lưu lượng và 6 trạm đo mực nước. Trong 6 trạm đo mực nước có 4 trạm nằm trong vùng ảnh hưởng triều. Tại vùng cửa sông, chế độ thủy triều là bán nhật triều chiếm ưu thế và xảy ra trong tất cả các ngày của tháng với biên độ thủy triều trung bình đạt từ 0,8-1,2m, biên độ cực đại trên 1,5m. Thời điểm thủy triều có biên độ cao đã kéo theo tình trạng xâm nhập mặn qua các cửa sông gây ảnh hưởng đến tính chất vật lý, hoá học và sinh vật của nước như trong lượng riêng, độ dẫn điện, độ truyền âm, áp suất thẩm thấu, độ hoà tan các chất khí, điều kiện tồn tại các sinh vật ở trong nước. Độ mặn còn ảnh hưởng đến nước ngầm ven biển và độ chua của đất. Sự thay đổi này là quá trình tự nhiên nên nếu hiểu và nắm rõ được quy luật trên có thể dự báo quá trình này phục vụ cho việc lấy nước tưới theo mùa vụ cây trồng và trong thời đoạn dài có thể bố trí thời vụ gieo trồng hợp lý, chọn điều kiện thuận lợi cho các khu nuôi trồng thủy sản, hệ sinh thái thuận lợi cho các sông để hạn chế tối đa tác động của xâm nhập mặn (IMHEN). Đây cũng là mục tiêu chính của bài báo này.



Hình 2. Mô hình mô phỏng xâm nhập mặn

## 2. Phương pháp nghiên cứu

1 và sơ Mô hình mưa - dòng chảy MIKE-NAM và mô hình thủy lực MIKE 11, là mô hình do Viện Thủy lực Đan Mạch (DHI) xây dựng và phát triển, mô tả chi tiết trong [2,6,7,8] và hệ thống thông tin địa lý (GIS) được áp dụng để nghiên cứu quá trình xâm nhập mặn dưới ảnh hưởng của biến đổi khí hậu trên lưu vực sông Vu Gia – Thu Bồn.

Các tham số mô hình trong quá trình hiệu chỉnh và kiểm định được đánh giá bằng hệ số Nash-Sutcliffe (theo Moriasi và cộng sự (2007)) (Bảng 2). Kích bản biến đổi khí hậu và nước biển dâng RCP4.5 cho lưu vực sông Vu Gia -Thu Bồn ( khu vực từ Mũi Đại Lãnh đến Mũi Kê Gà) do Bộ Tài nguyên và Môi trường công bố năm 2016 [4] được sử dụng trong quá trình tính toán. Theo đó, đến năm 2030 tại khu vực nghiên cứu mực nước biển dâng trung bình 12cm, đến giữa thế kỷ là 23cm và cuối thế kỷ là 54cm so với thời kỳ cơ sở. Các đặc trưng về nhiệt độ, lượng mưa, nước biển dâng so với thời kỳ cơ sở được trình bày chi tiết trong Bảng đồ kết nối các mô hình nhằm mô phỏng tác động của BĐKH đến xâm nhập mặn được trình bày trong Hình 2.

Bảng 1. Nhiệt độ(°C), lượng mưa (%) và nước biển dâng (cm) theo kịch bản RCP4.5 so với kịch bản nền [4]

Thời kỳ	2016-2035	2046-2065	2080-2099
<b>Nhiệt độ</b>			
Trung bình năm	0,7 (0,3 ÷ 1,1)	1,6 (1,1 ÷ 2,2)	2,2 (1,5 ÷ 3,1)
Trung bình mùa đông	0,7 (0,3 ÷ 1,1)	1,6 (1,1 ÷ 2,2)	2,2 (1,5 ÷ 3,1)
Trung bình mùa xuân	0,7 (0,3 ÷ 1,1)	1,4 (0,9 ÷ 1,9)	1,7 (1,1 ÷ 2,4)
Trung bình mùa hè	0,8 (0,3 ÷ 1,3)	1,9 (1,3 ÷ 3,0)	2,7 (1,9 ÷ 3,7)
Trung bình mùa thu	0,6 (0,2 ÷ 1,1)	1,6 (1,1 ÷ 2,4)	2,1 (1,3 ÷ 3,2)
<b>Lượng mưa</b>			
Năm	10,2 (2,4 ÷ 17,7)	16,8 (10,6 ÷ 23,1)	18,1 (10,3 ÷ 26,3)
Mùa đông	12,8 (0,1 ÷ 25,8)	19,8 (3,9 ÷ 34,7)	10,1 (-0,9 ÷ 20,6)
Mùa xuân	2,9 (-2,9 ÷ 8,4)	11,0 (-2,0 ÷ 23,5)	17,6 (9,1 ÷ 26,0)
Mùa hè	13,3 (-2,9 ÷ 28,6)	5,2 (-1,1 ÷ 11,8)	10,9 (0,5 ÷ 20,5)
Mùa thu	10,9 (3,0 ÷ 18,7)	30,6 (20,5 ÷ 41,0)	26,5 (9,1 ÷ 45,4)
<b>Mực nước biển dâng</b>			
Năm	2030	2050	2100
Mực dâng trung bình	12 (8 ÷ 18)	23 (14 ÷ 33)	54 (33 ÷ 78)

Bảng 2. Bảng đánh giá mối quan hệ giữa số liệu mô phỏng và thực đo [5]

Đánh giá	NSE
Rất tốt	0,75 < NSE ≤ 1,00
Tốt	0,65 < NSE ≤ 0,75
Thỏa mãn	0,5 < NSE ≤ 0,65

## 3. Kết quả và thảo luận

### 3.1. Hiệu chỉnh và kiểm định mô hình dòng chảy MIKE-NAM

Số liệu lưu lượng thực đo tại hai trạm Nông Sơn và Thành Mỹ (Trung tâm Thông tin và Dữ liệu Khí tượng Thủy văn) được sử dụng để hiệu chỉnh và kiểm định tham số mô hình mưa – dòng chảy. Trong đó, chuỗi số liệu từ 1999-2004 để hiệu chỉnh thông số mô

hình và từ 2005-2010 để kiểm định mô hình. Với mục đích tính toán các biên dòng chảy tự nhiên phục vụ việc nghiên cứu cạn kiệt trên hệ thống và làm số liệu đầu vào cho bài toán đánh giá xâm nhập mặn, thời đoạn mô phỏng mô hình các thời kỳ kiệt nước nhất bao gồm những năm 2002, 2003, 2005, 2010 được chọn để xác định bộ thông số mô hình. Các năm này là thời kỳ có lưu lượng trung bình mùa cạn rất thấp và cũng là thời gian có đầy đủ số liệu của tất cả các trạm mưa cũng như các trạm thủy văn để mô phỏng và kiểm định bộ thông số. Sau đó dùng bộ thông số đã được mô phỏng và kiểm định để tính toán bài toán đánh giá xâm nhập mặn. Lượng mưa bình quân cho các lưu vực bộ phận được xác định theo phương pháp đa giác Thiessen, được tích hợp sẵn trong mô hình MIKE - NAM đảm bảo tính toán đến ảnh hưởng của các trạm mưa trong và lân cận của lưu vực nghiên cứu. Trọng số các trạm mưa trên lưu vực được thể hiện trong Bảng 3.

**Bảng 3.** Trọng số các trạm mưa lưu vực bộ phận theo phương pháp đa giác Thiessen

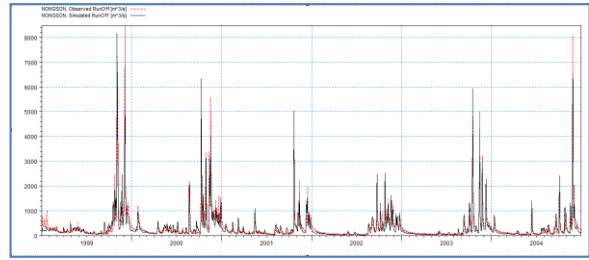
LV bộ phận	Trao	Khâm Đức	Thành Mỹ	Tiên Phước	Hiệp Đức	Trà My	Đà Nẵng	Hội Khách	Giao Thủy	AI Nghĩa	Hội An	Quê Sơn	Cầu Lâu	Cẩm Lệ	Tam Kỳ
TUYLOAN							0,53	0,16		0,3					
KGVINHDIEN											0,43				0,57
KGGIAOTHUY								0,32	0,52			0,16			
KGANTRACH										0,74			0,26		
KGTHANHQUY									0,15	0,22			0,63		
TRUONGGIANG											0,58				0,42
KGTAMKY															1
BABAU															1
HOVINHTRINH				0,1											0,9
NONGSON		0,13	0,14	0,22	0,51										
LIVLY											0,27	0,51	0,22		
BACHDANG				0,12								0,43			0,44
KGRACHDANG				0,16											0,84
SONGCON	0,36		0,15					0,49							
THANHMỸ		0,80	0,20												
BUNG+2		0,73	0,13												
KGVUGIA			0,24					0,51		0,24					

**Bảng 4.** Kết quả kiểm định và hiệu chỉnh mô hình tại trạm Nông Sơn và Thành Mỹ

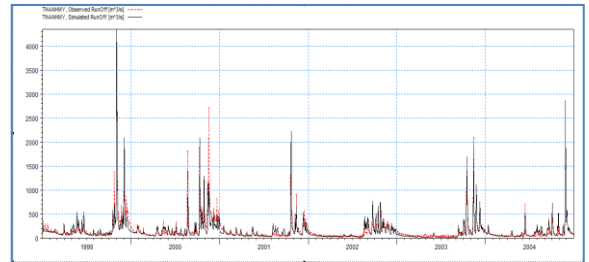
Trạm	Kết quả hiệu chỉnh		Kết quả kiểm định	
	NASH	WBL	NASH	WBL
Nông Sơn	81%	3,2%	86%	4,7%
Thành Mỹ	75%	3,9%	72%	8,1%

Kết quả hiệu chỉnh mô hình thủy văn tại trạm Nông Sơn và Thành Mỹ được mô tả trên Hình 3 và 4 cho thấy kết quả mô phỏng khá tốt, chỉ số Nash-Sutcliffe >75%, sai số tổng lượng WBL <10%, như vậy bộ thông số đảm bảo mức độ tin cậy mô phỏng.

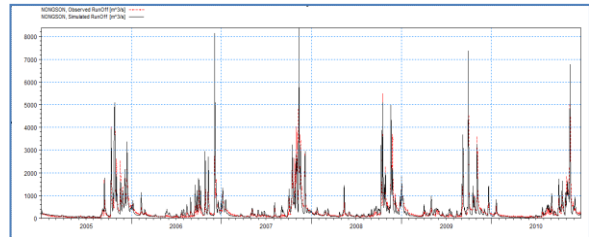
Với kết quả hiệu chỉnh bộ thông số mô hình khá tốt ở trên, mô hình tiếp tục được kiểm định với số liệu dòng chảy từ 2005-2010. Kết quả kiểm định tại trạm Nông Sơn và Thành Mỹ được thể hiện trên hình 5 và 6 với chỉ số Nash-Sutcliffe đạt giá trị tại các trạm Nông Sơn (0.86) và Thành Mỹ (0.72) và Bảng 4. Theo Moriasi và cộng sự (2007), kết quả tại hai trạm trên cho thấy bộ thông số mô hình là phù hợp và có thể sử dụng để tính toán sự ảnh hưởng của biến đổi khí hậu đến khả năng xâm nhập mặn tại các cửa sông.



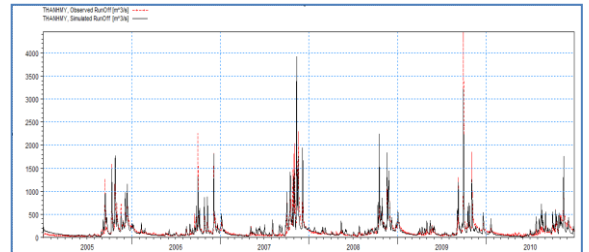
**Hình 3.** Đường quá trình dòng chảy tính toán và thực đo tại trạm Nông Sơn (hiệu chỉnh)



**Hình 4.** Đường quá trình dòng chảy tính toán và thực đo tại trạm Thành Mỹ (hiệu chỉnh)



**Hình 5.** Đường quá trình dòng chảy tính toán và thực đo tại trạm Nông Sơn (kiểm định)



**Hình 6.** Đường quá trình dòng chảy tính toán và thực đo tại trạm Thành Mỹ (kiểm định)

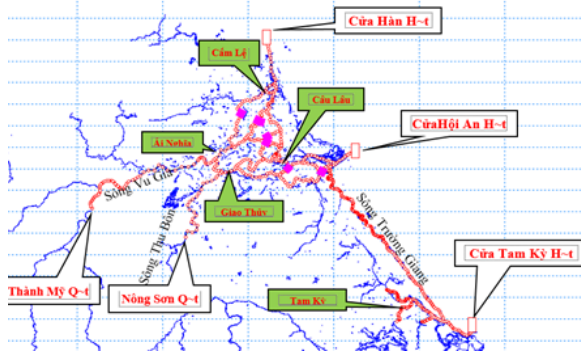
### 3.2. Hiệu chỉnh và kiểm định mô hình thủy lực MIKE11

#### 3.2.1 Mạng lưới sông Vu Gia - Thu Bồn

Trong hệ thống sông Vu Gia – Thu Bồn có hai trạm thủy văn là trạm Nông Sơn nằm trên sông Thu Bồn, với diện tích là 3150 km<sup>2</sup> và trạm Thành Mỹ nằm trên sông Vu Gia, với diện tích là 1850 km<sup>2</sup>. Theo IMHEN, hai trạm thủy văn Nông Sơn và Thành Mỹ chỉ không chế được 48% diện tích toàn bộ lưu vực. Vì vậy, phần tính toán các phân gia nhập khu giữa các nhánh sông được xác định từ mô hình thủy văn.

**Bảng 5.** Bảng đánh giá quá trình hiệu chỉnh và kiểm định mô hình thủy lực (Nash-Sutcliffe)

Vị trí trạm kiểm tra	Kết quả hiệu chỉnh 2003			Kết quả kiểm nghiệm 2005		
	H min (Thực đo)	H min (Mô phỏng)	Nash-Sutcliffe	H min (Thực đo)	H min (Mô phỏng)	Nash-Sutcliffe
Ái Nghĩa	+2,81	+2,71	0,83	+2,21	+2,41	0,81
Giao Thủy	+0,98	+0,93	0,86	+0,74	+0,75	0,93
Cầm Lẻ	-0,81	-0,80	0,92	-0,86	-0,83	0,91
Câu Lâu	-0,69	-0,68	0,93	-0,84	-0,82	0,91
Tam Kỳ	-0,81	-0,77	0,93	-0,87	-0,81	0,90



**Hình 7.** Mạng lưới hệ thống sông và trạm kiểm tra Vu Gia-Thu Bồn

Mạng lưới sông bao gồm các sông Vu Gia, sông Thu Bồn, sông Quảng Huê, sông Bàu Câu, sông La Thọ, sông Thanh Quyết, sông Cô Cã, sông Bà Rén, sông Hội An (đây là phần lưu từ sông Thu Bồn sau đó lại nhập trở lại phía hạ lưu), sông Vĩnh Điện và Trường Giang. Điều kiện biên được sử dụng trong tính toán thủy lực:

+ Sông Vu Gia: biên trên cùng là lưu lượng thực đo tại trạm Thành Mỹ. Sông Thu Bồn: biên trên là lưu lượng tại trạm Nông Sơn.

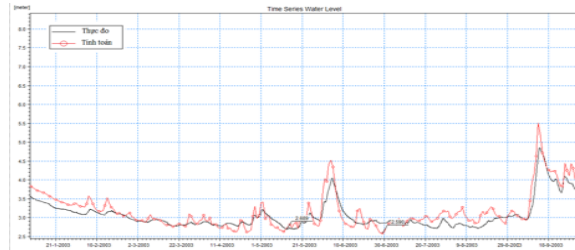
+ Biên dưới: quá trình triều tại Cửa Hàn, Cửa Đại và Cửa Tam Kỳ (Hình 7).

**3.2.2 Hiệu chỉnh và kiểm định tham số mô hình thủy lực**

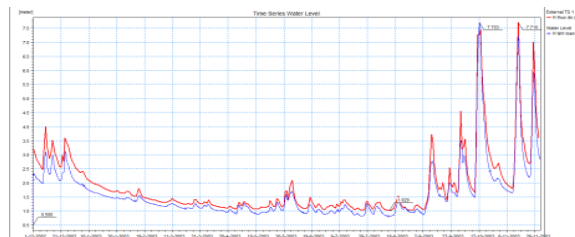
Trong quá trình hiệu chỉnh mô hình, bộ thông số thủy lực tính toán cho các nhánh sông được xác định trong mùa kiệt 2003, sau đó được kiểm nghiệm lại tại các trạm kiểm tra trên Hình 7 năm 2005 (nhánh Vu Gia: trạm Ái Nghĩa và Cầm Lẻ; nhánh Thu Bồn: trạm Giao Thủy và Câu Lâu; nhánh Tam Kỳ: trạm Tam Kỳ). Đây là hai năm kiệt điển hình với thời kỳ mùa kiệt kéo dài từ tháng 12 năm trước đến tháng 8 năm sau. Kết quả hiệu chỉnh và kiểm định mô hình được trình bày từ Hình 8 đến 9.

Kết quả đánh giá sai số (Bảng 5) đường quá trình mực nước tính toán và thực đo trong mùa kiệt 2003 cho thấy quá trình hiệu chỉnh đã mô phỏng tốt dòng chảy mùa kiệt trên hệ thống, đường quá trình mực nước tính toán và thực đo khá sát nhau. Kết quả tốt nhất đạt được ở các trạm nằm gần trạm đo lưu lượng như Ái Nghĩa, Giao Thủy và các trạm vùng

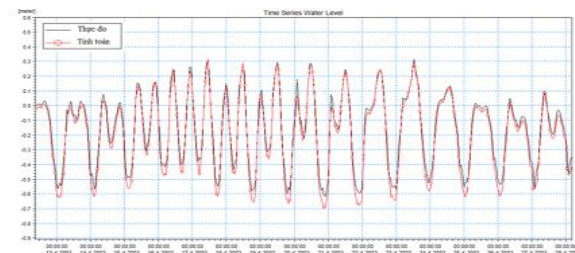
triều như Cầm Lẻ, Câu Lâu, Tam Kỳ với chỉ số Nash-Sutcliffe >0,83. Kết quả kiểm định lại bộ thông số mô hình với năm kiệt 2005 cũng cho kết quả tốt, chỉ số Nash-Sutcliffe >0,81. Như vậy bộ thông số xác định cho các nhánh sông là phù hợp để sử dụng mô phỏng cho các kịch bản nghiên cứu.



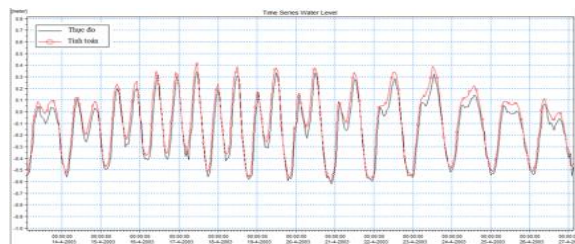
Trạm Ái Nghĩa



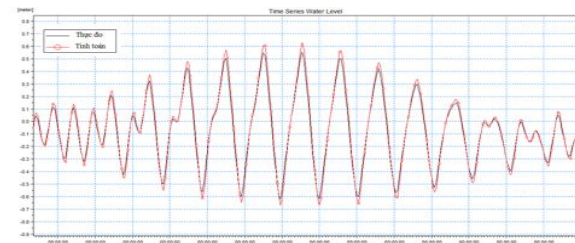
Trạm Giao Thủy



Trạm Cầm Lẻ

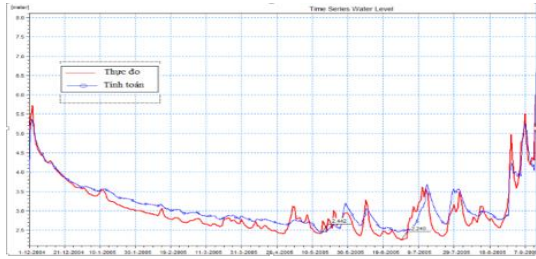


Trạm Câu Lâu

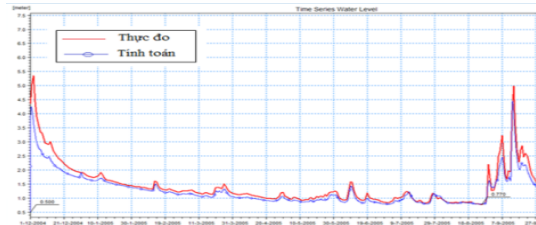


Trạm Tam Kỳ

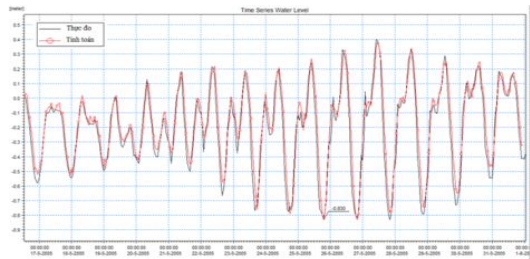
**Hình 8.** Mực nước tính toán và thực đo tại các trạm năm 2003 (hiệu chỉnh)



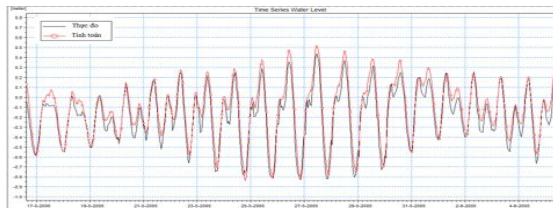
Trạm Ái Nghĩa



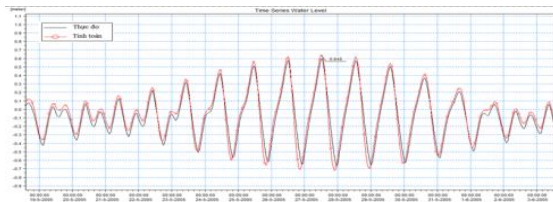
Trạm Giao Thủy



Trạm Cẩm Lệ



Trạm Câu Lâu



Trạm Tam Kỳ

Hình 9. Mực nước tính toán và thực đo tại các trạm năm 2005 (kiểm định)

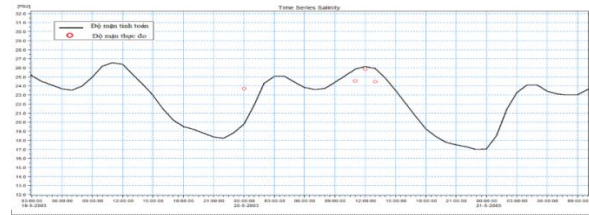
### 3.3. Hiệu chỉnh và kiểm định tham số mô hình lan truyền mặn

Để mô phỏng diễn biến xâm nhập mặn tại các cửa sông miền Trung, nghiên cứu tập trung vào mô phỏng lan truyền mặn trong thời kỳ mùa kiệt. Đây là thời kỳ có lưu lượng dòng chảy từ thượng nguồn rất

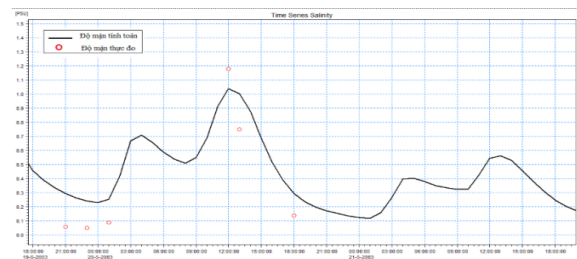
nhỏ, mặn đẩy sâu vào trong sông nhất là thời gian đầu và cuối mùa cạn từ tháng 4 đến tháng 7.

Kết quả mô phỏng được kiểm định tại các trạm cơ bản trên các nhánh sông: tại Cẩm Lệ trên sông Vu Gia, Cổ Mẫn trên sông Vĩnh Điện, Câu Lâu và Cẩm Nam trên sông Thu Bồn. Kết quả so sánh mặn tại các vị trí như bảng 6 và hình 10, 11 dưới đây.

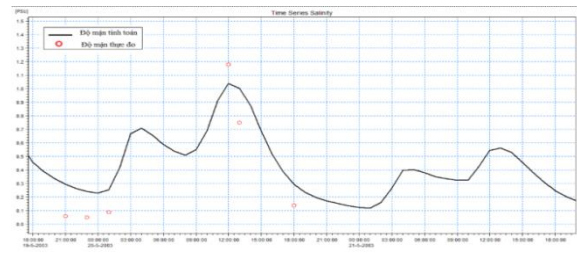
Kết quả hiệu chỉnh và kiểm định mô đun truyền mặn cho thấy hệ số khuếch tán đối với phần hạ lưu các sông thuộc hệ thống sông Vu Gia- Thu Bồn dao động từ 400-600 m<sup>2</sup>/s. Dao động mặn khá phù hợp về pha, chênh lệch đỉnh mặn tại các thời điểm không lớn (<3‰), do đó có thể sử dụng các thông số khuếch tán này để mô phỏng cho các kịch bản nghiên cứu.



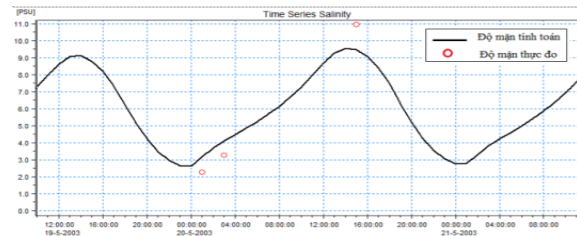
Trạm Hội An



Trạm Cổ Mẫn

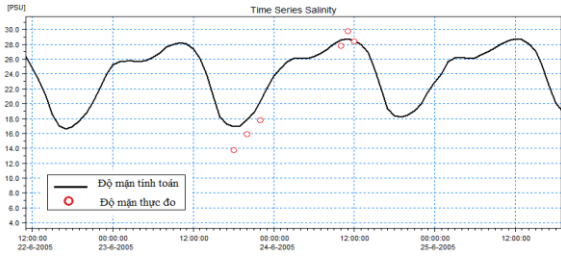


Trạm Câu Lâu

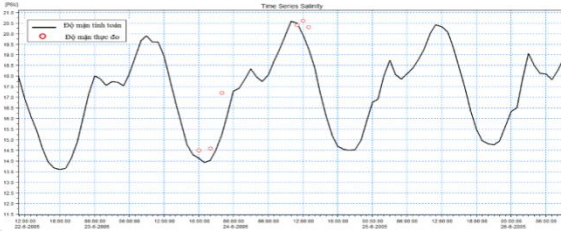


Trạm Tam Kỳ

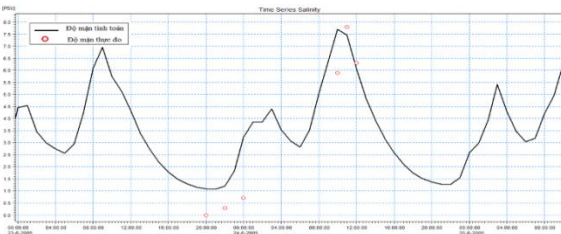
Hình 10. Kết quả hiệu chỉnh độ mặn tính toán và thực đo tại các trạm năm 2003



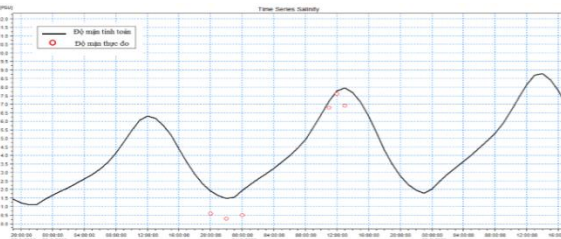
Trạm Hội An



Trạm Cổ Mân



Trạm Cầu Lâu



Trạm Tam Kỳ

Hình 11. Kết quả kiểm định độ mặn tính toán và thực đo tại các trạm năm 2005

Bảng 6. So sánh độ mặn lớn nhất (%) tại các vị trí trên sông Vu Gia – Thu Bồn

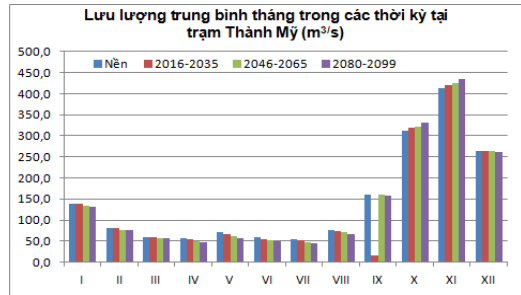
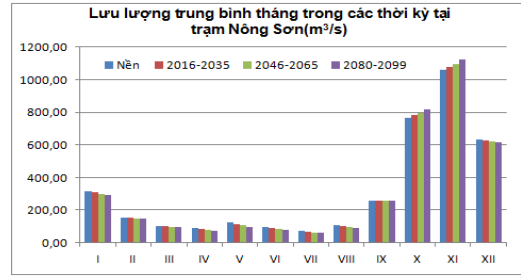
Vị trí trạm	Kết quả hiệu chỉnh				Kết quả kiểm định			
	Thực đo		Tính toán		Thực đo		Tính toán	
	Giá trị	Thời điểm	Giá trị	Thời điểm	Giá trị	Thời điểm	Giá trị	Thời điểm
Cổ Mân	15,4	5/2003	14,5	5/2003	20,6	6/2005	20,2	6/2005
Cầu Lâu	1,17	5/2003	1,04	5/2003	7,8	6/2005	7,5	6/2005
Hội An	26,0	5/2003	26,2	5/2003	29,7	6/2005	28,7	6/2005
Tam Kỳ	10,9	5/2003	11,1	5/2003	7,6	6/2005	8,3	6/2005

3.4. Đánh giá ảnh hưởng của biến đổi khí hậu (kịch bản RCP4.5) đến chế độ dòng chảy

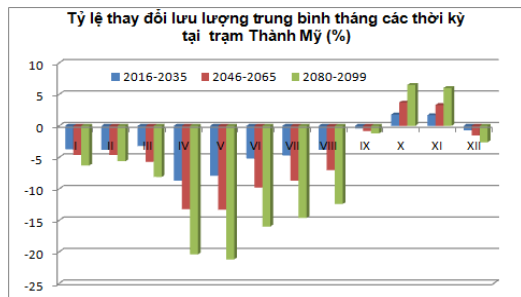
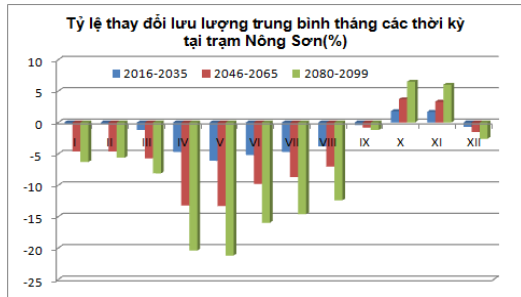
Trong mùa khô, chế độ dòng chảy từ thượng lưu lưu vực sông Vu Gia – Thu Bồn về phía hạ lưu hạn chế là nguyên nhân gây ra hiện tượng xâm nhập mặn

trên các nhánh sông. Do đặc điểm của chế độ thủy lực mạng sông nên quá trình xâm nhập mặn trên hệ thống sông Vu Gia – Thu Bồn khá phức tạp.

Lượng dòng chảy mùa cạn trong năm chiếm từ 20-25% tổng lượng dòng chảy cả năm. Do sự suy giảm mạnh về lượng mưa, đặc biệt là đầu mùa khô nên dòng chảy mùa cạn ở các thời đoạn sau có xu hướng giảm càng nhanh, riêng tại trạm Thành Mỹ đầu thời kỳ dòng chảy mùa cạn có xu hướng suy giảm nhanh hơn. Thời kỳ giữa mùa cạn có mức độ giảm lớn nhất.



Hình 12. Lưu lượng trung bình tháng trong các thời kỳ tại trạm thủy văn (m<sup>3</sup>/s)



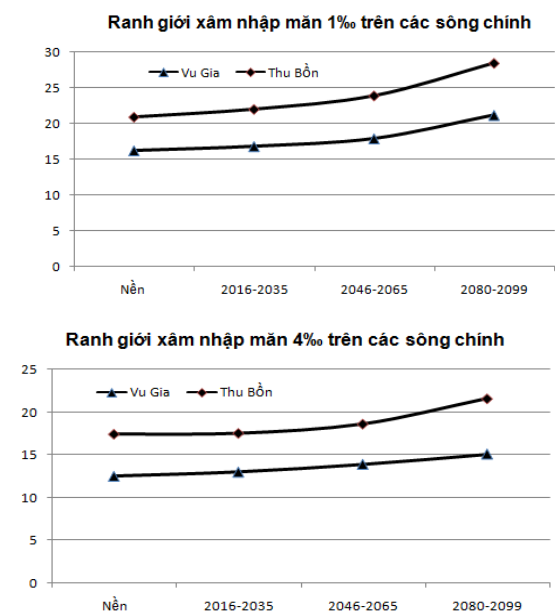
Hình 13. Tỷ lệ thay đổi lưu lượng trung bình tháng trong các thời kỳ tại trạm thủy văn

Trong thời kỳ 1986-2005 lưu lượng dòng chảy mùa cạn tại trạm Nông Sơn là 145,9m<sup>3</sup>/s, tại trạm Thành Mỹ là 84,0m<sup>3</sup>/s. Tỷ lệ giảm bình quân dòng chảy tại trạm Nông Sơn đầu thế kỷ 21 là 2,0%, đến giữa thế kỷ là 2,4%, và đến cuối thế kỷ là 8,3%, tại trạm Thành Mỹ đầu thế kỷ là 2,1%, đến giữa thế kỷ là 6,0% và đến cuối thế kỷ là 8,9%. Lưu lượng trung bình tháng và tỷ lệ thay đổi trong các thời kỳ tại các trạm thủy văn Nông Sơn và Thành Mỹ được thể hiện trên Hình 12 và 13.

### 3.5. Đánh giá ảnh hưởng của biến đổi khí hậu (kịch bản RCP4.5) đến xâm nhập mặn.

Kịch bản RCP4.5 được sử dụng để tính toán diễn biến quá trình xâm nhập mặn trên lưu vực sông Vu Gia – Thu Bồn do sự ảnh hưởng của biến đổi khí hậu theo các kịch bản thời kỳ tương lai 2016-2035, 2046-2065, 2080-2099. Độ mặn lớn nhất trong sông thường xảy ra vào mùa kiệt. Độ mặn nước sông phụ thuộc lớn vào lưu lượng từ thượng nguồn và tính chất của thủy triều biển Đông. Kết quả tính toán cho thấy trong thời kỳ tương lai lưu lượng mùa kiệt suy giảm mạnh cộng với mực nước biển gia tăng gây nguy cơ gia tăng chiều dài xâm nhập mặn vào các sông.

Trên sông Vu Gia độ mặn có xu hướng tăng đều ở các thời kỳ, chiều dài xâm nhập mặn tăng đều đặn giữa thế kỷ và tăng nhanh hơn ở cuối thế kỷ 21. Ranh giới mặn 1‰ thời kỳ nền cách cửa sông khoảng 16,2km, đến năm 2035 là 16,8km, đến 2065 là 17,9km và đến năm 2099 là 21,2km. Như vậy, ranh giới mặn này dịch chuyển về phía thượng nguồn thêm từ 2-5km. Trong khi đó, đặc trưng ranh giới mặn 4‰ có xu thế dịch chuyển dần về thượng nguồn nhưng khá chậm.



Hình 14. Ranh giới xâm nhập mặn 1‰ và 4‰ trên các sông chính

Trên sông Thu Bồn, tác động suy giảm của dòng chảy thượng nguồn và mực nước biển dâng cao ảnh hưởng mạnh đến xâm nhập mặn trong sông. Thêm vào đó tác động dâng cao của nước biển cho phép ảnh hưởng của thủy triều vào sâu trong sông từ 40-45km làm mặn được đẩy sâu hơn, chiều dài xâm nhập mặn vào trong sông tăng mạnh vào giữa thế kỷ. Trong thời kỳ 1986-2005 đặc trưng ranh giới mặn 1‰ cách cửa Đại khoảng 20,9km, đến năm 2035 là 22km, 2069 là 23,9km và năm 2099 là 28,5km. Đặc trưng ranh giới mặn 4‰ tăng chậm. Do trên sông Thu Bồn không có công trình ngăn mặn nên mặn còn có thể xâm nhập lớn nhất vào sâu trong sông trên 30km. Ranh giới xâm nhập mặn 1‰ và 4‰ trên các sông chính Vu Gia và Thu Bồn được thể hiện trên hình 14.

### 4. Kết luận

Quá trình nghiên cứu mô phỏng quá trình xâm nhập mặn dưới tác động của biến đổi khí hậu và nước biển dâng trên lưu vực sông Vu Gia - Thu Bồn qua các giai đoạn từ 2016 -2099 so với kịch bản nền 1986-2005 cho thấy sự ảnh hưởng đáng kể. Tỷ lệ giảm bình quân dòng chảy tại trạm Nông Sơn đầu thế kỷ 21 là 2,0%, đến giữa thế kỷ là 2,4%, và đến cuối thế kỷ là 8,3%, tại trạm Thành Mỹ đầu thế kỷ 21 là 2,1%, đến giữa thế kỷ là 6,0% và đến cuối thế kỷ là 8,9%. Đến cuối thế kỷ 21 độ sâu xâm nhập mặn 1‰ và 4‰ lần lượt tăng 5,0km và 2,6km trên sông Vu Gia và khoảng 7,6km và 4,2km trên sông Thu Bồn. Các kết quả tính toán mô phỏng này có thể được sử dụng trong định hướng quy hoạch và phát triển kinh tế trên lưu vực sông Vu Gia - Thu Bồn.

**Lời cảm ơn:** Công trình được thực hiện dưới sự hỗ trợ kinh phí của Trường Đại Học Bách Khoa Hà Nội (T2016-PC-167)

### Tài liệu tham khảo

- [1]. Châu Trần Vinh, Ngô Mạnh Hà. Thay đổi của xâm nhập mặn do biến đổi khí hậu ở Đồng bằng sông Cửu Long, Tạp chí Môi trường, số 12(2013).
- [2]. Danish Hydraulic Institute, 2004. A modelling system for Rivers and Channels—MIKE11 Reference and UserManual. <http://www.scribd.com/doc/94010463/Mike-11-Reference-Manual>.
- [3]. Dasgupta, S. and Meisner, C., Climate change and sealevel rise: A review of the scientific evidence. Environment Department, World Bank, Washington, DC. 118 (2009), p.229-247.
- [4]. Kịch bản biến đổi khí hậu và nước biển dâng cho Việt Nam năm 2016.
- [5]. Moriassi, D.N, J. G. Arnold, M. W. Van Liew, R. L. Bingner, R. D. Harem, T. L. Veith: Model evaluation guidelines for systematic quantification of accuracy in Watershed simulations. Vol. 50(3), (2007), p850-

- 900pp. American society of Agricultural and Biological Engineers ISSN 0001-235.
- [6]. Nguyễn Tuấn Anh, Phạm Tất Thắng. Ảnh hưởng của nước biển dâng đến xâm nhập mặn vào hệ thống thủy lợi nội đồng Nam Thái Bình, số 40 (2013), t34-40,
- [7]. Nguyễn Hữu Khải, Bùi Văn Chiến. Ứng dụng mô hình MIKE-NAM diễn toán quá trình lũ đến các hồ chứa sông Ba Tạp chí Khoa học ĐHQGHN, Khoa học Tự nhiên và Công nghệ 26, Số 3S (2010) 384-389.
- [8]. Richard A. Nunes-Vaz. The salinity response of an inverse estuary to climate change & desalination. Estuarine, Coastal and Shelf Science. Vol 98, 2012, p.49-59,