

MÔ PHỎNG TRƯỜNG THỦY ĐỘNG LỰC HỌC VÙNG CỬA SÔNG HÀN VỚI KỊCH BẢN NƯỚC BIỂN DÂNG DO BIẾN ĐỔI KHÍ HẬU

Lê Văn Nghị

Viện Khoa học Thủy lợi Việt Nam

Hoàng Nam Bình

Trường Đại học Giao thông Vận tải

Lương Nguyễn Hoàng Phương

Trường Đại học Đông Á

Tóm tắt: Hiện tượng nước biển dâng do tác động của biến đổi khí hậu và sự nóng lên toàn cầu đang là vấn đề được quan tâm nghiên cứu. Thống kê cho thấy mực nước biển trung bình toàn cầu năm 2017 đã tăng 77mm so với năm 1993. Đây là vấn đề nghiêm trọng đối với nước ta mà trực tiếp là các địa phương vùng ven biển. Thành phố Đà Nẵng là trung tâm kinh tế văn hóa của khu vực miền trung với tiềm năng về du lịch và khai thác vận tải đường thủy. Cửa sông Hàn là một trong các cửa sông chính của hệ thống sông Vu Gia - Thu Bồn đổ ra biển Đông thông qua vịnh Đà Nẵng. Chế độ thủy động lực học vùng cửa sông Hàn ảnh hưởng trực tiếp tới vấn đề tiêu thoát lũ và vận tải đường thủy. Bài báo trình bày kết quả ứng dụng mô hình toán hai chiều ngang mô phỏng chế độ thủy động lực học khu vực cửa sông Hàn - thành phố Đà Nẵng với các kịch bản nước biển dâng do tác động của biến đổi khí hậu.

Từ khóa: Mô hình toán 2 chiều, Cửa sông Hàn, Biến đổi khí hậu, Nước biển dâng.

Summary: Sea level rise is related to climate change and global warming. In 2017, global sea level was 3 inches (77mm) above the 1993 average - the highest annual average in the satellite record (1993-present). It is really a serious problem for our country and especially for coastal areas. Danang is a economic center of central Vietnam with potential for tourism and inland waterways. Hydrodynamic environment at Han estuary affects flooding and inland waterway. This article presents some result of Using hydrodynamic models to simulate estuarine systems at Han river downstream with sea level rise scenarios caused by climate change.

Keywords: 2D hydraulics model, Han estuary, Climate change, Sea level rise.

1. MỞ ĐẦU

Cửa Hàn là một trong hai cửa sông thoát lũ chính của hệ thống sông Vu Gia - Thu Bồn. Lũ trên sông Vu Gia đổ ra biển Đông thông qua Vịnh Đà Nẵng. Hạ lưu sông Vu Gia trên địa phận thành phố Đà Nẵng là sông Hàn có chiều dài 7,2km tính từ ngã ba sông Cẩm Lệ - sông Đò Tỏa đến cửa Hàn. Sông Hàn có chiều rộng trung bình khoảng 900 - 1200m và chiều sâu

trung bình khoảng 4 - 5m [1] [5] [6]. Hiện nay, trên sông Hàn đã được xây dựng các công trình chỉnh trị, ổn định bờ và nhiều công trình khai thác khác. Thành phố Đà Nẵng với chủ trương phát triển du lịch đã cho thực hiện nhiều dự án xây dựng các công trình khai thác du lịch, dịch vụ trên sông Hàn [1]. Trước bối cảnh biến đổi khí hậu và sự nóng lên toàn cầu, chế độ thủy động lực học khu vực cửa sông Hàn vốn dĩ đã phức tạp lại càng phức tạp hơn, có khả năng ảnh hưởng tới quá trình vận hành, khai thác các công trình trên sông cũng như vấn đề thoát lũ và giao thông thủy.

Ngày nhận bài: 11/01/2019

Ngày thông qua phản biện: 28/02/2019

Ngày duyệt đăng: 26/3/2019

Thống kê cho thấy, mực nước biển trung bình toàn cầu năm 2017 đã tăng 77mm so với năm 1993 [4]. Ở Việt Nam, xu thế biến đổi mực nước ở hầu hết các trạm đều có xu thế tăng, với tốc độ mạnh nhất 5,58mm/năm tại Phú Quý và 5,28mm tại Thổ Chu. Tính trung bình, mực nước tại các trạm hải văn của Việt Nam có xu hướng tăng rõ rệt với mức tăng 2,45mm/năm. Nếu tính trong thời kỳ 1993 - 2014, mực nước biển trung bình tại các trạm hải văn đều có xu thế tăng trung bình 3,34mm/năm [2].

Theo tính toán của Bộ Tài nguyên và Môi trường [2], đến năm 2100, mực nước biển dâng trung bình cho toàn dải ven biển Việt Nam theo kịch bản phát thải thấp (RCP2.6) là 44 cm ($27 \text{ cm} \div 66 \text{ cm}$), kịch bản phát thải trung bình thấp (RCP4.5) là 53 cm ($32 \text{ cm} \div 76 \text{ cm}$), kịch bản phát thải trung bình cao (RCP6.0) là 56 cm ($37 \text{ cm} \div 81 \text{ cm}$) và kịch bản phát thải cao (RCP8.5) là 73 cm ($49 \text{ cm} \div 103 \text{ cm}$). Đối với khu vực miền trung từ Đèo Hải Vân đến Mũi Đại Lãnh, mực nước biển dâng theo các kịch bản phát thải như sau (Bảng 1):

Bảng 1. Kịch bản mực nước biển dâng khu vực Đèo Hải Vân - Mũi Đại Lãnh [2]

Kịch bản phát thải	Các mốc thời gian của thế kỷ XXI							
	2030	2040	2050	2060	2070	2080	2090	2100
RCP2.6	13 (8 ÷ 19)	17 (10 ÷ 25)	22 (13 ÷ 32)	26 (15 ÷ 39)	31 (18 ÷ 45)	35 (21 ÷ 52)	40 (24 ÷ 59)	45 (26 ÷ 66)
RCP4.5	13 (8 ÷ 18)	17 (11 ÷ 25)	23 (14 ÷ 32)	28 (17 ÷ 40)	34 (21 ÷ 48)	40 (25 ÷ 57)	47 (29 ÷ 66)	54 (33 ÷ 76)
RCP6.0	12 (8 ÷ 17)	17 (11 ÷ 24)	22 (15 ÷ 31)	28 (19 ÷ 40)	34 (23 ÷ 49)	41 (28 ÷ 59)	49 (33 ÷ 70)	57 (38 ÷ 82)
RCP8.5	13 (9 ÷ 18)	18 (13 ÷ 26)	25 (17 ÷ 35)	33 (22 ÷ 46)	41 (28 ÷ 58)	51 (35 ÷ 71)	62 (42 ÷ 86)	73 (50 ÷ 103)

Dựa trên kịch bản nước biển dâng, nghiên cứu đã ứng dụng mô hình thủy động lực học hai chiều ngang lưới phi cấu trúc MIKE 21FM của Viện Thủy lực Đan Mạch mô phỏng chế độ thủy lực khu vực cửa sông Hàn với kịch bản lũ thiết kế tần suất 1% của mô hình lũ tháng IX/2009 trong các trường hợp biên hạ lưu tại Vịnh Đà Nẵng chịu ảnh hưởng của nước biển dâng do biến đổi khí hậu nhằm đánh giá sự biến động của trường thủy động lực hạ lưu sông Hàn. Nghiên cứu không xét đến sự biến động về lượng mưa do tác động của biến đổi khí hậu.

2. PHƯƠNG PHÁP TÍNH

2.1. Vùng nghiên cứu

Khu vực nghiên cứu là đoạn sông Hàn từ cầu Trần Thị Lý (tọa độ $16^{\circ}03'$ vĩ độ Bắc,

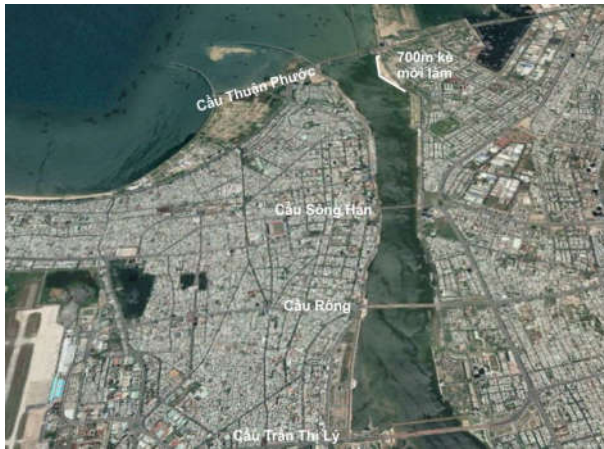
$108^{\circ}13,8'$ kinh độ Đông) đến cửa sông Hàn (tọa độ $16^{\circ}16,5'$ vĩ độ Bắc, $108^{\circ}12,7'$ kinh độ Đông). Chiều dài đoạn sông mô phỏng khoảng 6km, diện tích mô phỏng khoảng $8,8\text{km}^2$ [1] (Hình 1).

2.2. Xây dựng mô hình

Miền tính toán được số hóa dưới dạng shape file với hệ tọa độ WGS_1984_UTM Zone_49N và xây dựng với miền tính năm 2018 có thêm đoạn kè dài 700m ở bờ hữu sông Hàn phía thượng lưu cầu Thuận Phước so với năm 2016 (Hình 1).

Địa hình khu vực nghiên cứu được số hóa trong mô hình. Các phần tử trong miền tính toán là các phần tử tam giác được chia chi tiết tại các vị trí thay đổi đột ngột và các vị trí công trình (Hình 2). Những vị trí khác thì các

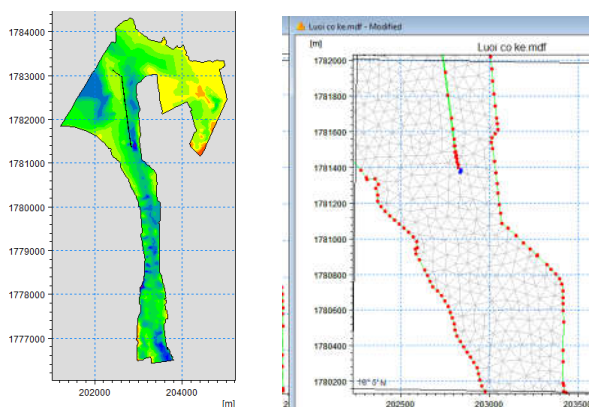
phần tử được chia thưa hơn nhưng vẫn đảm bảo độ chính xác cho phép trong mô phỏng.



(Nguồn ảnh: Google Earth)

Hình 1. Miền tính toán

Biên được thiết lập gồm: Biên trên: lưu lượng tại cầu Trần Thị Lý; Biên dưới: mực nước

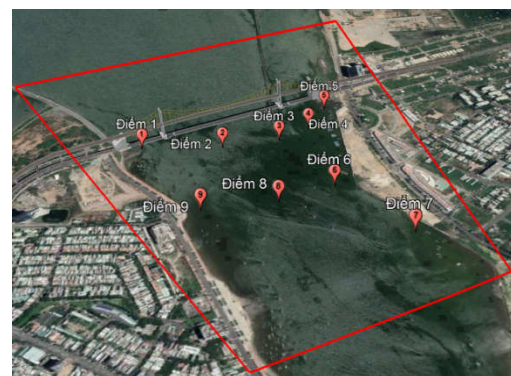


Hình 2. Địa hình và các phần tử trong miền tính

triều tại cửa sông Hàn. Biên rắn: địa hình lòng sông và vùng cửa sông; Biên bao vùng tính toán; Biên nhám theo Manning [1].

Mô hình 1 chiều MIKE11HD cho hệ thống sông Vu Gia - Thu Bồn được kế thừa từ dự án [5] và mô hình 2 chiều MIKE21FM cho khu vực hạ lưu sông Hàn được kế thừa từ nghiên cứu [1].

Mô hình được xây dựng và mô phỏng thử nghiệm cho các phương án hiệu chỉnh với trận lũ tháng IX/2009 và kiểm định với trận lũ tháng XI/2010. Kết quả hiệu chỉnh và kiểm định mô hình cho thấy mô hình đã được xây dựng có đủ độ tin cậy [1], có thể ứng dụng để mô phỏng theo các kịch bản nước biển dâng.



(Nguồn ảnh: Google Earth)

Hình 3. Khu vực đánh giá trường thủy động lực học

Đề đánh giá sự biến động chế độ thủy động lực học khu vực hạ lưu sông Hàn, ngoài những đánh giá tổng thể, nghiên cứu còn xem xét diễn biến chi tiết 9 vị trí như sau: Trước mố trái cầu Thuận Phước (Điểm 1); Giữa nhịp chính cầu Thuận Phước (Điểm 2); Đầu kè luồng tàu (Điểm 3); Trước, giữa luồng tàu (Điểm 4); Cuối đoạn kè mới làm, trước mố phải cầu Thuận Phước (Điểm 5); Giữa đoạn kè mới làm (Điểm 6); Đầu đoạn kè mới làm

(Điểm 7); 300m về thượng lưu của điểm 2 (Điểm 8); và 300m về thượng lưu của điểm 1 (Điểm 9) (Hình 3) [1].

3. KẾT QUẢ MÔ PHỎNG

3.1. Các kịch bản mô phỏng

Các phương án mô phỏng chế độ thủy động lực học hạ lưu sông Hàn với lũ thiết kế 1% mô hình lũ tháng IX/2009 kết hợp kịch bản nước biển dâng do tác động của biến đổi khí hậu theo dự báo [2] đến năm 2100

(Bảng 1).

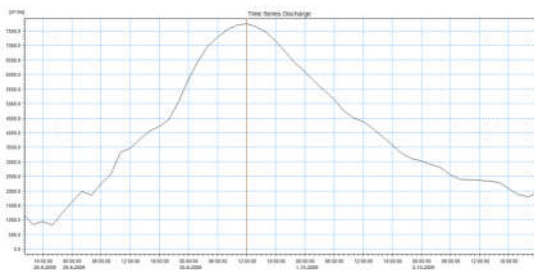
Ngoài ra nghiên cứu còn mô phỏng thêm kịch bản nước biển dâng do bão là tính huống nguy hiểm với mực nước tổng cộng dâng cao. Khi có bão, kết hợp lũ về từ thượng nguồn làm tăng nguy cơ ngập lụt hạ du. Nước dâng do bão lớn nhất ghi nhận được tại Việt Nam xảy ra trong cơn bão Dan năm 1989 là 3,6m. Bão Kelly năm 1981, đổ bộ vào Nghệ An gây nước dâng rất lớn, nhiều nơi nước dâng cao $2,8 \div 3,2\text{m}$ trong đó cao nhất là tại Lạch Ghép (3,2m). Năm 1985, bão Andy gây ra nước dâng 1,7m tại cửa Dĩnh (Quảng Bình) và bão Cecil gây ra nước dâng 2,5m tại Thừa Thiên Huế. Bão Wayne năm 1986 gây ra nước dâng 2,3 m tại Trà Lý (Thái Bình). Năm 1987, bão Betty gây ra nước dâng 2,5m tại Quỳnh Phương (Nghệ An). Năm 1989, nước dâng do bão Dot gây ra tại Đồ Sơn (Hải Phòng) là 2,2m, nước dâng do bão Irving gây ra tại Sầm Sơn (Thanh Hóa) là 2,9m. Năm 1996, bão Frankie gây ra nước dâng 3,14m ở Tiền Hải - Thái Bình, bão Niki gây ra nước dâng cao nhất là 3,11m tại Hải Hậu - Nam Định. Theo báo cáo của Bộ Tài nguyên và Môi trường năm 2014 và cập nhật năm 2016, khu vực từ Đà Nẵng đến Bình Định, nước dâng do bão cao nhất đã xảy ra là 1,80m, trong tương lai dự báo có thể lên đến trên 2,30m. Các kịch bản mô phỏng bao gồm:

- Kịch bản 1 (KB_RCP2.6): Mực nước biển dâng 0,45m;
- Kịch bản 2 (KB_RCP4.5): Mực nước biển dâng 0,53m;
- Kịch bản 3 (KB_RCP6.0): Mực nước biển dâng 0,57m;
- Kịch bản 4 (KB_RCP8.5): Mực nước biển dâng 0,73m.
- Kịch bản 5 (KB_RCP8.5_Bão): Mực nước biển dâng 2,53m.

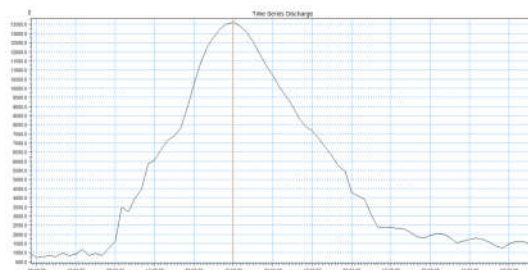
3.2. Mô phỏng trường dòng chảy lũ với các kịch bản nước biển dâng

Trận lũ IX/2009 là trận lũ có mưa lớn đồng đều, lượng mưa 3 ngày lớn nhất tại trạm Ái Nghĩa đạt 430mm, lưu lượng tại trạm Thành Mỹ là $4540\text{m}^3/\text{s}$, trạm Nông Sơn là $7530\text{m}^3/\text{s}$, mực nước tại Giao Thủy là 9,14m, Ái Nghĩa là 10m và mực nước tại Cẩm Lệ đạt xấp xỉ mực nước tần suất 5% được đánh giá là trận lũ rất lớn ($H_{\max} \geq H_{10\%}$) theo Quy chuẩn kỹ thuật Quốc gia về dự báo lũ QCVN 18:2008/BTNMT.

Kết quả mô phỏng lưu lượng bằng mô hình 1 chiều MIKE11HD, lưu lượng đỉnh lũ tại cầu Trần Thị Lý (biên trên của mô hình 2 chiều) trận lũ tháng IX/2009 là $7750\text{m}^3/\text{s}$ (Hình 4) và mô hình lũ thiết kế 1% là $13600\text{m}^3/\text{s}$ (Hình 5).



Hình 4. Đường quá trình lưu lượng lũ IX/2009 tại cầu Trần Thị Lý

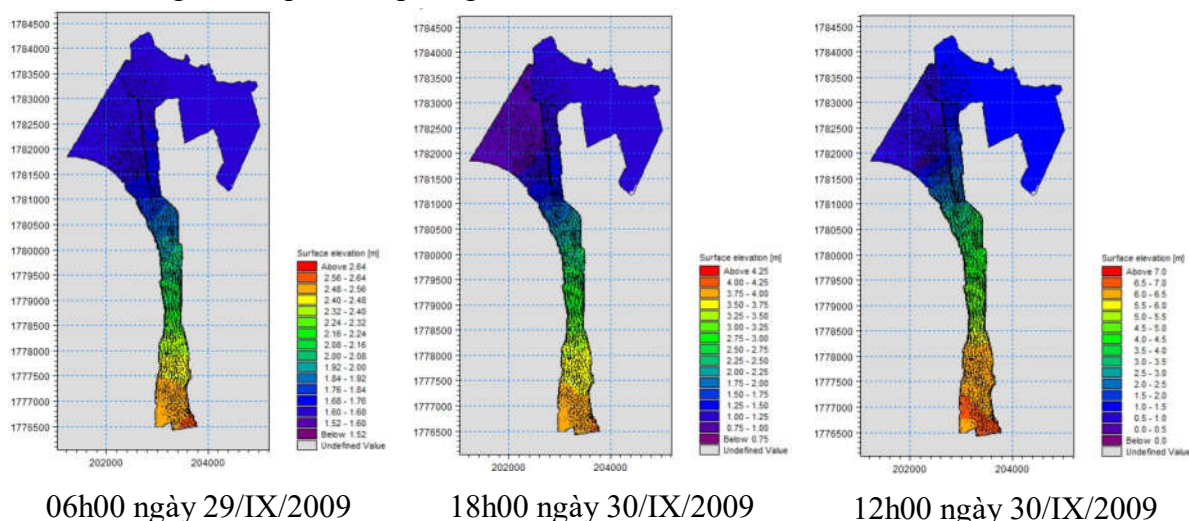


Hình 5. Đường quá trình lưu lượng lũ tần suất 1% tại cầu Trần Thị Lý

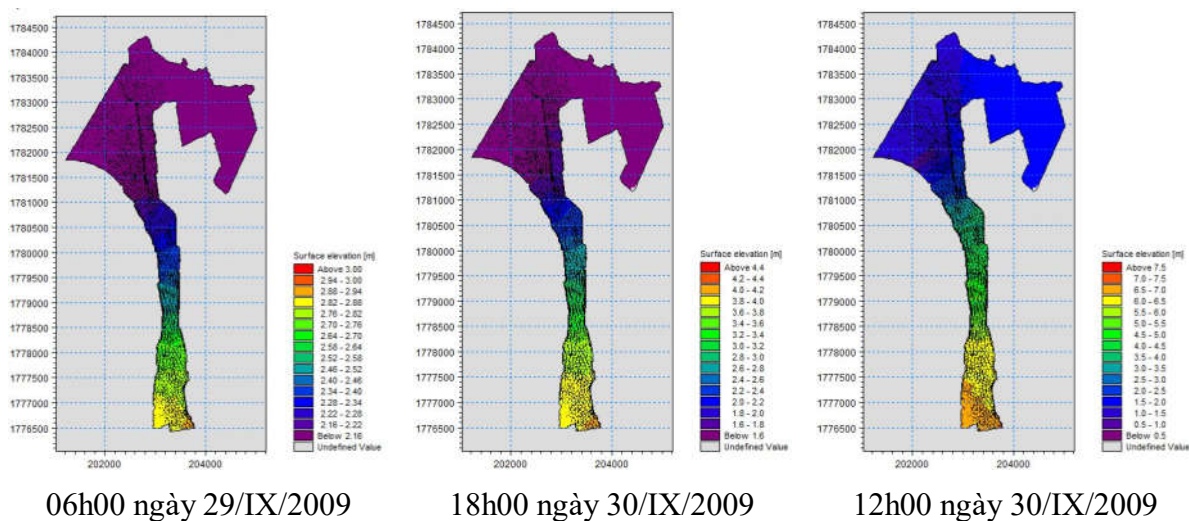
Các thời điểm trích xuất từ kết quả của mô hình gồm: 06h00 ngày 29/IX/2009: lũ lên,

đỉnh triều; 18h00 ngày 30/IX/2009: lũ lên, triều xuống; 12h00 ngày 30/IX/2009: đỉnh

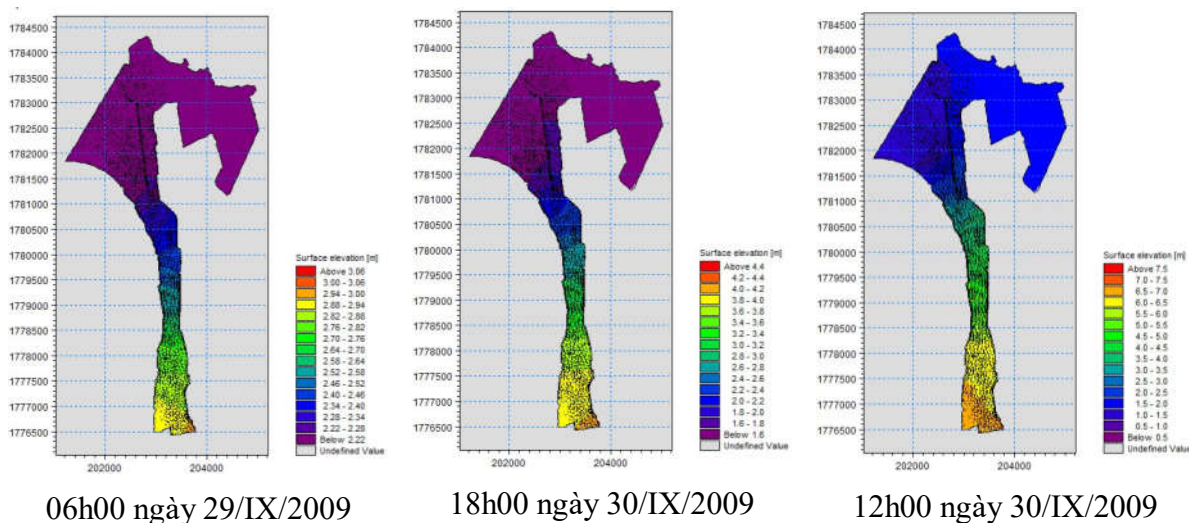
lũ, triều xuống. Kết quả mô phỏng cụ thể như sau:



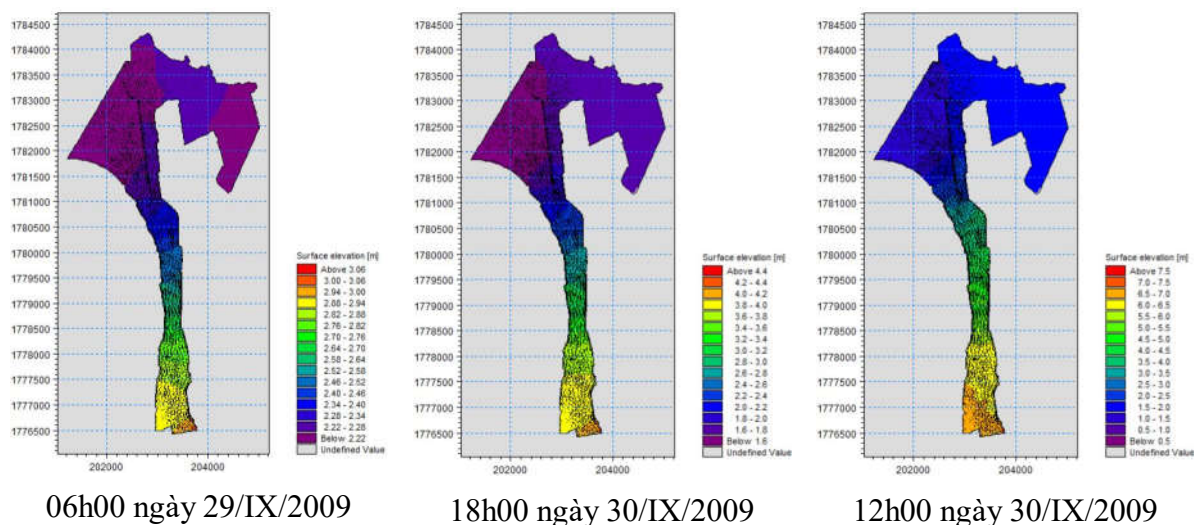
Hình 6. Trường mực nước và lưu tốc toàn miền tính toán KB_1%



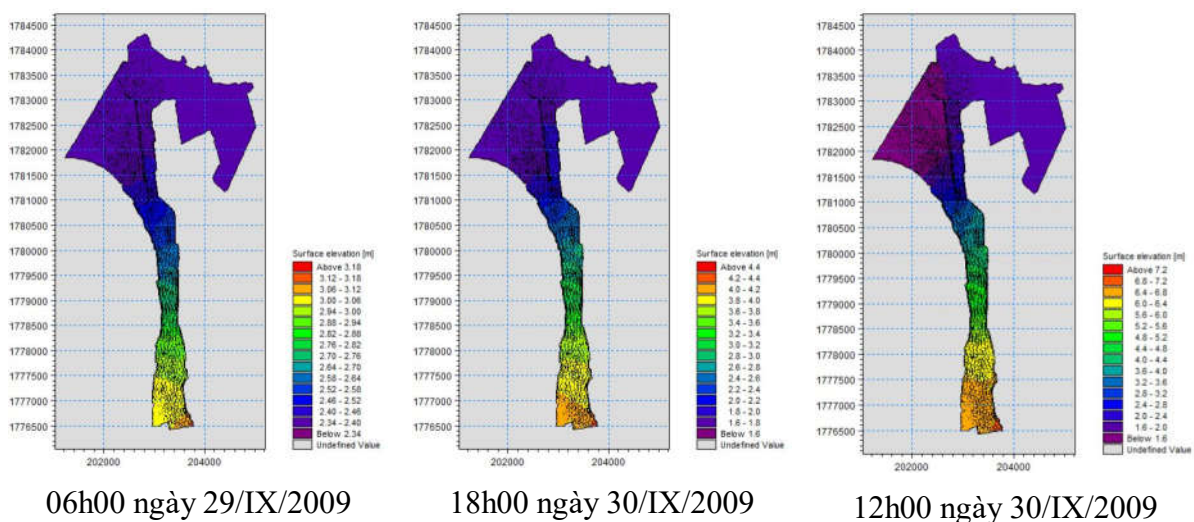
Hình 7. Trường mực nước và lưu tốc toàn miền tính toán KB_RCP2.6



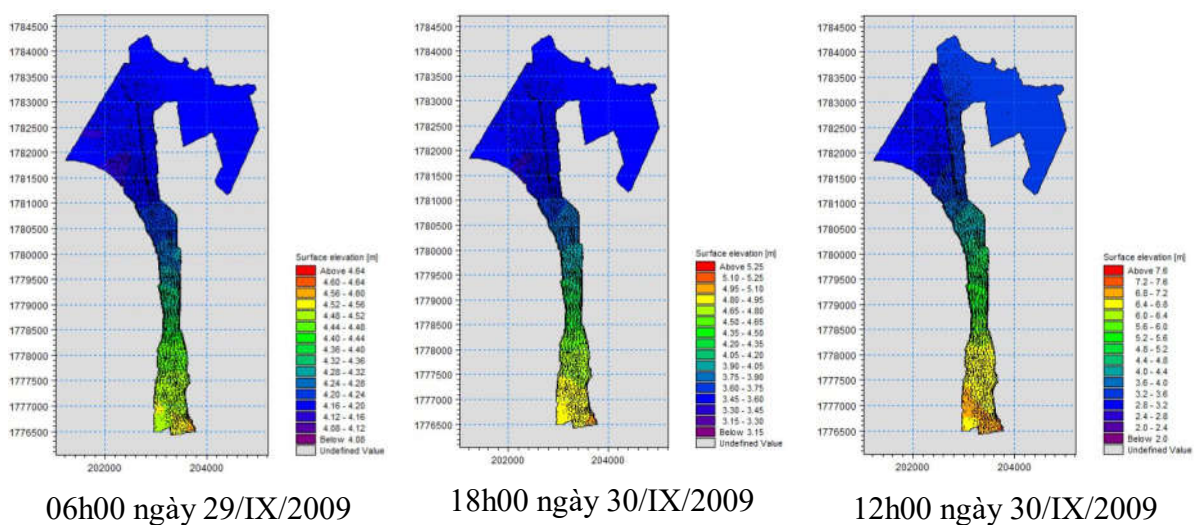
Hình 8. Trường mực nước và lưu tốc toàn miền tính toán KB_RCP4.5



Hình 9. Trường mực nước và lưu tốc toàn miền tính toán KB_RCP6.0



Hình 10. Trường mực nước và lưu tốc toàn miền tính toán KB_RCP8.5



Hình 11. Trường mực nước và lưu tốc toàn miền tính toán KB_RCP8.5_Bão

Giá trị mực nước và lưu tốc tại các điểm trích lên - triều xuống; đỉnh lũ - triều xuống ứng với xuất (Hình 3) ở thời điểm lũ lên - đỉnh triều; lũ các kịch bản nước biển dâng như sau:

Bảng 2. Mực nước tại một số vị trí ở hạ lưu sông Hàn

Đơn vị: m

Vị trí	Kịch bản					
	KB_1%	KB_RCP2.6	KB_RCP4.5	KB_RCP6.0	KB_RCP8.5	KB_RCP8.5_Bão
06h00 ngày 29/IX/2009: lũ lên, đỉnh triều						
Điểm 1	1,668	2,103	2,181	2,220	2,376	4,160
Điểm 2	1,698	2,127	2,204	2,243	2,398	4,171
Điểm 3	1,733	2,158	2,233	2,267	2,425	4,186
Điểm 4	1,727	2,152	2,228	2,271	2,420	4,184
Điểm 5	1,708	2,137	2,214	2,253	2,407	4,178
Điểm 6	1,740	2,158	2,224	2,272	2,424	4,479
Điểm 7	1,846	2,250	2,323	2,359	2,507	4,227
Điểm 8	1,760	2,176	2,251	2,289	2,441	4,190
Điểm 9	1,754	2,171	2,246	2,284	2,435	4,187
18h00 ngày 30/IX/2009: lũ lên, triều xuống						
Điểm 1	1,230	1,568	1,633	1,666	1,800	3,472
Điểm 2	1,359	1,680	1,704	1,772	1,899	3,521
Điểm 3	1,489	1,795	1,854	1,869	2,007	3,584
Điểm 4	1,464	1,778	1,838	1,884	1,993	3,578
Điểm 5	1,375	1,706	1,769	1,800	1,930	3,550
Điểm 6	1,539	1,824	1,879	1,908	2,024	3,560
Điểm 7	1,957	2,198	2,246	2,270	2,371	3,771
Điểm 8	1,624	1,902	1,974	1,984	2,098	3,612
Điểm 9	1,610	1,886	1,940	1,968	2,082	3,600
12h00 ngày 30/IX/2009: đỉnh lũ, triều xuống						
Điểm 1	1,755	1,865	1,891	1,905	1,967	3,187
Điểm 2	2,074	2,175	2,199	2,212	2,267	3,371
Điểm 3	2,315	2,423	2,448	2,387	2,514	3,561
Điểm 4	2,211	2,344	2,372	2,459	2,450	3,456
Điểm 5	1,960	2,119	2,152	2,170	2,243	3,440
Điểm 6	2,361	2,456	2,477	2,488	2,537	3,500
Điểm 7	3,388	3,450	3,463	3,471	3,504	4,215
Điểm 8	2,630	2,714	2,733	2,743	2,787	3,686

Điểm 9		2,687	2,706	2,715	2,758	3,650
--------	--	-------	-------	-------	-------	-------

Bảng 3. Lưu tốc tại một số vị trí ở hạ lưu sông Hàn*Đơn vị: m/s*

Vị trí	Kịch bản					
	KB_1%	KB_RCP2.6	KB_RCP4.5	KB_RCP6.0	KB_RCP8.5	KB_RCP8.5_Bão
06h00 ngày 29/IX/2009: lũ lên, đỉnh triều						
Điểm 1	0,792	0,751	0,743	0,740	0,724	0,580
Điểm 2	1,059	1,004	0,994	0,990	0,970	0,780
Điểm 3	1,017	0,946	0,935	0,760	0,907	0,712
Điểm 4	0,845	0,775	0,764	0,929	0,738	0,557
Điểm 5	1,023	0,923	0,908	0,900	0,870	0,617
Điểm 6	1,260	1,178	1,165	1,58	1,132	0,895
Điểm 7	0,818	0,776	0,769	0,765	0,750	0,603
Điểm 8	1,319	1,236	1,222	1,216	1,189	0,948
Điểm 9	1,059	1,015	1,007	1,003	0,988	0,824
18h00 ngày 30/IX/2009: lũ lên, triều xuống						
Điểm 1	1,602	1,539	1,526	1,520	1,495	1,209
Điểm 2	2,091	2,016	2,001	1,994	1,964	1,632
Điểm 3	2,065	1,947	1,927	1,594	1,875	1,474
Điểm 4	1,755	1,627	1,605	1,916	1,551	1,160
Điểm 5	2,163	1,976	1,944	1,928	1,866	2,311
Điểm 6	2,504	2,386	2,364	2,353	2,309	1,851
Điểm 7	1,559	1,506	1,496	1,491	1,470	2,219
Điểm 8	2,566	2,455	2,434	2,424	2,382	1,936
Điểm 9	2,051	1,995	1,984	1,980	1,956	1,670
12h00 ngày 30/IX/2009: đỉnh lũ, triều xuống						
Điểm 1	2,672	2,658	2,653	2,650	2,635	2,264
Điểm 2	3,369	3,355	3,350	3,348	3,335	2,989
Điểm 3	3,375	3,302	3,286	2,786	3,245	2,752
Điểm 4	2,921	2,817	2,796	3,278	2,742	2,195
Điểm 5	3,592	3,429	3,397	3,381	3,314	2,506
Điểm 6	4,020	3,961	3,948	3,942	3,913	3,420
Điểm 7	2,394	2,373	2,368	2,366	2,355	2,136
Điểm 8	4,013	3,967	3,957	3,951	3,928	3,500
Điểm 9		3,341	3,335	3,332	3,319	3,030

4. KẾT LUẬN

Kết quả mô phỏng cho thấy với các kịch bản nước biển dâng tăng dần, mực nước trung bình tăng và lưu tốc giảm. Ở khu vực cửa sông Hàn, mực nước tăng trung bình khoảng 0,50m ở thời điểm lũ lên gặp đỉnh triều; 0,40m ở thời

điểm lũ lên triều xuống và 0,25m ở thời điểm đỉnh lũ triều rút. Lưu tốc trung bình khu vực cửa sông giảm khoảng 0,06 - 0,11m/s.

Mực nước tại các điểm 4, 5, 6 và 7 quanh khu vực kè phía đường Lê Văn Duyệt phường Nại Hiên Đông, quận Sơn Trà (Hình 3, Bảng 2)

cho thấy với kịch bản lũ thiết kế 1% mô hình lũ tháng IX/2009 thì mực nước xấp xỉ cao trình đỉnh kè. Với các kịch bản có xét đến tác động của nước biển dâng thì mực nước đều vượt cao trình đường Lê Văn Duyệt trung bình từ 0,3 đến 1,5m. Đặc biệt, thời điểm lũ đạt đỉnh, mực nước hạ lưu sông Hàn dâng cao gây ngập sâu tới 2,0m. Mực nước tăng nhiều nhất

ở điểm 5 và điểm 6; giảm ít nhất ở điểm 7.

Với các kịch bản nước biển dâng tăng dần, độ dốc thủy lực giảm dần làm giảm khả năng thoát lũ nên lưu tốc giảm dần theo các kịch bản. Lưu tốc giảm nhiều nhất ở điểm 5, giảm ít nhất ở điểm 1 và điểm 9. Lưu tốc lớn nhất tập trung khu vực đầu đoạn kè mới làm (điểm 6 và điểm 8) và nhỏ nhất ở phía bờ hữu.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

- [1] Hoàng Nam Bình và cs. (2017), Ảnh hưởng của công trình chính trị đến trường dòng chảy lũ khu vực hạ lưu sông Hàn, Tạp chí Khoa học Giao thông Vận tải, số 60.
- [2] Bộ Tài nguyên và môi trường (2016), Kịch bản biến đổi khí hậu và nước biển dâng cho Việt Nam, nhà xuất bản tài nguyên môi trường và bản đồ Việt Nam.
- [3] DHI, (2011), MIKE21/3 Coupled model FM, User guide.
- [4] Rebecca Lindsey (2018), Climate Change: Global Sea Level, <https://www.climate.gov/news-features/understanding-climate/climate-change-global-sea-level>.
- [5] Lê Văn Nghị (2013), Tính toán thủy lực, xác định giải pháp tăng khả năng tiêu úng, thoát lũ giảm thiểu thiên tai của đập An Trạch nằm trong tiểu dự án "Sửa chữa, nâng cấp đập dâng An Trạch thành phố Đà Nẵng" thuộc dự án "Hỗ trợ thủy lợi Việt Nam", Viện Khoa học thủy lợi Việt Nam;
- [6] Viện Quy hoạch Thủy lợi (2003), Quy hoạch phát triển và bảo vệ tài nguyên nước lưu vực Vu Gia - Thu Bồn.