

NGHIÊN CỨU CƠ SỞ KHOA HỌC CHO VIỆC CẬP NHẬT KỊCH BẢN NƯỚC BIỂN DÂNG CHO CÁC KHU VỰC VEN BIỂN VIỆT NAM

PGS.TS. Trần Thực

Viện Khoa học Khí tượng Thủy văn và Môi trường

Phương pháp chi tiết hóa thống kê được áp dụng để tính toán kịch bản nước biển dâng cho các khu vực ven biển Việt Nam. Phương pháp này dựa trên mối quan hệ giữa mực nước bao gồm số liệu thực đo tại các trạm hải văn ven biển Việt Nam và số liệu vệ tinh, mực nước biển dâng toàn cầu tính toán từ các mô hình. Kết quả của các mô hình động lực toàn cầu và khu vực được chiết xuất từ 10 hệ thống mô hình số trị toàn cầu. Kết quả cho thấy, theo kịch bản phát thải trung bình (B2) thì vào cuối thế kỷ 21 nước biển dâng ở các khu vực ven biển Việt Nam trong khoảng từ 64 cm đến 82 cm, cao nhất ở khu vực từ Cửa Maut đến Kiên Giang, thấp nhất ở khu vực từ Móng Cái đến Hòn Dấu, trung bình toàn dải ven biển Việt Nam khoảng 75 cm.

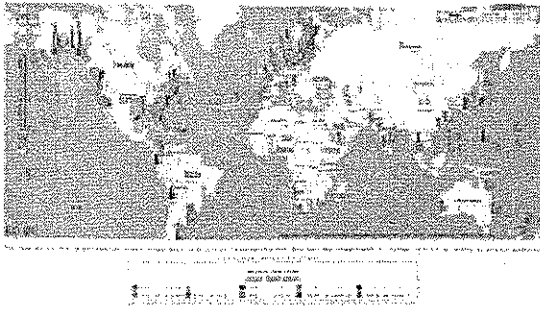
1. Đánh giá biểu hiện của mực nước dâng

Các nghiên cứu về biến đổi khí hậu (BĐKH) toàn cầu và nước biển dâng cho thấy, đại dương đã nóng lên đáng kể từ cuối thập kỷ 1950. Số liệu quan trắc trên toàn cầu cho thấy, mực nước biển trung bình toàn cầu trong thời kỳ 1961 - 2003 đã dâng với tốc độ $1,8 \pm 0,5$ mm/năm, trong đó, đóng góp do giãn nở nhiệt khoảng $0,42 \pm 0,12$ mm/năm và do tan băng khoảng $0,70 \pm 0,50$ [25]. Mực nước biển biến động không đều trên toàn bộ đại dương, một số khu vực có xu thế dâng có thể gấp một vài lần tốc độ dâng trung bình toàn cầu trong khi đó mực nước biển ở một số vùng khác lại có xu thế giảm [11]. Xu thế tăng của mực nước trung bình xuất hiện hầu hết tại các trạm quan trắc trên toàn cầu. Một vài khu vực có xu hướng giảm như ở bờ biển phía Đông của Nam Mỹ và khu vực ven biển phía tây nam Alaska, đông bắc Canada, vùng biển Scandinavia (Hình 1). Theo một số nghiên cứu, trong thập kỷ vừa qua, mực nước biển dâng nhanh nhất ở vùng phía tây Thái Bình Dương và phía đông Ấn Độ Dương [11].

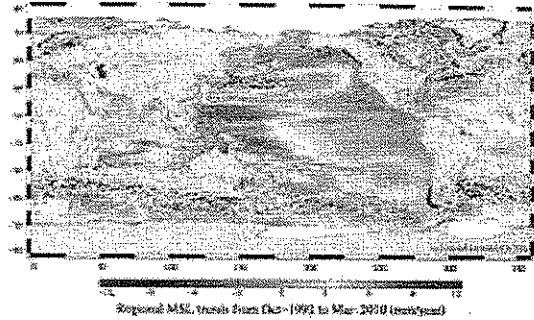
Xu thế biến đổi mực nước biển toàn cầu theo số liệu đo đạc được tổng hợp và hiệu chỉnh từ các vệ tinh (Topex/Poisedon, Jason - 1/2, ERS - 1/2, Envisat) từ tháng 10/1992 đến 12/2010 cho thấy mực nước biển đã dâng với tốc độ là 3,27 mm/năm [14] (Hình 2). Trước đó, tính toán của Cazenave và

Nerem (2004) cho thấy mức độ tăng mực nước biển trung bình toàn cầu là $3,1 \pm 0,7$ mm/năm trong giai đoạn 1993 - 2003 [5]. Trên quy mô toàn cầu, xu thế tăng mạnh ở ven bờ Tây Thái Bình Dương, nhưng giảm ở bờ Đông Thái Bình Dương [14].

Số liệu mực nước quan trắc tại các trạm hải văn ven biển Việt Nam cho thấy xu thế biến đổi mực nước biển trung bình năm không giống nhau. Hầu hết các trạm có xu hướng tăng nhưng một số ít trạm không thấy rõ xu hướng tăng, ngược lại còn có xu hướng giảm [8, 10]. Xu thế biến đổi trung bình của mực nước biển dọc bờ biển Việt Nam là khoảng 2,8 mm/năm (Hình 3). Kết quả phân tích mực nước biển cho khu vực biển Đông từ số liệu vệ tinh từ năm 1993 đến 2010 cho thấy xu thế mực nước biển khu vực ven biển Việt Nam tăng khoảng 2,9 mm/năm, trong khi đó xu thế trên toàn biển Đông là 4,7 mm/năm. Trên khu vực biển Đông, mực nước khu vực phía Tây Philippine có xu hướng tăng mạnh hơn khu vực ven bờ Việt Nam [9, 21, 22] (Hình 4). Xu thế mực nước biển ở khu vực ven biển từ số liệu thực đo tại các trạm hải văn và từ vệ tinh là tương đương. Kết quả so sánh giữa số liệu thực đo tại các trạm hải văn và số liệu từ vệ tinh cho thấy có sự tương đồng cao về pha và biên độ dao động của mực nước trung bình cũng như tương quan giữa chúng [21].



Hình 1. Xu thế biến động mực nước biển trung bình tại các trạm toàn cầu (NOAA)



Hình 2. Xu thế mực nước biển trung bình từ số liệu vệ tinh (CNES/LEGOS/CLS, 2010)

2. Các phương pháp tính toán kịch bản nước biển dâng

a. Kịch bản nước biển dâng trên quy mô toàn cầu

Nghiên cứu về nước biển dâng do biến đổi khí hậu thu hút sự chú ý đặc biệt của các nhà khoa học và các tổ chức quốc tế trong một vài thập kỷ gần đây, khi các tác động của biến đổi khí hậu ngày càng nghiêm trọng tới đời sống của con người. Nhiều phương pháp tính toán kịch bản nước biển dâng đã được nghiên cứu, bao gồm phương pháp thực nghiệm, phương pháp thống kê và phương pháp mô hình số trị.

Năm 2007, Rahmstorf sử dụng phương pháp bán thực nghiệm để xây dựng kịch bản mực nước biển dâng toàn cầu dựa vào mối quan hệ giữa nhiệt độ trung bình toàn cầu và mực nước biển toàn cầu trong quá khứ, kết quả được so sánh với các dữ liệu thực tế [23]. Năm 2009, Aslak Grinsted (2009) sử dụng một phương trình phi tuyến bốn tham số để liên hệ giữa nhiệt độ và mực nước biển toàn cầu trong 2000 năm, trong đó ước tính xác suất của các tham số cho phép xây dựng các kịch bản nước biển trong tương lai [1].

Theo phương pháp mô hình số trị, nhiều hệ thống mô hình trên thế giới đã được sử dụng để mô phỏng kịch bản nước biển dâng trên cơ sở kết hợp giữa mô hình khí hậu và mô hình đại dương với đầu vào là các kịch bản phát thải khí nhà kính. Ưu điểm của phương pháp này là có thể mô tả được quá trình nước biển dâng tới từng khu vực cụ thể với các thời kỳ dâng rút theo chu kỳ khí hậu, nhưng nhược điểm

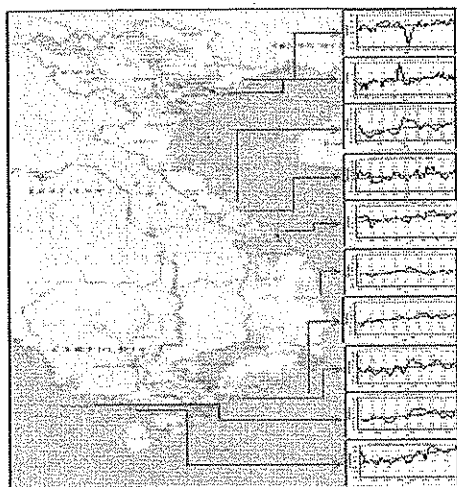
là do chưa mô tả đúng được quá trình tan băng nên các kết quả thường thiên thấp khi kiểm chứng với số liệu thực tế. Trong kịch bản biến đổi khí hậu của Vương Quốc Anh năm 2009 (UKCP09), mực nước biển trung bình toàn cầu được chiết xuất từ 11 mô hình, cho thấy, so với thời so sánh (1980-1999), vào cuối thế kỷ XXI, mực nước biển toàn cầu sẽ dâng khoảng 21,4 cm [24], thấp hơn nhiều so với kịch bản nước biển dâng của IPCC. Mặt khác, độ phân giải của các mô hình số trị còn chưa chi tiết [23].

Báo cáo lần thứ tư của IPCC, trên cơ sở tập hợp nhiều kết quả nghiên cứu kịch bản nước biển dâng, đã ước tính nước biển dâng khoảng 26-59cm vào năm 2100, tuy nhiên không loại trừ khả năng tốc độ cao hơn [25]. Nhiều nhà khoa học đã đánh giá rằng các tính toán của IPCC về thay đổi nhiệt độ toàn cầu là tương đối phù hợp với số liệu nhiệt độ thực đo [23]. Tuy nhiên, tính toán của IPCC về nước biển dâng là thiên thấp so với số liệu thực đo. Nguyên nhân chính dẫn đến sự thiên thấp này là do các phương pháp mà IPCC sử dụng để phân tích đã chưa đánh giá đầy đủ các quá trình tan băng [23].

b. Kịch bản nước biển dâng cho các khu vực

Trong nghiên cứu về kịch bản nước biển dâng cho các khu vực năm 1998, Titus đã sử dụng phương pháp tính nước biển dâng từ xu hướng biến đổi của mực nước biển của khu vực trong quá khứ và các kịch bản phát thải khí nhà kính [15]. Năm 2010, Thomas W. Doyle đã phát triển kịch bản nước biển dâng cho vùng đồng bằng sông Mê Công, Việt Nam trên cơ sở tổng quát hóa và hiệu chỉnh mực nước biển từ: 1) biến thiên mực nước biển trong quá

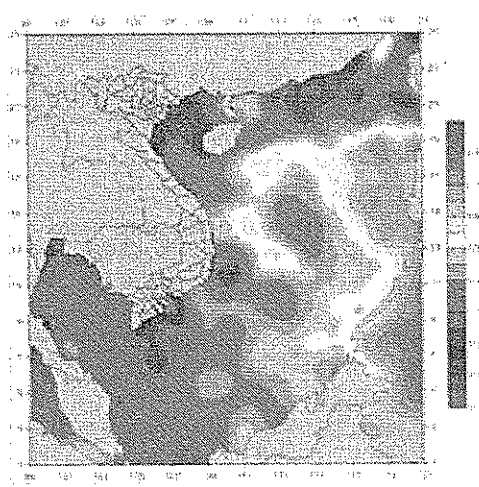
khử tại khu vực; 2) sự biến đổi, sụt lún về địa chất; 3) xu thế mực nước biển dâng theo số liệu quan trắc; 4) kịch bản mực nước biển toàn cầu theo báo



Hình 3. Diễn biến mực nước biển từ các trạm thực đo ven bờ Việt Nam

Đề xây dựng kịch bản nước biển dâng cho vùng California năm 2008, Dan Cayan đã sử dụng phương pháp xây dựng tương tự và phương pháp điều chỉnh độ lệch và chi tiết hóa không gian, lựa chọn 6 mô hình khí hậu và 12 kịch bản phát thải khí nhà kính trong báo cáo lần thứ 4 của IPCC để đưa ra kịch bản biến đổi khí hậu và nước biển dâng [7]. Joanne (2008) đã sử dụng chương trình cải tiến dự báo nước biển dâng (SLRRP) từ các mô hình toàn cầu khác nhau và các kịch bản hiện hành được lấy từ Ban liên chính phủ về biến đổi khí hậu (IPCC TAR 2001) cho phép người sử dụng lựa chọn các kịch bản nước biển dâng cho các vùng dựa trên số liệu thực tế từ các trạm đo thủy triều, sự thay đổi địa chất, các mô hình toàn cầu và các kịch bản phát thải khí nhà kính để đưa ra kịch bản biến đổi mực nước biển trong tương lai [17]. Cũng theo cách tiếp cận như trên, mô hình SIMCLIM của NewZealand xây dựng kịch bản nước biển dâng cho các khu vực trên cơ sở kết hợp phân tích nhiều mô hình tương tác biển - khí quyển khác nhau có tính đến các yếu tố địa phương từ chuỗi số liệu mực nước thực đo và số liệu về biến đổi, sụt lún địa chất [13]. Trong UKCP09, kịch bản nước biển dâng cho Vương Quốc Anh được đưa ra dựa trên kết quả tính toán, mô phỏng của 11 mô hình số trị, kết hợp với ước tính của IPCC (2007) về nước biển dâng do quá trình tan băng và

cáo của IPCC năm 2007 theo các kịch bản phát thải A1FI và B1 [26].



Hình 4. Diễn biến mực nước biển từ số liệu vệ tinh

những nghiên cứu về biến đổi, sụt lún địa chất cho 4 khu vực thuộc Vương Quốc Anh [24].

Ở Việt Nam, việc tính toán xây dựng kịch bản nước biển dâng cũng đang thu hút sự chú ý đặc biệt của các nhà khoa học. Kịch bản biến đổi khí hậu trong khuôn khổ Thông báo đầu tiên của Việt Nam cho Công ước khung của Liên Hợp Quốc về Biến đổi khí hậu (2003) [2]. Năm 2009, Bộ Tài nguyên và Môi trường đã sử dụng phương pháp tổ hợp thống kê để xây dựng kịch bản nước biển dâng cho Việt Nam theo các kịch bản phát thải thấp (B1), trung bình (B2) và cao (A1FI). Các kịch bản cho thấy vào giữa thế kỷ 21 mực nước biển có thể dâng thêm 28 đến 33cm và đến cuối thế kỷ 21 mực nước biển có thể dâng thêm từ 65 đến 100cm so với thời kỳ 1980 - 1999 [3]. Các kịch bản này chưa tính chi tiết cho các vùng biển Việt Nam, một yêu cầu của các địa phương và các ngành để xây dựng kế hoạch hành động ứng phó với biến đổi khí hậu và nước biển dâng.

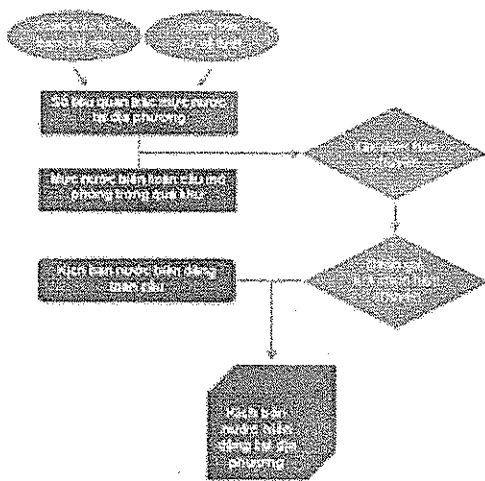
3. Tính toán kịch bản nước biển dâng cho các khu vực ven biển Việt Nam

a. Lựa chọn kịch bản phát thải khí nhà kính

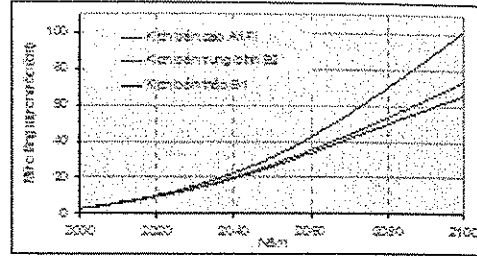
Biến đổi khí hậu hiện nay cũng như trong thế kỷ 21 phụ thuộc chủ yếu vào mức độ phát thải khí nhà

kính, tức là phụ thuộc vào sự phát triển kinh tế - xã hội. Vì vậy, các kịch bản biến đổi khí hậu được xây dựng dựa trên các kịch bản phát triển kinh tế - xã hội toàn cầu. Trong Báo cáo đặc biệt về các kịch bản phát thải khí nhà kính năm 2000, IPCC đã đưa ra 40 kịch bản, phản ánh khá đa dạng khả năng phát thải khí nhà kính trong thế kỷ 21. Các kịch bản phát thải này được tổ hợp thành 4 kịch bản gốc là A1, A2, B1 và B2 và dựa theo nhóm phát triển công nghệ để chia thành các nhóm khác nhau trong họ kịch bản A1 bao gồm A1FI, A1B, A1T. Trong báo cáo này, IPCC khuyến cáo sử dụng các kịch bản phát thải được sắp xếp từ thấp đến cao là B1, A1T (thấp), B2, A1B (trung bình), A2, A1FI (cao) với các mức phát thải khí nhà kính trong thế kỷ 21 và dự tính mức tăng nhiệt độ trung bình toàn cầu. Tuy nhiên, tùy thuộc vào nhu cầu thực tiễn và khả năng tính toán của từng nước, IPCC cũng khuyến cáo lựa chọn các kịch bản phát thải phù hợp để xây dựng kịch bản biến đổi khí hậu [25].

Trong kịch bản biến đổi khí hậu, nước biển dâng cho Việt Nam đã được công bố năm 2009, các kịch bản phát thải khí nhà kính được xây dựng ở mức thấp (B1), trung bình (B2) và cao (A2, A1FI), trong đó kịch bản trung bình B2 được khuyến nghị cho các Bộ, ngành và địa phương làm định hướng ban đầu để đánh giá tác động của biến đổi khí hậu, nước biển dâng và xây dựng kế hoạch hành động ứng phó với biến đổi khí hậu [3].



Hình 5. Phương pháp chi tiết hóa thống kê theo hàm chuyển

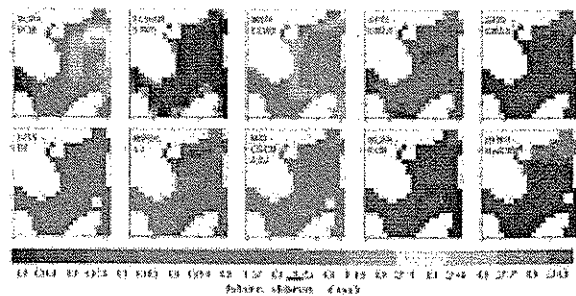


Hình 6. Kịch bản nước biển dâng trung bình toàn cầu (IMHEN, 2010)

b. Lựa chọn phương pháp tính toán kịch bản nước biển dâng cho các khu vực ven biển Việt Nam

Việc tính toán kịch bản nước biển dâng trong nghiên cứu này được dựa trên các cơ sở: 1) Mức độ tin cậy của kịch bản nước biển dâng toàn cầu; 2) Kế thừa kịch bản nước biển dâng năm 2009 của Bộ Tài nguyên Môi trường; 3) Độ chi tiết của kịch bản nước biển dâng; 4) Tính phù hợp địa phương; và 5) Tính đầy đủ của các kịch bản.

Phương pháp chi tiết hóa thống kê được áp dụng và có tham khảo các phương pháp khác. Phương pháp này dựa trên mối quan hệ giữa mực nước thực đo tại khu vực và mực nước toàn cầu tính toán từ các mô hình (Hình 5) Dựa trên cơ sở các kịch bản nước biển dâng của IPCC và các nghiên cứu khác, về tốc độ băng tan trong các công bố của IPCC và các tính toán từ mô hình MAGICC, kịch bản nước biển dâng trên quy mô toàn cầu được lựa chọn trong nghiên cứu này được đưa ra trong Hình 6. Kết quả được chiết xuất từ 10 hệ thống mô hình số trị toàn cầu (Hình 7) và các phương pháp tính kịch bản nước biển dâng khác như của mô hình SIMCLIM được sử dụng để tham khảo.



Hình 7. Mực nước biển dâng cuối thế kỷ XXI của các mô hình theo kịch bản trung bình

c. Xác định các khu vực ven biển để tính toán kịch bản nước biển dâng

Để tính toán tình hình nước biển dâng chi tiết cho các vùng ven biển, các khu vực ven biển được phân chia căn cứ vào xu thế biến đổi mực nước biển tại các trạm hải văn dọc bờ biển Việt Nam [8, 10]; biến đổi mực nước biển từ số liệu vệ tinh [21] và kịch bản nước biển dâng chiết xuất từ các mô hình số trị cho vùng ven biển Việt Nam.

Dải ven biển Việt Nam được chia thành 7 khu vực ven biển là: 1) Khu vực Bắc Vịnh Bắc Bộ từ Móng Cái đến Hòn Dấu; 2) Khu vực đồng bằng sông Hồng và bắc Trung bộ từ Hòn Dấu đến Đèo Ngang; 3) Khu vực Nam Vịnh Bắc Bộ từ Đèo Ngang đến đèo Hải Vân; 4) Khu vực phía Bắc Nam Trung Bộ từ Đèo Hải Vân đến Mũi Đại Lãnh; 5) Khu vực phía Nam Nam Trung Bộ, từ Mũi Đại Lãnh đến Mũi Kê Gà; 6) Khu vực Đông Nam Bộ từ Mũi Kê Gà đến Mũi

Cà Mau; 7) Khu vực biển Tây từ Mũi Cà Mau đến Hà Tiên. Kết quả phân chia này cũng tương đồng với một số nghiên cứu về phân vùng biển của các công trình khác [20].

d. Kịch bản nước biển dâng cho các khu vực ven biển Việt Nam

Kịch bản mực nước biển dâng cho các khu vực ven biển được tính toán theo mực nước dâng trung bình toàn cầu trong tương lai và mực nước dâng trong quá khứ theo phương trình tuyến tính. Các đánh giá cho thấy hệ số tương quan giữa mực nước từ các khu vực từ số liệu thực đo tại các trạm hải văn và số liệu vệ tinh với mực nước dâng toàn cầu có giá trị trung bình khoảng 0,6, trong đó hệ số tương quan cao nhất là 0,74, và thấp nhất là 0,47. Trên cơ sở đó, kết quả tính toán nước biển dâng cho các khu vực ven biển Việt Nam được đưa ra như sau:

Bảng 1. Mực nước biển dâng theo kịch bản thấp

Khu vực	Năm								
	2020	2030	2040	2050	2060	2070	2080	2090	2100
Móng Cái-Hòn Dấu	8	12	17	22	29	36	43	50	57
Hòn Dấu-Đèo Ngang	9	13	17	23	30	37	44	51	58
Đèo Ngang-Đèo Hải Vân	8	12	18	24	31	39	47	55	63
Đèo Hải Vân-Mũi Đại Lãnh	8	13	18	25	33	41	49	57	65
Mũi Đại Lãnh-Mũi Kê Gà	8	13	19	26	34	42	51	60	68
Mũi Kê Gà-Mũi Cà Mau	9	13	19	26	34	42	50	59	67
Mũi Cà Mau-Kiên Giang	10	15	21	28	37	45	54	63	72

- Theo kịch bản phát thải thấp (B1): Vào cuối thế kỷ 21, theo kịch bản thấp, nước biển dâng cao nhất ở vùng từ Cà Mau đến Kiên Giang (72 cm), thấp nhất ở vùng Móng Cái (57 cm); trung bình toàn Việt Nam là 64,2 cm.

Bảng 2. Mực nước biển dâng theo kịch bản trung bình

Khu vực	Năm								
	2020	2030	2040	2050	2060	2070	2080	2090	2100
Móng Cái-Hòn Dấu	8	12	17	24	31	38	47	55	64
Hòn Dấu-Đèo Ngang	9	13	18	25	32	39	48	56	65
Đèo Ngang-Đèo Hải Vân	8	13	19	26	33	42	51	61	71
Đèo Hải Vân-Mũi Đại Lãnh	9	13	19	26	35	44	53	63	74
Mũi Đại Lãnh-Mũi Kê Gà	8	13	20	27	36	45	56	66	77
Mũi Kê Gà-Mũi Cà Mau	9	14	20	27	36	45	55	65	76
Mũi Cà Mau-Kiên Giang	10	15	22	30	39	49	59	70	82

- Theo kịch bản phát thải trung bình (B2): Vào cuối thế kỷ 21, theo kịch bản thấp, nước biển dâng cao nhất ở vùng từ Cà Mau đến Kiên Giang (82 cm), thấp nhất ở vùng Móng Cái (64 cm); trung bình toàn Việt Nam là 72,6 cm.

Bảng 3. Mực nước biển dâng theo kịch bản cao

Khu vực	Năm								
	2020	2030	2040	2050	2060	2070	2080	2090	2100
Móng Cái-Hòn Dấu	8	13	19	26	35	46	58	71	85
Hòn Dấu-Đèo Ngang	9	14	19	27	36	47	59	72	86
Đèo Ngang-Đèo Hải Vân	8	13	20	28	39	51	64	79	94
Đèo Hải Vân-Mũi Đại Lãnh	9	14	21	29	40	53	67	82	97
Mũi Đại Lãnh-Mũi Kê Gà	9	14	21	30	42	55	70	86	102
Mũi Kê Gà-Mũi Cà Mau	9	14	21	30	41	54	69	84	100
Mũi Cà Mau-Kiên Giang	10	16	23	32	44	57	72	88	105

Theo kịch bản phát thải cao (A1FI): Vào cuối thế kỷ 21, theo kịch bản thấp, nước biển dâng cao nhất ở vùng từ Cà Mau đến Kiên Giang (105 cm), thấp nhất ở vùng Móng Cái (85 cm); trung bình toàn Việt Nam là 95,6 cm.

4. Kết luận và kiến nghị

Phương pháp chi tiết hóa thống kê được áp dụng để tính toán các kịch bản nước biển dâng cho các khu vực ven biển Việt Nam. Nguồn số liệu mực nước đo đạc tại các trạm hải văn ven biển Việt Nam cập nhật đến năm 2010 được sử dụng để phân tích xu thế mực nước biển trong quá khứ và làm cơ sở để tính toán kịch bản nước biển dâng cho tương lai. Kết quả tính toán cho thấy kịch bản nước biển dâng tính tới năm 2100 có xu hướng phù hợp với xu hướng biến đổi của mực nước biển dâng trong lịch sử dọc theo dải ven biển Việt Nam.

Tuy nhiên, kịch bản nước biển dâng có tính bất

định rất cao, thực tế cho thấy các phương pháp tính khác nhau có thể cung cấp các kết quả tính toán về nước biển dâng với độ chênh lệch rất lớn. Trong các kịch bản về nước biển dâng cũng chỉ đề cập đến sự dâng của mực nước biển trung bình, chưa xét đến các yếu tố động lực khác như nước dâng do bão, gió mùa, triều, sóng, dòng chảy từ thượng nguồn... nghiên cứu này cũng không xem xét tới mức độ biến đổi, sụt lún địa chất cho các khu vực ven biển, một yếu tố tác động đáng kể tới mực nước biển đo đạc. Vì vậy trong các nghiên cứu đánh giá các tác động của nước biển dâng cần phải xét đến các yếu tố động lực và địa chất đã nêu trên.

Tài liệu tham khảo

1. Aslak Grinsted, J. C. Moore & S. Jevrejeva, *Reconstructing sea level from paleo and projected temperatures 2000 to 2100 AD*, 2009;
2. Bộ Tài nguyên môi trường, *Báo cáo về các thông tin liên quan đến biến đổi khí hậu và nước biển dâng*, 2007;
3. Bộ Tài nguyên và Môi trường, *Kịch bản biến đổi khí hậu và nước biển dâng cho Việt Nam*, 2009;
4. Bộ Tài nguyên và Môi trường, *Thông báo đầu tiên của Việt Nam cho công ước khung của Liên hợp quốc về Biến đổi khí hậu*, 2003;
5. Cazenave, A., and R. S. Nerem, "Present-day sea level change: Observations and causes", *Rev. Geophys.*, 42, RG3001, 2004;
6. Church, J.A., Gregory, J.M., Huybrechts, P., Kuhn, M., Lambeck, K., Nhuan, M.T., Qin, D., Woodworth, P.L, "Changes in sea level", *Climate Change 2001. The Scientific Basis*. Cambridge University Press, Cambridge, 2001;
7. Dan Cayan và cộng sự, *Climate Change scenarios and sea level rise estimates for the California 2008, Climate Change scenarios assessment*, California Climate Change Center, 2009;

8. Đinh Văn Ưu, Đánh giá biến động mực nước biển cực trị do ảnh hưởng của biến đổi khí hậu phục vụ chiến lược kinh tế biển, Báo cáo tổng kết Chương trình KHCN cấp Nhà nước KC 09/06-10;
9. Ho, C.R., Zheng, Q., Soong, Y.S., Kou, N.J., Hu, J.H., 2000. Seasonal variability of sea surface height in the South China Sea observed with TOPEX/POSEIDON altimeter data. *J. Geophys. Res.* 105 (6), 13981–13990;
10. Hoàng Trung Thành, Phạm Văn Huấn (2010), Tình hình dao động dâng rút của mực nước biển ven bờ Việt Nam. *Tạp chí Biển Việt Nam*, số 3/2010;
11. <http://tidesandcurrents.noaa.gov>;
12. <http://www.cgd.ucar.edu/cas/wigley/magicc/index.html>;
13. <http://www.simclim.com>;
14. <http://www.aviso.oceanobs.com>;
15. Jame G. Titus, *The probability of sea level rise*, 1998;
16. Jianjun Yin và cộng sự, *Sea level rise due to global warming poses threat to New York City*, 2009;
17. Joanne R. Potter and Michael J. Savonis, "Impacts of Climate Change and Variability on Transportation Systems and Infrastructure: Gulf Coast Study, Phase I", 2008;
18. Krabill, W, E. Hanna, P. Huybrechts, W. Abdalati, J. Cappelen, B. Csatho, E. Frederick, S. Manizade, C. Martin, J. Sonntag, R. Swift, R. Thomas, and J. Yunge, "Greenland Ice Sheet: increased coastal thinning", *Geophysical Research Letters*, 2004;
19. Liu, Q., Jia, Y., Wang, X., Yang, H., 2001. On the annual cycle characteristics of the sea surface height in the South China Sea. *Adv. Atmos. Sci.* 18, 613–622;
20. Chương trình biển KHCN – 06, Chuyên khảo biển Đông, , tr 505-521;
21. Nguyễn Xuân Hiên, Trần Thục, Lê Quốc Huy, Nghiên cứu xu thế biến đổi mực nước biển khu vực biển Đông và vùng ven bờ Việt Nam từ số liệu vệ tinh, *Tạp chí Khí tượng Thủy văn*, số 592, 4/2010.
22. Shaw, P.T., Chao, S.Y., Fu, L.L., 1999. Sea surface height variations in the South China Sea from satellite altimetry. *Oceanol. Acta* 22 (1), 1–17.
23. Stefan Rahmstorf , *A Semi-Empirical Approach to Projecting Future Sea-Level Rise*, Report, 2006;
24. *UK Climate Projections science report, Marine and coastal projections*, 2009
25. *The Intergovernmental Panel on Climate Change, Fourth Assessment Report*, 2007.
26. Thomas W. Doyle, Richard H. Day, and Thomas C. Michot , *Development of Sea Level Rise Scenarios for Climate Change Assessments of the Mekong Delta, Vietnam*, 2010;
27. Xuhua Cheng, Yiquan Qi, Wen Zhou, Trends of sea level variations in the Indo-Pacific warm pool, *Global and Planetary Change* 63 (2008) 57–66.