

NGHIÊN CỨU XU THẾ BIẾN ĐỔI MỨC NƯỚC BIỂN KHU VỰC BIỂN ĐÔNG VÀ VÙNG VEN BỜ VIỆT NAM TỪ SỐ LIỆU VỆ TINH

Nguyễn Xuân Hiền, Trần Thục, Lê Quốc Huy

Viện Khoa học Khí tượng Thủy văn và Môi trường

Báo cáo trình bày một cách tiếp cận mới trong nghiên cứu xu thế biến đổi mực nước biển tại khu vực biển Đông và vùng ven bờ Việt Nam. Chuỗi số liệu Sea level anomaly (SLA) kết hợp từ nhiều vệ tinh từ năm 1992 đến 2009 được sử dụng thông qua việc kiểm nghiệm với số liệu mực nước trung bình tháng tại các trạm hải văn. Kết quả kiểm nghiệm cho thấy sự tương đồng cao về xu thế và mối tương quan giữa 2 chuỗi số liệu và có thể sử dụng số liệu mực nước từ vệ tinh trong nghiên cứu xu thế biến đổi mực nước. Phân tích số liệu vệ tinh thu nhận được tại khu vực Biển Đông cho thấy xu thế biến đổi của mực nước biển trung bình trên toàn biển Đông thời kỳ 1993-2009 là 4,3 mm/năm. Trong thời kỳ từ 1993-2009 xu thế biến đổi của mực nước biển khu vực Biển Đông trải qua ba giai đoạn: tăng 8,9 mm/năm (1993-2000); giảm 11,3 mm/năm (2001-2005); tăng 11,1 mm/năm (2006-2009). Phân bố xu thế dao động mực nước trên vùng Biển Đông cho thấy khu vực phía Đông (Philippine) có xu thế tăng cao hơn khu vực phía Tây biển Đông. Tại dải ven biển Việt Nam, Khu vực miền Trung và khu vực ven biển miền Tây Nam Bộ là khu có xu thế tăng mạnh hơn, ngược lại, khu vực ven biển miền Bắc, vùng biển phía Đông khu vực Nam bộ là khu vực có xu thế tăng chậm hơn.

1. Mở đầu

Trong những thế kỷ qua, các máy đo thủy triều là kỹ thuật chủ yếu đo sự biến đổi của mực nước. Tuy nhiên có hai vấn đề tồn tại khi nghiên cứu biến đổi của mực nước trong vùng biển bằng số liệu của máy đo thủy triều, (1) Chỉ có một số ít các trạm đo thủy triều có chuỗi số liệu dài, (2) Sự phân bố các trạm đo không đều do các trạm thường đặt tại vùng ven bờ nên không có số liệu dài ngày ở những vùng biển sâu. Kỹ thuật đo từ vệ tinh có khả năng tốt như một công cụ bổ sung cho các máy đo thủy triều ven bờ truyền thống trong việc khảo sát sự biến đổi của mực nước. Các quan trắc từ vệ tinh trong hai thập kỷ qua cho ta sự mô tả khá rõ nét của sự biến đổi mực nước với độ phân giải không gian cao hơn các công cụ đo mực nước hiện có.

Trong những thập kỷ gần đây, trên thế giới đã và đang có nhiều nghiên cứu về xu thế biến động của

mực nước biển, một trong những biểu hiện rõ rệt nhất của biến đổi khí hậu toàn cầu [2, 3, 4]. Các nghiên cứu chỉ ra rằng mực nước biển toàn cầu đang tăng với tỷ lệ $1,5 \pm 0,5$ mm/năm trong thế kỷ qua [3] và đưa ra các kịch bản khác nhau cho mực nước biển dâng trong tương lai với tỷ lệ nhanh hơn trong thập kỷ qua tức là $2,8 \pm 0,4$ mm/năm [5].

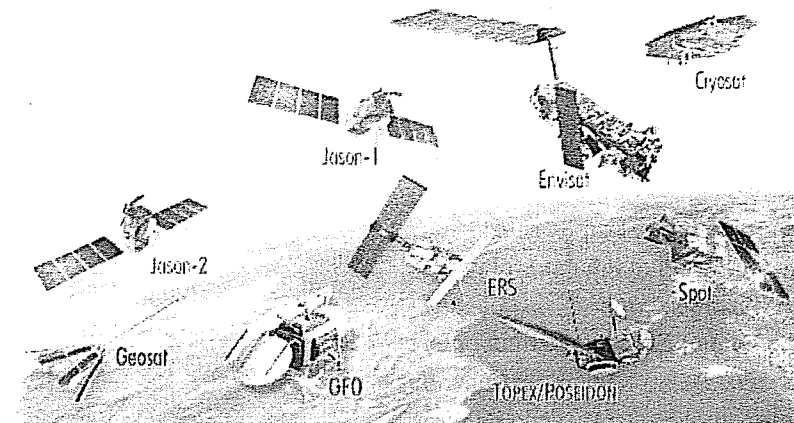
Biển Đông là biển rìa nửa kín lớn nhất ở tây bắc Thái Bình Dương nối với các biển Java và Sulu ở phía Nam qua một số lạch biển nông và nối với Thái Bình Dương ở phía Bắc qua eo biển sâu Luzon. Độ sâu trung bình của Biển Đông là 1800 m và độ sâu lớn nhất là 5400 m. Bề rộng của Biển Đông bao phủ một miền từ xích đạo đến 23 vĩ độ bắc, từ 99 đến 121 kinh độ đông và có diện tích bề mặt khoảng 3,5 triệu km². Với việc sử dụng dữ liệu vệ tinh Topex/Poseidon, các nhà khoa học như Shaw, P.T., Chao và cộng sự, 1999; Ho, C.R., Zheng, và cộng sự 2000,

Liu, Q., Jia, và cộng sự, 2001 đã nghiên cứu được sự biến đổi năm đáng kể của mực nước biển Biển Đông [6, 7, 8]. Theo Li, L., Xu và J., Cai, R., 2002 thì mực biển trung bình trên Biển Đông dâng với tỷ lệ khoảng 10 mm/năm từ năm 1993 đến 1999 [9]. ở một hướng nghiên cứu khác từ số liệu quan trắc tại các trạm hải văn dọc ven biển Việt Nam thì tốc độ dâng lên của mực nước biển trung bình ở Việt Nam là 3 mm/năm trong giai đoạn 1993-2008 [1]. Nghiên cứu của Xuhua và cộng sự năm 2007 đưa ra kết luận rằng, xu hướng mực nước biển trung bình tại khu vực biển Đông có chiều hướng tăng trong khoảng từ năm 1993 đến năm 2001 và giảm từ 2002 đến 2005 [10].

Tại Việt Nam, từ những năm 1990, các tác giả Nguyễn Tài Hoi, Nguyễn Thuyết bằng phương pháp thống kê và phổ toán học đã đưa ra những tính toán các đặc trưng dao động mực nước biển cho các trạm hải văn dọc bờ biển Việt Nam, gần đây, Hoàng Trung Thành và cộng sự (2010) cũng đã có những

nghiên cứu, tính toán và đưa ra mức độ dâng rút của 22 trạm đo đặc hải văn và thủy văn cửa sông dọc ven bờ Việt Nam

Những nghiên cứu về sự biến đổi mực nước trên Biển Đông chủ yếu quan tâm đến biến đổi mùa và năm còn ít quan tâm đến những biến đổi hạn dài hoặc thuần túy là thống kê số liệu thực đo. Hiện nay, dữ liệu vệ tinh đã được bổ sung và kéo dài, đồng thời dữ liệu được kết hợp từ nhiều vệ tinh với độ chính xác và độ phân giải cao theo không gian và thời gian. Cho đến nay, đã có số liệu kéo dài được hơn 17 năm phục vụ cho nghiên cứu sự biến đổi của mực nước biển. Trong nghiên cứu này, các số liệu từ vệ tinh sẽ được thu thập, kiểm nghiệm với số liệu dao động mực nước triều trung bình tháng tại các trạm hải văn của Việt Nam và phân tích, tính toán nhằm đưa ra xu hướng trên toàn biển Đông và dài ven biển Việt Nam về mức độ biến đổi của dao động mực nước.



Hình 1. Hình ảnh một số vệ tinh

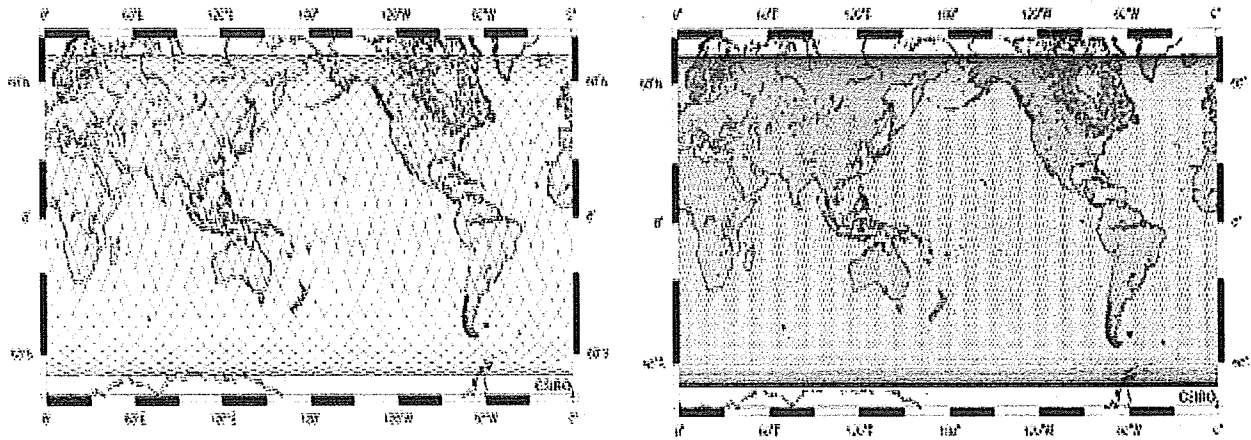
2. Số liệu và phương pháp

Việc sử dụng vệ tinh đo cao độ bằng radar để đo chiều cao mặt nước biển toàn cầu (SSH-Sea surface height) đã đi một chặng đường dài kể từ khi vệ tinh Seasat được phóng lên năm 1978 để thực hiện nhiệm vụ. Ban đầu vệ tinh đo SSH với độ chính xác hàng chục mét. Gần đây vệ tinh đo độ cao chất lượng cao như TOPEX / Poseidon (được phóng lên vào tháng 8 năm 1992) và Jason-1 (vào tháng 12

năm 2001) đã đo SSH với độ chính xác vài centimét. Những vệ tinh đó được thiết kế đặc biệt để đo SSH với độ chính xác cao nhất có thể. Những số liệu thu thập được từ các vệ tinh đã nâng cao khả năng khám phá, tìm hiểu của chúng ta đối với những quy luật tự nhiên của biển và đại dương qua những nghiên cứu về mực nước, hoàn lưu đại dương và sự biến đổi khí hậu. Vệ tinh Topex/Poseidon thực thi nhiệm vụ từ năm 1992 đến năm 2002 và được thay thế bằng vệ tinh Jason-1, cả hai vệ tinh này đều

cung cấp số liệu cao độ chính xác. Mặc dù các dữ liệu còn khá ngắn nếu so với bộ số liệu của máy đo thủy triều nhưng kỹ thuật đo này rất có triển vọng trong việc nghiên cứu vấn đề về sự biến đổi của mực nước biển vì nó cung cấp số liệu mực nước biển bao phủ trên diện rộng. Trong khi đó, các vệ tinh ERS của cơ quan vũ trụ châu Âu cũng được phóng lên và mở ra một cơ hội mới cho tất cả các ứng dụng viễn thám nghiên cứu thời tiết. Tiếp sau vệ tinh ERS là vệ tinh ENVISAT. Đối tượng chính của

vệ tinh này là đảm bảo sự liên tục của việc quan trắc cao độ được bắt đầu từ vệ tinh ERS-1 năm 1991 và ERS-2 năm 1995. Các đối tượng quan trắc cũng giống như của các vệ tinh ERS nhưng độ dài của chuỗi số liệu là 15 năm cho phép khảo sát sự biến đổi của các đối tượng theo chu kỳ hàng năm và thập niên như mực nước biển khu vực và toàn cầu; các hoàn lưu đại dương; chiều cao sóng hiệu dụng và tốc độ gió khí hậu; độ cao của các dãy núi băng và độ dày của các lớp băng biển.



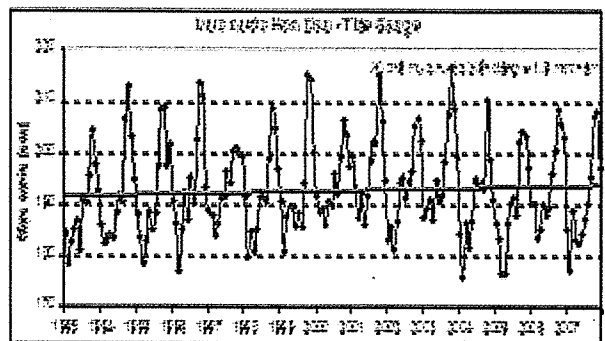
Hình 2. Mạng lưới đường đi 3 ngày đầu tiên (hình trái) và toàn chu kỳ 10 ngày (hình phải) của vệ tinh Topex/Poseidon

Mean sea level (MSL) là một đơn vị đo độ cao trung bình của bề mặt biển được sử dụng làm tiêu chuẩn để tính cao độ mặt đất (thông thường được tính với chu kỳ 18,6 năm). Sea level anomaly (SLA) là một đơn vị đo độ chênh lệch giữa mực nước biển trung bình chu kỳ dài và chu kỳ ngắn. Số liệu SLA trong nghiên cứu này là số liệu hợp nhất từ số liệu của Topex/Poseidon, Jason 1/2, ERS 1/2 và Envisat. Chuỗi số liệu kéo dài từ 1992 đến 2009 với khoảng thời gian trung bình tuần và bao phủ trên lưới 1/3 độ. Các phương pháp hiệu chỉnh số liệu khi hợp nhất đã tính đến sự cản trở của tầng điện li, sự hiệu chỉnh khô ướt của tầng đối lưu, hiệu chỉnh khí áp nghịch đảo và hiệu chỉnh thiết bị đo. Các nghiên cứu trước đây giả thiết là chuỗi số liệu 10 năm của Topex/Poseidon có thể xác định được tỷ lệ biến đổi mực nước trung bình toàn cầu (GMSL) tới độ chính xác 0.5 mm/năm.

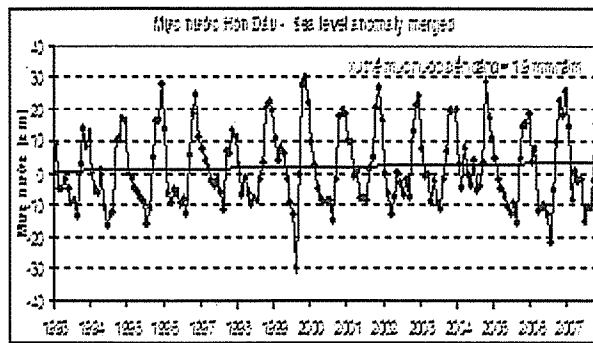
3. Kiểm nghiệm số liệu

Số liệu vệ tinh khai thác với lưới 1/3 độ (khoảng

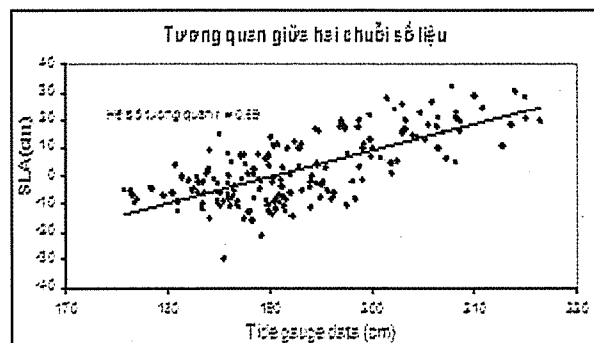
36 km) được nội suy bằng phương pháp Kriging cho lưới nhỏ hơn (khoảng 5 km). Bốn điểm nội suy tại khu vực bốn trạm hải văn đại diện cho khu vực ven biển Việt Nam là Hòn Dấu, Sơn Trà, Quy Nhơn, Vũng Tàu được trích số liệu để kiểm nghiệm với số liệu mực nước trung bình thực đo tháng. Các hình 3, 4, 5 và 6 dưới đây biểu diễn đường quá trình mực nước trung bình tháng thực đo, từ số liệu vệ tinh và mối tương quan giữa chúng cho các vị trí Hòn Dấu, Sơn Trà, Quy Nhơn và Vũng Tàu.



(a)

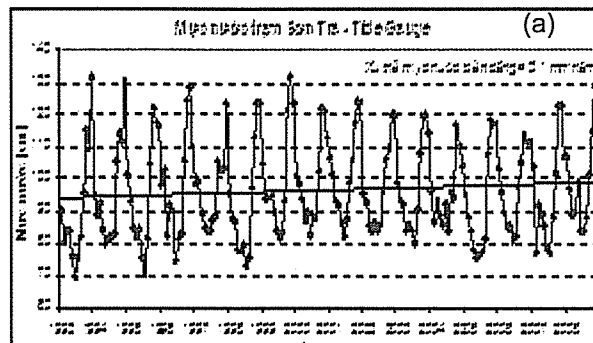


(b)

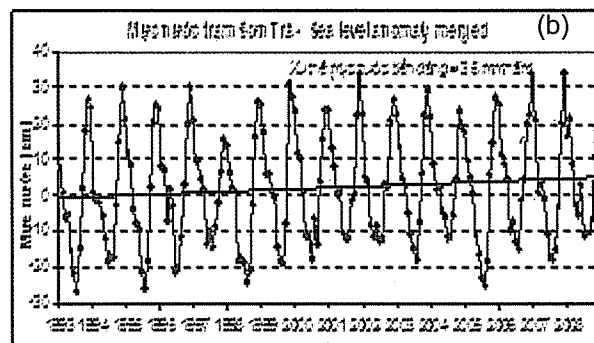


(c)

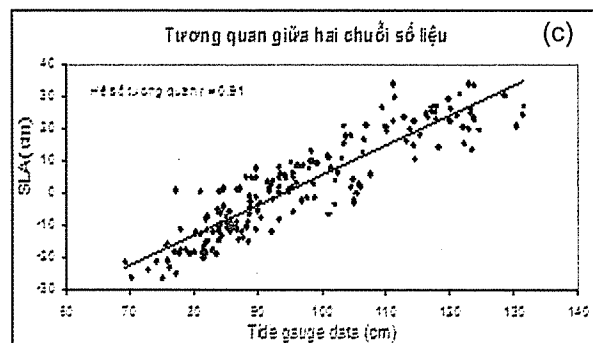
Hình 3 (a,b,c). Đường quá trình mực nước trung bình tháng thực đo, từ số liệu vệ tinh và phương trình tương quan tại trạm Hòn Dấu



(a)

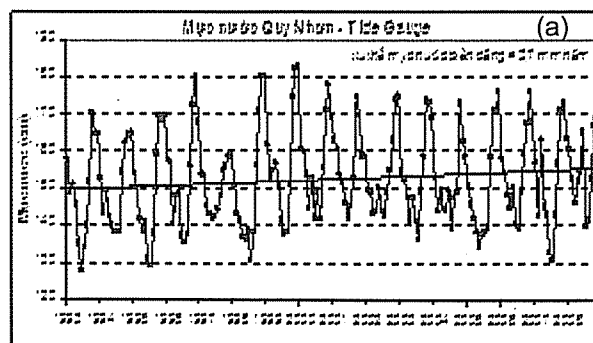


(b)

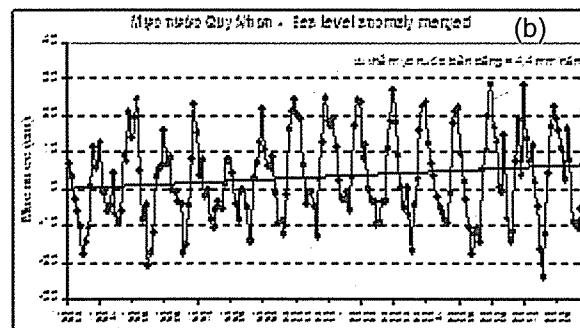


(c)

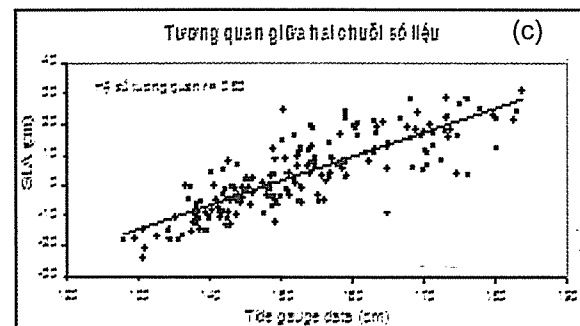
Hình 4 (a,b,c). Đường quá trình mực nước trung bình tháng thực đo, từ số liệu vệ tinh và phương trình tương quan tại trạm Sơn Trà



(a)

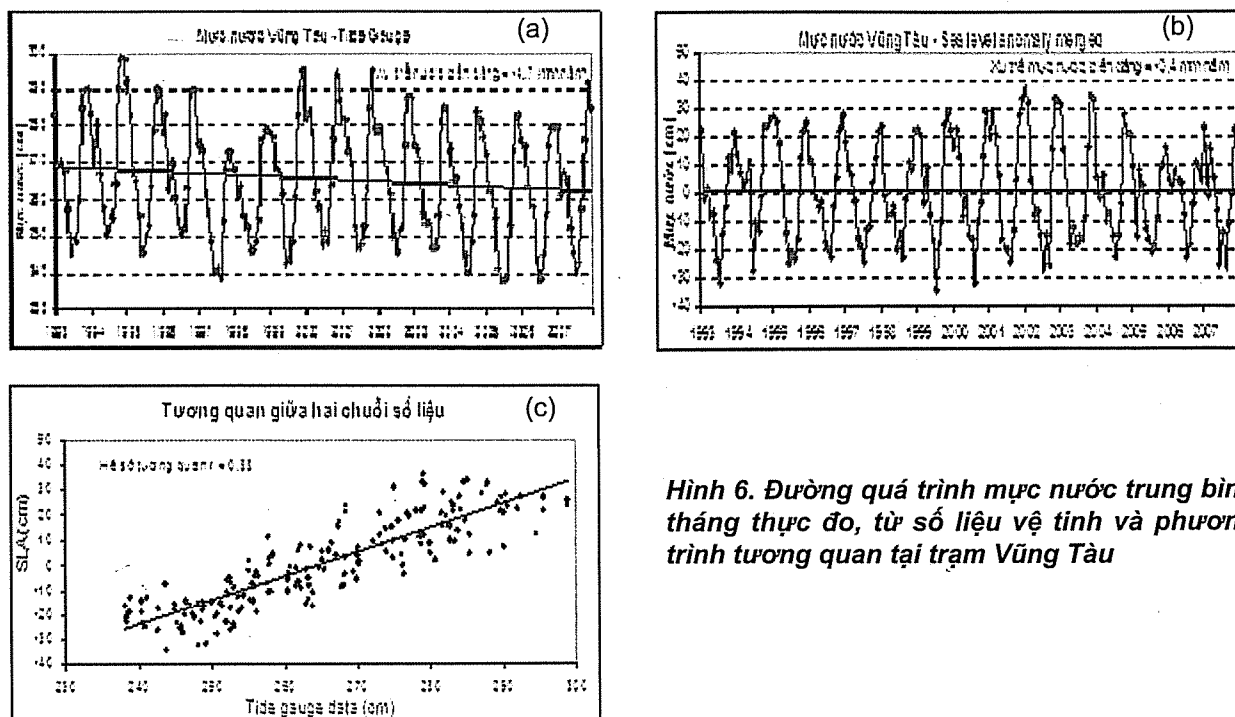


(b)



(c)

Hình 5 (a,b,c). Đường quá trình mực nước trung bình tháng thực đo, từ số liệu vệ tinh và phương trình tương quan tại trạm Quy Nhơn



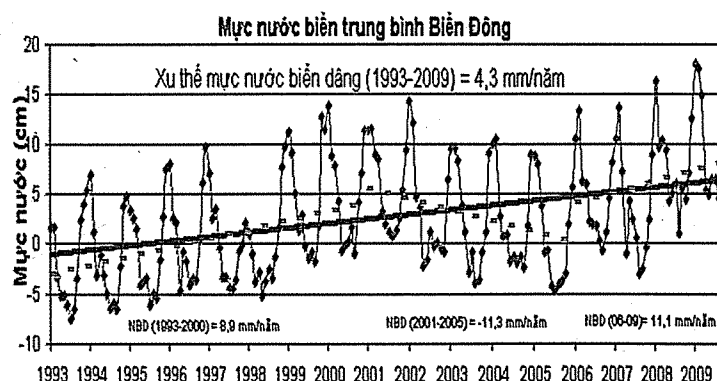
Hình 6. Đường quá trình mực nước trung bình tháng thực đo, từ số liệu vệ tinh và phương trình tương quan tại trạm Vũng Tàu

Từ hình vẽ trên, có thể nhận thấy rằng, đường mực nước trung bình tháng thực đo và từ số liệu vệ tinh có xu hướng tương đồng, các phương trình tương quan giữa 2 chuỗi số liệu cho hệ số tương quan cao, cao nhất là $R^2=0,91$ tại Sơn Trà. Các xu hướng dao động mực nước cũng cho xu thế tương đối giống nhau. Như vậy, có thể thấy rằng, chuỗi số liệu dao động mực nước từ vệ tinh hoàn toàn có đủ độ tin cậy, có thể sử dụng kết hợp với số liệu thực đo tại trạm để tính xu thế biến đổi mực nước biển cho toàn dải ven biển nước ta, đặc biệt là tại những khu vực không có và thiếu số liệu thực đo. Số liệu này cũng được sử dụng để tính xu thế biến đổi mực

nước biển tại từng nút lưới nằm trong giới hạn của Biển Đông và từ đó thành lập bản đồ phân bố xu thế biến đổi mực nước theo không gian trên toàn vùng Biển Đông và dải ven biển Việt Nam.

4. Kết quả

Chuỗi số liệu SLA từ năm 1993 đến 2009 trên toàn vùng Biển Đông được lấy trung bình theo không gian ta được biến trình biến đổi của dị thường mực nước biển trung bình toàn Biển Đông và xác định được xu thế biến đổi mực nước của cả giai đoạn và từng giai đoạn ngắn (hình 7).



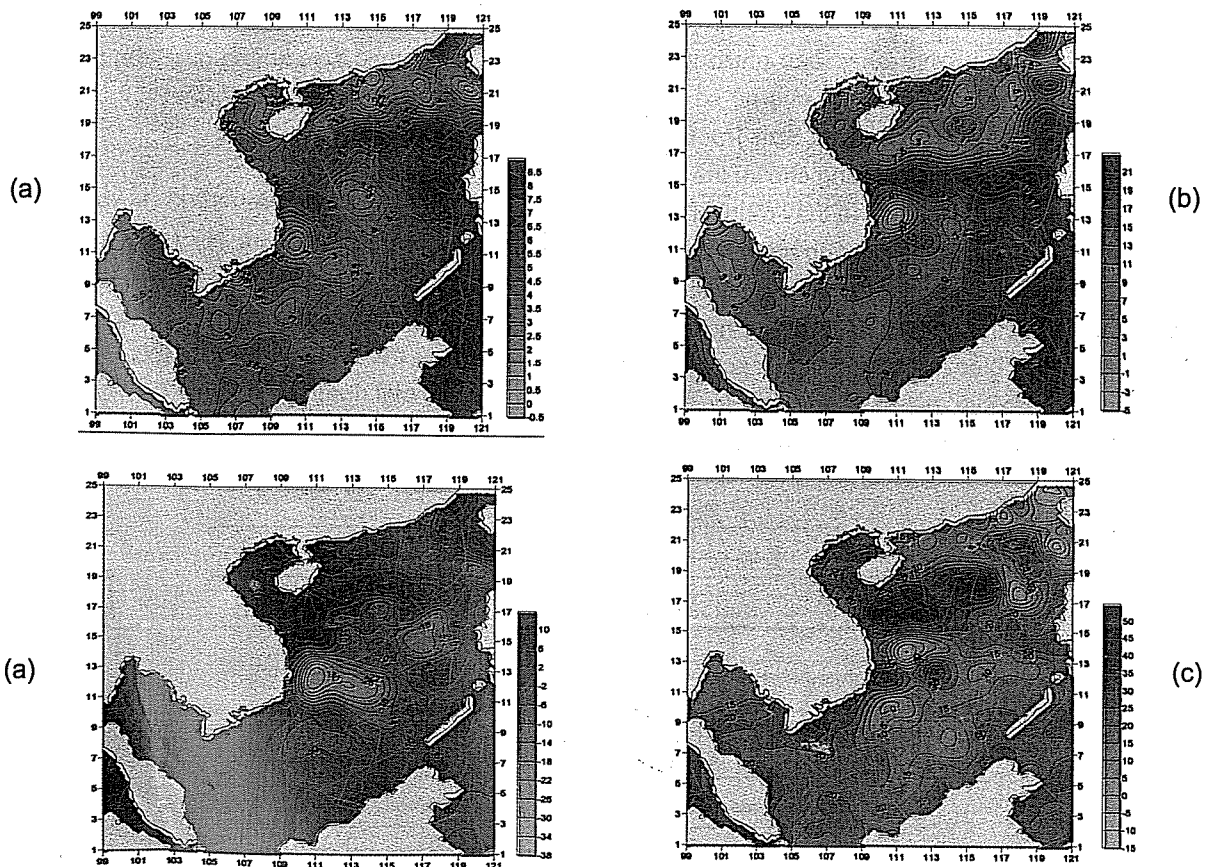
Hình 7. Xu thế biến đổi mực nước trung bình toàn Biển Đông trong thời kỳ 1993 - 2009 (đường đậm) và từng giai đoạn nhỏ (đường đứt)

Hình 8 dưới đây biểu diễn sự phân bố của sự biến đổi mực nước biển trên toàn khu vực biển Đông cho các thời kỳ khác nhau từ năm 1993 đến 2009.

Có thể nhận thấy rằng, sự biến đổi trên toàn khu vực có xu hướng tăng khoảng 4,3 mm/năm cho toàn thời kỳ 1993-2009. Tuy nhiên, xu hướng tăng mạnh trong 2 giai đoạn 1993 đến 2000 và 2006 đến 2009 với xu thế lần lượt là 8,9 và 11,1 mm/năm. Ngược lại, trong giai đoạn từ 2001 đến 2005, biến đổi mực nước trung bình trên toàn khu vực có xu hướng giảm với xu thế khoảng 11,3 mm/năm. Trên bình diện biển Đông, khu vực phía đông biển Đông (bờ biển Philippine) có xu thế tăng mạnh hơn khu vực phía tây (ven biển Việt Nam) trong giai đoạn 1993 - 2009.

Bảng 1 dưới đây đưa ra xu thế biến đổi mực nước biển cho các tỉnh ven biển Việt Nam cho giai đoạn 1993 - 2009. Có thể thấy, trong giai đoạn 1993 đến 2009, khu vực ven biển miền Trung Việt Nam,

từ Quảng Bình đến Bình Thuận và khu vực ven biển miền Tây Nam Bộ là khu có xu thế tăng mạnh hơn với tốc độ tăng lớn hơn 3 mm/năm, cao nhất là khu vực ven biển Bình Định có xu thế tăng 4,7 mm/năm. Ngược lại, khu vực ven biển miền bắc Trung bộ, Đông nam bộ là khu vực có xu thế tăng ít hơn. Tại các giai đoạn nhỏ 1993 - 2000 và 2006 - 2009 cũng có những xu thế tương tự cho các khu vực này. Tuy vậy, trong giai đoạn 2001 - 2005, khu vực ven biển miền Nam Trung bộ lại là nơi có xu thế giảm mạnh nhất, kết quả này cũng tương đồng với những nghiên cứu của Xuhua và cộng sự 2007 [10]. So sánh với số liệu công bố của kịch bản biến đổi khí hậu cho Việt Nam (tốc độ dâng của mực nước biển trung bình của Việt Nam theo số liệu tại các trạm hải văn ven biển Việt Nam là 3 mm/năm) thì tốc độ dâng của mực nước trung bình toàn Biển Đông từ số liệu vệ tinh là 4,3 mm/năm là cao hơn nhưng lại tương đồng với tốc độ dâng của mực nước trung bình cho dải ven biển Việt Nam là 2,9 mm/năm.



Hình 8. Xu thế biến đổi mực nước biển toàn biển Đông cho các thời kỳ
a) 1993-2009; b) 1993-2000; c) 2001-2005; d) 2006-2009

Bảng 1. Xu thế biến động mực nước biển dài ven biển Việt Nam

STT	Tỉnh/thành	Biến động mực nước (mm/năm)	STT	Tỉnh/thành	Biến động mực nước (mm/năm)
1	Quảng Ninh	2,90	16	Phú Yên	3,99
2	Hải Phòng	2,30	17	Khánh Hòa	3,38
3	Thái Bình	1,33	18	Ninh Thuận	3,38
4	Nam Định	1,69	19	Bình Thuận	3,75
5	Ninh Bình	1,81	20	Vũng Tàu	2,78
6	Thanh Hóa	0,73	21	TP. Hồ Chí Minh	2,78
7	Nghệ An	0,48	22	Bến Tre	1,81
8	Hà Tĩnh	1,81	23	Tiền Giang	1,21
9	Quảng Bình	2,78	24	Trà Vinh	2,05
10	Quảng Trị	2,54	25	Sóc Trăng	2,78
11	T.Thiên-Huế	2,54	26	Bạc Liêu	3,26
12	Đà Nẵng	3,38	27	Cà Mau	3,75
13	Quảng Nam	3,99	28	Kiên Giang	3,31
14	Quảng Ngãi	4,35	29	Trung bình	2,91
15	Bình Định	4,71			

5. Kết luận và kiến nghị

Phương pháp đo dao động bề mặt biển từ vệ tinh là phương pháp hiện đại cho số liệu có độ chính xác cao. Cùng với các trạm đo thủy triều truyền thống, số liệu vệ tinh đã tạo nên một bộ số liệu có độ bao phủ rộng toàn cầu với độ phân giải cao. Chuỗi số liệu SLA sử dụng trong nghiên cứu này là số liệu kết hợp từ nhiều vệ tinh qua các bước hiệu chỉnh và kéo dài từ năm 1992 đến 2009. Các số liệu thu được từ vệ tinh được kiểm nghiệm với chuỗi số liệu mực nước thực đo tại các trạm hải văn và cho kết quả tương đồng cao. Tính toán và phân tích xu thế biến đổi mực nước biển trung bình cho thấy, trong hai thập kỷ qua, mực nước trung bình trên toàn Biển Đông có xu hướng tăng là 4,3 mm/năm. Trong thời kỳ từ 1993-2009 xu thế biến đổi mực nước biển trải qua ba giai đoạn: tăng 8,9 mm/năm (1993-2000); giảm 11,3 mm/năm (2001-2005); tăng 11,1 mm/năm (2006-2009). Trong giai đoạn 1993-2009, phân bố xu thế biến đổi mực nước biển trên vùng Biển Đông cho thấy: luôn có một vùng nước biển dâng với giá trị cao ở khu vực biển sâu từ phía tây đảo Luzon kéo sang phía bờ Việt Nam. Bên cạnh đó, mực nước trung bình tại khu vực phía đông biển Đông có xu hướng tăng mạnh hơn phía tây. Tại khu vực ven

bờ Việt Nam, khu vực ven biển miền trung Trung bộ là có xu hướng tăng mạnh mẽ hơn với tốc độ tăng khoảng trên 40 mm/năm. Ngược lại, khu vực bắc Trung bộ và cửa sông Cửu Long có xu hướng tăng chậm hơn, khoảng 10 mm/năm. Trung bình dọc bờ biển Việt Nam, xu thế tăng mực nước khoảng 29 mm/năm.

Do phân bố các trạm thực đo trên dài ven biển Việt Nam là thưa và phân bố không đều, mặt khác, tại một số trạm có sự ảnh hưởng của các yếu tố sụt lún địa chất, bồi đắp trầm tích hoặc thay đổi vị trí cột mốc, phương pháp đo đạc có thể dẫn tới những nghi ngờ về kết quả đo đạc tại một số trạm. Phương pháp sử dụng số liệu vệ tinh có độ tin cậy cao hoàn toàn có thể được sử dụng trong nghiên cứu, tính toán về xu thế biến đổi mực nước biển và trong thời gian tới có thể sử dụng để xây dựng kịch bản mực nước biển dâng do biến đổi khí hậu

Lời cảm ơn

Các kết quả công bố trong bài báo này là một phần nghiên cứu thuộc các nhiệm vụ trong Chương trình mục tiêu quốc gia về Biến đổi khí hậu. Các tác giả cảm ơn sự hỗ trợ này.

Tài liệu tham khảo

1. Bộ Tài nguyên và Môi trường, *Kịch bản biến đổi khí hậu, nước biển dâng cho Việt Nam*, 6-2009.
2. 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.
3. Cabanes, C., Cazenave, A., Le Provost, C., 2001. Sea level rise during past 40 years determined from satellite and in situ observations. *Science* 294, 840–842.
4. Church, J.A., Gregory, J.M., Huybrechts, P., Kuhn, M., Lambeck, K., Nhuan, M.T., Qin, D., Woodworth, P.L., 2001. *Changes in Sea Level, in Intergovernmental Panel on Climate Change, Third Assessment Report. Cambridge Univ. Press, New York*, pp. 639–694.
5. White, N.J., Church, J.A., Gregory, J.M., 2005. Coastal and global averaged sea level rise for 1950 to 2000. *Geophys. Res. Lett.* 32, L01601.
6. Cazenave, A., Nerem, R.S., 2004. Present-day sea level change: observations and causes. *Rev. Geophys.* 42, RG3001.
7. 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.
8. 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.
9. 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.
10. Li, L., Xu, J., Cai, R., 2002. Trends of sea level rise in the South China Sea during the 1990s: an altimetry result. *Chin. Sci. Bull.* 47 (7), 582–585.
11. 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.
12. Ping-Tung SHAW, Shenn-Yu CHAO, Lee-Lueng FU, *Sea surface height variations in the South China Sea from satellite altimetry, Oceanological acta (1999)- VOL.22 - No 1, 1 - 17.*
13. AVISO, *High-Precision Altimetry with Satellites Working Together*. Retrieved July 25, 2008, from <http://www.aviso.oceanobs.com>
14. 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.