

PHÂN TÍCH BIẾN ĐỘNG CỦA ĐƯỜNG BỜ BIỂN NHA TRANG, TỈNH KHÁNH HOÀ ỨNG DỤNG CÔNG NGHỆ VIỄN THÁM VÀ HỆ THỐNG TIN ĐỊA LÝ

Bùi Thị Kiên Trinh, Nguyễn Mạnh Cường¹

Tóm tắt: *Việc giám sát và xác định sự thay đổi cũng như tốc độ thay đổi của đường bờ biển Nha Trang, tỉnh Khánh Hoà từ năm 2013 đến 2018 được thực hiện bởi các ứng dụng xử lý, phân tích trong Hệ thống tin địa lý (GIS) với tư liệu ảnh Landsat 8 kết hợp với ảnh Sentinel-2. Kết quả cho thấy xói lở xảy ra rõ rệt ở khu vực phía bắc vịnh Nha Trang (phường Vĩnh Thọ) trong giai đoạn trước năm 2015 đã được ngăn chặn hoàn toàn. Tuy nhiên tình hình xói lở, bồi tụ ở khu vực phường Vĩnh Lương và Xương Huân lại diễn biến bất thường. Đặc biệt, xói lở mạnh đã xuất hiện ở khu vực phường Vĩnh Hoà và cần được theo dõi chặt chẽ. Kết quả nghiên cứu cho thấy tính hiệu quả, độ tin cậy và khả năng ứng dụng của công nghệ viễn thám và GIS trong nghiên cứu bờ biển.*

Từ khóa: Biến động đường bờ, MNDWI, EPR, Nha Trang.

1. ĐẶT VẤN ĐỀ

Vịnh Nha Trang được công nhận là một trong những trung tâm du lịch nghỉ dưỡng đẹp nhất thế giới với những bãi biển trải dài hàng chục cây số và hệ sinh thái điển hình, quý hiếm của vùng biển nhiệt đới (Wikipedia). Hiện tượng xói lở và bồi tụ tại bờ biển Nha Trang được quan tâm đặc biệt bởi có ảnh hưởng rất lớn đến cảnh quan cũng như hoạt động khai thác du lịch, dịch vụ của khu vực. Những nghiên cứu đã công bố cho thấy, ngoài ảnh hưởng của quá trình tự nhiên do sóng và dòng chảy, do biến đổi khí hậu, các hoạt động cải tạo của con người như lấn biển, xây dựng khu nghỉ dưỡng cũng đã góp phần gây ra hiện tượng xói lở bất thường (Tran Van Binh et al., 2015; Vu Minh Cat and Pham Quang Son, 2013; Nguyen Thanh Luan et al., 2014; Nguyen Trung Viet et al., 2017b). Hàng loạt giải pháp cấp thiết chống xâm thực và xói lở ở bờ biển Nha Trang đã được thực hiện trong những năm gần đây, trong đó có giải pháp tái tạo, nâng cấp bãi biển có tính đến ảnh hưởng của biến đổi khí hậu. Do vậy cần thiết phải giám sát và phân tích biến động đường bờ biển Nha Trang để đánh giá tác động, tính hiệu quả của những giải pháp đó.

Biến động của đường bờ biển có thể được xác định trực tiếp thông qua các phương pháp đo đạc thực địa hiện đại như các máy quay đặt cố định trên bờ, sử dụng máy bay không người lái (drone) có gắn máy chụp ảnh và thiết bị định vị (Nguyen Trung Viet et al., 2017a). Phương pháp quan trắc bằng các công nghệ mới này đã và đang được ứng dụng rất hiệu quả tại Cửa Đại (Hội An) và Nha Trang (Khánh Hoà). Tuy nhiên, những phương pháp trên chỉ thu thập số liệu tại những khu vực nhất định, chất lượng dữ liệu phụ thuộc nhiều vào thời tiết, đòi hỏi chi phí đầu tư lớn và có khả năng mất mát, hỏng hóc.

Nghiên cứu ứng dụng công nghệ viễn thám và GIS để nghiên cứu biến động đường bờ đã có ở Việt Nam từ khá lâu do ưu thế đa thời gian và phạm vi rộng (Vu Minh Cat and Pham Quang Son, 2013; Dang Dinh Doan, 2009; Hai Trung Le et al., 2018; Nguyen Thanh Luan et al., 2014; Pham Thi Phuong Thao and Ho Dinh Duan, 2011), phương pháp sử dụng chủ yếu là tổ hợp màu tự nhiên và tổ hợp màu giả để phân biệt đất và nước. Đối với mục đích này, chỉ số khác biệt về nước sửa đổi MNDWI (Modification of Normalized Difference Water Index) đã được sử dụng khá phổ biến trên thế giới (GÓMEZ et al., 2014; Ji et al., 2015; Liu et al., 2017) nhưng mới

¹ Trường Đại học Thủy lợi

chỉ bắt đầu được chú ý ở Việt Nam (Nguyễn Minh Hiền, 2017). Trong nghiên cứu này chúng tôi chọn phương pháp ứng dụng GIS kết hợp với công nghệ viễn thám sử dụng ảnh Landsat 8 và đặc biệt là ảnh Sentinel-2 hiện rất mới ở Việt Nam để đánh giá dựa trên chỉ số MNDWI.

2. PHƯƠNG PHÁP NGHIÊN CỨU

Sự biến động đường bờ biển Nha Trang trong giai đoạn 5 năm, từ tháng 9/2013 đến tháng 9/2018 được giám sát và phân tích trên ảnh vệ tinh Landsat-8 và ảnh Sentinel-2 bằng các phần mềm ArcGIS, SNAP và DSAS sử dụng chỉ số MNDWI và phương pháp đánh giá EPR theo quy trình đề xuất như sau:



Hình 1. Quy trình tính toán phân tích biến động đường bờ từ ảnh vệ tinh

2.1. Tải ảnh vệ tinh

Vệ tinh chụp ảnh Landsat-8 của Cơ quan Hàng không Vũ trụ Mỹ NASA và Cục khảo sát địa chất Mỹ USGS bắt đầu được phóng vào vũ trụ ngày 11/02/2013, chụp khoảng 400 ảnh/ngày và chụp toàn bộ bề mặt đất trong 16 ngày. Ảnh có độ phân giải 30m, được xử lý và cung cấp miễn phí cho người dùng trong vòng 48 tiếng sau khi chụp. Ưu thế vượt trội nhất của ảnh Landsat 8 là 2 kênh phổ mới cung cấp thông tin ở các tầng nước sâu; và có khả năng phát hiện, chỉnh sửa các hiệu ứng khí quyển. Do đó việc xác định biến động đường bờ bằng ảnh Landsat 8 có sự khác biệt đáng kể về hiệu quả và độ chính xác so với các loại ảnh cùng độ phân giải (Wikipedia). Trong nghiên cứu này, chúng tôi chọn ảnh Landsat 8 chụp dải bờ biển Nha Trang vào tháng 9 các năm từ 2013 đến 2018, được tải về từ website: <https://earthexplorer.usgs.gov>.

Hệ thống vệ tinh Sentinel-2 thuộc chương trình Copernicus của Cơ quan Không gian châu Âu ESA được thiết kế là một cặp vệ tinh bao gồm: 2A bắt đầu chụp ảnh từ ngày 8/7/2015 và 2B phóng thành công ngày 7/3/2017. Ảnh Sentinel-2 có độ phân giải 20m, chụp trên 13 kênh phổ và có vòng lặp 5 ngày nên thu nhận thêm được rất nhiều thông tin trên bề mặt đất với cấp độ chưa từng có (Wikipedia). Hiện chưa có nghiên cứu ứng dụng ảnh Sentinel-2 trong

giám sát biến động đường bờ nước ta, vì vậy chúng tôi chọn sử dụng ảnh Sentinel-2 chụp cùng thời kỳ nêu trên, được tải về từ website của ESA: <https://scihub.copernicus.eu/>

2.2. Hiệu chỉnh giá trị ảnh (tiền xử lý)

Các ảnh vệ tinh đã tải về cần được xử lý sơ bộ để hiệu chỉnh giá trị ảnh và ảnh hưởng của khí quyển lên ảnh trước khi sử dụng.

Giá trị số của ảnh thu nhận cần được chuyển đổi thành giá trị phản xạ trên bầu khí quyển TOA (Top Of Atmosphere reflectance) theo công thức cung cấp bởi USGS:

$$TOA = \frac{M_p Q_{cal} + A_p}{\cos(\theta_{SZ})} \quad (1)$$

trong đó θ_{SZ} là góc thiên đỉnh của mặt trời tính từ góc cao của mặt trời θ_{SE} có trong file metadata của ảnh: $\theta_{SZ} = 90^\circ - \theta_{SE}$; M_p và A_p lần lượt là hệ số nhân và hệ số cộng đặc trưng cho băng ảnh lấy từ file metadata của ảnh, Q_{cal} là giá trị lượng hoá và hiệu chuẩn của mỗi pixel (DN).

Tiếp theo, cần loại bỏ hiệu ứng tán xạ và hấp thụ do khí quyển gây ra trên ảnh vệ tinh bằng mô hình COST (Pat S. Chavez, 1996):

$$\rho_\lambda = \frac{(L_{sat_{rad}} - L_{haze1\%_{rad}}) T T_{rad}^2}{E_0 \lambda \times \cos \theta_s \times TAU_v \times TAU_s} \quad (2)$$

Các giá trị trong công thức (2) được lấy từ file metadata của ảnh.

Có thể dùng công cụ tính trong các phần

mềm xử lý ảnh vệ tinh như ENVI, ERDAS, ArcGIS... để thực hiện việc hiệu chỉnh. Riêng ảnh Sentinel có phần mềm chuyên dụng SNAP cung cấp chức năng tiền xử lý.

2.3. Nắn chỉnh hình học ảnh

Ảnh vệ tinh được chụp và định vị trong hệ toạ độ toàn cầu WGS-84, phép chiếu UTM múi 49N cần phải chuyển về hệ toạ độ VN2000 của Việt Nam theo quy định của Thông tư 973/2001/TT-TCĐC (Tổng cục Địa chính, 2001). Bản chất của thao tác này là nắn chỉnh hình học ảnh dựa trên bản đồ địa hình tỷ lệ 1:50,000 sử dụng hệ toạ độ VN2000 của khu vực tương ứng.

2.4. Tính chỉ số MNDWI của khu vực nghiên cứu

Trên ảnh vệ tinh, nước có khả năng hấp thụ mạnh và bức xạ thấp trong dải sóng nhìn thấy đến hồng ngoại. Do vậy chỉ số NDWI được tính toán từ kênh xanh lá (Green) và kênh hồng ngoại sóng trung dựa trên hiện tượng này là phù hợp nhất cho việc lập bản đồ mép nước trong hầu hết các trường hợp. Ở những nơi có nhiều công trình xây dựng, chỉ số NDWI được cải tiến thành MNDWI, sử dụng kênh xanh lá (Green) và hồng ngoại sóng ngắn (SWIR) theo công thức (McFeeters, 1996):

$$MNDWI = \frac{Green - SWIR}{Green + SWIR} \quad (3)$$

Trong nghiên cứu này, chúng tôi sử dụng phần mềm ArcGIS để tính MNDWI từ các ảnh vệ tinh chụp khu vực bờ biển Nha Trang.

2.5. Lấy mẫu và phân loại đối tượng trên ảnh

Để phục vụ cho mục đích chiết tách đường bờ từ ảnh, cần phân loại các đối tượng trên ảnh thành 2 loại chính là đất và nước, đường bờ sẽ được số hoá là ranh giới của hai đối tượng này. Quá trình lấy mẫu được thực hiện thủ công bằng cách chọn vùng đặc trưng của đất và nước tương ứng trên ảnh, sau đó chuyển chúng thành các khoá giải đoán giúp cho phần mềm tự động so sánh đối chiếu để nhận dạng và phân loại đối tượng trên ảnh. Quá trình này được thực hiện bằng phần mềm ArcGIS.

2.6. Điều vẽ đường bờ

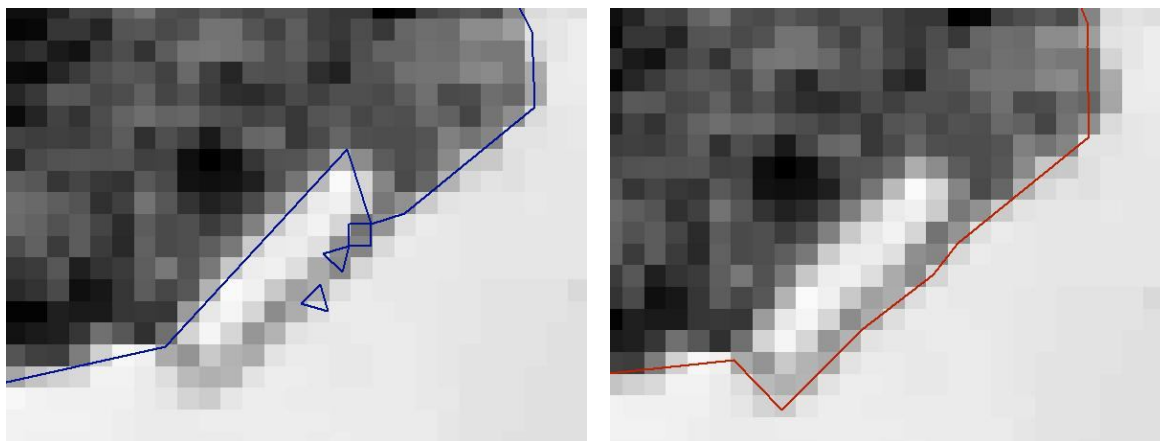
Sau quá trình lấy mẫu, đường bờ được tự động chiết tách trên ảnh vệ tinh bằng các phần mềm chuyên dụng. Kết quả vẽ đường bờ tự động cần được kiểm tra lại để phát hiện những khu vực chưa đúng, từ đó tiến hành vẽ thủ công theo các đối tượng thực tế được ghi nhận trên ảnh (Hình 4). Trong bước này, dữ liệu ảnh ở dạng raster được chuyển đổi thành dạng dữ liệu vector phục vụ việc tính toán biến động đường bờ (Hình 5).



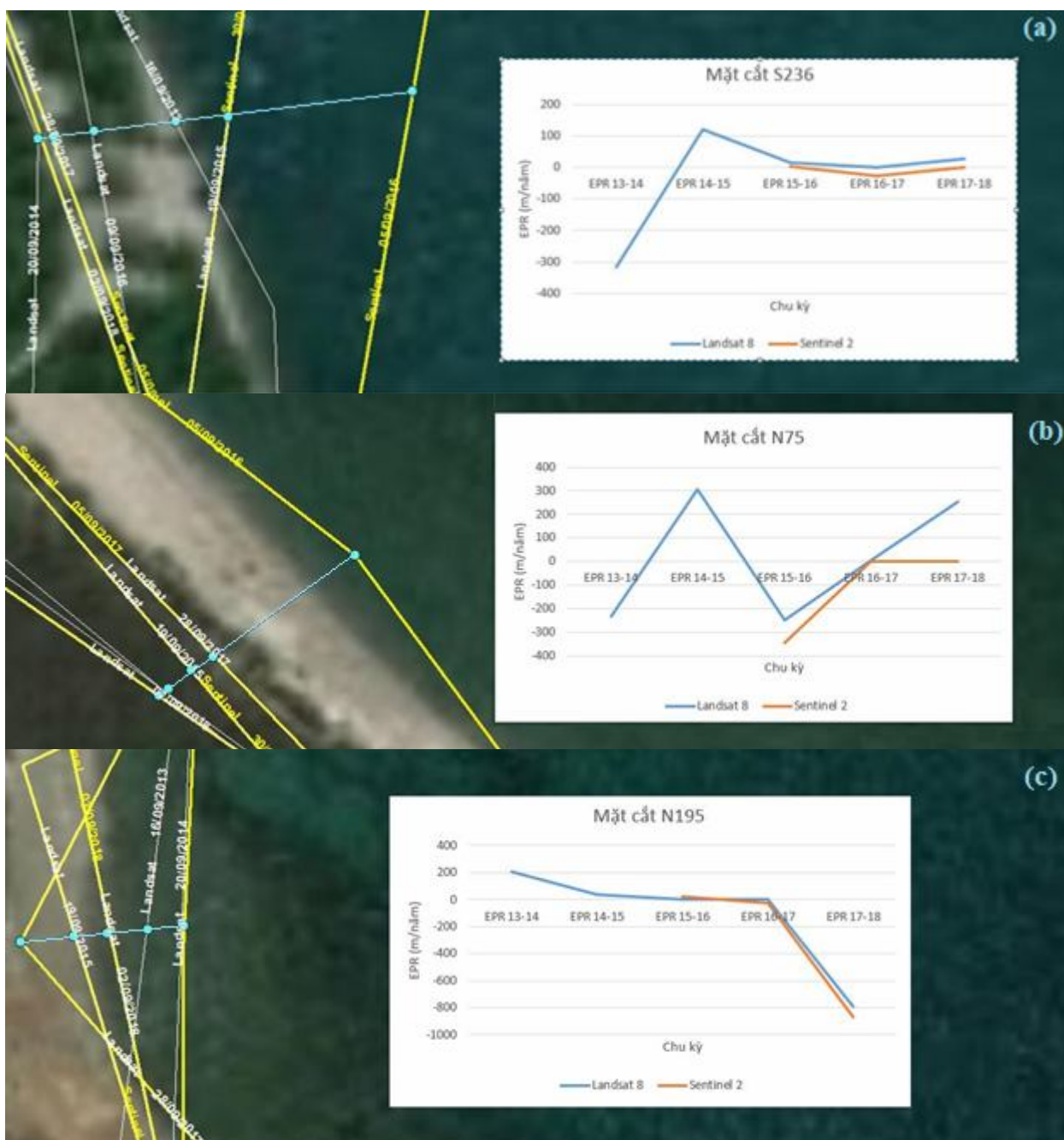
Hình 2. Tính MNDWI từ ảnh Landsat 2015



Hình 3. Tính MNDWI từ ảnh Sentinel 2015



Hình 4. Đường bờ vẽ tự động (trái) và chỉnh sửa thủ công (phải)



Bảng 1. Kết quả tính biến động đường bờ biển Nha Trang bằng ảnh Landsat 8

Phân cấp EPR (m/năm)	Số lượng mặt cắt					Tỷ lệ (%)				
	2013- 2014	2014- 2015	2015- 2016	2016- 2017	2017- 2018	2013- 2014	2014- 2015	2015- 2016	2016- 2017	2017- 2018
Dưới -40	4	0	3	3	7	1,57	0,00	1,18	1,18	2,75
Từ -40 đến -20	11	0	10	8	21	4,31	0,00	3,92	3,14	8,24
Từ -20 đến 0	125	7	98	133	141	49,02	2,75	38,43	52,16	55,29
Từ 0 đến 20	109	95	128	104	75	42,75	37,25	50,20	40,78	29,41
Từ 20 đến 40	4	59	8	4	7	1,57	23,14	3,14	1,57	2,75
Trên 40	2	94	8	3	4	0,78	36,86	3,14	1,18	1,57

Bảng 2. Kết quả tính biến động đường bờ biển Nha Trang bằng ảnh Sentinel-2

Phân cấp EPR (m/năm)	Số lượng mặt cắt			Tỷ lệ (%)		
	2015-2016	2016-2017	2017-2018	2015-2016	2016-2017	2017-2018
Dưới -40	10	5	4	3,84	2,21	1,60
Từ -40 đến -20	13	11	2	5,05	4,19	0,76
Từ -20 đến 0	122	128	80	46,08	48,93	30,44
Từ 0 đến 20	92	102	163	34,94	39,07	62,18
Từ 20 đến 40	12	6	8	4,67	2,32	3,19
Trên 40	14	8	4	5,42	3,27	1,82

Trong giai đoạn 9/2013-9/2014, hiện tượng xói lở mạnh nhất xảy ra ở mặt cắt S236 tại khu vực phía Bắc vịnh Nha Trang, thuộc phường Vĩnh Thọ, sau đó giảm dần và chuyển sang bồi tụ (Hình 5a).

Giai đoạn 9/2014-9/2015 hầu như không xảy ra hiện tượng xói lở. Từ 9/2015-9/2016 xói lở cục đại xảy ra ở mặt cắt N75 phía Nam bờ biển Nha Trang đoạn thuộc địa bàn xã Vĩnh Lương, khu vực nằm ngoài bãi tắm. Biến động đường bờ ở đây khá đặc biệt khi xói lở và bồi tụ xảy ra luân phiên (Hình 5b).

Hiện tượng xói lở lớn nhất trong giai đoạn 9/2016 đến 9/2017 xảy ra tại mặt cắt số 177 thuộc phường Xương Huân, đầu đường Trần Phú, trung tâm bờ biển Nha Trang (Hình 5c). Đây là hiện tượng bất thường bởi những năm trước khu vực này được bồi tụ.

Mức độ xói mòn mạnh nhất trong giai đoạn 9/2017-9/2018 diễn ra ở mặt cắt 195 thuộc phường Vĩnh Hoà, gần 2 khu nghỉ dưỡng Amiana Resort và Champarama Resort (Hình 5d). Trước đó đường bờ ở khu vực này khá ổn định, không có hiện tượng xói mòn.

3.2. Đánh giá độ chính xác của kết quả

Kết quả số hoá đường bờ biển Nha Trang từ ảnh Landsat 8 và Sentinel-2 của cùng thời điểm có chênh lệch do độ phân giải của tư liệu ảnh (Hình 5b). Ảnh Sentinel-2 có độ phân giải cao hơn nhiều so với ảnh Landsat 8 nên đường bờ được số hoá từ ảnh Sentinel-2 đáng tin cậy hơn.

Biến động của đường bờ xác định từ hai ảnh khá tương đồng (Hình 5a, c,d), chỉ ở một vài khu vực có khác biệt rõ rệt (Hình 5b). Kết quả tính toán từ ảnh Sentinel-2 về nguyên tắc có độ chính xác cao hơn ảnh Landsat 8, tuy nhiên cần kiểm chứng bằng các số liệu quan trắc thực địa. Kết quả tính toán từ ảnh Landsat 8 tuy có sai lệch nhưng vẫn trong phạm vi cho phép đối với phương pháp phân tích biến động đường bờ bằng công nghệ viễn thám và GIS.

4. KẾT LUẬN

Kết quả thu được cho thấy chỉ số MNDWI và phương pháp EPR hoàn toàn phù hợp đối với giám sát, phân tích biến động đường bờ biển Nha Trang. Đồng thời, các nguồn ảnh vệ tinh thế hệ mới như Landsat 8 và Sentinel-2 cũng thể hiện tính ưu việt và tiềm năng trong nghiên cứu

bờ biển nói riêng, thêm lục địa và khu vực ngập lụt nói chung. Do vậy, quy trình đề xuất trong bài báo này có thể áp dụng cho các nghiên cứu tương tự.

Có thể thấy, trong 5 năm gần đây, hiện tượng xói lở bờ biển Nha Trang xảy ra trên phạm vi rộng, diễn biến phức tạp và bất thường gây ảnh hưởng lớn tới hoạt động du lịch, dịch vụ. Với những kết quả thu được, cần tiếp tục giám sát, nghiên cứu và đánh giá biến động đường bờ Nha Trang trong thời gian tới, từ đó đề xuất các

giải pháp phòng chống xói mòn, tái tạo và nâng cấp bờ biển.

Lời cảm ơn

Nghiên cứu này được thực hiện trong khuôn khổ đề tài nhánh của nhiệm vụ hợp tác quốc tế về KHCN theo nghị định thư cấp nhà nước “Nghiên cứu các đặc trưng động học hình thái vùng vịnh và đề xuất ứng dụng các giải pháp tái tạo, nâng cấp bãi biển Nha Trang, tỉnh Khánh Hòa có tính đến ảnh hưởng của biến đổi khí hậu”.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

- Trần Văn Bình, Nguyễn Đình Đàn, N.Đ., Phạm Bá Trung, và Trịnh Minh Cường (2015). *Đặc điểm địa mạo vịnh Nha Trang và khu vực lân cận*. Tuyển tập Nghiên cứu biển, 21(2): 42-54.
- Vũ Minh Cát, Phạm Quang Sơn (2013). *Ứng dụng công nghệ viễn thám và GIS nghiên cứu diễn biến bờ biển Nam Định giai đoạn 1912-2013*. Tạp chí Khoa học Thủy lợi và Môi trường, 50 (9/2015): 56-64.
- Đặng Đình Đoàn (2009). *Đánh giá biến động bờ biển khu vực cửa sông Thu Bồn bằng công nghệ viễn thám – GIS*. Tạp chí Khoa học Thủy lợi và Môi trường, 25 (6/2009): 15-20.
- Nguy Minh Hiền(2017). *Nghiên cứu xác định biến động đường bờ vùng biển Cà Mau, Việt Nam từ tư liệu viễn thám đa thời gian*, Trường Đại học Tài nguyên và Môi trường Hà Nội, Hà Nội.
- Nguyễn Thành Luân, Nguyễn Hoàng Sơn, và Trần Thanh Tùng, (2014). *Nghiên cứu biến động vùng cửa sông Cái, Nha Trang qua các tư liệu viễn thám (giai đoạn 1999-2013)*. Tạp chí Khoa học Thủy lợi và Môi trường, 45 (6/2014): 6.
- Phạm Thị Phương Thảo, và Hồ Đình Duẩn, (2011). *Ứng dụng viễn thám và GIS trong theo dõi và tính toán biến động đường bờ khu vực Phan Thiết*. Tạp chí Khoa học và Công nghệ biển, 3-11(2011).
- Nguyễn Trung Việt, Dương Hải Thuận, Lê Thanh Bình, và Nguyễn Việt Đức, (2017a). *Công nghệ mới trong nghiên cứu và quản lý cửa sông và bờ biển*. NXB Xây dựng, Hà Nội.
- Nguyễn Trung Việt, Dương Hải Thuận, Lê Thanh Bình, Nguyễn Việt Đức, Nguyễn Xuân Tính, Trần Thanh Tùng, Nguyễn Văn Thìn, Lương Phương Hậu, Đinh Văn Ưu, và Hitoshi Tanaka, (2017b). *Chế độ thủy thạch động lực học và định hướng giải pháp duy trì nâng cấp bãi biển khu vực vịnh Nha Trang*. NXB Xây dựng, Hà Nội.
- Michael S. Fenster, R. Dolan, and John Fletcher Elder, (1993). *A new method for predicting shoreline positions from historical data*. *Journal of Coastal Research*, 9 (1): 147-171.
- M.A.Z.Fuad and M.Fais D.A.(2017). *Automatic Detection of Decadal Shoreline Change on Northern Coastal of Gresik, East Java –Indonesia*, The 5th Geoinformation Science Symposium 2017 (GSS 2017), Indonesia.
- Cristina GÓMEZ, C., Michael A.WULDER,Alastair G. DAWSON, William RITCHIE, and David R. GREEN, (2014). *Shoreline change and coastal vulnerability characterization with landsat imagery: A case study in the outer hebrides, Scotland*. *Scottish Geographical Journal*, 130 (2014)(4): 279-299.
- Luyan Ji, Xiurui Geng, Kang Sun, Yongchao Zhao, and Peng Gong, (2015). *Target Detection Method for Water Mapping Using Landsat 8 OLI/TIRS Imagery*. *Water*, 7: 794-817.

- Yaolin Liu, Xia Wang, Feng Ling, Shuna Xu, and Chengcheng Wang, (2017). *Analysis of Coastline Extraction from Landsat-8 OLI Imagery*. Water, 9 (816).
- S.K.McFeeters,(1996). *The use of normalized difference water index (NDWI) in the delineation of open water features*. International Journal of Remote Sensing, 17: 1425–1432.
- Karim Nassar, Wael Elham Mahmod, Hassan Fath, Ail Masria, Kazuo Nadaoka, and Abdelazim Negm(2018). *Shoreline change detection using DSAS technique: Case of North Sinai coast, Egypt*. Marine Georesources and Geotechnology, March 2018.
- Pat S. Chavez, J. (1996). *Image-based atmospheric corrections: Revisited and improved*. Photogrammetric Engineering and Remote Sensing, 62: 1025-1036.
- Roman Sorgenfrei, và Stefan Groenewold, (2017). *Phân tích lịch sử diễn biến đường bờ biển Đồng bằng sông Cửu Long giai đoạn từ năm 1903-1904 đến năm 2017*. A Decision Support Tool, Coastal Protection for the Mekong Delta.

Abstract:

APPLICATION OF REMOTE SENSING AND GEOGRAPHIC INFORMATION SYSTEM TO SHORELINE CHANGE ANALYSIS AT NHA TRANG BEACH, KHANH HOA PROVINCE

Monitoring and analysis of shoreline change and rate at Nha Trang beach, Khanh Hoa province in 5 years (2013 to 2018) are performed in GIS using Landsat 8 and Sentinel 2 satellite images. The results indicate that the largest erosion of shoreline in the period of 2013-2014 located in Vinh Tho Ward, northern of Nha Trang Bay, has been thoroughly prevented. Nevertheless, the shoreline in Vinh Hoa Ward and Xuong Huan Ward are experiencing abnormal coastal erosion and deposition. In particular, massive beach erosion in Vinh Hoa Ward requires strict surveillances. According to the research, practical effectiveness, reliability and applicability of proposed approach applying remote sensing and GIS has been achieved.

Keywords: Shoreline change analysis, MNDWI, EPR, Nha Trang beach.

Ngày nhận bài: 15/11/2018

Ngày chấp nhận đăng: 03/01/2019