Tạp chí Khoa học Trường Đại học Cần Thơ

Số chuyên đề: Môi trường và Biến đổi khí hậu

website: sj.ctu.edu.vn

DOI:10.22144/ctu.jsi.2019.139

DIỄN TIẾN TÌNH HÌNH SẠT LỞ VEN BỜ SÔNG TIỀN VÀ SÔNG HẬU, VÙNG ĐỒNG BẰNG SÔNG CỬU LONG

Nguyễn Thị Hồng Điệp[1], Võ Quang Minh[1], Phan Nhựt Trường[2], Lâm Kim Thành[3] và Lê Trần Quang Vinh[3]

[1]*Bộ môn Tài nguyên đất đai, Khoa Môi trường và Tài nguyên Thiên nhiên, Trường Đại học Cần Thơ*

[2]*Học viên Cao học ngành Quản lý đất đai khóa 23, Trường Đại học Cần Thơ*

[3]*Sinh viên ngành Quản lý đất đai khóa 41, Trường Đại học Cần Thơ*

[*]*Người chịu trách nhiệm về bài viết: Nguyễn Thị Hồng Điệp (email: nthdiep@ctu.edu.vn)*

Thông tin chung:
Ngày nhận bài: 03/07/2019
Ngày nhận bài sửa: 15/09/2019
Ngày duyệt đăng: 16/10/2019

Title:
Riverbank erosion processes along Tien and Hau rivers in Mekong Delta, Vietnam

Từ khóa:
Ảnh LANDSAT, bờ sông Tiền sông Hậu, sạt lở, tốc độ sạt lở

Keywords:
Erosion rate, LANDSAT imagery, riverbank erosion, Tien and Hau riverbanks

ABSTRACT

This research is aimed to apply remote sensing and GIS technologies to monitor shoreline changes and assess erosion processes in Tien and Hau riverbanks of the period from 1989 to 2017. The methodology was applied LANDSAT time-series combined with normalized difference water index to extract shoreline and GIS methods to monitor shoreline changes during 30 years. The research results showed that the total area of erosion is 14,685.83 ha mainly in two provinces of An Giang at 3,146.94 ha (21.43% total erosion area) and Dong Thap at 3,787.68 ha (25.79% total erosion area). The erosion rate in major provinces is from high to very high levels and almost focus on An Giang province about 381.97 ha per year in the period of the year from 2000 to 2005. The accuracy assessment of classification imagery was assessed with overall accuracy (T) from 78.8 to 85.7 and Kappa coefficient (K) from 0.58 to 0.71 in Tien and Hau riverbanks.

TÓM TẮT

Nghiên cứu ứng dụng công nghệ viễn thám và GIS theo dõi diễn tiến đường bờ và đánh giá tình hình sạt lở ven hai nhánh sông Tiền và sông Hậu giai đoạn 1989-2017. Nghiên cứu sử dụng chuỗi lịch sử ảnh LANDSAT kết hợp phương pháp ảnh chỉ số nước (NDWI) để trích lọc đường bờ và phương pháp GIS theo dõi biến động đường bờ và tình hình sạt lở trong giai đoạn 30 năm. Kết quả nghiên cứu cho thấy tổng diện tích sạt lở trong giai đoạn nghiên cứu là 14.685,83 ha, chủ yếu tại tỉnh An Giang 3.146,94 ha (chiếm 21,43%) và tỉnh Đồng Tháp 3.787.68 ha (chiếm 25,79%). Tốc độ sạt lở tại các tỉnh chủ yếu ở cấp độ nhanh đến rất nhanh và nhiều nhất thuộc tỉnh An Giang (318,97 ha/năm) trong giai đoạn 2000-2005. Độ tin cậy kết quả giải đoán được xác định dựa trên hai thông số gồm độ chính xác toàn cục (T) dao động từ 78,8 đến 85,7 và hệ số Kappa (K) từ 0,58 đến 0,71 trên hai bờ sông Tiền và sông Hậu trong giai đoạn 1989-2017.

Trích dẫn: Nguyễn Thị Hồng Điệp, Võ Quang Minh, Phan Nhựt Trường, Lâm Kim Thành và Lê Trần Quang Vinh, 2019. Diễn tiến tình hình sạt lở ven bờ sông Tiền và sông Hậu, vùng Đồng bằng sông Cửu Long. Tạp chí Khoa học Trường Đại học Cần Thơ. 55(Số chuyên đề: Môi trường và Biến đổi khí hậu)(2): 125-133.

1 ĐẶT VẤN ĐỀ

Sạt lở là hiện tượng tất yếu diễn ra trong quá trình phát triển địa hình, tác động trực tiếp đến cuộc sống của con người (Trịnh Văn Bình và Trịnh Thế Hiếu, 2010). Theo kết quả một số cuộc khảo sát thực tế và dân cư sống dọc bờ sông, những năm gần đây tình hình xói lở dọc bờ sông Tiền, sông Hậu diễn ra với quy mô lớn và tần suất cao với cường độ trung bình (Hà Quang Hải và Vương Thị Mỹ Trinh, 2011). Việc theo dõi tình hình bồi tụ và sạt lở bờ sông Tiền và sông Hậu theo thời gian là rất cần thiết, nhằm cung cấp thông tin kịp thời, làm cơ sở cho các chính sách quản lý và định hướng thích hợp. Ngày nay, công nghệ viễn thám ngày càng phát triển và đóng vai trò quan trọng trong việc theo dõi những tai biến thiên nhiên như sạt lở, lũ lụt, xâm nhập mặn,... Viễn thám cho phép đánh giá khách quan và theo chu kỳ nhằm theo dõi và phát hiện đầy đủ các biến thể không gian và thời gian của các hệ thống sông. Nghiên cứu giám sát sạt lở vùng ĐBSCL bằng viễn thám của Anthony *et al.* (2015) sử dụng SPOT 5 để phát hiện các thay đổi và sự tăng tốc việc khai thác dưới lòng sông. Theo Liu *et al.* (2017) đã sử dụng LANDSAT để ước tính tốc độ xói mòn và bồi tụ dọc theo bờ của đồng bằng và áp lực phát triển đáng kể từ đê kỹ thuật, sụt lún đất và nước biển dâng. Các nghiên cứu liên quan về việc theo dõi sự thay đổi của bờ sông trong vùng ĐBSCL trong đó việc đo lặp lại các mặt cắt ngang, mô hình thủy động lực và kỹ thuật viễn thám đã được sử dụng (Bertoldi et al., 2010; Lam-Dao et al., 2011; Letrung et al. , 2016; Li *et al.*, 2017; MRC, 2018). Nghiên cứu của Feyisa *et al.* (2013) về chỉ số trích xuất nước tự động AWEInsh dùng loại bỏ đối tượng không có nước (khu đất xây dựng) và AWEIsh dùng để loại bỏ những đối tượng AWEInsh không thể loại bỏ được. Ngoài ra, Pardo Pascual *et al.* (2018) đã phân tích đường bờ được trích từ kênh 11 và 12 sử dụng bộ cảm Sentinel-2 về và từ kênh ảnh 6 và 7 từ bộ cảm LANDSAT 8. Mourad Louati *et al.* (2014) đã đánh giá sự thay đổi bờ biển bằng phương pháp viễn thám và kỹ thuật GIS, nghiên cứu vùng bờ biển đồng bằng Medjerda-Tunisia giai đoạn 1972-2013. Theo Vũ Thị Thu Thủy (2012), một số công trình nghiên cứu biến động không gian và tai biến liên quan đến xói lở, bồi tụ gây biến động vùng ven biển gồm các nghiên cứu như: dự án độc lập cấp nhà nước KHCN-5A (2000) về "Nghiên cứu dự báo, phòng chống sụt lở bờ biển Bắc Bộ từ Quảng Ninh tới Thanh Hóa" được Phân viện Hải dương học Hải Phòng tiến hành., một số công trình sử dụng công nghệ viễn thám nghiên cứu tai biến xói lở - bồi tụ như một số nghiên cứu của Phạm Văn Cự (1996); Phạm Quang Sơn (1997, 2004), các nghiên cứu của Trung tâm Viễn thám (2000, 2001, 2002, 2006-2008) và đề tài ứng dụng viễn thám và GIS trong nghiên cứu biến động đới bờ khu vực cửa Văn Úc, thành phố Hải Phòng của tác giả Hoa Thúy Quỳnh (2011), Nghiên cứu Phạm Phương Thảo *và ctv* (2011), ứng dụng viễn thám (chỉ số NDWI) và GIS theo dõi và tính toán biến động đường bờ khu vực Phan Thiết, tác giả Phan Kiều Diễm *và ctv.* (2013) đánh giá tình hình sạt lở, bồi tụ khu vực ven biển tỉnh Cà Mau và Bạc Liêu giai đoạn 1995–2010 sử dụng viễn thám (phương pháp phân ngưỡng và tỉ số ảnh) và công nghệ GIS, nghiên cứu của Nguyễn Văn Trung và Nguyễn Văn Khánh (2016) về diễn biến đường bờ khu vực của sông Đại, sông Thu Bồn, Quảng Nam bằng phương pháp tỷ số ảnh. Các nghiên cứu ứng dụng viễn thám theo dõi thay đổi hình dạng bờ sông đã từng bước đáp ứng nhu cầu ngày càng tăng nhằm lưu trữ dữ liệu lịch sử và đánh giá các biến đổi theo không gian và thời gian trong các hệ thống sông, tạo tiền đề phát triển các công nghệ hỗ trợ cho phép thu thập, xử lý và phân tích dữ liệu với chi phí thấp trên khu vực rộng lớn (Marcus and Fonstad, 2010). Từ những nhu cầu cấp thiết trên, nghiên cứu "**Diễn tiến tình hình sạt lở ven bờ sông Tiền và sông Hậu vùng Đồng Bằng Sông Cửu Long"** được thực hiện nhằm theo dõi và đánh giá tình hình sạt lở bờ sông Tiền và sông Hậu phục vụ cho công tác quản lý và ra quyết định các giải pháp kịp thời hạn chế những thiệt hại do sạt lở tại vùng nghiên cứu.

2 PHƯƠNG PHÁP NGHIÊN CỨU

2.1 Thu thập dữ liệu

Các bản đồ hành chính các tỉnh dọc theo hai nhánh sông Tiền và sông Hậu gồm 9 tỉnh là An Giang, Đồng Tháp, Tp.Cần Thơ, Vĩnh Long, Tiền Giang, Bến Tre, Trà Vinh, Hậu Giang và Sóc Trăng được sử dụng để giới hạn khu vực nghiên cứu.

Các số liệu tthống kê liên quan đến tình hình sạt lở và bồi tụ ven sông tại khu vực nghiên cứu (Sở Tài nguyên Môi trường, Viện Khoa học Thủy Lợi)

Bảng 1: Các bộ dữ liệu ảnh vệ tinh LANDSAT sử dụng cho nghiên cứu

STT	Tên ảnh	Ngày chụp	Vệ tinh chụp
1	p125r053_5dt19890116_z48	21/09/1989	LANDSAT 5 MSS
2	L71125053_05320001106	28/6/2000	LANDSAT 5 TM
3	LT05_L1TP_125053_20050824	24/08/2005	LANDSAT 5 TM
4	LT05_L1TP_125053_20091209	12/09/2009	LANDSAT 5 TM
5	LC08_L1TP_125053_20140918	18/09/2014	LANDSAT 8
6	LC08_L1TP_125053_20170129	29/01/2017	LANDSAT 8

Nguồn dữ liệu ảnh viễn thám: dữ liệu ảnh viễn thám được thu thập tại trang web của Cục khảo sát địa chất Hoa Kỳ (USGS - United States Geological Survey) từ năm 1989 đến 2017, ảnh sử dụng có mây che phủ < 10%. Thông tin dữ liệu ảnh LANDSAT được trình bày ở Bảng 1.

2.2 Trích đường bờ

Theo Claire (2012), đường bờ được làm nổi bật thông qua chỉ số nước NDWI (normalized difference water index) và cho phép tách biệt giữa đất và nước theo công thức (1) và trích xuất đường bờ được áp dụng theo công thức (2). Dữ liệu trích xuất đường bờ được kết hợp dữ liệu ảnh vệ tinh để điều chỉnh chính xác phân bố đường bờ tại thời điểm chụp ảnh:

NDWI = (Kênh 4 – Kênh 5)/(Kênh 4 + Kênh 5) (1)

Đường bờ = ((Kênh 2/Kênh 4) x (Kênh 2/Kênh 5)) + NDWI (2)

Trong đó: kênh 2 có bước sóng 0,52 - 0,6 (µm) – Green (Lục), kênh 4 có bước sóng 0,76 - 0,90 (µm) – NIR (Hồng ngoại gần) và kênh 5 có bước sóng 1,55 - 1,75 (µm) – SWIR (Hồng ngoại ngắn).

2.3 Phương pháp GIS

Nghiên cứu xác định các khu vực sạt lở điểm hình và ước tính diện tích sạt lở qua 5 giai đoạn (1989, 2000, 2005-2009, 2009-2014, 2014-2017) sử dụng phép toán giao (Intersect) trên phần mềm ArcGIS. Các bản đồ hoàn chỉnh được biên tập và trình bày theo đúng quy định.

2.4 Phân cấp tốc độ sạt lở ven bờ

Nghiên cứu thực hiện phân cấp và đánh giá tình trạng và tốc độ sạt lở ven bờ theo các cấp độ được trình bày ở Bảng 2.

Bảng 2: Phân cấp tốc độ sạt lở vùng ven bờ

Chỉ tiêu đánh giá	Mức độ	Thông số
Tốc độ bồi tụ/xói lở	Chậm	< 5 m/năm
	Trung bình	5-10 m/năm
	Nhanh	10-30 m/năm
	Rất nhanh	> 30 m/năm

(Nguồn: Lê Xuân Hồng, 2007)

2.5 Khảo sát và đánh giá độ tin cậy

Khảo sát thực tế 90 điểm tại khu vực nghiên cứu bờ sông Tiền và sông Hậu theo biểu phỏng vấn được soạn sẵn nhằm thu thập thông tin về tình hình sạt lở từ người dân địa phương sinh sống lâu năm tại khu vực nghiên cứu (chọn những hộ dân sinh sống tại địa bàn trên 20 năm) nhằm tăng độ chính xác của thông tin về thay đổi đường bờ lịch sử. Đồng thời xác định vị trí tọa độ các điểm khảo sát bằng GPS để tính toán độ tin cậy giải đoán ảnh kết hợp chụp ảnh cho thấy hiện trạng sạt lở tại địa phương.

Đánh giá độ tin cậy dựa trên hai thông số gồm độ chính xác toàn cục và chỉ số Kappa (Stephen, 1996). Sử dụng phương pháp ma trận sai số phân loại để xác định độ chính xác toàn cục (T) cho giải đoán ảnh theo Lê văn Trung (2005). Nghiên cứu tiến hành đánh giá theo hai loại đối tượng khảo sát là điểm có sạt lở và điểm không có sạt lở (Bảng 3).

Bảng 3: Bảng ma trận sai số

Hiện trạng	Giải đoán		Độ chính xác
	Không phải xói lở	Xói lở	
Không phải xói lở	a1	a2	A= a1/(a1+a2)*100
Xói lở	b1	b2	B= b2/(b1+b2)*100
Độ chính xác	C=a1/(a1+b1)*100	D=b2/(a2+b2)*100	T=(a1+b1)/(a1+a2+b1+b2)*100

Chỉ số Kappa (K) được xác định theo công thức (3)

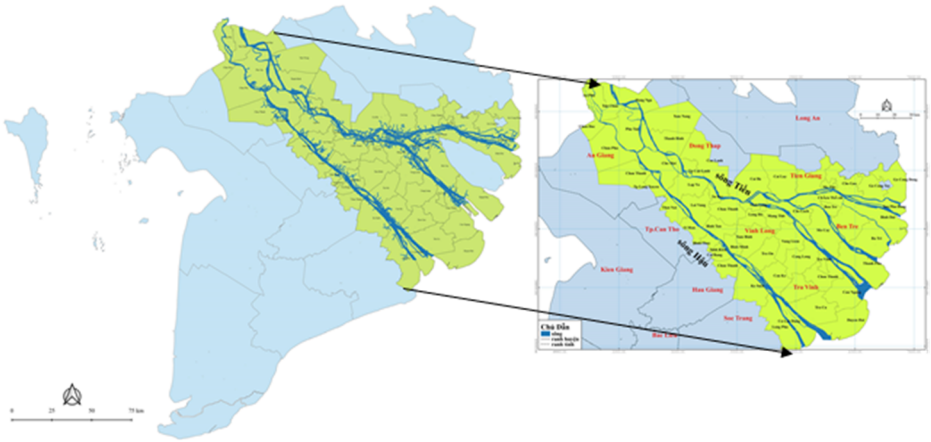
$$K=\frac{(T - E)}{(1 - E)} \qquad (3)$$

Trong đó: T là độ chính xác toàn cục của ma trận sai số

E là đại lượng thể hiện sự kì vọng phân loại có thể dự đoán trước

2.6 Khu vực nghiên cứu

Nghiên cứu tập trung tại các huyện ven bờ sông Tiền và sông Hậu thuộc 8 tỉnh gồm An Giang, Đồng Tháp, Hậu Giang, Tiền Giang, Bến Tre, Trà Vinh, Sóc Trăng, Vĩnh Long và TP. Cần Thơ (Hình 1).



Hình 1: Khu vực nghiên cứu các tỉnh dọc hai nhánh sông Tiền và sông Hậu

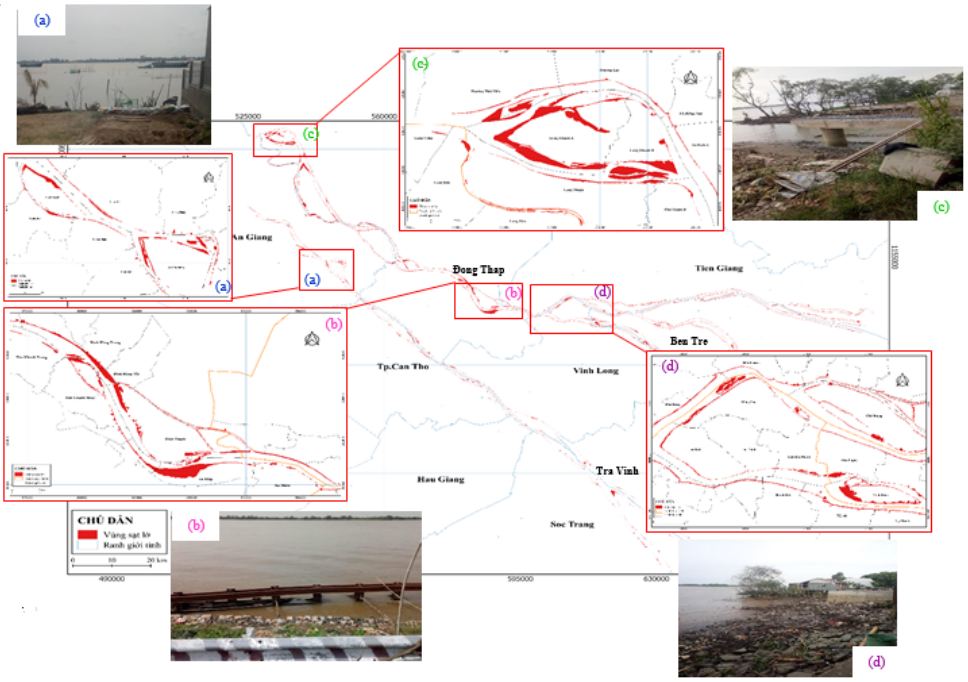
3 KẾT QUẢ VÀ THẢO LUẬN

3.1 Tình hình sạt lở ven sông Tiền và sông Hậu

Tổng diện tích sạt lở trong giai đoạn nghiên cứu là 14.685,83 ha, phân bố chủ yếu tại tỉnh An Giang 3.146,94 ha (21,43%) và tỉnh Đồng Tháp 3.787.68 ha (25,79%). Quá trình sạt lở trên sông Tiền và sông Hậu diễn biến khá phức tạp, xuất hiện rất nhiều điểm nóng sạt lở mạnh tại các xã trên 9 tỉnh vùng nghiên cứu (Hình 2).

Trên ven bờ sông Hậu, các điểm nóng sạt lở phân bố chủ yếu trên các xã thuộc các quận/huyện gồm các xã Bình Thạnh Đông (Phú Tân), Bình Thủy (Châu Phú), Bình Thạnh (Châu Thành), Mỹ Hòa Hưng (TP.Long Xuyên) thuộc tỉnh An Giang; xã Tân Lộc (Thốt Nốt), Thới An (Ô Môn) thuộc TP.Cần Thơ; xã Tân Hòa (Lai Vung) thuộc tỉnh Đồng Tháp; xã An Thạnh 1 (Cù Lao Dung) tỉnh Sóc Trăng.

Trên ven bờ sông Tiền sạt lở mạnh phân bố chủ yếu tại khu vực gồm các xã Long Khánh A, Thường Thới Tiền, Phú Thuận B (Hồng Ngự), xã Tân Long, Tân Huệ (Thanh Bình), Tân Thuận Đông (TP.Cao Lãnh), Bình Hàng Tây, An Hiệp (TP.Sa Đéc) tỉnh Đồng Tháp; Kiến An (Chợ Mới) tỉnh An Giang; xã Đồng Phú (TP.Vĩnh Long) tỉnh Vĩnh Long; xã Vĩnh Bình (Chợ Lách) tỉnh Bến Tre.



Hình 2: Các khu vực sạt lở điển hình trên bờ sông Tiền và sông Hậu, giai đoạn 1989-2017

(a) Mỹ Hòa Hưng, Long Xuyên, An Giang; (b) Long Khánh A, Hồng Ngự, Đồng Tháp; (c) Bình Thạnh, Cao Lãnh, Đồng Tháp; (d) Đồng Phú, Long Hồ, Vĩnh Long

3.2 Thống kê tình hình sạt lở

Quá trình sạt lở đã làm mất đi diện tích khoảng 3.373,55 ha đất ven sông Tiền và sông Hậu trong giai đoạn 1989-2000. Đến giai đoạn 2000-2005, tổng diện tích sạt lở tăng thêm 1.792,76 ha và giai đoạn này có tổng diện tich sạt lở lớn nhất (5.166,31 ha). Quá trình sạt lở giảm mạnh trong giai đoạn tiếp theo (2005-2009), tổng diện tích sạt lở trong giai đoạn này là 1.655,05 ha (giảm 3.511,26 ha). Giai đoạn 2009-2014 ghi nhận sự tăng cao của hiện tượng sạt lở với tổng diện tích sạt lở là 3.215,07 ha (tăng 1.560,02 ha) so với giai đoạn trước đó. Giai đoạn 2014-2017 có tổng diện tích sạt lở thấp nhất (1.275,65 ha) chiếm 8,69% diện tích sạt lở trên toàn giai đoạn nghiên cứu (Bảng 2).

Theo Bảng 2, tỉnh Đồng Tháp có diện tích sạt lở cao nhất ở giai đoạn 1989–2000, với khoảng 1.492,78 ha chiếm 44,25% tổng diện tích sạt lở và giai đoạn 2009–2014 với diện tích 909,15 ha chiếm 28,28%, các giai đoạn còn lại diện tích sạt lở giảm và thấp hơn. Giai đoạn 2000–2005, tỉnh An Giang có diện tích sạt lở cao nhất với diện tích 1.594,89 ha chiếm 30,87% tổng diện tích sạt lở, các giai đoạn còn lại diện tích sạt lở tại tỉnh An Giang đều thấp. Kế đến, tỉnh Bến Tre và tỉnh Sóc trăng có diện tích sạt lở thứ 2 lần lượt là 601,3 ha chiếm 17,82% tổng diện tích sạt lở giai đoạn 1989–2000 và 721,39 ha chiếm 13,96% tông diện tích sạt lở của giai đoạn 2000–2005. Các tỉnh còn lại có diện tích sạt lở tương đối thấp trong đó tỉnh Hậu Giang có sạt lở thấp nhất ở giai đoạn này, chỉ cao nhất ở giai đoạn 2000–2005 với diện tích 25,23 ha chiếm 0,48% tổng diện tích sạt lở.

Bảng 2: Thống kê diện tích sạt lở tại các tỉnh ven sông Tiền và sông Hậu qua các giai đoạn

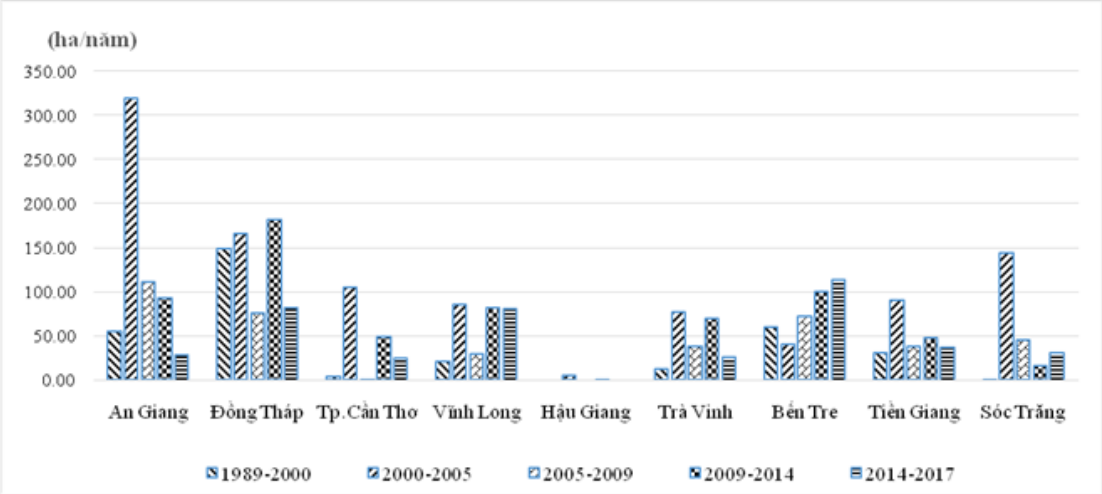
(Đơn vị: ha)

Giai đoạn	1989-2000	2000-2005	2005-2009	2009-2014	2014-2017
An Giang	551,47	1.594,87	448,01	467,44	85,15
Đồng Tháp	1.492,78	831,71	306,82	909,15	247,23
TP.Cần Thơ	37,64	523,78	3,63	245,92	75,09
Vĩnh Long	219,28	428,75	119,42	408,45	243,12
Hậu Giang	0,00	25,23	0,00	6,46	0,99
Trà Vinh	131,70	384,14	154,16	351,39	76,99
Bến Tre	601,30	205,44	290,47	503,07	343,00
Tiền Giang	304,98	451,01	151,87	243,40	110,13
Sóc Trăng	34,40	721,39	180,67	79,78	93.94
Tổng	3.373,55	5.166,31	1.655,05	3.215,07	1.275,65

3.3 Tốc độ sạt lở giai đoạn 1989-2017

Trong giai đoạn 1989-2014, tình hình sạt lở tỉnh An Giang diễn ra ở cấp độ rất nhanh, cao nhất ở giai đoạn 2000-2005 (tốc độ trung bình 318,97 ha/năm), giai đoạn 2014-2017 ở mức độ nhanh với tốc độ trung bình (28,38 ha/năm). Tại tỉnh Đồng Tháp, tình hình sạt lở luôn diễn ra ở cấp độ rất nhanh trong toàn giai đoạn nghiên cứu, tốc độ sạt lở lớn nhất thuộc giai đoạn 2009-2014 (181,83 ha/năm) và thấp nhất ở giai đoạn 2005-2009 (76,71 ha/năm). Ngược lại, khu vực Tp.Cần Thơ, tình hình sạt lở cấp độ chậm diễn ra trong hai giai đoạn 1989-2000 (3,76 ha/năm) và 2005-2009 (0,91 ha/năm), với cấp độ nhanh trong hai giai đoạn 2000-2005 (104,76 ha/năm) và 2009-2014 (49,18 ha/năm).

Tình hình sạt lở tỉnh Vĩnh Long chủ diễn ra chủ yếu ở cấp độ nhanh đến rất nhanh, tốc độ cao nhất ở giai đoạn 2009-2017 với tốc độ khoảng 80 ha/năm. Tỉnh Hậu Giang là tỉnh có diện tích sạt lở ven sông nhỏ nhất với cấp độ thấp, do độ dài đường bờ sông Hậu đi qua tỉnh này ngắn hơn các tỉnh còn lại, tốc độ sạt lở chủ yếu ở mức chậm đến trung bình, cao nhất trong giai đoạn 2000-2005 với tốc độ 5,05 ha/năm. Tỉnh Trà Vinh có mức độ sạt lở ở cấp độ nhanh đến rất nhanh, tốc độ sạt lở lớn nhất ghi nhận được thuộc giai đoạn 2000-2005 với tốc độ 76,83 ha/năm. Tỉnh Bến Tre có tốc độ sạt lở ở cấp rất nhanh trên toàn giai đoạn nghiên cứu, tốc độ tăng dần trong giai đoạn 2000-2017 (2000-2005: 41,09 ha/năm; 2005-2009: 72,62 ha/năm; 2009-2014: 100,61 ha/năm và 2014-2017: 114,33 ha/năm). Tỉnh Tiền Giang có tốc độ sạt lở ven sông ở cấp độ rất nhanh, tốc độ cao nhất ở giai đoạn 2000-2005 (90,2 ha/năm). Trong giai đoạn 1989-2000, tỉnh Sóc Trăng có tốc độ sạt lở ở cấp độ chậm (3,44 ha/năm), trong giai đoạn 2000-2017 tốc độ sạt lở ở mức nhanh đến rất nhanh, cao nhất trong giai đoạn 2000-2005 với tốc độ 144,28 ha/năm (Hình 3).



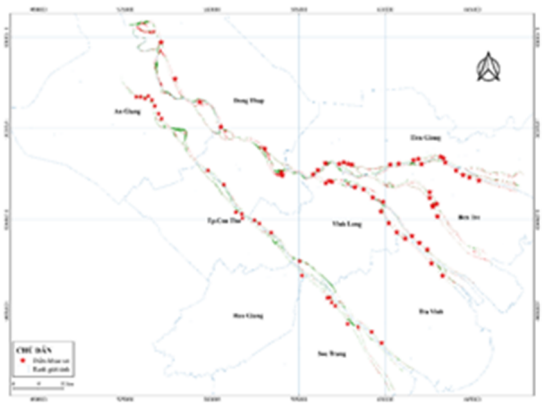
Hình 3: Tốc độ sạt lở ở các tỉnh qua các giai đoạn

3.4 Đánh giá kết quả giải đoán

Kết quả phỏng vấn người dân và khảo sát được 90 điểm gồm 48 điểm dọc sông Tiền và 42 điểm dọc sông Hậu, ngày 15/11/2018 (Hình 4). Các giai đoạn được phân chia chủ yếu dựa vào thời điểm chụp ảnh nhằm tính toán và đánh giá được tốc độ sạt lở tại khu vực nghiên cứu. Độ tin cậy kết quả giải đoán ảnh về tình hình sạt lở qua các giai đoạn có kết quả khá cao (trung bình >80%), trong đó giai đoạn 1989-2000 có độ chính xác thấp (78,7%) nhất do chất lượng của ảnh cũng như một số thông tin về tình hình sạt lở trong giai đoạn này thông tin được thu thập cũng như được địa phương cung cấp chưa đầy đủ (Bảng 3).

Bảng 3: Kết quả đánh giá độ tin cậy

STT	Giai đoạn	Độ chính xác toàn cục (%)	Kappa
1	1989-2000	78,8	0,58
2	2000-2005	83,3	0,67
3	2005-2009	84,1	0,68
4	2009-2014	85,7	0,71
5	2014-2017	85,4	0,71



Hình 4: Vị trí các điểm khảo sát

3.5 Đánh giá chung

Tình hình sạt lở qua các giai đoạn nghiên cứu từ 1998 đến 2017 chủ yếu phân bố tại hai tỉnh đầu nguồn sông Tiền và sông Hậu khu vực ĐBSCL. Nguyên nhân do xây dựng các đập thủy điện và hồ chứa ở thượng nguồn, theo tính toán (WWF, 2013) trước khi các đập thủy điện đi vào vận hành tổng lượng phù sa, bùn cát hàng năm về Tân Châu và Châu Đốc, tỉnh An Giang khoảng 73 triệu tấn/năm, sau khi các đập ở Trung Quốc đi vào vận hành giảm xuống còn 42 triệu tấn/năm (giảm 42 %), các hồ chứa ở Lào và Campuchia đi vào vận hành giảm thêm chỉ còn 15 triệu tấn/năm (giảm 80% trước khi có đập thủy điện). Bên cạnh đó, việc khai thác cát quá mức trên sông Mekong đặc biệt ở hạ lưu với lượng khai thác tương đương với lượng bùn cát tự nhiên (Sở Tài nguyên Môi Trường Cần Thơ, 2016).

Theo báo cáo của WWF (2018), tổng lượng khai thác cát trung bình năm 2011-2012 trên toàn hệ thống sông MêKông ước khoảng 35 triệu m^3 trong đó 8 triệu m^3 khai thác ở hạ lưu sông Mêkông. Việc khai thác cát quá mức đã làm lòng sông bị hạ thấp, dẫn đến cao độ mực nước về mùa kiệt trên các tuyến sông bị giảm; thay đổi chế độ thủy văn dòng chảy tại các phân lưu, hợp lưu (lưu lượng từ sông Tiền sang sông Hậu qua sông Vàm Nao có xu thế gia tăng trong những năm gần đây đã làm hạ thấp đáy sông từ -17.00 m tại trước hợp lưu xuống -44.00 m tại sau hợp lưu) ảnh hưởng trực tiếp đến ổn định bờ sông, bờ biển, suy thoái rừng ngập mặn ven biển.

Sạt lở, bồi lắng thường xảy ra ở những đoạn sông cong, các cửa phân lưu, nhập lưu, các khu vực sông phân lạch, nơi giao thoa giữa dòng chảy trong sông và dòng triều là những nơi dòng chảy không ổn định. Theo kết quả quan trắc, đánh giá, khi đến Tân Châu và Châu Đốc, tỷ lệ phân phối lưu lượng trong mùa

lũ của sông Tiền khoảng 77-78%, sông Hậu khoảng 22-23%. Do có mực nước cao hơn sông Hậu, dòng lũ trên sông Tiền trước khi ra biển qua 6 cửa sông còn chuyển một lượng đáng kể sang sông Hậu qua sông Vàm Nao. Sau khi phân phối lại (sau sông Vàm Nao), tỷ lệ lưu lượng trên sông Tiền tại Mỹ Thuận khoảng 51 -52%, trên sông Hậu Cần Thơ khoảng 48-49%, tạo cho dòng lũ hai sông xấp xỉ nhau (Viện Khoa học Thủy Lợi Miền Nam, 2017).

Những năm qua, hệ thống giao thông khu vực Đồng bằng cũng đã có những bước phát triển rõ rệt, trong giai đoạn từ 2010-2015, đã xây dựng và nâng cấp mở rộng nhiều tuyến giao thông, trong đó có nhiều đoạn bám sát bờ sông, kênh, rạch, nhất là các tuyến liên huyện, liên xã. Tác động của các phương tiện vận tải với xu thế ngày càng gia tăng cả về mật độ và trọng lượng cũng là một trong số các yếu tố làm gia tăng nguy cơ sạt lở. Cùng với đó, hệ thống giao thông thuỷ đang ngày càng phát triển nhanh và mạnh cả về số lượng, tải trọng và tốc độ của tàu thuyền, toàn vùng có khoảng 160.000 phương tiện, lưu lượng hàng hóa vận chuyển bằng phương tiện thủy nội địa của Đồng bằng đạt 51,5 triệu tấn/năm. Qua tính toán ở một số sông vùng ĐBSCL, các loại ghe tàu có tải trọng trên 5 tấn khi chạy trên sông đều gây ra dòng chảy ngược có tốc độ dòng chảy lớn hơn vận tốc khởi động bùn cát của lòng dẫn. Đối với dòng chảy ngược, tàu có tải trọng từ hơn 15 tấn có tốc độ lớn nhất gần bờ gấp 1,5 - 5,0 lần so với vận tốc khởi động bùn cát lòng dẫn (Lê Mạnh Hùng, 2004 và Trịnh Phi Hoành, 2014).

Ngoài ra, việc đầu tư xây dựng các tuyến đê bao, bờ bao vùng ĐBSCL cũng rất phát triển trong những năm gần đây. Nhất là việc xây dựng các tuyến đê bao chưa có quy hoạch để trồng lúa vụ 3 đã làm thu hẹp không gian thoát lũ, gây tác động không nhỏ đến ổn định lòng dẫn, gia tăng nguy cơ gây sạt lở. Bên cạnh đó, việc đổ chất thải, vật liệu phế thải và xây dựng công trình lấn chiếm bãi sông, lòng sông cũng đã làm gia tăng nguy cơ xói lở bờ sông (Nguyễn Tiến Thương, 2011).

Các kịch bản biến đổi khí hậu đều cho thấy lượng mưa có xu thế gia tăng về mùa mưa, giảm về mùa khô làm tăng lưu tốc dòng chảy về mùa lũ và tạo ra chênh lệch mực nước lớn hơn trước đây giữa mùa lũ và mùa kiệt cũng là những tác động làm gia tăng nguy cơ sạt lở bờ sông. Trong mùa kiệt tốc độ truyền triều trên sông Tiền từ Biển Đông đến Hồng Ngự khoảng 25-30 km/giờ, biên độ triều trung bình 20-25 cm (lớn nhất có thể đạt 100 cm) (Ngô Trọng Thuận 2007).

Đồng bằng được hình thành do bồi đắp trong thời gian ngắn (đồng bằng trẻ), nền địa chất mềm yếu, khả năng chịu lực thấp. Địa chất bờ và lòng dẫn thuộc vào loại đất yếu, phù sa trẻ, nhạy cảm với xói lở; lớp đất yếu thường có chiều dày khoảng 30 m. Các trị số của lực dính C = 0,06 kg/cm^2, góc ma sát trong $\varphi < 50$ vì thế khả năng kháng trượt của khối đất bờ rất yếu. Với nền địa chất như vậy, chỉ cần tải trọng khoảng 3T/m^2 là nguy cơ sụt lún, sạt lở xảy ra (Bùi Huy Bình, 2012)

4 KẾT LUẬN VÀ KIẾN NGHỊ

Trong giai đoạn nghiên cứu 1989-2017, tổng diện tích sạt lở được ghi nhận là 14.685,83 ha, chủ yếu phân bố tại hai tỉnh An Giang (3.146,94 ha, chiểm 21,43%) và Đồng Tháp (3.787.68 ha, chiểm 25,79%).

Những điểm nóng xảy ra sạt lở thuộc các xã: Mỹ Hòa Hưng (Tp.Long Xuyên) thuộc tỉnh An Giang; xã Tân Hòa (Lai Vung), Phú Thuận B (Hồng Ngự) thuộc tỉnh Đồng Tháp; xã Đồng Phú (Tp.Vĩnh Long) tỉnh Vĩnh Long; xã Vĩnh Bình (Chợ Lách) tỉnh Bến Tre. Những vị trí xảy ra sạt lở thường có đặc điểm là các cồn giữa sông, các đoạn cong ven sông nơi chịu tác động mạnh của dòng chảy.

Tốc độ sạt lở tại các tỉnh chủ yếu ở cấp độ nhanh đến rất nhanh, tốc độ sạt lở cao nhất được ghi nhận tại tỉnh An Giang (318,97 ha/năm) trong giai đoạn 2000-2005.

Ảnh viễn thám thu thập cho các giai đoạn nghiên cứu cần cùng thời điểm và vào mùa khô để không bị ảnh hưởng do mưa lũ và tăng độ chính xác khi giải đoán ảnh xây dựng dữ liệu phân bố không gian.

Nghiên cứu đề xuất tiếp tục sử dụng công nghệ viễn thám trong giải đoán và nghiên cứu tình hình sạt lở cũng như biến động đường bờ nhằm hỗ trợ công tác dự báo sạt lở trong thời gian tới, giúp các nhà quản lý đưa ra các biện pháp giảm thiểu thiệt hại và phòng chống thiên tai kịp thời đồng thời bổ sung nguồn dữ liệu ảnh vệ tinh có độ phân giải cao để theo dõi tình hình sạt lở tại địa phương cấp huyện hoặc tỉnh.

LỜI CẢM TẠ

Nhóm tác giả gởi lời cảm ơn sâu sắc đến dự án ODA, Trường Đại học Cần Thơ đã hỗ trợ kinh phí nghiên cứu và tạo mọi điều kiện cho nhóm hoàn thành kết quả nghiên cứu. Đồng thời, nhóm tác giả chân thành cảm ơn các ban ngành địa phương 13 tỉnh ĐBSCL hỗ trợ tài liệu, số liệu cần thiết và tạo điều kiện nhóm nghiên cứu điều tra khảo sát tại địa phương trong thời gian nghiên cứu.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

Anthony, E.J., Brunier, G., Besset, M., Goichot, M., Dussouillez, P., and Nguyen, V.L., 2015. Linking rapid erosion of the Mekong River delta

with human activities. Scientific Reports. 2015 Oct 8; 5:14745.

Bertoldi, G., Notarnicola, C., Leitinger, G., *et al*., 2010. Topographical and ecohydrological controls on land surface temperature in an alpine catchment Ecohydrology. 3(2): 189–204.

Bùi Huy Bình, 2012. Đồng bằng được hình thành do bồi đắp trong thời gian ngắn (đồng bằng trẻ), nền địa chất mềm yếu, khả năng chịu lực thấp. Luân văn tốt nghiệp Thạc sĩ, ngành xây dựng công trình thủy, Đại học Thủy Lợi.

Cục khảo sát địa chất Hoa Kỳ (USGS - United States Geological Survey), 1989-2017. https://earthexplorer.usgs.gov/.

Đặng Thị Ngọc Thủy, 2016. Nghiên cứu sự thay đổi đường bờ biển của đảo Phú Quốc giai đoạn 1973 – 2010. Đại học Thủ Dầu Một 2016, 28: 64-69.

Feyisa, G. L., Meilby, H., Fensholt, R., and Proud, S. R., 2014. Automated Water Extraction Index: A new technique for surface water mapping using LANDSAT imagery. Remote Sensing of Environment, 140: 23–35.

Gao, B., 1996. NDWI A Normalized Difference Water Index for Remote Sensing of Vegetation Liquid Water From Space. Remote Sensing of Environment, 58: 257-266.

Hà Quang Hải và Vương Thị Mỹ Trinh, 2011. Tương quan xói lở - bồi tụ một số khu vực lòng sông tiền, sông hậu. Tạp chí Khoa học Trái đất Việt Nam, 33(1): 37-44, ISSN: 0866 – 7187.

Lê Xuân Hồng, Lê Thị Kim Thoa, 2007. Địa mạo bờ biển Việt Nam. NXB KHTN và CN. 278 trang.

J.P., Liu, DeMaster, D.J., Nguyen, T.T., Saito, Y., Nguyen, V.L., Ta, T.K.O. and Li, X. 2017a. Hình thành địa tầng của ĐBSCL và sự thay đổi đường bờ gần đây. Oceanography, 30(3): 72–83.

Marcus, W and Fonstad, M., 2010. Remote Sensing of Rivers. The Emergence of a Subdiscipline in the River Sciences. Earth Surface Processes and Landforms. 35: 1867 - 1872. 10.1002/esp.2094.

Mourad Louati, Hanen Saïdi. F. Z. 2014. Shoreline change assessment using remote sensing and GIS techniques: a case study of the Medjerda delta coast, Tunisia. Aabian Journal of Geosciences, 8: 4239-4255.

MRC, 2018. Mekong River Commission prepares for 3rd Summit and work plan 2018. Mekong River Commission Secretariat, Vientiane, Lao PDR.

Pardo-Pascual, J., Sánchez-García, E., Almonacid-Caballer, J., *et al*., 2018. Assessing the accuracy of automatically extracted shorelines on microtidal beaches from Landsat 7, Landsat 8 and Sentinel-2 Imagery. Remote Sensing, 10(2): 326.

Nguyễn Văn Trung, và Nguyễn Văn Khánh, 2016. Quan trắc sự biến động đường bờ sử dụng ảnh vệ tinh LANDSAT đa thời gian ở khu vực Cửa Đại, sông Thu Bồn, Quảng Nam. Tạp chí Khoa học Kỹ Thuật Mỏ -Địa chất, 57: 1–10.

Nguyen Lam Dao, Pham Bach Viet, Nguyen Thanh Minh, Pham Thi Mai Thy and Hoang Phi Phung, 2011. Change Detection of Land Use and Riverbank in Mekong Delta, Vietnam Using Time Series Remotely Sensed Data J. Resour. Ecol., 2(4): 370-374 DOI:10.3969/j.issn.1674-764x.2011.04.011.

Ngô Trọng Thuận, 2007. Dòng chảy mùa cạn ở ĐBSCL. Tuyển tập báo cáo Hội thảo khoa học lần thứ 10. Viện Khoa học Khí tượng Thủy văn và Môi trường, Hà Nội.

Nguyễn Tiến Thương, 2011. Nghiên cứu nguên nhân gây mất ổn định và đề xuất giải pháp bảo vệ bờ sông Đuống, tỉnh Bắc Ninh. Luận văn tốt nghiệp Thac sĩ, Khoa Công trình, Trường Đại học Thủy Lợi Hà Nội, tháng 11/2011.

Phạm Văn Cự, 1996. Xây dựng bản đồ địa mạo một vùng đồng bằng trên cơ sở phối hợp hệ xử lý ảnh số và hệ thông tin địa lý (trên thí dụ ĐBSH). Luận án Phó tiến sỹ KH Địa lý – Địa chất, Bộ Giáo dục và Đào tạo - Trung tâm Khoa học Tự nhiên và Công nghệ Quốc gia. Hà Nội.

Pham Quang Son, 1997. Applications remote sensing data and GIS for research and managementnatural resourcesand environment of coastal zone and islands in Vietnam.Department of Geology of Vietnam. Hanoi. pp. 321-327

Phạm Quang Sơn, 2004. Nghiên cứu sự phát triển vùng ven biển cửa sông Hồng - sông Thái Bình trên cơ sở ứng dụng thông tin viễn thám và Hệ thông tin địa lý (GIS) phục vụ khai thác sử dụng hợp lý lãnh thổ. Luận án TS Địa lý. Trường Đại học Khoa học Tự nhiên - Đại học quốc gia Hà Nội. 155 trang.

Phan Kiều Diễm, Võ Quang Minh, Nguyễn Thị Hồng Điệp và Điệp Văn Đen, 2013. Đánh giá tình hình sạt lở, bồi tụ khu vực ven biển tỉnh Cà Mau và Bạc Liêu từ 1995-2010 sử dụng viễn thám và công nghệ GIS. Tạp chí Khoa học Trường Đại học Cân Thơ, vol. 26, no. Phần A: Khoa học Tự nhiên, Công nghệ và Môi trường, pp. 35–43.

Phạm Thị Phương Thảo, Hồ Đình Duẩn, Đặng Văn Tỏ, 2014. 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, 11: 3, 1–13.

Stephen, V.S., 1996. Estimating the Kappa Coefficient and its variance under stratified random sampling. Photogrammetric Engineering & Remote Sensing. 62: 401-407.

Sở Tài nguyên Môi Trường Cần Thơ, 2016. Sạt lở bờ sông, bờ biển vùng đồng bằng sông Cửu Long, giải pháp thích ứng với biến đổi khí hậu

Trịnh Văn Bình và Trịnh Thế Hiếu, 2010. Sự biến đổi hình thái địa hình bãi và đường bờ tại một số khu vực bờ biển nam trung bộ theo thời gian (2007 - 2008). Tạp chí Khoa học và Công nghệ biển. 2: 15 – 29.

Viện Khoa học Thủy lợi miền Nam, 2017. Thực trạng xói lở, bồi lắng và công trình chống xói lở trên hệ thống sông, kênh rạch, bờ biển ĐBSCL và định hướng bảo vệ, ổn định lâu dài. Địa chỉ http://www.siwrr.org.vn.

Vũ Thị Thu Thủy, 2012. Ứng dụng công nghệ viễn thám và GIS nghiên cứu tai biến xói lở, bồi tụ đới ven biển Hải Phòng Trường Đại học Khoa học Tự nhiên. Luận văn Thạc sĩ. ngành: Địa chất học; Mã số: 6044.

WWF (World Wildlife Fund), 2018. The sands are running out: Sediment in the Mekong river basin. WWF-Greater Mekong / WWF Freshwater Practice. Case study 2018.