NGHIÊN CỨU ỨNG DỤNG VIỄN THÁM VÀ GIS ĐÁNH GIÁ SỰ DỊCH CHUYỂN VÀ THAY ĐỔI ĐỘ RỘNG CỬA SÔNG ĐÀ NÔNG TỈNH PHÚ YÊN

Phùng Đức Chính[1], Trần Ngọc Vĩnh[2], Phạm Duy Huy Bình[2], Nguyễn Tiền Giang[2]

Tóm tắt: *Bài báo trình bày kết quả ứng dụng viễn thám và GIS để đánh giá sự dịch chuyển và thay đổi độ rộng cửa sông Đà Nông tỉnh Phú Yên. Từ dữ liệu ảnh Landsat thu thập được trong giai đoạn 1988-2015, đã sử dụng phần mềm ENVI 5.1 và công cụ GIS để phân tích, giải đoán dữ liệu ảnh, phục vụ đánh giá sự dịch chuyển và thay đổi độ rộng cửa sông. Kết quả tính toán cho thấy, trong giai đoạn 1988-2001, cửa sông Đà Nông có xu thế dịch chuyển từ Bắc xuống Nam và từ Đông sang Tây, độ rộng cửa sông thay đổi hàng năm nhưng xu thế bồi lấp là chủ yếu. Trong giai đoạn 2002-2013, vị trí cửa sông tương đối ổn định, cửa sông ít dịch chuyển, thời kỳ ổn định nhất là từ năm 2010-2011, độ rộng cửa sông gần như không đổi. Trong giai đoạn 2014-2015, cửa sông mở rộng và bị xói lại, ở cả phía trong và ngoài cửa sông.*

Từ khóa: *Cửa sông Đà Nông, bồi lấp, sạt lở, viễn thám và GIS.*

Ban Biên tập nhận bài: 12/09/2018 Ngày phản biện xong: 22/11/2018 Ngày đăng bài: 25/12/2018

1. Mở đầu

Cửa sông Đà Nông là cửa của sông Bàn Thạch, nằm trên địa bàn huyện Đông Hòa, tỉnh Phú Yên, là nơi ra vào, neo đậu các tàu thuyền đánh bắt cá của ba xã Hòa Hiệp Bắc, Hòa Hiệp Nam và Hòa Hiệp Trung.

Trong giai đoạn 1988- 2001, cửa sông có diễn biến rất phức tạp, luôn di chuyển và bồi lấp. Vào mùa lũ, cửa sông Đà Nông bị bồi lấp nên lũ không thoát được gây ngập úng một vùng rộng lớn ở phía Nam tỉnh Phú Yên. Trước đây, chính quyền cũ đã phải cho thả bom để mở cửa, tạo hành lang thoát lũ. Những năm sau, địa phương cho đào trước các lạch mồi để đón lũ, sau lũ tình hình bồi lấp lại diễn ra (hình 1).

Từ năm 2002-2004, tỉnh Phú Yên đã tiến hành cải tạo, khai thông lòng dẫn và xây dựng kè chắn cát giảm sóng dạng mỏ hàn ở bờ Bắc cửa sông với chiều dài khoảng 120 m.

Từ năm 2004 - 2012, khu vực cửa sông tương đối ổn định, tuy nhiên đến năm 2013 xuất hiện hiện tượng bồi lấp trở lại ở cả phía trong và ngoài cửa sông, nhất là ở phía Bắc bờ kè, nguyên nhân có thể do kè mỏ hàn phía Bắc cửa chưa đủ dài để chặn dòng bùn cát hướng Bắc - Nam gây bồi lấp.

Hình 1. Các vị trí xảy ra bồi lấp, xói lở ở khu vực cửa sông Đà Nông từ năm 1988-2001

Từ năm 2013, nhận thấy tình trạng bồi lấp có xu hướng quay trở lại nên địa phương cho thực hiện "Dự án Nạo vét, khai thông hạ lưu và cửa biển sông Bàn Thạch, xã Hòa Hiệp Nam và xã Hòa Tâm, huyện Đông Hòa", tính đến tháng 9 năm 2015 khối lượng cát được nạo vét khoảng

[1]*Viện Khoa học Khí tượng Thủy văn và Biến đổi khí hậu*
[2]*Trường Đại học Khoa học Tự nhiên - Đại học Quốc gia Hà Nội*
Email: ducchinh.imh@gmail.com

1,2 triệu m^3, đây có thể là nguyên nhân gây xói lở ở cả phía trong và phía ngoài cửa sông [1].

Hình 2. Các vị trí xảy ra bồi lấp, xói lở ở khu vực cửa sông Đà Nông từ năm 2002-2015

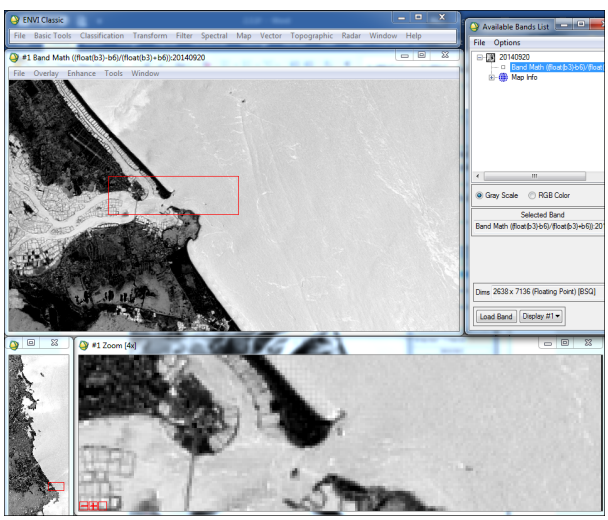
2. Cơ sở dữ liệu

Dữ liệu ảnh Landsat được sử dụng để đánh giá diễn biến bồi lấp, sạt lở vùng cửa sông Đà Nông bao gồm các ảnh thành phần của 7 băng tần, mỗi băng ứng với 1 khoảng giá trị của bước sóng ánh sáng, gồm 209 ảnh (từ tháng 9 năm 1988 đến tháng 2 năm 2016), trong đó có: 135 ảnh Landsat 4 - 5 với độ phân giải 30m; 25 ảnh Landsat 7_SLC - off với độ phân giải 15m; 59 ảnh Landsat 8 với độ phân giải 15m [4].

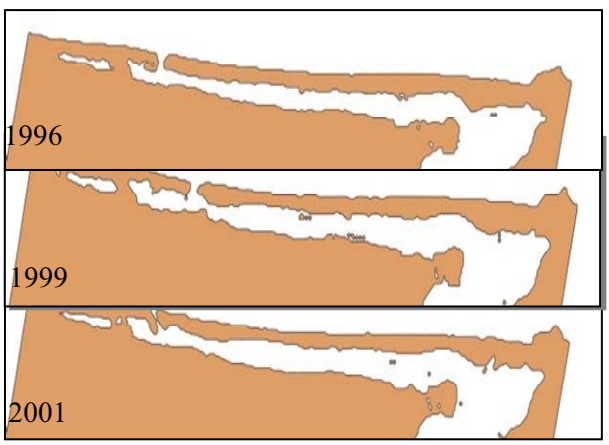
3. Phương pháp đánh giá sự dịch chuyển và thay đổi độ rộng cửa sông

Sử dụng phần mềm ENVI 5.1 (Environment for Visualizing Images) tích hợp với công cụ GIS để đánh giá sự dịch chuyển và thay đổi độ rộng cửa sông [2, 3]. Các bước xử lý thông tin hình ảnh khu vực cửa sông Đà Nông gồm: (1) Lựa chọn ảnh Landsat; (2) Nắn chỉnh hình học, phân tách đường mặt nước bằng phần mềm ENVI 5.1; (3) Số hóa, chuyển đổi hệ tọa độ (đưa các ảnh đã được số hóa về cùng hệ tọa độ), chồng chập các lớp bản đồ để tính toán sự dịch chuyển và thay đổi độ rộng cửa sông bằng công cụ GIS; (4) Phân tích, đánh giá sự dịch chuyển và thay đổi độ rộng cửa sông.

Do các thế ảnh Landsat thu được có độ phân giải từ 15 đến 30m, nên trong nghiên cứu này, chọn ô pixel có kích thước 15 x 15 m để tính toán. Quá trình xử lý ảnh bằng phần mềm ENVI 5.1 và công cụ GIS được trình bày trong hình 3, 4.



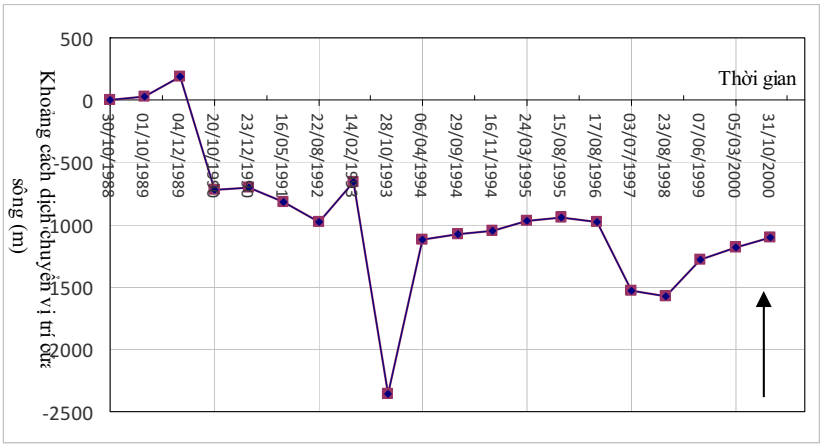
Hình 3. Xử lý ảnh viễn thám vùng cửa sông Đà Nông bằng phần mềm ENVI 5.1



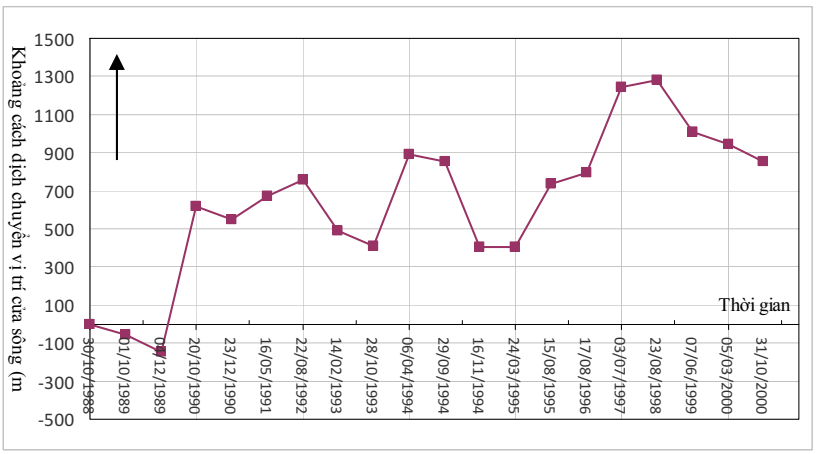
Hình 4. Chồng chập các lớp bản đồ trong GIS để tính toán bồi lấp, sạt lở vùng cửa sông

4. Kết quả

Sử dụng ảnh Landsat ngày 30/10/1988 làm mốc để tính toán sự dịch chuyển và thay đổi độ rộng cửa sông Đà Nông. Quá trình tính toán được chia thành 2 giai đoạn: giai đoạn từ 1988-2001 (giai đoạn chưa xây dựng kè) và giai đoạn từ năm 2002 - 2015 (giai đoạn xây dựng kè và sau xây dựng kè).



Hình 5. Quá trình dịch chuyển vị trí cửa sông theo hướng từ Tây sang Đông, giai đoạn 1988 - 2001



Hình 6. Quá trình dịch chuyển vị trí cửa sông theo hướng từ Bắc xuống Nam, giai đoạn 1988 - 2001

Giai đoạn từ 1988 - 2001: Đây là thời kỳ cửa sông diễn biến rất phức tạp, cửa sông luôn dịch chuyển và bồi lấp, độ rộng cửa sông thay đổi hàng năm, từ năm 1990 -2000, hầu như năm nào cũng xảy ra hiện tượng cửa sông bị đóng hoàn toàn, thời điểm cửa sông bị bồi lấp chủ yếu từ tháng 2 đến tháng 5, nhất là tháng 3 (bảng 1).

Từ năm 1988 đến tháng 2 năm 1990, cửa sông có xu thế dịch chuyển theo hướng từ Nam lên Bắc và từ Tây sang Đông. Cửa sông dịch chuyển về phía Bắc khoảng 177m và dịch chuyển ra phía biển khoảng 259m.

Từ tháng 3 năm 1990 đến tháng 2 năm 2001, tình hình diễn ra

theo xu thế ngược lại: cửa sông dịch chuyển theo hướng từ Bắc xuống Nam và từ Đông sang Tây (hình 5, 6). Năm 1993 là năm xuất hiện lũ lịch sử, lũ từ sông Ba tràn sang gây ngập toàn bộ khu vực phía Nam tỉnh Phú Yên, lưu lượng lớn nhất tại trạm Củng Sơn đo được khoảng 20.7000m^3/s. Nước lũ đào xói mở rộng cửa sông khoảng 1.393m (bảng 1).

Bảng 1. Giá trị cực trị độ rộng cửa sông theo xu thế đóng mở cửa sông giai đoạn từ 1988- 2001

Đơn vị: m

Thời gian	Kinh độ	Vĩ độ	Độ rộng	Độ đóng/ mở cửa sông	Hướng cửa (theo hướng Bắc-Nam) (^{0}C)	Khoảng cách dịch chuyển cửa sông (theo hướng Bắc- Nam lấy ảnh ngày 30/10/ 1988 làm gốc)	Khoảng cách dịch chuyển cửa sông (theo hướng Tây - Đông lấy ảnh ngày 30/10/ 1988 làm gốc)
30/10/1988	106°0 8' 39"	12° 59' 01"	167	+110	65,3	0	0
01/10/1989	106°08' 37"	12° 59' 02"	57	-87	28,4	-56	25
04/12/1989	106° 08' 34"	12° 59' 07"	144	+144	48,1	-146	190
22/02/1990	106°0 8' 33"	12° 59' 09"	0	-201	x	x	x
20/10/1990	106° 08' 59"	12° 58' 38"	201	+148	58,4	615	-720
23/12/1990	106° 08' 57"	12° 58' 38"	53	-50	93,4	548	-700
16/05/1991	106° 09' 01"	12° 58' 34"	103	+103	50,7	672	-814
31/03/1992	x	x	0	-112	x	x	x
22/08/1992	106° 09' 04"	12° 58' 29"	112	+99	36,5	758	-975
14/02/1993	106° 08' 55"	12° 58' 40"	13	-1927	30,7	491	-656
28/10/1993	106° 08' 52"	12° 57' 44"	1939	+1939	44,4	409	-2355
05/03/1994	x	x	0	-432	x	x	x
06/04/1994	106° 09' 08"	12° 58' 24"	432	+366	54,3	889	-1122
29/09/1994	106° 09'07"	12° 58' 26"	67	-65	53,3	856	-1078
16/11/1994	106° 08' 52"	12° 58' 27"	132	+132	61,0	405	-1049
20/02/1995	x	x	0	-405	x	x	x
24/03/1995	106° 08' 52"	12° 58' 29"	405	+405	49,5	404	-968
09/04/1995	x	x	0	-146	x	x	x
15/08/1995	106° 09' 03"	12° 58' 30"	146	+146	43,4	735	-945
16/03/1996	x	x	0	-166	x	x	x
17/08/1996	106°09' 05"	12° 58' 29"	166	+166	50,5	794	-977
29/03/1997	x	x	0	-138	x	x	x
03/07/1997	106° 09' 20"	12° 58' 11"	138	+138	53,3	1245	-1532
16/03/1998	x	x	0	-147	x	x	x
23/08/1998	106° 09' 21"	12° 58' 10"	147	+147	59,3	1279	-1572
19/03/1999	x	x	0	-187	x	x	x
07/06/1999	106° 09' 12"	12° 58' 19"	187	+110	54,1	1008	-1281
05/03/2000	106° 09' 10"	12° 58' 22"	76	-66	62,4	942	-1182
31/10/2000	106° 09' 07"	12° 58' 25"	142	+142	54,1	855	-1105
28/02/2001	x	x	0		x	x	x

Ghi chú: + cửa sông mở rộng ra; - cửa sông bị bồi lấp; x: không xác định; độ rộng cửa sông bằng 0: cửa sông bị đóng hoàn toàn.

Giai đoạn từ năm 2002 - 2015: Đây là giai đoạn xây dựng kè và sau xây dựng kè ở bờ Bắc nên trong giai đoạn này, vị trí cửa sông tương đối ổn định, ít dịch chuyển, diễn biến xảy ra chủ yếu ở khu vực phía trong và phía ngoài cửa sông.

Phân tích dữ liệu ảnh Landsat qua các năm

cho thấy: Từ năm 2002-2013, cửa sông tương đối ổn định, độ rộng cửa sông nhỏ hơn 55m, độ đóng mở cửa sông nhỏ hơn 52 m, đặc biệt từ năm 2010 đến năm 2013, cửa sông gần như không thay đổi. Như vậy trong thời kỳ này, kè mỏ hàn đã thực hiện được chức năng giảm sóng, chắn cát vận chuyển dọc bờ theo hướng Bắc - Nam là nguyên nhân chính gây bồi cửa sông.

Từ năm 2013 -2015, nhận thấy tình trạng bồi lấp có xu hướng quay trở lại nên địa phương cho nạo vét khơi thông lòng dẫn, dẫn tới hiện tượng mở rộng cửa sông. Độ rộng cửa sông lớn nhất năm 2015 khoảng 300 m (ảnh Landsat ngày 11/2/2015). Kết quả tính toán sự dịch chuyển và thay đổi độ rộng cửa sông Đà Nông thời kỳ 2002-2015 được trình bày trong bảng 2, hình 7, 8.

Bảng 2. Bảng giá trị cực trị độ rộng cửa sông theo xu thế đóng mở cửa sông giai đoạn từ 2002-2015

Đơn vị: m

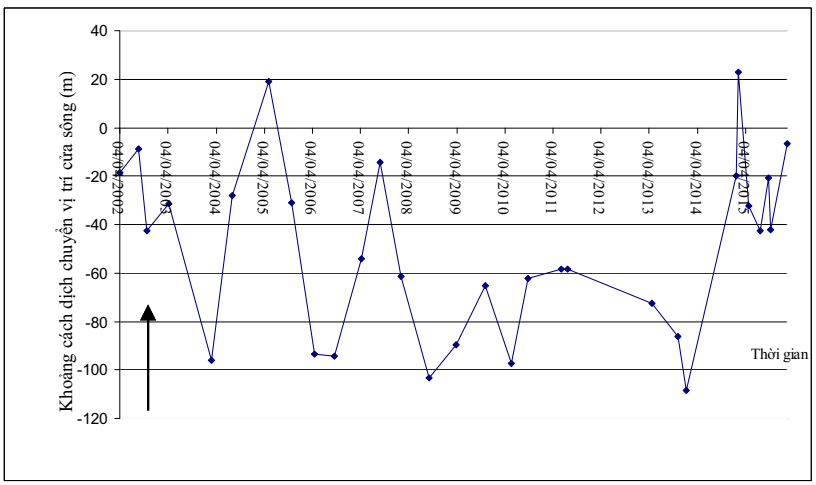
Thời gian	Kinh độ	Vĩ độ	Độ rộng	Độ đóng/ mở cửa sông	Hướng cửa (theo hướng Bắc- Nam) (^{0}C)	Khoảng cách dịch chuyển cửa sông (theo hướng Bắc-Nam lấy ảnh ngày 04/04/2002 làm gốc)	Khoảng cách dịch chuyển cửa sông (theo hướng Tây - Đông lấy ảnh ngày 04/04/2002 làm gốc)
04/04/2002	106° 10' 37'	12° 56' 41'	15	+52	46,6	0	0
26/08/2002	106° 10' 37'	12° 56' 42'	67	-49	45,3	-9	-1
29/10/2002	106° 10' 37'	12° 56' 41'	18	+16	44,6	-42	-9
07/04/2003	106° 10' 37'	12° 56' 42'	34	+2	47,8	-32	0
29/02/2004	106° 10' 37'	12° 56' 41'	36	+19	66.4	-96	-27
07/08/2004	106° 10' 37'	12° 56' 41'	55	-47	46,5	-28	-24
06/05/2005	106° 10' 41'	12° 56' 42'	8	+27	40,1	19	17
30/10/2005	106° 10' 37'	12° 56' 41'	35	-12	48,5	-31	-13
23/04/2006	106° 10' 37'	12° 56' 41'	23	+4	83,6	-93	-28
14/09/2006	106° 10' 37'	12° 56' 41'	27	+7	83,4	-94	-25
10/04/2007	106° 10' 37'	12° 56' 41'	34	-17	70,4	-54	-25
01/09/2007	106° 10' 37'	12° 56' 41'	17	+16	51,5	-14	-11
08/02/2008	106° 10' 37'	12° 56' 41'	34	+8	83,2	-61	-29
03/09/2008	106° 10' 34'	12° 56' 41'	41	-15	80,8	-103	-27
30/03/2009	106° 10' 37'	12° 56' 41'	27	+7	83,4	-90	-25
09/11/2009	106° 10' 37'	12° 56' 41'	33	-6	78,4	-65	-27
20/05/2010	106° 10' 34'	12° 56' 41'	27	-1	82,2	-97	-26
25/09/2010	106° 10' 37'	12° 56' 41'	27	+1	84,2	-62	-26
08/06/2011	106° 10' 37'	12° 56' 41'	28	0	84,6	-58	-26
26/07/2011	106° 10' 37'	12° 56' 41'	28	0	85,4	-59	-25
26/04/2013	106° 10' 37'	12° 56' 41'	27	+6	66,1	-72	-4
04/11/2013	106° 10' 37'	12° 56' 41'	33	-1	75,4	-86	-24
07/01/2014	106° 10' 34'	12° 56' 41'	32	+152	88,5	-109	-26
26/01/2015	106° 10' 37'	12° 56' 39'	184	+116	66,1	-20	-62
11/02/2015	106° 10' 41'	12° 56' 39'	300	-102	64,3	23	-89
02/05/2015	106° 10' 37'	12° 56' 39'	198	+19	61,2	-32	-63
21/07/2015	106° 10' 37'	12° 56' 39'	217	-6	59,6	-43	-56
23/09/2015	106° 10' 37'	12° 56' 40'	212	-4	69,2	-21	-54
09/10/2015	106° 10' 37'	12° 56' 39'	207	0	63,6	-42	-70
14/02/2016	106° 10' 37'	12° 56' 40'	207		74,5	-7	-51

Ghi chú: + cửa sông mở rộng ra; - cửa sông bị bồi lấp;

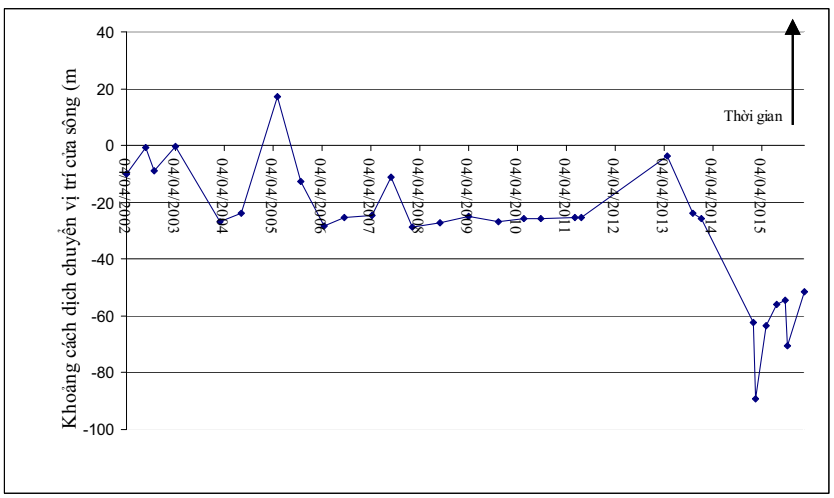
Sau khi nạo vét khơi thông lòng dẫn (2013-2015), cửa sông được mở rộng và độ sâu lòng dẫn tăng. Vào mùa cạn, sóng và triều xâm nhập sâu vào trong sông gây xói 2 bờ Bắc và Nam phía trong cửa, đặc biệt khu vực đồn biên phòng và khu vực cảng cá.

Như vậy, thông qua xử lý, phân tích các ảnh và tính toán thấy rằng, trong khoảng thời gian 2002-2013, cửa sông Đà Nông ít biến đổi nhưng biến đổi mạnh trong thời gian 2013-2015.

Tuy nhiên, từ các ảnh Landsat thu được cho thấy, khu vực bên trong cửa Đà Nông thay đổi mạnh mẽ với nhiều bãi bồi hình thành rồi biến mất, nhưng do các ảnh Landsat có độ phân giải từ 15 đến 30m, nên những kết quả tính toán độ rộng cửa sông, hoặc các bãi bồi, khu vực bị sạt lở nhỏ hơn ±15m, chỉ cho phép nhận định, đánh giá sơ bộ và cái nhìn trực quan về sự thay đổi khu vực cửa sông.



Hình 7. Quá trình dịch chuyển vị trí cửa sông theo hướng từ Bắc xuống Nam, giai đoạn 2002-2015



Hình 8. Quá trình dịch chuyển vị trí cửa sông theo hướng từ Tây sang Đông, giai đoạn 2002 - 2015

5. Kết luận

Trên cơ sở 209 ảnh Landsat thu thập được từ năm 1988 đến 2015, đã sử dụng phần mềm ENVI 5.1 và GIS tính toán biến đổi hình thái cửa sông Đà Nông. Kết quả tính toán cho thấy, trong giai đoạn

1988-2001, cửa sông Đà Nông có xu thế dịch chuyển từ Bắc xuống Nam và từ Đông sang Tây; độ rộng cửa sông thay đổi hàng năm, nhưng nhìn chung xu thế bồi lấp là chủ yếu, có những năm bị bồi lấp hoàn toàn, tàu thuyền hầu như không thể qua lại.

Trong giai đoạn 2002-2015, là giai đoạn xây dựng kè (ở bờ Bắc để chắn sóng, chắn cát) và sau xây dựng kè, vị trí cửa sông tương đối ổn định, cửa sông ít dịch chuyển. Thời kỳ ổn định nhất là từ năm 2010-2011, độ rộng cửa sông gần như không đổi, tuy nhiên cuối thời kỳ này bắt đầu xuất hiện hiện tượng dòng chảy ven biển chảy theo hướng Bắc - Nam mang bùn cát vượt bờ kè chuyển vào khu vực cửa sông gây bồi lấp, từ năm 2013-2015 địa phương tiến hành nạo vét, khai thông lòng dẫn. Sau khi nạo vét, sóng và triều xâm nhập sâu vào trong sông gây xói 2 bờ Bắc và Nam phía trong cửa sông.

Các ảnh viễn thám thu được cho thấy quá trình biến đổi, dịch chuyển đóng mở cửa sông qua các thời kỳ một cách trực quan. Tuy nhiên ảnh viễn thám chỉ có thể cho kết quả phân tích, đánh giá sự thay đổi về vị trí cũng như độ rộng cửa sông mà không xác định được quá trình vận chuyển bùn cát trong và ngoài cửa sông. Vì vậy, cần phải kết hợp phương pháp: phân tích ổn định và mô hình thủy động lực học để xác định định lượng bùn cát trong quá trình diễn ra tình trạng bồi xói, làm cơ sở đề xuất các giải pháp chỉnh trị cửa sông phù hợp.

Lời cảm ơn: *Các tác giả xin gửi lời cảm ơn đến sự hỗ trợ của Đề tài cấp Nhà nước "Nghiên cứu cơ sở khoa học để xác định cơ chế bồi lấp, sạt lở và đề xuất các giải pháp ổn định các cửa sông Đà Diễn và Đà Nông tỉnh Phú Yên phục vụ phát triển bền vững cơ sở hạ tầng và kinh tế xã hội", Mã số ĐTĐL.CN.15/15 và Đề tài cấp Bộ "Nghiên cứu cơ sở khoa học và thực tiễn để cảnh báo và đề xuất giải pháp kiểm soát ngập lụt ở lưu vực sông Bàn Thạch" Mã số TNMT.2018.05.36. Các tác giả xin cảm ơn các phản biện về những góp ý để bài báo hoàn thiện hơn.*

Tài liệu tham khảo

1. UBND tỉnh Phú Yên (2016), *Báo cáo về việc Dự án Nạo vét, khai thông hạ lưu và cửa biển sông Đà Nông, xã Hòa Hiệp Nam và xã Hòa Tâm, huyện Đông Hòa*.

2. Ke Zhaiand et. al. (2015), *Comparison of surface water extraction performances of different classic water indices using OLI and TM imageries in different situations*, Geo-spatial Information Science. 18(1), pp. 32-42.

3. Butt, Shabbir, Ahmad, and Aziz (2015), *Land use change mapping and analysis using Remote Sensing and GIS: A case study of Simply watershed, Islamabad, Pakistan*, The Egyptian Journal of Remote Sensing and Space Science, 18(2), 251-259, doi:10.1016/j.ejrs.2015.07.003.

4. Dữ liệu ảnh vệ tinh Landsat từ website: http://earthexplorer.usgs.gov/.

APPLICATIONS OF REMOTE SENSING AND GIS TO ASSESS CHANGES IN MORPHOLOGICAL OF DA NONG ESTUARY IN PHU YEN PROVINCE

Phung Duc Chinh[1], Tran Ngoc Vinh[2], Pham Duy Huy Binh[2], Nguyen Tien Giang[2]

[1]Vietnam Intitute of Meteorology, Hydrology and Climate change

[2]VNU University of Science

Abstract: *This paper presents the results of remote sensing application and GIS for assessing the movement and changes in the width of Da Nong estuary in Phu Yen province. From the Landsat image data collected during the period of 1988-2015, ENVI 5.1 software and GIS tools were used to analyze and interpret image data for assessing the movement and changes in the width of the estuary. The results show that in the period of 1988-2001, Da Nong estuary tends to move from the North to the South and from the East to the West, the width of the river estuary changes every year but the trend of sedimentation is the main tendency. In the period of 2002-2013, the position of the river estuary is relatively stable, while the river estuary has little movement, especially in the stable period from 2010-2011, the width of the river estuary is almost unchanged. In the period from 2014-2015, the river estuary was widened and eroded, both inside and outside of the river estuary.*

Keywords: *Da Nong estuary, sedimentation, landslide, remote sensing and GIS.*