

ĐÁNH GIÁ BIẾN ĐỘNG RỪNG NGẬP MẶN TỈNH KIÊN GIANG TRÊN CƠ SỞ ẢNH VỆ TINH GIAI ĐOẠN 1988 - 2018

Phùng Thái Dương*, Tôn Sơn
Trường Đại học Đồng Tháp

TÓM TẮT

Trên cơ sở tư liệu ảnh viễn thám Landsat 5 và Landsat 8, nhóm tác giả sử dụng công cụ hệ thống thông tin địa lý (GIS) tiến hành đánh giá biến động diện tích rừng ngập mặn (RNM) tỉnh Kiên Giang giai đoạn 1988-2018. Kết quả nghiên cứu cho thấy: trong giai đoạn 1988-2018, tổng diện tích RNM ở tỉnh Kiên Giang đã giảm 38,4% (2.783 ha) từ 7.238,3 ha xuống còn 4.455,4 ha. Tốc độ phục hồi của RNM thấp hơn khoảng 2 lần so với tốc độ biến mất của chúng. Cụ thể là, từ năm 1988 đến năm 2018, RNM biến mất trên diện tích 5.650,5 ha và xuất hiện mới trên diện tích 2.867,6 ha, chỉ có 1.587,8 ha RNM không thay đổi.

Từ khóa: *Biến động; GIS; rừng ngập mặn; tỉnh Kiên Giang; viễn thám.*

Ngày nhận bài: 06/4/2020; Ngày hoàn thiện: 27/4/2020; Ngày đăng: 11/5/2020

ASSESSMENT OF MANGROVE FOREST CHANGE IN KIEN GIANG PROVINCE PROVINCE ACCORDING TO SATELLITE IMAGES IN THE PERIOD OF 1988-2018

Phung Thai Duong*, Ton Son
Dong Thap University

ABSTRACT

Landsat 5 and Landsat 8 remote sensing image data were used to evaluate the changes in the area of mangrove forests (RNM) in Kien Giang province in the period of 1988-2018. The results of the image interpretation in 1988, 2018 and the overlapping of the above maps show: In the 30-year period from 1988 to 2018, the total area of mangroves in Kien Giang province was decreased by 38,4% compared to the beginning, from 7,238.3 ha in 1988 reduced to 4,455.4 ha in 2018, decreasing by 2,783 ha. The recovery speed of mangroves is 2 times lower than their disappearance speed. Specifically, from 1988 to 2018, mangroves disappeared on an area of 5,650.5 hectares and appeared on new area of 2,867.6 hectares, only 1,587.8 hectares of mangroves remained unchanged.

Keywords: *Assessment; GIS; mangroves; Kien Giang province; remote sensing.*

Received: 06/4/2020; Revised: 27/4/2020; Published: 11/5/2020

* Corresponding author. Email: phungthaiduongdhdt@gmail.com

1. Giới thiệu

Là tỉnh duyên hải của Đồng bằng sông Cửu Long (ĐBSCL), phía Tây tiếp giáp Biển Đông với đường bờ biển dài hơn 200 km, khí hậu nhiệt đới ẩm gió mùa cận xích đạo với nền nhiệt độ cao quanh năm và lượng mưa phong phú, Kiên Giang là nơi rất thuận lợi cho sự phát triển của rừng ngập mặn. Đây là tỉnh có diện tích rừng ngập mặn (RNM) lớn thứ 4 ở ĐBSCL với diện tích 4.782 ha năm 2014, chiếm 2,83% tổng diện tích RNM của toàn vùng [1]. RNM có vai trò quan trọng trong việc bảo vệ bờ biển, ngăn chặn gió bão, hạn chế xói lở, mở rộng diện tích đất liền và điều hòa khí hậu. RNM không chỉ cung cấp các lâm sản có giá trị như gỗ, củi, than, tanin, mà còn là nguồn cung cấp thức ăn cho các loài thủy sản, là nơi cư trú và làm tổ của nhiều loài chim, động vật ở nước và thú quý hiếm [2]. Tuy nhiên, RNM ở Kiên Giang đã và đang bị suy giảm nhanh chóng, ảnh hưởng lớn đến các hệ sinh thái và quần thể ven biển.

Xuất phát từ vai trò vô cùng quan trọng nêu trên, RNM tỉnh Kiên Giang đã thu hút được sự quan tâm nghiên cứu của nhiều nhà khoa học trong và ngoài nước, tiêu biểu như:

Nguyen Hai Hoa, 2014. *The relation of coastal mangrove changes and adjacent land-use: A review in Southeast Asia and Kien Giang, Vietnam*. This review paper compiled and synthesized available evidence of human-induced drivers of coastal mangrove change and natural-induced forces in relation to climate change and relative sea-level rise in Southeast Asian region, and with focus of policy and institutional forces on coastal mangrove conservation in Kien Giang, Vietnam. It reviewed the effects of local participation in and management model of coastal mangrove conservation in Kien Giang, Vietnam [3].

Mackenzie JR, Duke NC, Wood AL, 2016. *The Shoreline Video Assessment Method (S-VAM): Using dynamic hyperlapse image*

acquisition to evaluate shoreline mangrove forest structure, values, degradation and threats. This study used Shoreline Video Assessment Method to quantifi associated threats to shoreline stability, along with previous rehabilitation intervention measures in Kien Giang province. The method offers key opportunities for effective conservation and management of vulnerable shoreline habitats [4].

Nguyen Hai Hoa, Clive McAlpine, David Pullar, & nnk, 2013. *The relationship of spatial - temporal changes in fringe mangrove extent and adjacent land-use: Case study of Kien Giang coast, Vietnam*. This study used historical Landsat TM (1989, 1992, 2003 and 2006) and SPOT images (1995, 2003 and 2009) and the Maximum Likelihood classification method to evaluate spatial temporal changes in the extent and width of fringe mangroves, and changes in adjacent land use of Kien Giang province for the period 1989-2009 [5].

Hiện nay, việc sử dụng ảnh vệ tinh và công nghệ GIS để đánh giá biến động diện tích rừng cho kết quả khá chính xác và khách quan. Tiêu biểu như: Trần Thu Hà và các cộng sự đã sử dụng GIS và ảnh viễn thám để giám sát biến động diện tích rừng huyện Cao Phong, Hòa Bình giai đoạn 2005–2015 [6]; Phạm Việt Hòa và các cộng sự đã tích hợp tư liệu viễn thám SPOT và GIS đánh giá biến động diện tích RNM Cần Giờ giai đoạn 1996–2004 [7]; Tôn Sơn và các cộng sự đã sử dụng ảnh viễn thám Landsat đa thời gian và công nghệ GIS để đánh giá biến động diện tích RNM mũi Cà Mau giai đoạn 1988-2018 [8], [9].

Xuất phát từ thực tế trên, việc sử dụng ảnh viễn thám Landsat đa thời gian và công nghệ GIS trong đánh giá biến động diện tích RNM của tỉnh Kiên Giang giai đoạn 1988 - 2018 là việc làm cấp thiết và có ý nghĩa khoa học. Kết quả nghiên cứu xác định sự biến đổi về mặt không gian của RNM tỉnh Kiên Giang sau 30

năm, nguyên nhân dẫn đến sự suy giảm diện tích RNM, cùng với quá trình phục hồi của chúng. Từ đó, giúp cho các nhà hoạch định chính sách có thể đề ra các giải pháp khôi phục và phát triển hệ sinh thái RNM, góp phần phục hồi và làm phong phú thêm các hệ sinh thái đa dạng ven biển.

2. Dữ liệu và phương pháp nghiên cứu

2.1. Dữ liệu

Trong quá trình nghiên cứu, nhóm tác giả đã sử dụng ảnh viễn thám Landsat 5 và Landsat 8 để giải đoán và thành lập các bản đồ diện tích RNM năm 1988, năm 2018 và bản đồ biến động diện tích RNM tỉnh Kiên Giang giai đoạn 1988 - 2018. Thông tin về ảnh vệ tinh được thể hiện trong bảng 1.

Bảng 1. Dữ liệu ảnh Landsat được sử dụng để nghiên cứu [10]

Mã ảnh	Mây	Chất lượng ảnh	Độ phân giải (m)	Ngày chụp
LT05_L1TP_126053_1988_0309_201702_09_01_T1	4%	9	30m	9/03/1988
LC08_L1TP_126053_20180224_20180308_01_T1	2.11%	9	30m	24/02/2018



Năm 1988



Năm 2018

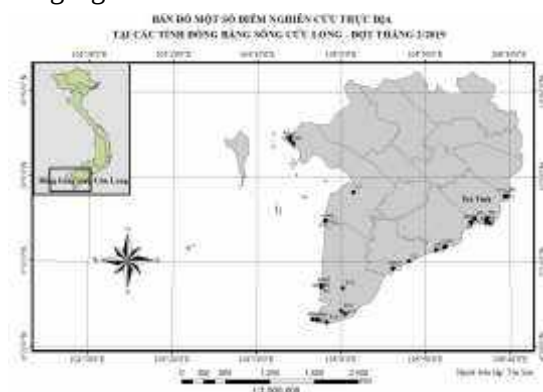
Hình 1. Tổ hợp màu năm 1988 và 2018

2.2. Phương pháp nghiên cứu

2.2.1. Phương pháp thực địa

Trước khi tiến hành giải đoán ảnh viễn thám, nhóm tác giả đã có chuyến khảo sát thực địa tại một số địa điểm chính có RNM ở tỉnh Kiên Giang trong 2 ngày 05 và 06/02/2018. Quá trình khảo sát có sử dụng hệ thống định vị toàn

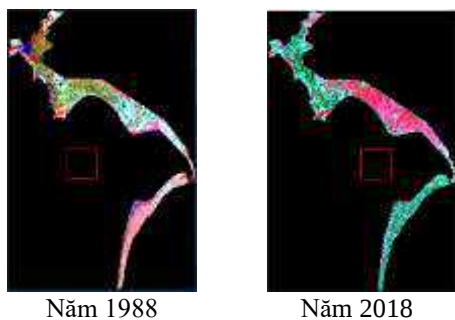
cầu GPS. Đây là một phần công việc của chuyến khảo sát kéo dài tại các tỉnh ven biển ĐBSCL phục vụ cho quá trình thực hiện luận án nghiên cứu sinh tại Liên bang Nga. Tại các điểm khảo sát, nhóm tác giả đã thành lập các ô tiêu chuẩn với kích thước 10 x 10m để nghiên cứu các đặc điểm của RNM (thành phần loài, chiều cao, kích thước, tuổi rừng, loại rừng), đặc điểm sinh thái (địa hình, đất, nước, thủy triều). Đồng thời, để kiểm tra độ chính xác của kết quả phân loại, nhóm tác giả đã tiến hành kiểm tra ngoài thực địa một số điểm nghi ngờ vào các ngày 19 và 20/02/2019 để điều chỉnh kết quả phân loại (hình 2). Đáng chú ý, trong chuyến khảo sát đợt tháng 02/2019 còn có sự tham gia và hỗ trợ của các Giáo sư người Nga, hiện là giảng viên hướng dẫn của tác giả tại Viện hải dương học Shirshov, Moscow, Liên bang Nga.



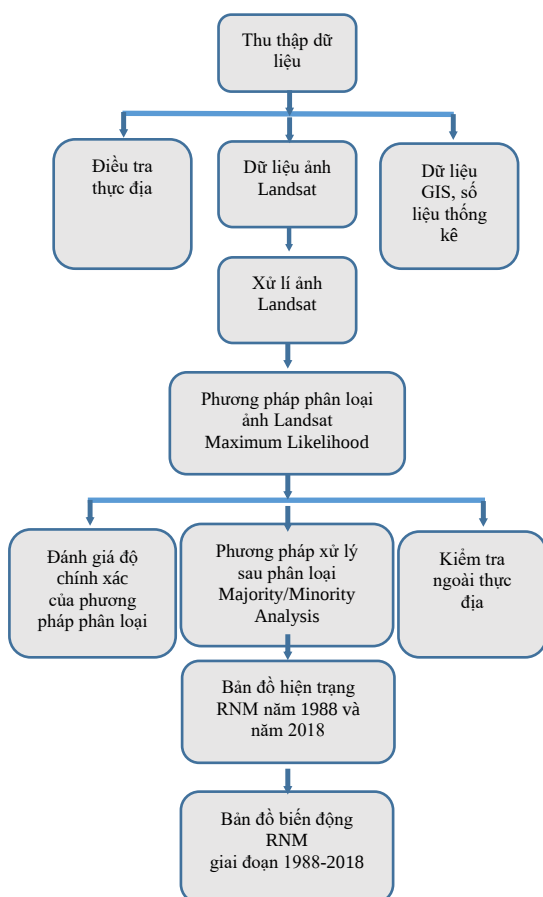
Hình 2. Bản đồ các điểm nghiên cứu thực địa tại ĐBSCL đợt tháng 02/2019

2.2.2. Phương pháp xử lý ảnh vệ tinh

Kiên Giang có diện tích tự nhiên 634.878 ha. RNM phân bố chủ yếu dọc theo bờ biển và các vùng ven biển. Trên các ảnh vệ tinh, RNM được phát hiện bởi các đặc điểm quang phổ trong phạm vi của các bước sóng hồng ngoại nhìn thấy, hồng ngoại gần và sóng ngắn. Việc đánh giá độ tin cậy của các dấu hiệu trên ảnh viễn thám được thực hiện trên cơ sở thông tin từ các điểm khảo sát thực địa. Phân tích thông tin vệ tinh cho phép xác định ranh giới của RNM tỉnh Kiên Giang vào năm 1988 và 2018. Diện tích của khu vực nghiên cứu là 98.804,8 ha (hình 3).



Hình 3. Ảnh vệ tinh khu vực nghiên cứu năm 1988 và 2018



Hình 4. Sơ đồ các bước xử lý và phân loại ảnh Landsat

2.2.3. Hệ thống phân loại thực phủ khu vực nghiên cứu

Căn cứ vào kết quả khảo sát thực địa, nhóm tác giả chia hệ thống phân loại lớp phủ mặt đất của khu vực nghiên cứu ra làm 5 loại: RNM, đất nông nghiệp, mặt nước, nuôi trồng thủy sản, và đất khác (bảng 2).

Bảng 2. Hệ thống phân loại thực phủ khu vực nghiên cứu

TT	Loại thực phủ	Miêu tả	Hình ảnh
1	RNM	Đất có độ che phủ rừng từ 10% trở lên, bao gồm các loài đặc trưng của RNM.	
2	Đất nông nghiệp	Khu vực trồng lúa, rau màu, cây lâu năm...	
3	Mặt nước	Sông, ao, hồ, đầm lầy và mặt nước biển.	
4	Nuôi trồng thủy sản	Mặt nước trong các ao nuôi nhân tạo, kết hợp với bờ ao và các dãy rừng ngập mặn.	
5	Đất khác	Đất khu dân cư, giao thông, đất trống,...	

2.2.4. Khóa giải đoán cho khu vực nghiên cứu

Bảng 3. Khóa giải đoán cho khu vực nghiên cứu

TT	Loại thực phủ	Ảnh tổ hợp màu	Ảnh thực địa
1	RNM		
2	Đất nông nghiệp		
3	Mặt nước		
4	Nuôi trồng thủy sản		
5	Đất khác		

Để thực hiện tốt quá trình giải đoán phải xây dựng được khóa giải đoán cho từng loại lớp phủ, nó giúp cho việc lựa chọn mẫu phân loại sau này được chính xác. Trong bài viết này, khóa giải đoán được xây dựng cho 5 loại lớp phủ mặt đất trong khu vực nghiên cứu của tỉnh Kiên Giang dựa trên các tổ hợp màu khác nhau (bảng 3).

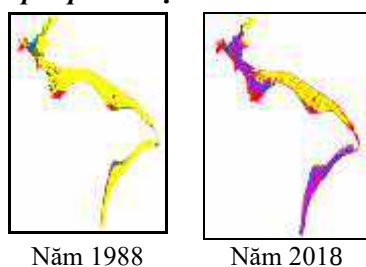
2.2.5. Phương pháp phân loại và xử lý sau phân loại

Trong bài viết này, nhóm tác giả sử dụng phương pháp phân loại gần đúng nhất Maximum Likelihood Classifier - MCL. Phương pháp này cho rằng các band phổ có sự phân bố chuẩn sẽ được phân loại vào lớp mà nó có xác suất cao nhất. Việc tính toán không chỉ dựa vào khoảng cách, mà còn dựa vào cả xu thế biến thiên độ xám trong mỗi lớp. Đây là phương pháp phân loại chính xác nhưng lại mất nhiều thời gian tính toán và phụ thuộc vào sự phân bố chuẩn của dữ liệu.

Sau khi phân loại ảnh, nhóm tác giả tiến hành xử lý sau phân loại để làm mượt kết quả phân loại. Phương pháp phân tích đa số Majority Analysis được sử dụng để gộp các pixel lẻ tẻ được phân loại lẫn trong chính các lớp chứa nó, hoặc lấy kết quả của pixel thiểu số trong cửa sổ lọc để thay thế cho các pixel trung tâm.

3. Kết quả và thảo luận

3.1. Kết quả phân loại ảnh



Hình 5. Kết quả phân loại ảnh viễn thám năm 1988 và 2018

Kết quả phân loại ảnh thể hiện ở hình 5. Qua hình 5 nhận thấy, RNM tỉnh Kiên Giang năm 1988 tập trung thành những vùng rộng lớn ở huyện Giang Thành và thành phố (TP) Hà Tiên. Vùng ven biển các huyện Hòn Đất, An Biên, An Minh, RNM phân bố thành các dãy khá dày. Tuy nhiên, đến năm 2018, RNM đã bị cắt xẻ thành những khoảnh nhỏ và phân bố rải rác, tập trung chủ yếu ở ven biển các huyện An Biên, An Minh và Hòn Đất. Điều

đó cho thấy có một diện tích lớn RNM đã bị mất đi trong giai đoạn này.

3.2. Diện tích RNM tỉnh Kiên Giang năm 1988

Kết quả bảng 4 cho thấy, tổng diện tích RNM tỉnh Kiên Giang năm 1988 là 7.238,3 ha, trong đó có 4 huyện, thành phố trên nghìn ha: Giang Thành với 1.526,2 ha (21,1%), TP. Hà Tiên với 1.461,4 (20,2%), huyện An Ninh với 1.414,3 ha (19,5%), Hòn Đất với 1.192,2 ha (16,5%). Trong khi các huyện Kiên Lương, Châu Thành, TP. Rạch Giá có rất ít RNM, phân bố chủ yếu trên các dải hẹp ven biển (hình 6).

Bảng 4. Diện tích rừng ngập mặn tỉnh Kiên Giang năm 1988

TT	Tỉnh	Huyện	Diện tích rừng ngập mặn (ha)	Tỷ lệ (%)
1		TP. Hà Tiên	1.461,4	20,2
2		Giang Thành	1.526,2	21,1
3		Kiên Lương	445,5	6,2
4	Kiên	Hòn Đất	1.192,2	16,5
5	Giang	TP. Rạch Giá	127,1	1,8
6		Châu Thành	206,8	2,9
7		An Biên	864,8	11,9
8		An Minh	1.414,3	19,5
Tổng:			7.238,3	100,0



Hình 6. Bản đồ rừng ngập mặn tỉnh Kiên Giang năm 1988

3.3. Diện tích RNM tỉnh Kiên Giang năm 2018

Kết quả bảng 5 cho thấy, diện tích RNM tỉnh Kiên Giang năm 2018 là 4.455,4 ha, trong đó chỉ còn 2 huyện trên nghìn ha: An Minh với 1.113,9 ha (25,0%), huyện An Biên với 1.028,2 ha (23,1%). TP. Rạch Giá, huyện Châu Thành diện tích rừng ngập mặn còn rất ít. Điều này cho thấy sự suy giảm tổng diện tích, biến động RNM trong toàn tỉnh cũng như từng huyện rất lớn (hình 7).

Bảng 5. Diện tích rừng ngập mặn tỉnh Kiên Giang năm 2018

TT	Tỉnh	Huyện	Diện tích rừng ngập mặn (ha)	Tỷ lệ (%)
1		TP. Hà Tiên	751,0	16,9
2		Giang Thành	149,1	3,3
3		Kiên Lương	584,1	13,1
4	Kiên	Hòn Đất	808,8	18,2
5	Giang	TP. Rạch Giá	5,1	0,1
6		Châu Thành	15,1	0,3
7		An Biên	1.028,2	23,1
8		An Minh	1.113,9	25,0
Tổng:			4.455,4	100,0



Hình 7. Bản đồ rừng ngập mặn tỉnh Kiên Giang năm 2018

3.4. Biến động diện tích RNM tỉnh Kiên Giang giai đoạn 1988 – 2018

Bảng 6 và 7 cho thấy, có 2.783,0 ha RNM ở tỉnh Kiên Giang bị mất đi trong giai đoạn

1988 - 2018, chủ yếu xảy ra ở huyện Giang Thành với 1.377,1 ha, TP. Hà Tiên với 710,4 ha. Trong khi đó, các huyện tăng lên: An Biên với 163,4 ha, Kiên Lương với 138,5 ha, điều này được lý giải là do quá trình trồng mở rộng diện tích RNM ở vùng ven biển.

Bảng 6. Rừng ngập mặn tỉnh Kiên Giang giai đoạn 1988 – 2018

T	T	Tỉnh	Huyện	Diện tích RNM (ha)		Giai đoạn 1988-2018 (ha)
				Năm 1988	Năm 2018	
1			TP. Hà Tiên	1.461,4	751,0	-710,4
2			Giang Thành	1.526,2	149,1	-1.377,1
3			Kiên Lương	445,5	584,1	138,5
4	Kiên		Hòn Đất	1.192,2	808,8	-383,4
5	Giang		TP. Rạch Giá	127,1	5,1	-122,0
6			Châu Thành	206,8	15,1	-191,6
7			An Biên	864,8	1.028,2	163,4
8			An Minh	1.414,3	1.113,9	-300,4
Tổng				7.238,3	4.455,4	-2.783,0

Bảng 7. Diện tích rừng ngập mặn không đổi tỉnh Kiên Giang giai đoạn 1988 – 2018

TT	Tỉnh	Huyện	RNM không đổi (ha)	Sự biến đổi diện tích RNM (ha)	
				RNM chuyển sang các loại khác	Các loại khác chuyển sang RNM
1		TP. Hà Tiên	274,8	1.186,6	476,3
2		Giang Thành	67,8	1.458,4	81,3
3		Kiên Lương	198,4	247,1	385,7
4	Kiên	Hòn Đất	289,6	902,6	519,2
5	Giang	TP. Rạch Giá	5,1	122,0	0,0
6		Châu Thành	12,2	194,6	2,9
7		An Biên	350,2	514,6	678,0
8		An Minh	389,7	1.024,5	724,2
Tổng			1.587,8	5.650,5	2.867,6

Qua bảng 8 cho thấy, giai đoạn 1988 - 2018 có 2832,6 ha RNM bị chuyển đổi sang đất để nuôi trồng thủy sản, chiếm 50,1% tổng diện tích RNM bị chuyển đổi. Như vậy, nguyên nhân gây suy giảm diện tích RNM ở tỉnh Kiên Giang giai đoạn này là do quá trình chặt phá

RNM để đào ao nuôi tôm. Thêm vào đó, bờ biển phía Tây của huyện Kiên Lương, Giang Thành, TP. Hà Tiên cũng đang bị sạt lở nghiêm trọng do sóng biển và thủy triều cũng làm mất đi một diện tích khá lớn của RNM (hình 8).

Bảng 8. Sự chuyển đổi từ RNM sang các loại đất khác giai đoạn 1988 – 2018

T	T	Huyện	RNM chuyển sang các loại đất khác (ha)				Tổng
			Đất nông nghiệp	Mặt nước	Nuôi trồng thủy sản	Đất khác	
1		TP. Hà Tiên	8,1	328,9	650,5	199,0	1186,6
2		Giang Thành	97,5	636,3	717,1	7,5	1458,4
3		Kiên Lương	2,4	39,8	123,2	81,6	247,1
4		Hòn Đất	234,4	148,4	399,0	120,7	902,6
5		TP. Rạch Giá	16,8	8,9	0,1	96,2	122,0
6		Châu Thành	64,8	7,6	62,6	59,7	194,6
7		An Biên	3,7	69,7	380,7	60,5	514,6
8		An Minh	0,0	504,3	499,2	21,0	1024,5
		Tổng	427,7	1743,9	2832,6	646,3	5650,5
		Tỷ lệ (%)	7,6	30,9	50,1	11,4	100,0



Hình 8. RNM bị mất đi do đào ao nuôi tôm (bên trái) và sạt lở bờ biển (bên phải) ở tỉnh Kiên Giang

Bảng 9 cho thấy, quá trình phục hồi RNM ở tỉnh Kiên Giang chủ yếu là do sự hình thành các khu RNM trên các vùng đất mới bồi ven biển của huyện Kiên Lương, Hòn Đất, cùng với đó là quá trình trồng mới RNM trong các ao nuôi tôm kém hiệu quả của huyện An Biên, An Minh (hình 9).

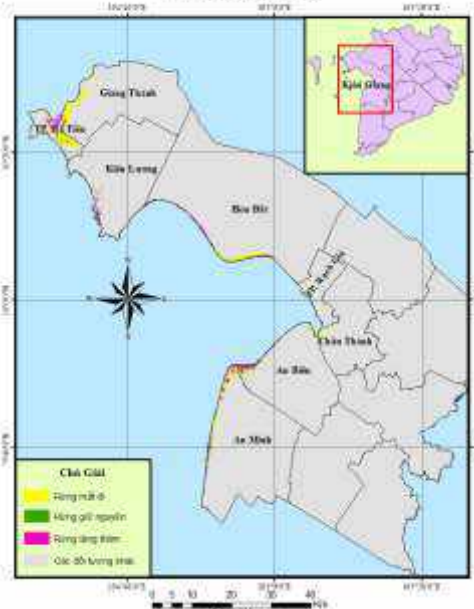


Hình 9. RNM được trồng ở các vùng đất bồi ven biển (ảnh trái) và khoanh vùng trồng được trong đầm Đông Hồ (ảnh phải)

Bảng 9. Phục hồi RNM tỉnh Kiên Giang giai đoạn 1988-2018

TT	Huyện	Phục hồi RNM trên các loại đất khác (ha)				Tổng
		Đất nông nghiệp	Mặt nước	Nuôi trồng thủy sản	Đất khác	
1	TP. Hà Tiên	61,1	310,0	98,4	6,8	476,3
2	Giang Thành	48,7	30,0	2,6	0,0	81,3
3	Kiên Lương	137,1	188,7	51,7	8,2	385,7
4	Hòn Đất	161,8	319,1	31,5	6,7	519,2
5	TP. Rạch Giá	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
6	Châu Thành	0,0	2,5	0,4	0,0	2,9
7	An Biên	134,8	431,8	111,4	0,0	678,0
8	An Minh	3,2	416,0	305,0	0,0	724,2
	Tổng	546,7	1698,2	601,0	21,7	2867,6
	Tỷ lệ (%)	19,1	59,2	21,0	0,8	100,0

BẢN ĐỒ BIẾN ĐỘNG DIỆN TÍCH RỪNG NGẬP MẶN TỈNH KIÊN GIANG GIAI ĐOẠN 1988-2018



Hình 10. Bản đồ biến động diện tích rừng ngập mặn tỉnh Kiên Giang giai đoạn 1988 - 2018

4. Kết luận

Sử dụng ảnh vệ tinh đa thời gian cho phép người nghiên cứu có thể đánh giá sự biến động của các yếu tố phân bố theo không gian lớn một cách nhanh chóng và tương đối chính xác. Trong đó, sự thay đổi về lớp phủ thực vật, nhất là rừng ngập mặn.

Qua phân tích ảnh vệ tinh nhận thấy, trong khoảng thời gian 30 năm (1988 - 2018), tổng diện tích RNM ở Kiên Giang đã giảm 38,4% (tương đương 2.783 ha) so với ban đầu (từ

7.238,3 ha năm 1988 giảm xuống còn 4.455,4 ha năm 2018). Tốc độ phục hồi của RNM thấp hơn 2 lần so với tốc độ biến mất của chúng. Cụ thể là, từ năm 1988 đến năm 2018 RNM biến mất trên diện tích 5.650,5 ha và xuất hiện mới trên diện tích 2.867,6 ha, chỉ có 1.587,8 ha RNM không thay đổi. Sự suy giảm diện tích RNM ở Kiên Giang có liên quan chặt chẽ đến quá trình chặt phá RNM để đào ao nuôi tôm và sạt lở ở các khu vực ven biển phía Tây. Quá trình phục hồi của RNM chủ yếu diễn ra trên các vùng đất mới bồi ven biển, các hồ nước mặn và trồng mới rừng trong các ao nuôi tôm kém hiệu quả.

TÀI LIỆU THAM KHẢO/ REFERENCES

- [1]. T. P. Vu, *Developing integrated technical solutions for sustainable management and development of protective forests in coastal areas response to climate change*, Ministry of Agriculture and Rural Development, 2016, p. 118.
- [2]. V. N. Pham, "The role of coastal mangroves in Vietnam," *Journal of Ho Chi Minh City University of Education*, vol. 33, pp. 115-124, 2012.
- [3]. H. H. Nguyen, *The relation of coastal mangrove changes and adjacent land-use: A review in Southeast Asia and Kien Giang, Vietnam*. Ocean & Coastal Management, vol. 90, March 2014, pp. 1-10.
- [4]. J. R. Mackenzie, N. C. Duke, and A. L. Wood, "The Shoreline Video Assessment Method (S-VAM): Using dynamic hyperlapse image acquisition to evaluate shoreline mangrove forest structure, values, degradation and threats," *Marine Pollution Bulletin*, vol. 109, no. 2, pp. 751-763, 2016.
- [5]. H. H. Nguyen, C.e McAlpine, D. Pullar, K. Johansen, and N. C. Duke, "The relationship of spatial - temporal changes in fringe mangrove extent and adjacent land-use: Case study of Kien Giang coast, Vietnam," *Ocean & Coastal Management*, vol. 76, pp. 12-22, 2013.
- [6]. T. H. Tran, "Application of GIS and remote sensing in forest change monitoring in Cao Phong district, Hoa Binh province, 2005-2015," *Journal of Forestry Science and Technology*, vol. 4, pp. 59-69, 2016.
- [7]. V. H. Pham, "Integrating remote sensing data and GIS to evaluate changes in Can Gio mangrove area in the 1996-2004 period," The Fifth National Conference of Marine Science, 2007, pp. 43-49.
- [8]. S. Ton, "The dynamics of mangrove forests in Ca Mau cape in the period of 1988 - 2018 according to satellite images," *Shirshova Science and Technology Magazine (Moscow, Russia)*, vol. 2, pp. 89-93, 2020.
- [9]. T. L. Tran, and M. C. Pham, *Study the causes of mangrove degradation and technological solutions for mangrove planting in eroded coastal provinces in the Mekong Delta*, Ministry of Agriculture and Rural Development, 2015, p. 238.
- [10]. Earth Explorer-Home, "Landsat LT05 and LC08", Science for a changing world, 2019. [Online]. Available: <http://earthexplorer.usgs.gov>. [Accessed Feb. 19, 2019].