

**BỘ GIÁO DỤC VÀ ĐÀO TẠO
TRƯỜNG ĐẠI HỌC NÔNG LÂM THÀNH PHỐ HỒ CHÍ MINH**

-----o0o-----



KHÓA LUẬN TỐT NGHIỆP

**ỨNG DỤNG ẢNH VỆ TINH MODIS GIÁM SÁT LŨ
ĐỒNG BẰNG SÔNG CỬU LONG NĂM 2012**

Họ và tên: LÊ THỊ BÍCH LIÊN

Ngành: HỆ THỐNG THÔNG TIN ĐỊA LÝ

Niên khóa: 2009 - 2013

Tháng 06/2013

**ỨNG DỤNG ẢNH VỆ TINH MODIS GIÁM SÁT
LŨ ĐỒNG BẰNG SÔNG CỬU LONG NĂM 2012**

-----o0o-----

Tác giả

LÊ THỊ BÍCH LIÊN

Khóa luận được đệ trình để đáp ứng yêu cầu
cấp bằng kỹ sư ngành
Hệ thống Thông tin Địa lý

Giáo viên hướng dẫn



PGS. TS Võ Quang Minh

Tháng 06/2013

LỜI CẢM ƠN

Để có được điều kiện thực hiện Khóa luận Tốt nghiệp cũng như hoàn thành chương trình học 4 năm tại trường Đại học Nông Lâm TP. HCM em đã nhận được những sự chỉ dạy tận tình với những kinh nghiệm quý báu từ quý thầy cô bộ môn Thông tin Địa lý Ứng dụng trường Đại học Nông Lâm TP. HCM và bộ môn Tài nguyên đất đai – Khoa Môi Trường và Tài Nguyên Thiên Nhiên, trường Đại học Cần Thơ.

Em xin được gửi lời cảm ơn chân thành đến:

- Ban Giám Hiệu cùng quý Thầy (Cô) trường Đại học Nông Lâm TP. HCM đã tạo cho em một môi trường học tập tích cực và vui vẻ.
- Quý Thầy (Cô) bộ môn Thông tin Địa lý Ứng dụng đặc biệt là Thầy PGS. TS Nguyễn Kim Lợi người đã truyền dạy cho em những kiến thức chuyên môn quý báu là hành trang trong cuộc sống và công việc sau này.
- Thầy PGS. TS Võ Quang Minh trưởng Bộ môn Tài nguyên đất đai – Khoa Môi Trường và Tài Nguyên Thiên Nhiên, trường Đại học Cần Thơ người đã tận tình hướng dẫn, chỉ bảo, giúp đỡ em trong suốt quá trình thực hiện khóa luận. Xin được gửi lời cảm ơn chân thành đến quý Thầy (Cô), các anh chị trong bộ môn với những sự giúp đỡ nhiệt tình.
- Gia đình và bạn bè đã luôn động viên và là chỗ dựa vững chắc trong suốt khoảng thời qua cũng như vượt qua những khó khăn trong khoảng thời gian thực hiện khóa luận.

Xin chân thành cảm ơn!

Lê Thị Bích Liên

TÓM TẮT

Lũ là một hiện tượng tự nhiên xảy ra hằng năm, tuy nhiên do ảnh hưởng của biến đổi khí hậu tình hình lũ ngày càng trở nên phức tạp hơn làm ảnh hưởng đến công tác quản lý và dự báo. Bên cạnh đó, hậu quả của lũ gây ra là vô cùng nghiêm trọng ảnh hưởng trực tiếp đến sự phát triển của đất nước. Với những mục tiêu nghiên cứu:

- Tìm hiểu phương pháp phân loại những điểm ảnh liên quan đến nước.
- Lập bản đồ hiện trạng ngập ĐBSCL năm 2012.
- Theo dõi diễn biến lũ theo thời gian khu vực ĐBSCL năm 2012.

Đề tài “Ứng dụng ảnh vệ tinh MODIS giám sát lũ Đồng Bằng Sông Cửu Long năm 2012” đã được thực hiện trong khoảng thời gian từ ngày 15/02/2013 đến ngày 15/05/2013 tại Bộ môn Tài nguyên đất đai - Khoa Môi trường và Tài Nguyên Thiên Nhiên, trường Đại Học Cần Thơ.

Phương pháp nghiên cứu của đề tài là sử dụng ảnh vệ tinh MODIS với độ phân giải thời gian cao, bằng việc tính toán các chỉ số EVI, LSWI và DVEL cùng việc thực hiện các quá trình phân loại nghiên cứu tiến hành đưa ra những phân tích, đánh giá cụ thể về không gian cũng như thời gian ngập lũ của ĐBSCL năm 2012.

Nghiên cứu đã tiến hành phân loại dựa trên sự kết hợp của các chỉ số EVI, LSWI và DVEL xác định được những điểm ảnh lũ, hỗn hợp và khu vực ngập nước dài hạn cũng được tách ra từ những điểm ảnh liên quan đến nước tạo cái nhìn tổng quan hơn về hiện trạng ngập lũ ở ĐBSCL năm 2012, sự thay đổi trong không gian ngập lũ theo thời gian cũng được thể hiện chính xác. Qua đó diện tích ngập lũ ở các tỉnh ĐBSCL cũng được xác định, Long An là tỉnh có diện tích ngập cao nhất với 2.139,5 triệu ha và diện tích ngập thấp nhất trong khu vực là 232,1 triệu ha đối với tỉnh Vĩnh Long.

Kết quả nghiên cứu được so sánh, đối chiếu với số liệu mực nước thủy văn được ghi nhận lại theo từng ngày trong tháng tại 2 trạm thủy văn Tân Châu và Châu Đốc thuộc tỉnh An Giang năm 2012. Với hệ số tương quan khá cao tại 2 trạm lần lượt là 0,823 và 0,814. Vì vậy, việc giám sát lũ theo thời gian trong năm 2012 tại khu vực ĐBSCL là có ý nghĩa.

MỤC LỤC

TRANG TỰA	i
LỜI CẢM ƠN.....	ii
TÓM TẮT.....	iii
MỤC LỤC	iv
DANH MỤC CHỮ VIẾT TẮT	vii
DANH MỤC BẢNG BIỂU.....	viii
DANH MỤC HÌNH ẢNH.....	ix
Chương 1 ĐẶT VẤN ĐỀ	1
1.1. Tính cấp thiết của đề tài.....	1
1.2. Mục tiêu nghiên cứu	2
1.2.1. Mục tiêu chung	2
1.2.2. Mục tiêu cụ thể	2
1.3. Giới hạn, phạm vi đề tài	3
Chương 2 TỔNG QUAN TÀI LIỆU	4
2.1. Tổng quan viễn thám	4
2.1.1. Định nghĩa.....	4
2.1.2. Phân loại viễn thám.....	4
2.1.3. Nguyên tắc hoạt động	6
2.1.4. Đặc điểm của dữ liệu ảnh viễn thám.....	7
2.1.5. Các phương pháp xử lý thông tin viễn thám.....	8
2.1.6. Chỉ số thực vật tăng cường	8
2.1.7. Chỉ số nước bề mặt lớp phủ	9
2.2. Ảnh vệ tinh MODIS	9
2.2.1. Khái quát ảnh vệ tinh MODIS	9
2.2.2. Ứng dụng của ảnh vệ tinh MODIS	10
2.3. Tổng quan khu vực nghiên cứu	12
2.3.1. Điều kiện tự nhiên.....	12
2.3.1.1. Vị trí địa lý.....	12
2.3.1.2. Địa hình	12

2.3.1.3. Khí hậu.....	13
2.3.1.4. Thủy văn	13
2.3.1.5. Đất.....	14
2.3.2. Đặc điểm kinh tế, xã hội	14
2.4. Khái quát về lũ.....	15
2.4.1. Khái niệm	15
2.4.2. Các đặc trưng cơ bản của lũ	15
2.4.3. Khái quát lũ ở ĐBSCL	17
2.4.3.1. Tình hình lũ ĐBSCL.....	17
2.4.3.2. Đặc điểm lũ ĐBSCL.....	17
2.4.3.3. Nguyên nhân gây lũ ở ĐBSCL	18
2.4.4. Thiệt hại	19
2.4.5. Nguồn lợi.....	20
2.5. Một số nghiên cứu trong và ngoài nước	20
2.5.1. Trên Thế giới.....	20
2.5.2. Tại Việt Nam.....	21
Chương 3 DỮ LIỆU, PHƯƠNG PHÁP NGHIÊN CỨU	22
3.1. Dữ liệu nghiên cứu	22
3.2. Phương pháp nghiên cứu	22
3.2.1. Sơ đồ thực hiện	22
3.2.2. Phương pháp thực hiện	28
3.2.2.1. Phương pháp xử lý ảnh vệ tinh.....	28
3.2.2.2. Phương pháp tạo chuỗi ảnh EVI, LSWI, DVEL không mây	29
3.2.2.3. Phương pháp phân loại dựa trên các chỉ số EVI, LSWI, DVEL để xác định những điểm ảnh lũ, hỗn hợp, khu vực là sông, hồ, biển.	30
3.2.2.4. Phương pháp đánh giá độ chính xác sau phân loại.....	31
Chương 4 KẾT QUẢ	32
4.1. Kết quả thu thập số liệu và dữ liệu	32
4.2. Chuỗi ảnh không mây (EVI, LSWI và DVEL)	33
4.2.1. Chuỗi ảnh chỉ số thực vật tăng cường đa thời gian.....	33
4.2.2. Chuỗi ảnh chỉ số nước bề mặt lớp phủ.....	36

4.2.3. Chuỗi ảnh khác biệt giữa chỉ số thực vật tăng cường và chỉ số nước bề mặt lớp phủ	38
4.3. Phân loại đối tượng dựa trên kết hợp các chỉ số EVI, LSWI, DVEL	39
4.3.1. Kết quả phân loại những điểm ảnh liên quan đến nước.....	39
4.3.2. Cơ sở phân loại những điểm ảnh ngập lũ với những đối tượng ngập nước khác	42
4.3.3. Hiện trạng ngập vùng ĐBSCL	44
4.3.3.1. Sự thay đổi không gian ngập nước theo thời gian năm 2012 ở ĐBSCL... ..	44
4.3.3.2. Diễn biến lũ theo thời gian năm 2012 khu vực ĐBSCL	49
4.4. Diễn biến ngập tại một số tỉnh ĐBSCL.....	53
4.4.1. Diễn biến mặt nước tại một số tỉnh ĐBSCL	53
4.4.2. Hiện trạng ngập cực đại một số tỉnh ĐBSCL	55
4.5. Đặc điểm thời gian mùa lũ năm 2012 khu vực ĐBSCL.....	64
4.6. Kết quả đánh giá độ chính xác của quá trình giải đoán.....	68
Chương 5 KẾT LUẬN, KIẾN NGHỊ	71
5.1. Kết luận.....	71
5.2. Kiến nghị	71
TÀI LIỆU THAM KHẢO	73
PHỤ LỤC	76

DANH MỤC CHỮ VIẾT TẮT

Chữ viết tắt	Tiếng anh	Tiếng việt
DVEL	Difference Value between EVI and LSWI	Chỉ số khác biệt giữa EVI và LSWI
ĐBSCL		Đồng bằng sông Cửu Long
ĐV		Đơn vị
ENVI	Environment for Visualizing Images	Môi trường thể hiện ảnh
EOS	Earth Observing System	Hệ thống quan trắc Trái đất
EVI	Enhance Vegetation Index	Chỉ số thực vật tăng cường
GCP	Ground Control Points	Điểm khống chế
ha		hecta
IDL	Interactive Data Language	Ngôn ngữ lập trình cấu trúc
KVNC		Khu vực nghiên cứu
LSWI	Land Surface Water Index	Chỉ số nước bề mặt lớp phủ
MODIS	Moderate Resolution Imaging Spectroradiometer	Ảnh quang phổ bức xạ độ phân giải trung bình
NDVI	Normalized Difference Vegetation Index	Chỉ số khác biệt nước
NDWI	Normalized Difference Water Index	Chỉ số khác biệt nước
NXB		Nhà xuất bản
UTM	Universal Transverse Mercator	Hệ tọa độ UTM

DANH MỤC BẢNG BIỂU

Bảng 2.1. Các thông số kỹ thuật của MODIS.....	10
Bảng 2.2. Một số thông số về các kênh phổ của bộ cảm MODIS	11
Bảng 3.1. Đặc điểm dữ liệu ảnh thu thập.....	22
Bảng 4.1. Kết quả thu thập dữ liệu, số liệu.....	32
Bảng 4.2. Các kênh phổ của ảnh MOD09A1	32
Bảng 4.3. Diện tích ngập lũ 6 tháng cuối năm của một số tỉnh ở ĐBSCL (ĐV: 1000 ha)	62
Bảng 4.4. Diện tích ngập một số tỉnh ở ĐBSCL (ĐV: 1000 ha).....	68

DANH MỤC HÌNH ẢNH

Hình 2.1. Viễn thám bị động (trái) và Viễn thám chủ động (phải)	5
Hình 2.2. Vệ tinh địa tĩnh (trái) và Vệ tinh quỹ đạo cực (phải).....	5
Hình 2.3. Mô hình nguyên tắc hoạt động của viễn thám.....	7
Hình 2.4. Bản đồ vị trí Đồng Bằng Sông Cửu Long	12
Hình 2.5. Đồ thị diễn tả một quá trình lũ.....	16
Hình 3.1. Sơ đồ phương pháp thực hiện	26
Hình 3.2. Phương pháp thành lập bản đồ ngập lũ.....	27
Hình 4.1. Kết quả tách mây KVNC	33
Hình 4.2. Ảnh chỉ số EVI khu vực nghiên cứu.....	35
Hình 4.3. Ảnh LSWI khu vực nghiên cứu.....	37
Hình 4.4. Ảnh DVEL khu vực nghiên cứu.....	38
Hình 4.5. Kết quả phân loại những điểm ảnh liên quan đến nước	40
Hình 4.6. Biểu đồ thể hiện sự thay đổi giá trị EVI, LSWI, DVEL theo thời gian	41
Hình 4.7. Biểu đồ thể hiện sự biến động giá trị EVI của một số đối tượng	43
Hình 4.8. Biểu đồ thể hiện sự biến động giá trị LSWI của một số đối tượng	43
Hình 4.9. Biểu đồ thể hiện sự biến động giá trị DVEL của một số đối tượng	43
Hình 4.10. Sự thay đổi không gian ngập nước ở ĐBSCL năm 2012	45
Hình 4.11. Biểu đồ diện tích mặt nước năm 2012 ở ĐBSCL	48
Hình 4.12. Diễn biến ngập lũ vùng ĐBSCL năm 2012	50
Hình 4.13. Biểu đồ diện tích mặt nước một số tỉnh ĐBSCL.....	54
Hình 4.14. Diện tích mặt nước cực đại tại một số tỉnh ĐBSCL năm 2012	56
Hình 4.15. Biểu đồ diện tích ngập lũ một số tỉnh của ĐBSCL năm 2012.....	63
Hình 4.16. Thời gian bắt đầu ngập lũ ĐBSCL năm 2012	65

Hình 4.17. Thời gian kết thúc ngập lũ ĐBSCL năm 2012	66
Hình 4.18. Thời gian ngập lũ liên tục ĐBSCL năm 2012	67
Hình 4.19. Tương quan giữa diện tích ngập tại An Giang với số liệu quan trắc tại 2 trạm thủy văn Tân Châu và Châu Đốc	69

Chương 1

ĐẶT VẤN ĐỀ

Thế giới đang chứng kiến một cuộc cách mạng khoa học công nghệ mạnh mẽ sâu sắc, làm thay đổi hình thức và nội dung mọi hoạt động kinh tế văn hoá và xã hội của loài người. Các quốc gia đang tích cực áp dụng những tiến bộ của khoa học công nghệ đặc biệt là công nghệ viễn thám nhằm phát huy lợi thế cạnh tranh, tạo ra những ứng dụng thiết thực trong đời sống thực tiễn.

Cùng với những thành tựu trong nghiên cứu vũ trụ và phát triển công nghệ thông tin, công nghệ viễn thám hiện đại đã hình thành và phát triển, đem lại hiệu quả cao cho nhiều hoạt động kinh tế xã hội quan trọng như: khai thác và quản lý tài nguyên, giám sát và bảo vệ môi trường, phòng chống và giảm nhẹ thiên tai, tổ chức và quản lý lãnh thổ cũng như an ninh, quốc phòng.

Bên cạnh sự phát triển của khoa học công nghệ là sự biến đổi ngày càng trầm trọng của khí hậu trái đất. Biến đổi khí hậu làm cho thiên tai xảy ra thất thường đe dọa sự sống của con người và sự phát triển của đất nước. Trong đó, lũ lụt là một trong những vấn đề đã được nhiều nhà nghiên cứu, quản lý chú trọng bởi những hậu quả của lũ gây ra là vô cùng nghiêm trọng, và công nghệ viễn thám cũng đã thể hiện tính ưu việt trong những ứng dụng nghiên cứu về lũ.

1.1. Tính cấp thiết của đề tài

Ngày nay, biến đổi khí hậu và thiên tai đã gây ra những tác động lớn ảnh hưởng trực tiếp đến đời sống vật chất và tinh thần của con người. Một trong số đó là vấn đề về lũ lụt, trước tình hình lũ diễn ra ngày càng phức tạp như hiện nay đã làm công tác quản lý và dự báo gặp nhiều khó khăn, gây những tổn thất vô cùng nghiêm trọng đến sự phát triển của đất nước. Vấn đề đặt ra cho các cơ quan dự báo khí tượng thủy văn là cần có những giải pháp thiết thực và kịp thời để đưa ra những dự báo về khả năng ngập lụt nhằm giảm thiểu tối đa thiệt hại do lũ gây ra.

Hơn hết, sản xuất lúa ở ĐBSCL có vai trò đặc biệt quan trọng trong việc đảm bảo an ninh lương thực quốc gia và góp phần tích cực trong xuất khẩu. Tuy nhiên, thời gian qua trước tình hình biến đổi khí hậu làm cho lũ lụt ĐBSCL có sự biến động lớn giữa năm lũ lớn và năm lũ nhỏ. Mức nước sông dâng cao gây ngập lụt trên diện rộng làm thiệt hại nghiêm trọng đến sản xuất, tài sản và tính mạng con người vào những năm lũ có quy mô lớn. Thiệt hại cũng sẽ đáng kể đối với những năm lũ nhỏ, vì mực nước đầu nguồn về ít giảm lượng nước trữ trên lưu vực gây gia tăng xâm nhập mặn trong mùa khô ảnh hưởng đến sản xuất nông nghiệp.

Công nghệ viễn thám hiện nay được biết đến như một công cụ mạnh mẽ trong quản lý tài nguyên thiên nhiên, theo dõi giám sát các hiện tượng tự nhiên với khả năng cung cấp dữ liệu trên phạm vi không gian rộng lớn, trong khoảng thời gian lặp lại theo chu kỳ ảnh viễn thám trở thành nguồn dữ liệu hữu ích cho các nhà nghiên cứu, quản lý thực hiện những dự án của mình đặc biệt trong việc giám sát tình hình lũ lụt hiện nay.

Lũ biến đổi từng ngày và diễn biến ngày càng thất thường là một trong những thiên tai gây nên sụt giảm sản lượng nông nghiệp, thiệt hại nghiêm trọng đến tài sản và tính mạng con người. Chính vì vậy, sử dụng công nghệ viễn thám càng trở nên ưu việt hơn với dữ liệu ảnh vệ tinh MODIS có khả năng cung cấp ảnh đa thời gian, trên một vùng không gian rộng lớn, tiết kiệm được thời gian và chi phí đã giúp những nghiên cứu về lũ trở nên hiệu quả và mang tính ứng dụng cao.

Xuất phát từ những lý do trên tiến hành nghiên cứu: **“Ứng dụng ảnh vệ tinh MODIS giám sát lũ Đồng Bằng Sông Cửu Long năm 2012”** nhằm tạo cơ sở cho công tác quản lý và dự báo lũ giúp các nhà quản lý có cái nhìn tổng quan và đưa ra những giải pháp kịp thời hạn chế những thiệt hại đáng tiếc do lũ gây ra.

1.2. Mục tiêu nghiên cứu

1.2.1. Mục tiêu chung

Giám sát lũ khu vực ĐBSCL trong năm 2012 bằng ảnh viễn thám MODIS.

1.2.2. Mục tiêu cụ thể

Tìm hiểu phương pháp phân loại những điểm ảnh liên quan đến nước.

Lập bản đồ hiện trạng ngập ĐBSCL năm 2012.

Theo dõi diễn biến lũ theo thời gian khu vực ĐBSCL năm 2012.

1.3. Giới hạn, phạm vi đề tài

Do giới hạn về mặt thời gian nên đề tài chỉ tiến hành nghiên cứu trong năm 2012 trên phạm vi khu vực ĐBSCL.

Chương 2

TỔNG QUAN TÀI LIỆU

2.1. Tổng quan viễn thám

2.1.1. Định nghĩa

Theo Nguyễn Ngọc Thạch (2005), Viễn thám được hiểu là một khoa học và nghệ thuật để thu nhận thông tin về một đối tượng, một khu vực hoặc một hiện tượng thông qua việc phân tích tài liệu thu nhận được bằng các phương tiện. Những phương tiện này không có sự tiếp xúc trực tiếp với đối tượng, khu vực hoặc với hiện tượng được nghiên cứu.

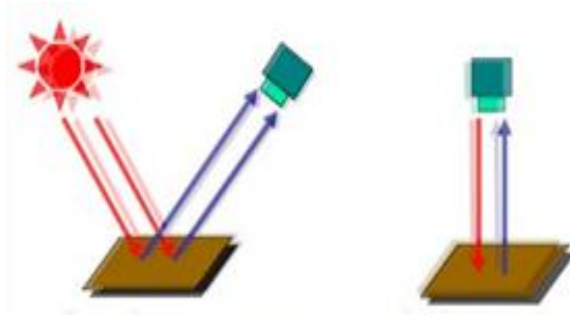
2.1.2. Phân loại viễn thám

Theo Nguyễn Khắc Thời (2011), sự phân biệt các loại viễn thám căn cứ vào các yếu tố :

- Hình dạng quỹ đạo của vệ tinh.
- Độ cao bay của vệ tinh, thời gian còn lại của một quỹ đạo.
- Dải phổ của các thiết bị thu.
- Loại nguồn phát và tín hiệu thu nhận.

Có 3 phương pháp phân loại viễn thám chính:

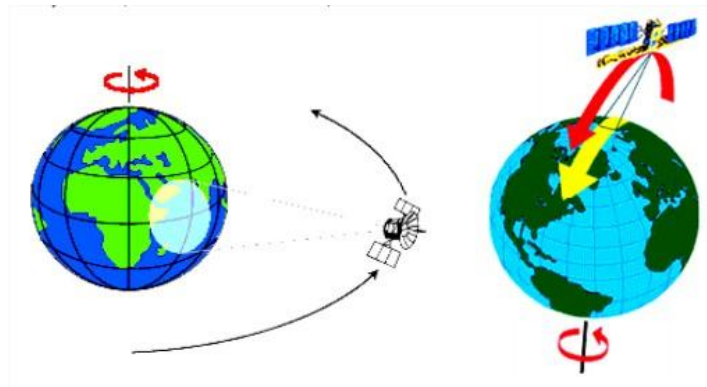
- Phân loại theo nguồn tín hiệu: căn cứ vào nguồn của tia tới mà viễn thám được chia làm hai loại:
 - Viễn thám chủ động: nguồn tia tới là tia sáng phát ra từ các thiết bị nhân tạo, thường là các máy phát đặt trên các thiết bị bay.
 - Viễn thám bị động: nguồn phát bức xạ là mặt trời hoặc từ các vật chất tự nhiên.



Hình 2.1. Viễn thám bị động (trái) và Viễn thám chủ động (phải)

(Nguồn: Nguyễn Khắc Thời, 2011)

- Phân loại theo đặc điểm quỹ đạo: có hai nhóm chính là viễn thám vệ tinh địa tĩnh và viễn thám vệ tinh quỹ đạo cực (hay gần cực).
 - Vệ tinh địa tĩnh là vệ tinh có tốc độ góc quay bằng tốc độ góc quay của trái đất, nghĩa là vị trí tương đối của vệ tinh so với trái đất là đứng yên.
 - Vệ tinh quỹ đạo cực (hay gần cực) là vệ tinh có mặt phẳng quỹ đạo vuông góc hoặc gần vuông góc so với mặt phẳng xích đạo của trái đất. Tốc độ quay của vệ tinh khác với tốc độ quay của trái đất, thời gian thu ảnh trên mỗi vùng lãnh thổ trên mặt đất là cùng giờ địa phương và thời gian lặp lại là cố định với một vệ tinh.



Hình 2.2. Vệ tinh địa tĩnh (trái) và Vệ tinh quỹ đạo cực (phải)

(Nguồn: Nguyễn Khắc Thời, 2011)

- Phân loại theo dải sóng thu nhận: Viễn thám có thể được phân thành 3 loại cơ bản ứng với vùng bước sóng sử dụng (Lê Văn Trung, 2010):

- Viễn thám trong dải sóng nhìn thấy và hồng ngoại phản xạ: nguồn năng lượng chính là bức xạ mặt trời, ảnh thu được bởi kỹ thuật viễn thám này gọi chung là ảnh quang học.
- Viễn thám hồng ngoại nhiệt: nguồn năng lượng sử dụng là bức xạ nhiệt do chính vật thể phát ra, ảnh thu được bởi kỹ thuật viễn thám này gọi là ảnh hồng ngoại nhiệt.
- Viễn thám siêu cao tần: gồm 2 loại:
 - Kỹ thuật chủ động: thu nhận năng lượng sóng siêu cao tần do chính vệ tinh phát ra sau khi tới bề mặt vật thể và phản xạ trở lại.
 - Kỹ thuật bị động: thu nhận và phân tích bức xạ siêu cao tần do chính vật thể phát ra.

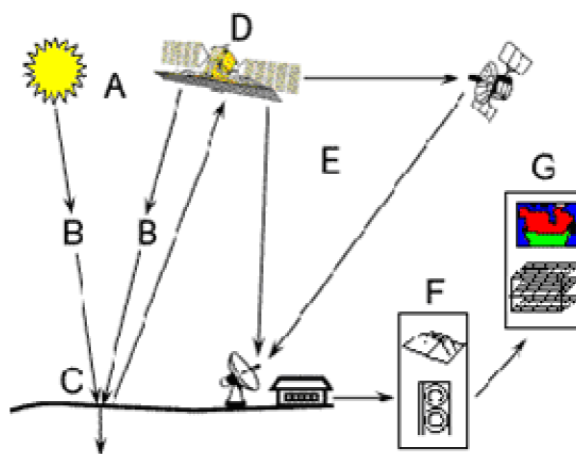
Ảnh thu được bởi kỹ thuật viễn thám này gọi là ảnh Rada.

2.1.3. Nguyên tắc hoạt động

Theo Lê Văn Trung (2010), quá trình thu nhận, xử lý và ứng dụng viễn thám bao gồm:

1. Nguồn năng lượng (A) – năng lượng sóng điện từ được bức xạ từ nguồn cung cấp.
2. Sóng điện từ và khí quyển (B) – năng lượng tương tác với các phần tử trong khí quyển.
3. Sự tương tác với đối tượng (C) – năng lượng tương tác với bề mặt vật thể sau khi xuyên qua khí quyển.
4. Việc ghi nhận năng lượng của bộ cảm biến (D) – năng lượng phản xạ được tách và ghi nhận bởi bộ cảm biến.
5. Sự truyền tải, nhận và xử lý (E) – sau khi năng lượng được ghi nhận thì được truyền tải đến một trạm thu nhận và xử lý.
6. Giải đoán và phân tích (F) - ảnh được giải đoán trực quan hoặc được phân loại bằng máy để tách thông tin về đối tượng.

7. Ứng dụng (G) - ứng dụng ảnh viễn thám vào các lĩnh vực liên quan.



Hình 2.3. Mô hình nguyên tắc hoạt động của viễn thám

(Nguồn: Lê Văn Trung, 2010)

2.1.4. Đặc điểm của dữ liệu ảnh viễn thám

Một số đặc điểm của dữ liệu ảnh viễn thám theo Lê Văn Trung (2010):

Độ phân giải không gian: diện tích nhỏ nhất trên mặt đất mà bộ cảm có thể phân biệt được, là sự chi tiết có thể nhận thấy rõ trong một ảnh phụ thuộc vào độ phân giải không gian của bộ cảm biến và phụ thuộc vào trường nhìn. Độ lớn của điểm ảnh ảnh sẽ là đơn vị xác định độ phân giải không gian của hệ thống.

Độ phân giải phổ: là số lượng kênh ảnh của một ảnh số về một khu vực nào đó, số lượng kênh ảnh phụ thuộc vào khả năng ghi phổ của thiết bị ghi hay bộ cảm. Mô tả khả năng của bộ cảm biến để xác định những khoảng bước sóng. Độ phân giải càng cao thì dải bước sóng cho một kênh phổ càng hẹp.

Độ phân giải bức xạ: là số bit dùng để ghi nhận thông tin (thang cấp độ xám), thể hiện sự thay đổi nhỏ nhất của cường độ phản xạ sóng từ các vật thể được xác định của bộ cảm biến.

Độ phân giải thời gian: chiều dài thời gian mà một vệ tinh hoàn thành toàn bộ chu kỳ bay quanh quỹ đạo để chụp lại khu vực xem xét trước đó. Một vùng chụp vào các thời điểm khác nhau sẽ cho ra các thông tin về vùng đó chính xác hơn và nhận biết được sự biến động của một khu vực.

2.1.5. Các phương pháp xử lý thông tin viễn thám

Theo Nguyễn Ngọc Thạch (2005), có hai phương pháp xử lý thông tin trong viễn thám: phương pháp xử lý bằng mắt và phương pháp xử lý ảnh số (xử lý bằng máy tính).

- Xử lý bằng mắt: là sử dụng mắt người cùng với trí tuệ để tách chiết thông tin từ tư liệu viễn thám dạng hình ảnh. Xử lý bằng mắt là công việc đầu tiên, phổ biến nhất chủ yếu dựa vào sự phân biệt của mắt người hoặc trực tiếp hoặc gián tiếp thông qua các dụng cụ quang học.
- Xử lý ảnh số (xử lý bằng máy tính): là sự điều khiển và phân tích các thông tin ảnh dạng số với sự trợ giúp của máy tính, là công việc rất quan trọng trong viễn thám và có vai trò tương tự như phân tích ảnh bằng mắt.

Có nhiều kỹ thuật xử lý ảnh số khác nhau, tuy nhiên có thể tập trung vào 4 nhóm chính:

- Các kỹ thuật tăng cường chất lượng ảnh.
- Các kỹ thuật chiết tách thông tin.
- Các kỹ thuật phân loại ảnh.
- Các kỹ thuật chỉnh sửa, khôi phục hình ảnh.

2.1.6. Chỉ số thực vật tăng cường

EVI: là ảnh chỉ số thực vật tăng cường (Enhance Vegetation Index), ảnh EVI được tăng cường từ ảnh NDVI (Normalized Difference Vegetation Index).

Các chỉ số thực vật được phân tách từ các kênh nhìn thấy, cận hồng ngoại, hồng ngoại và dãy đỏ là các tham số trung gian mà từ đó có thể thấy được các đặc tính khác nhau của thảm thực vật như: sinh khối, chỉ số diện tích lá, khả năng quang hợp các sản phẩm sinh khối theo mùa. Những đặc tính đó có liên quan và phụ thuộc rất nhiều vào dạng thực vật bao phủ và thời tiết, đặc tính sinh lý, sinh hóa và sâu bệnh (Đương Văn Khảm *et al.*, 2007).

Chỉ số thực vật là một chỉ tiêu quan trọng trong việc đánh giá khả năng hiện diện của nước, sự tồn tại của nước đồng thời cùng với thảm thực vật và các đối tượng khác.

Tuy nhiên, để có được kết quả chính xác nhất về sự hiện diện của nước cũng như đánh giá tốt hơn về tình hình ngập lũ cần có sự kết hợp của nhiều chỉ tiêu khác nhau.

EVI được phát triển dựa trên nền tảng của NDVI là chỉ số thực vật thay thế để giải quyết một số hạn chế của chỉ số NDVI (Brian và Stephen, 2010):

- Giảm hiệu ứng của khí quyển và ảnh hưởng nền tán
- Tối ưu hóa các tín hiệu thực vật màu xanh lá với độ nhạy được cải thiện ở các cấp độ sinh khối cao.

2.1.7. Chỉ số nước bề mặt lớp phủ

Chỉ số nước bề mặt lớp phủ (Land Surface Water Index – LSWI): là chỉ số biểu thị mức độ thay đổi hàm lượng nước của lớp phủ bề mặt, là một trong những chỉ số để đánh giá mức độ hạn hán của lớp phủ thực vật nói chung và cây trồng nói riêng.

Theo Sun *et al.*, (2009), kênh phổ SWIR nhạy cảm với hàm lượng nước trong lá và ẩm độ đất. Vì vậy kênh phổ SWIR được sử dụng để phát triển các chỉ số nhạy cảm với nước kết hợp với NIR giống như chỉ số khác biệt nước (NDWI). Tuy nhiên, kênh 6 nhạy cảm hơn đối với ẩm độ đất so với kênh 5 trong quang phổ hồng ngoại gần. Do đó LSWI được sử dụng để phát hiện ẩm độ đất tốt hơn so với NDWI.

2.2. Ảnh vệ tinh MODIS

2.2.1. Khái quát ảnh vệ tinh MODIS

MODIS là bộ cảm viễn thám chủ yếu của vệ tinh Terra được phóng lên quỹ đạo vào ngày 18/12/1999 và vệ tinh Aqua được phóng vào ngày 4/5/2002. Trong khoảng thời gian một ngày đêm, các bộ cảm của vệ tinh sẽ quét gần hết Trái đất trừ một số dải hẹp ở vùng xích đạo, các dải này sẽ được phủ hết vào ngày hôm sau (Viện khí tượng thủy văn và môi trường, 2012). Bảng 2.1 thể hiện các thông số kỹ thuật của MODIS.

Bảng 2.1. Các thông số kỹ thuật của MODIS

Độ cao vĩ đạo	705 km
Quỹ đạo	Đồng bộ mặt trời
Thời gian qua xích đạo	10:30 a.m hoặc 1:30 p.m
Tốc độ quét	20,3 rpm
Độ phủ	2.330 km
Kích thước	1,0 x 1,6 x 1,0 m
Trọng lượng	228,7 kg
Độ phân giải bức xạ	12 bits
Độ phân giải không gian	250 m (kênh 1 - 2)
	500 m (kênh 3 - 7)
	1000 m (kênh 8 - 36)

Nguồn: Liam Gumley, 2002

Ảnh MODIS cung cấp dữ liệu về đất liền, biển và khí quyển một cách đồng thời. Tùy vào mục đích nghiên cứu mà sử dụng các kênh phổ khác nhau. Vệ tinh Terra và Aqua mang bộ cảm MODIS ban ngày đi từ Bắc xuống Nam, qua xích đạo khoảng 10h30' và 13h30' giờ địa phương, thời gian bay hết một vòng quanh Trái đất xấp xỉ 1h40'. Về ban đêm thì chiều bay của vệ tinh ngược lại. Như vậy vệ tinh TERRA và AQUA sẽ bay qua lãnh thổ Việt Nam một ngày bốn lần vào khoảng 10h30', 13h30', 22h30' và 1h30', do đó ở Việt Nam sẽ thu được ảnh MODIS bốn lần trong một ngày. (Viện Khí tượng thủy văn và Môi trường, 2012).

2.2.2. Ứng dụng của ảnh vệ tinh MODIS

Với đặc tính chụp phủ vùng rộng lớn, độ phân giải thời gian cao cộng với nhiều kênh thiết kế chuyên để tính hiệu chỉnh ảnh hưởng khí quyển đã làm tăng khả năng sử dụng ảnh MODIS trong nghiên cứu những vùng nhiệt đới nhiều mây (Trần Hùng, 2007).

Bảng 2.2. Một số thông số về các kênh phổ của bộ cảm MODIS

Kênh phổ	Bước sóng (μm)	Độ phân giải không gian (m)	Các đối tượng ứng dụng điển hình
1	0,620 - 0,670	250	Khoanh ranh giới mây/ đất. Nghiên cứu lớp phủ rừng.
2	0,841 - 0,876	250	
3	0,459 - 0,479	500	
4	0,545 - 0,565	500	Đặc tính đất/ mây
5	1,230 - 1,250	500	
6	1,628 - 1,652	500	
7	2,105 - 2,155	500	
8	0,405 - 0,420	1000	Màu của biển, phytoplankton/ sinh-địa hóa
9	0,438 - 0,448	1000	
10	0,483 - 0,493	1000	
11	0,526 - 0,536	1000	
12	0,546 - 0,556	1000	
13	0,662 - 0,672	1000	
14	0,662 - 0,672	1000	
15	0,743 - 0,753	1000	
16	0,862 - 0,877	1000	Hơi nước khí quyển
17	0,890 - 0,920	1000	
18	0,931 - 0,941	1000	
19	0,915 - 0,965	1000	Nhiệt độ bề mặt/ mây
20	3,660 - 3,840	1000	
21	3,929 - 3,989	1000	
22	3,929 - 3,989	1000	Nhiệt độ khí quyển
23	4,020 - 4,080	1000	
24	4,433 - 4,498	1000	Mây ti
25	4,482 - 4,549	1000	Hơi nước
26	1,360 - 1,390	1000	
27	6,535 - 6,895	1000	
28	7,175 - 7,475	1000	
29	8,400 - 8,700	1000	
30	9,580 - 9,880	1000	Tầng ozone
31	10,780 - 11,280	1000	Nhiệt độ bề mặt lớp phủ/ mây
32	11,770 - 12,270	1000	
33	13,185 - 13,485	1000	Mây vĩ độ cao
34	13,485 - 13,785	1000	
35	13,785 - 14,085	1000	
36	14,085 - 14,385	1000	

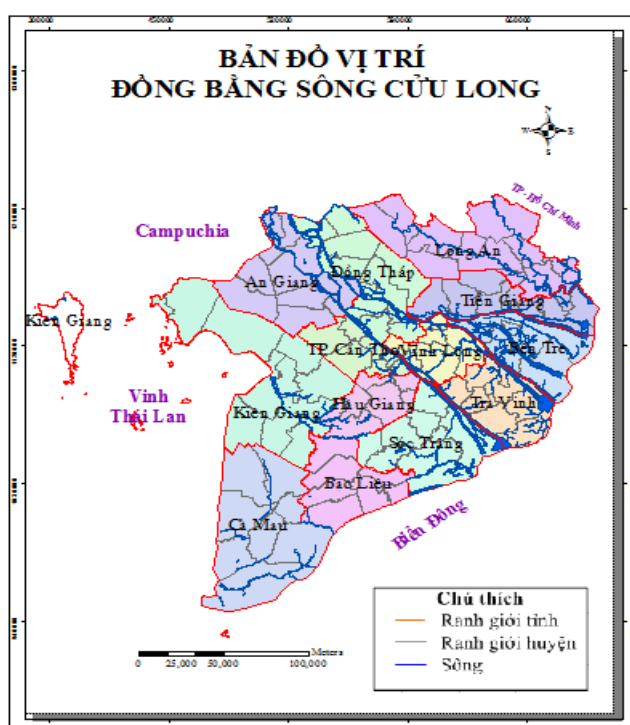
Nguồn: Nguyễn Ngọc Thạch, 2005

Mặc dù độ phân giải không gian của ảnh vệ tinh MODIS không cao nhưng với tầm phủ rộng, thời gian quan trắc liên tục và đặc biệt là miễn phí, liệu ảnh vệ tinh MODIS là nguồn tài liệu tham khảo có giá trị cao đối với các nhà khoa học trong việc thực hiện những nghiên cứu của mình. Bên cạnh đó, dữ liệu ảnh vệ tinh MODIS có độ phân giải phổ khá cao với 36 kênh phổ làm tăng tính ứng dụng của MODIS trong hầu hết các nghiên cứu hiện nay vì độ phân giải phổ càng lớn thì khả năng phân biệt, nhận biết và giải đoán các đối tượng càng cao.

2.3. Tổng quan khu vực nghiên cứu

2.3.1. Điều kiện tự nhiên

2.3.1.1. Vị trí địa lý



ĐBSCL là phần hạ lưu châu thổ sông Mê Kông nằm trên lãnh thổ Việt Nam, trải dài từ $8^{\circ}30'$ - 11° vĩ Bắc và $104^{\circ}30'$ - 107° kinh Đông, phía Bắc giáp Campuchia và thành phố Hồ Chí Minh, phía Nam và phía Đông giáp biển Đông, phía Tây giáp vịnh Thái Lan. (Lê Sâm, 1996).

Hình 2.4. Bản đồ vị trí Đồng Bằng Sông Cửu Long

2.3.1.2. Địa hình

Theo Viện Khoa Học Khí Tượng Thủy Văn và Môi Trường (2010), ĐBSCL là vùng đồng bằng khá bằng phẳng và hơi thấp, cao độ phổ biến từ 0,3 - 2,0 m, trừ một số đồi núi ở phía Tây Bắc thuộc tỉnh An Giang, Kiên Giang, toàn bộ đất đai còn lại có cao độ dưới 5 m.

Ngoài ra còn có những gò đất ven sông và cồn cát ven biển tương đối cao, hai vùng trũng nhất là Đồng Tháp Mười và Tứ Giác Long Xuyên.

Tổng thể về độ cao, địa hình ĐBSCL được chia làm 3 cấp:

- Cấp có cao trình từ 3 m trở lên: ven sông Hậu, sông Tiền, ven vùng đồi núi, kênh đào.
- Cấp có cao trình từ 1,5 m – 3 m: khu vực giữa sông Tiền và sông Hậu
- Cấp có cao trình dưới 1,5 m: phổ biến ở hữu ngạn sông Hậu và tả ngạn sông Tiền.

ĐBSCL hình thành các vùng trũng rộng lớn bị ngập sâu trong mùa mưa lũ, kém thoát nước và là những rốn phèn (vùng ĐTM, TGLX, Tây sông Hậu).

2.3.1.3. Khí hậu

Theo Viện Khoa Học Khí Tượng Thủy Văn và Môi Trường (2010), nằm trong vùng nhiệt đới gió mùa nên nền khí hậu ở ĐBSCL quanh năm nắng ấm và sự phân mùa khô, ẩm rất sâu sắc tùy theo hoạt động của hoàn lưu gió mùa. Khí hậu mang tính nhiệt đới nóng và ẩm, chịu ảnh hưởng của gió mùa khá toàn diện, mỗi năm có 2 mùa chính là mùa mưa và mùa nắng.

Có nền nhiệt độ tương đối cao, bức xạ mặt trời dồi dào cùng với nền địa hình khá bằng phẳng nên nhiệt độ phân bố tương đối đều với nhiệt độ không khí trung bình năm biến đổi trong phạm vi $26^{\circ}\text{C} - 29^{\circ}\text{C}$.

Lượng mưa ở ĐBSCL khá lớn, trung bình từ dưới 1400 mm ở khu vực giữa sông Tiền - sông Hậu, các tỉnh Đồng Tháp, An Giang, Vĩnh Long và tăng lên trên 2400 mm ở bán đảo Cà Mau. Lượng mưa vào mùa mưa chiếm khoảng 88 % - 95 % lượng mưa của năm.

2.3.1.4. Thủy văn

Theo Lê Anh Tuấn (2008), vùng ĐBSCL có mạng lưới sông khá phức tạp, trong đó chủ yếu là sông Cửu Long và các chi lưu của nó.

Hệ thống sông Cửu Long được kể từ Tân Châu trên sông Tiền và Châu Đốc trên sông Hậu ra đến biển. Mặc dù sông Cửu Long có lưu lượng và tổng lượng nước khá lớn nhưng các đặc trưng dòng chảy khác không lớn lắm do lưu vực của sông khá rộng.

Nguồn nước cung cấp cho dòng chảy trong sông chủ yếu là mưa. Thủy triều ở biển Đông truyền rất sâu vào đất liền và chi phối đáng kể chế độ thủy văn đồng bằng. Về mùa khô, triều tiến nhanh vào đất liền mang theo một khối lượng nước mặn khá lớn, về mùa lũ thủy triều cũng là một yếu tố làm dâng cao mực nước trong hệ thống sông và ngăn cản sự thoát lũ ra biển.

Vì tất cả dòng chảy trên sông Cửu Long đều có cửa ra là biển nên tính chất thủy văn vùng ĐBSCL mang tính chất vùng cửa sông chịu ảnh hưởng của thủy triều và các yếu tố khí tượng khu vực Đông Nam Á chi phối.

2.3.1.5. Đất

Theo Lê Anh Tuấn (2008), ĐBSCL có thể chia ra 4 vùng chính:

- Vùng phù sa nước ngọt: khoảng 1,5 triệu ha gồm các phần đất nằm dọc 2 bên sông Hậu, bao gồm một phần tỉnh An Giang, Cần Thơ, Vĩnh Long, Đồng Tháp.
- Các vùng đất bị nhiễm mặn: gần 0,8 triệu ha nằm dọc theo bờ biển, việc canh tác lúa chủ yếu vào mùa mưa, mùa khô đất bị mặn khó trồng trọt, năng suất thấp. Các vùng này chủ yếu ở Bến Tre, Bạc Liêu, Cà Mau và Kiên Giang và một số huyện ở Sóc Trăng, Trà Vinh.
- Vùng đất phèn: chiếm khoảng 1,6 triệu ha chủ yếu ở 2 vùng Đồng Tháp Mười, Hà Tiên, một phần Long Mỹ (Cần Thơ),...
- Vùng đất hữu cơ: khoảng 26 ngàn ha, đất được hình thành bởi xác bã thực vật dạng bán phân rã và hình thành lớp than bùn như vùng U Minh (Cà Mau).

2.3.2. Đặc điểm kinh tế, xã hội

Đồng bằng sông Cửu Long có vị trí quan trọng trong phát triển kinh tế, xã hội, có tiềm năng lớn nhất để phát triển nông nghiệp, đặc biệt là sản xuất lương thực, nuôi trồng, đánh bắt thủy sản, phát triển vườn cây ăn trái đem lại giá trị xuất khẩu lớn cho cả nước và mở rộng giao lưu với khu vực và thế giới.

Tốc độ tăng trưởng kinh tế liên tục tăng, tốc độ tăng trưởng bình quân năm 2003 đạt 10,4 %, năm 2007 đạt 14,175 % trong đó khu vực 1 (nông, lâm nghiệp - thủy sản) tăng 7,16 %, khu vực 2 (công nghiệp-xây dựng) tăng 20,9 %, khu vực 3 (dịch vụ) tăng 18,52 %. (Viện Khoa Học Khí Tượng Thủy Văn và Môi Trường, 2010).

Cơ cấu kinh tế có sự chuyển dịch theo hướng giảm tỷ trọng khu vực nông - lâm - thủy sản, tăng tỷ trọng khu vực 2, 3. (Viện Khoa Học Khí Tượng Thủy Văn và Môi Trường, 2010).

2.4. Khái quát về lũ

2.4.1. Khái niệm

Lũ lụt là một hiện tượng tự nhiên gần như xảy ra hằng năm, lũ do nước sông dâng cao trong mùa mưa. Số lượng nước dâng cao xảy ra trên một con sông ở mức tạo thành lũ có thể xảy ra một lần hoặc nhiều lần trong năm. Khi nước sông dâng lên cao, vượt qua khỏi bờ, chảy tràn vào các vùng trũng và gây ra ngập trên một diện rộng trong một khoảng thời gian nào đó gọi là ngập lụt (Lê Anh Tuấn, 2004).

2.4.2. Các đặc trưng cơ bản của lũ

Theo Lê Anh Tuấn (2004), các đặc trưng cơ bản của lũ bao gồm:

Mực nước: là độ cao của mặt nước trong sông tính từ một độ cao chuẩn nào đó (thường là mực nước biển hoặc theo độ cao quốc gia), thường được biểu diễn bằng ký hiệu H và đơn vị là cm.

Lưu lượng nước: là lượng nước chảy qua một mặt cắt ngang sông trong một đơn vị thời gian, thường biểu thị bằng ký hiệu và có đơn vị là m^3/s hoặc l/s .

Chân lũ lên: là lũ bắt đầu lên.

Đỉnh lũ: là mực nước hay lưu lượng nước cao nhất trong một trận lũ .

Chân lũ xuống: là lũ rút xuống thấp nhất, xấp xỉ bằng lúc bắt đầu lên.

Thời gian lũ lên: là khoảng thời gian từ thời điểm chân lũ lên đến đỉnh lũ (t_1).

Thời gian lũ xuống: là khoảng thời gian từ đỉnh lũ đến thời điểm chân lũ xuống (t_x).

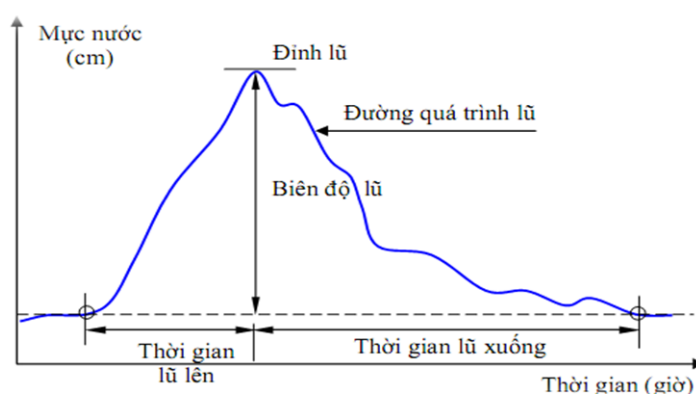
Thời gian ngập lũ: là khoảng thời gian từ chân lũ lên đến chân lũ xuống $t = t_l + t_x$.

Biên độ mực nước lũ lên: là chênh lệch mực nước giữa mực nước đỉnh lũ với mực nước chân lũ lên (denta H1).

Cường suất lũ: là sự biến đổi của mực nước trong một đơn vị thời gian, thường lấy đơn vị là cm/h, hoặc m/ngày đêm.

Lượng lũ: là lượng nước do mưa sinh ra trong một trận lũ hoặc trong một đơn vị thời gian nào đó (W, m^3) của trận lũ.

Mô đun đỉnh lũ: là lượng nước lũ lớn nhất (lưu lượng đỉnh lũ, $Q_{max}, m^3/s$) được sinh ra trên một đơn vị diện tích lưu vực sông trong một đơn vị thời gian, thường có đơn vị là $l/s.km^2$ hoặc $m^3/s.km^2$.



Hình 2.5. Đồ thị diễn tả một quá trình lũ

(Nguồn: Lê Anh Tuấn, 2004)

Theo Lê Anh Tuấn (2004), lũ được phân biệt thành các loại:

- Lũ nhỏ: có đỉnh lũ thấp hơn mức đỉnh lũ trung bình nhiều năm.
- Lũ vừa: đỉnh lũ đạt mức đỉnh lũ trung bình nhiều năm.
- Lũ lớn: đỉnh lũ cao hơn mức đỉnh lũ trung bình nhiều năm.
- Lũ đặc biệt lớn: đỉnh lũ cao hiếm thấy trong thời kỳ quan trắc.
- Lũ lịch sử: đỉnh lũ cao nhất trong chuỗi số liệu quan trắc hoặc do điều tra khảo sát được.

2.4.3. Khái quát lũ ở ĐBSCL

2.4.3.1. Tình hình lũ ĐBSCL

Trong chuỗi số liệu từ năm 1926 đến năm 2001, đã có 41 năm có lũ chính vụ (lũ lớn nhất năm) với mực nước đỉnh lũ tại Tân Châu $\geq 4,2$ m. Trong đó có 24 năm có đỉnh lũ lớn hơn 4,5 m, năm 1961 cao nhất với 5,12 m sau đó đến các năm 1996, 2000.

Theo số liệu quan trắc, trong giai đoạn 1961 – 2001, đỉnh lũ đầu mùa xuất hiện vào tháng 7, 8 với mực nước tại Tân Châu trên 3 m đã xảy ra vào các năm 1979, 1981, 1994, 1997 và 2000.

Từ năm 1961 đến nay, đã có năm lũ đặc biệt lớn là năm 2000 (Hmax tại Tân Châu là 5,06 m, tại Châu Đốc là 4,90 m), năm đặc biệt nhỏ là năm 1998 (Hmax tại Tân Châu là 2,81 m, tại Châu Đốc là 2,54 m).

(Nguồn: <http://www.siwrp.org.vn/?id_pnewsv=330&lg=vn&start=0>).

Lũ lụt là một hiện tượng thiên nhiên xảy ra hàng năm tại vùng ĐBSCL. Các cơn lũ bắt đầu khi nước sông Cửu Long dâng cao làm ngập vùng Savannakhet và Pakse ở miền Nam Lào rồi đến vùng Kratie ở miền Đông Campuchia. Nước lũ từ thượng lưu theo sông Tiền và sông Hậu chảy vào nước ta rồi thoát ra biển Đông. (Trần Tiến Khanh, 2011).

2.4.3.2. Đặc điểm lũ ĐBSCL

Theo Tổng cục Thủy lợi – Cục quản lý đê điều và phòng chống lụt bão (2010), hằng năm, vào mùa mưa nước lũ từ thượng nguồn sông Mê Kông đổ về và mưa nội đồng làm ĐBSCL bị ngập lụt với một diện tích lớn ở phía bắc.

Theo bảng phân cấp lũ của Trung tâm Khí tượng Thủy văn Quốc gia với mức nước tại Tân Châu dưới 4,0 m là lũ nhỏ, 4,0 – 4,5 m là lũ trung bình và trên 4,5 m là lũ lớn. Tài liệu thống kê 60 năm qua cho thấy bình quân cứ hai năm thì có một năm xuất hiện đỉnh lũ vượt cấp báo động III.

Lũ đầu mùa thường xuất hiện từ cuối tháng 6 đến đầu tháng 7. Lũ chính vụ thường xuất hiện vào khoảng tháng 8. Cường suất nước lên từ khoảng 5 đến 25 cm/ngày, đêm.

Nước lũ chảy vào đồng bằng sông Cửu Long theo hai hướng: theo sông Tiền và sông Hậu (giàu phù sa) khoảng 85 - 90 % và từ vùng ngập lũ của Campuchia (ít phù sa) khoảng 10 - 15 %.

Nước lũ thoát theo hai hướng: theo dòng chính ra biển Đông là chủ yếu, một phần nhỏ thoát ra biển Tây và sông Vàm Cỏ. Độ ngập sâu từ khoảng 0,5 m đến 4,0 m. Đỉnh lũ thường xuất hiện vào cuối tháng 9 đến đầu tháng 10 hàng năm. Thời gian ngập lũ trung bình từ 3 - 5 tháng.

Lũ ĐBSCL khá hiền hòa với biên độ tại Châu Đốc và Tân Châu khoảng 3,5 - 4,0 m, lũ lên xuống chậm với cường suất trung bình 5 - 7 cm/ngày. Trong những trận lũ lớn và sớm, cường suất lũ cũng chỉ đạt 10 - 12 cm/ngày và cao nhất có thể từ 20 - 30 cm/ngày (lũ 1984). (Viện Quy Hoạch Thủy Lợi Miền Nam, 2009).

Lũ ĐBSCL thường có một đỉnh, lớn nhất vào khoảng cuối tháng IX đến nửa đầu tháng X. Trong những năm có hai đỉnh lũ, đỉnh phụ thường xuất hiện sớm vào cuối tháng VIII đầu tháng IX, đỉnh chính thường cao hơn và có phần muộn hơn trung bình nhiều năm. (Viện Quy Hoạch Thủy Lợi Miền Nam, 2009).

Theo Lê Anh Tuấn (1996), đặc trưng lũ của ĐBSCL là mực nước lũ tương đối lớn và thời gian lũ kéo dài. Có thể phân biệt các cơn lũ ở ĐBSCL qua mực nước lớn nhất H_{max} ở Tân Châu:

- Lũ lớn: $H_{max} > 4,50$ m.
- Lũ trung bình: $H_{max} = 4,00 - 4,50$ m.
- Lũ nhỏ: $H_{max} < 4,00$ m.

2.4.3.3. Nguyên nhân gây lũ ở ĐBSCL

Theo Lê Anh Tuấn (2004), mưa lớn và kéo dài (do bão lớn) là nguyên nhân chính gây ra lũ lụt, ngoài ra ở vùng đồng bằng cửa sông tiếp giáp với biển, triều cường là một nhân tố làm lũ lụt trầm trọng hơn. Bên cạnh đó, còn một số yếu tố khác ảnh hưởng đến khả năng xuất hiện lũ lớn và bất thường:

- Lưu vực càng rộng thì nước lũ lên càng chậm nhưng cũng sẽ rút chậm, ngược lại lưu vực càng hẹp và dài sẽ làm lũ lên nhanh, một số trường hợp sẽ hình thành lũ quét, lũ ống...
- Rừng bị tàn phá cũng là một trong các nguyên nhân gây nên lũ lụt.
- Hiện tượng Elnino (hiện tượng nóng lên không bình thường của lớp nước mặt thuộc vùng biển phía Đông xích đạo vùng Nam Mỹ Thái Bình Dương) và hiện tượng Lanina (sự lạnh đi không bình thường của lớp nước mặt thuộc vùng biển phía Đông xích đạo Thái Bình Dương) đã gây nên lũ lụt và hạn hán trên nhiều vùng khác nhau.
- Nếu một hệ thống sông có nhiều con sông hợp thành thì khả năng tổ hợp thời điểm xuất hiện lũ đồng thời sẽ làm gia tăng mức độ nghiêm trọng của lũ.

Lũ sông Mê Kông là kết quả tập trung nước của nhiều nguồn:

- 15 % do tuyết tan ở Tây Tạng.
- 15 % - 20 % do mưa ở thượng Lào.
- 40 % - 45 % do mưa ở hạ Lào.
- 10 % do mưa ở Campuchia.
- 10 % do mưa ở ĐBSCL.

2.4.4. Thiệt hại

Lũ lụt là một trong những mối hiểm họa tự nhiên phổ biến gây thiệt hại nghiêm trọng về người và của, cũng là nguyên nhân làm thất thoát hàng tỷ đô la mỗi năm.

Lũ không chỉ gây ngập úng, làm xói mòn sườn dốc, phá vỡ hệ thống đê bao mà còn gây ra bệnh dịch cho con người.

Lũ gây thiệt hại nhiều cho giao thông, các vùng canh tác nông nghiệp không có đê bao, lũ lớn cuốn đi nhiều nhà cửa, gây tổn thất nhân mạng.

Ảnh hưởng trực tiếp đến đời sống vật chất và tinh thần của con người.

2.4.5. Nguồn lợi

Lũ mang lại một lượng phù sa lớn quý báu bồi bổ cho đất đai canh tác, rửa phèn và mặn, cải tạo đất, lũ cũng tham gia làm vệ sinh đồng ruộng, diệt chuột bọ, sâu rầy, đồng thời cũng góp phần làm gia tăng đáng kể nguồn lợi thủy sản.

Lũ là nguồn cung cấp nước vô tận cho sự sống và mọi hoạt động của con người cung cấp nước cho các hoạt động nông nghiệp, công nghiệp, giải trí, phần còn lại đổ ra biển nhằm điều hòa không khí, khí quyển, tham gia vào vòng tuần hoàn nước trên trái đất.

2.5. Một số nghiên cứu trong và ngoài nước

2.5.1. Trên Thế giới

Việc sử dụng công nghệ viễn thám trong theo dõi, quản lý các hiện tượng thiên nhiên ngày càng trở nên hiệu quả trong những năm gần đây. Trong điều kiện khí hậu trái đất đang thay đổi kéo theo nhiều thảm họa thiên nhiên xảy đến thất thường nên việc theo dõi đưa ra những dự báo kịp thời là vô cùng quan trọng trong đó phương pháp tiếp cận nhanh chóng và hiệu quả là việc sử dụng ảnh vệ tinh viễn thám.

Dữ liệu ảnh vệ tinh MODIS được sử dụng khá thành công trong nghiên cứu của Sakamoto *et al.*, (2009), tác giả tiến hành phân loại những điểm ảnh lũ trên cơ sở kết hợp ba chỉ số EVI, LSWI, DVEL. Điểm ảnh được phân loại là lũ lụt khi thỏa một trong hai điều kiện: $DVEL \leq 0,05$ và $EVI \leq 0,1$ hoặc $LSWI \leq 0$ và $EVI \leq 0,05$. Trước đó Sakamoto *et al.*, (2007) đã tìm ra cách tiếp cận mới để phát hiện sự thay đổi không gian ngập lũ phương pháp có tên là Wavelet-based filter for detecting spatio-temporal changes in Flood Inundation (WFFI). Phương pháp WFFI phân loại bề mặt nước thành hai loại: hỗn hợp và lũ lụt thông qua việc xác định các chỉ số EVI, LSWI, DVEL, qua đó cho thấy không gian, thời gian ngập lụt đồng thời thể hiện sự thay đổi không gian ngập lụt trong khoảng thời gian từ 2000 - 2004. Nghiên cứu đã được kiểm chứng với kết quả giải đoán từ ảnh Landsat và Radarsat với hệ số tương quan khá cao dao động trong khoảng 0,77 - 0,97 và 0,89 - 0,92.

Trong nghiên cứu R. Zhuang ảnh MODIS trở thành nguồn dữ liệu hữu ích trong việc đánh giá lưu lượng nước sông Neales một khu vực thuộc trung tâm Australia.

Việc tính chỉ số NDVI từ ảnh MODIS trở thành đầu vào thông dụng cho các nghiên cứu về tác động bề mặt trái đất và đặc biệt là lũ. Nghiên cứu cho thấy kích cỡ dòng chảy, độ rộng vùng ngập, loại thực vật, hay sự dày đặc của thực vật là nhân tố lớn ảnh hưởng đến dòng chảy của một khu vực một yếu tố hình thành lũ.

Nghiên cứu của Akm Saiful Islam, Sujit Kumar Bala and Inisul Haque (2009) đã sử dụng ảnh vệ tinh MODIS với việc tính toán các chỉ số thực vật và chỉ số nước bề mặt lớp phủ tác giả đã phát hiện được những điểm ảnh lũ lụt đồng thời đối chiếu với kết quả được giải đoán từ ảnh vệ tinh Radarsat độ phân giải cao (hệ số tương quan cao $R^2 = 0,96$) kết quả cuối cùng thành lập bản đồ ngập lũ ở Bangladesh.

2.5.2. Tại Việt Nam

Ở Việt Nam cũng có những nghiên cứu, đề tài xoay quanh vấn đề về lũ lụt mà mục tiêu chung là đưa ra những dự báo kịp thời cùng các biện pháp để ứng phó nhằm giảm tối đa thiệt hại do lũ gây ra.

Nghiên cứu của Phan Thanh Nhân, Võ Quang Minh đã sử dụng ảnh vệ tinh MODIS với độ phân giải thời gian là 8 ngày và độ phân giải không gian là 500 m thực hiện việc theo dõi diễn tiến lũ lưu vực sông Mê Kông. Bằng việc sử dụng phương pháp đánh giá lũ của Sakamoto *et al.*, tác giả tiến hành phân loại các điểm ảnh lũ, không lũ từ đó xây dựng nên bản đồ ngập lũ theo dõi diễn tiến lũ đồng thời kết hợp với các dữ liệu độ dốc, hướng dòng chảy, dữ liệu khí tượng thủy văn làm cơ sở dự báo lũ khu vực ĐBSCL.

Với những mục tiêu nghiên cứu mối quan hệ giữa các đặc điểm của ảnh MODIS theo không gian và thời gian với sự thay đổi của lũ trong giai đoạn 2000 - 2011, đánh giá thực trạng diễn biến lũ ở lưu vực hạ lưu sông Mê Kông qua các năm 2000 - 2011, tìm xu hướng lũ ĐBSCL đề tài của Ngô Thanh Thoảng (2012) đã được thực hiện. Kết quả có sự tương quan khá cao với số liệu mực nước thủy văn ghi nhận tại các trạm quan trắc cho thấy khả năng ứng dụng cao của ảnh MODIS đa thời gian trong theo dõi biến động của các đối tượng, đã đưa ra những phân tích, đánh giá diễn biến lũ trong thời gian dài một cách chính xác.

Chương 3

DỮ LIỆU, PHƯƠNG PHÁP NGHIÊN CỨU

3.1. Dữ liệu nghiên cứu

Nghiên cứu sử dụng ảnh vệ tinh MODIS/ TERRA SURFACE REFLECTANCE 8-DAY L3 GLOBAL 500M SIN GRID V005.

Ảnh MODIS được thu thập, sử dụng trong đề tài với các đặc điểm được trình bày ở bảng 3.1.

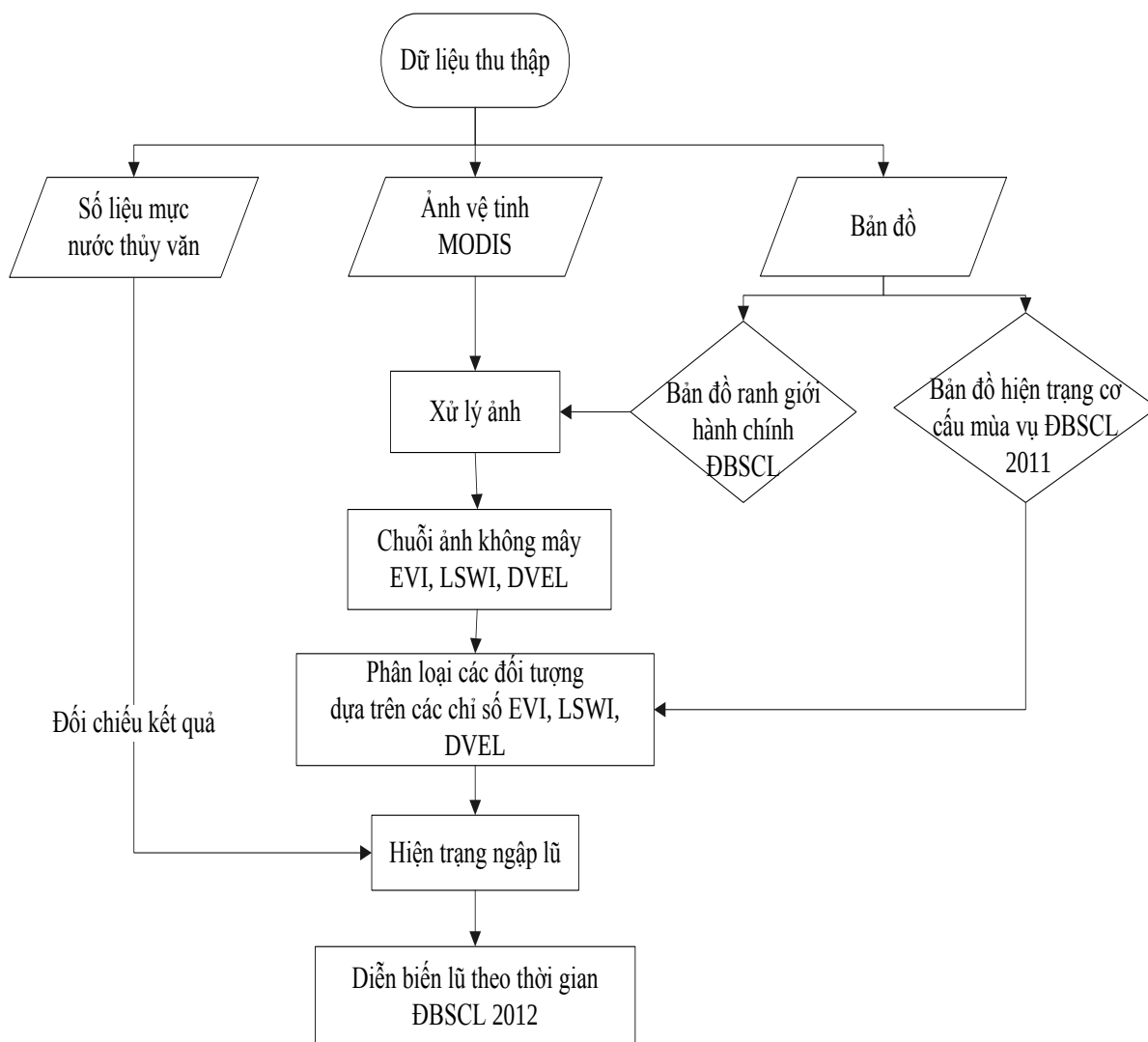
Bảng 3.1. Đặc điểm dữ liệu ảnh thu thập

Loại ảnh	MOD09A1
Tổng số ảnh thu thập	92
Thời gian thu thập	01/01/2012 - 26/12/2012
Độ phân giải không gian	500 m
Độ phân giải thời gian	8 ngày

3.2. Phương pháp nghiên cứu

3.2.1. Sơ đồ thực hiện

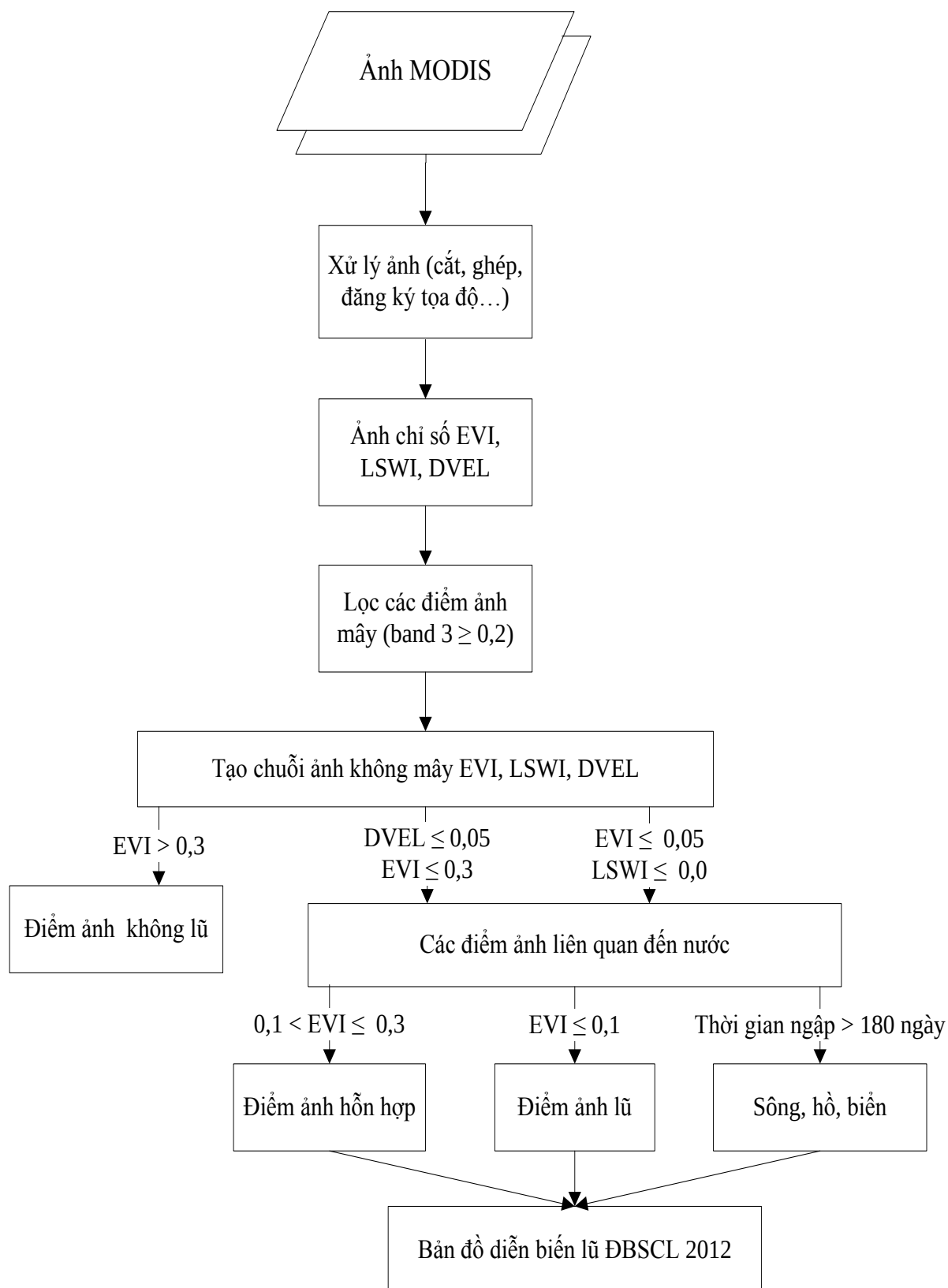
Để thực hiện mục tiêu của đề tài, nghiên cứu tiến hành xây dựng sơ đồ phương pháp thực hiện nhằm tạo cái nhìn tổng thể và phương pháp để tiếp cận đề tài. Hình 3.1 thể hiện sơ đồ các bước được thực hiện trong nghiên cứu.



Hình 3.1. Sơ đồ phương pháp thực hiện

Dữ liệu chính được sử dụng trong nghiên cứu là ảnh vệ tinh MOD09A1, tiến hành các bước xử lý, giải đoán để thực hiện việc phân loại các đối tượng có sự kết hợp với dữ liệu bản đồ ranh giới hành chính và bản đồ hiện trạng cơ cấu mùa vụ năm 2011 của khu vực ĐBSCL. Kết quả nghiên cứu được so sánh đối chiếu với số liệu mực nước thủy văn được thu thập tại các trạm quan trắc thuộc ĐBSCL để đánh giá độ chính xác của quá trình giải đoán.

Hình 3.2 trình bày phương pháp cụ thể trong việc thành lập bản đồ ngập lũ được sử dụng trong nghiên cứu.



Hình 3.2. Phương pháp thành lập bản đồ ngập lũ

Nghiên cứu sử dụng ảnh viễn thám MODIS có chu kỳ lặp và độ phân giải thời gian cao theo từng thời kỳ của khu vực bị lũ. Bước đầu tiên là phải tìm ra những điểm ảnh chứa mây trên ảnh nếu kênh Blue của ảnh MODIS có hệ số phản xạ lớn hơn hoặc bằng 0,2 thì được xác định là những điểm ảnh mây và được loại bỏ khỏi ảnh.

Tiếp theo tính toán các chỉ số EVI, LSWI, DVEL để phân biệt các điểm ảnh lũ, lẫn lộn và không lũ, nếu EVI lớn hơn 0,3 là những điểm ảnh không lũ. Chỉ số DVEL của sông và biển nhỏ hơn 0,05 tuy nhiên chỉ số DVEL của hồ không phải luôn luôn nhỏ hơn 0,05, để khắc phục vấn đề này tiêu chí khác được thiết lập để xác định điểm ảnh liên quan đến nước: nếu EVI nhỏ hơn hoặc bằng 0,05 và LSWI nhỏ hơn hoặc bằng 0 thì được xác định là những điểm ảnh liên quan đến nước, sau đó phân loại những điểm ảnh lũ, khu vực ngập nước dài hạn hay những điểm ảnh hỗn hợp. Việc kết hợp các chỉ số EVI, LSWI, DVEL tạo điều kiện chặt chẽ hơn trong quá trình phân loại giúp việc xác định những điểm ảnh liên quan đến nước trở nên chính xác hơn. Chỉ số EVI của biển, hồ, sông luôn dưới 0,1 và tiêu chuẩn này có thể sử dụng để phân loại những điểm ảnh liên quan đến nước: nếu điểm ảnh liên quan đến nước có chỉ số EVI nhỏ hơn hoặc bằng 0,1 được xác định là những điểm ảnh lũ, EVI nằm trong khoảng 0,1 - 0,3 là những điểm ảnh hỗn hợp. Và cuối cùng những khu vực ngập nước thường xuyên trong năm sẽ được tách ra từ những điểm ảnh lũ và những điểm ảnh lẫn lộn. Từ kết quả phân loại tiến hành thành lập bản đồ ngập lũ ĐBSCL năm 2012.

3.2.2. Phương pháp thực hiện

3.2.2.1. Phương pháp xử lý ảnh vệ tinh

Dữ liệu viễn thám chứa cả sai số hệ thống và sai số phi hệ thống. Sai số hệ thống gây ra bởi tính chất hình học của bộ cảm biến; sai số này có thể loại trừ hoàn toàn bằng cách sử dụng dữ liệu tham chiếu hình học hay số liệu hình học của bộ cảm biến, và được cơ quan vận hành vệ tinh thực hiện. Sai số phi hệ thống gây ra bởi vị thế của vật mang và hình dạng của vật thể, sai số này chỉ có thể hiệu chỉnh ở một mức độ chính xác nhất định với một số điểm GCP. GCP là một điểm trên bề mặt đất mà cả tọa độ ảnh (hàng và cột) và tọa độ bản đồ (mét hay kinh độ - vĩ độ) được xác định.

Hầu hết hiệu chỉnh hình học là đăng kí tọa độ ảnh. Đây là tiến trình chuyển đổi tọa độ ảnh (hàng và cột) sang hệ thống tọa độ phẳng hay tọa độ bản đồ (kinh độ - vĩ độ,

mét) sử dụng một đa thức bậc n . Khi đó, mỗi điểm ảnh trong ảnh sẽ được định vị chính xác. Việc đăng ký tọa độ ảnh ngoài việc đưa ảnh về đúng tọa độ của khu vực quan tâm còn hiệu chỉnh sai số biến dạng không hệ thống của ảnh.

Ghép ảnh, cắt ảnh

Tùy theo nhu cầu sử dụng ảnh vệ tinh mà ảnh được ghép, cắt phù hợp cho việc giải đoán ảnh.

- Ghép ảnh là tiến trình ghép một số ảnh cùng được chụp từ một bộ cảm để được một ảnh phủ một vùng địa lý rộng hơn. Trong nghiên cứu, khu vực ĐBSCL nằm trên hai tờ ảnh riêng lẻ vì vậy cần thiết để ghép hai ảnh lại với nhau.
- Cắt ảnh là tiến trình lấy ra một diện tích nhỏ từ một ảnh che phủ một diện tích mặt đất lớn hơn cần thiết (một tờ ảnh đầy đủ). Được sử dụng trong trường hợp khu vực nghiên cứu chỉ là một phần nhỏ trong tờ ảnh ghép đầy đủ. Tiến hành chồng lớp ranh giới hành chính lên tờ ảnh ghép sau đó thực hiện việc cắt ảnh khu vực nghiên cứu bằng chức năng *Subset Data via ROIs*.

3.2.2.2. Phương pháp tạo chuỗi ảnh EVI, LSWI, DVEL không mây

❖ Phương pháp lọc mây

Dữ liệu ảnh MODIS bị mây che phủ gây hạn chế đối với người sử dụng:

- Trong quá trình giải đoán ảnh viễn thám bằng mắt, những đối tượng mặt đất bị mây che phủ sẽ bị khuất tầm nhìn bởi mây và bóng mây.
- Trong quá trình xử lý ảnh số, những giá trị nếu bị ảnh hưởng bởi mây sẽ bị biến đổi gây nhầm lẫn trong quá trình chiết tách thông tin mặt đất bằng đồ thị phổ và nhầm lẫn trong quá trình phân loại ảnh viễn thám cũng như trong quá trình tính toán và chiết xuất ra kết quả về các đối tượng bề mặt đất.

Chính vì ảnh MODIS thường xuyên bị mây che phủ với diện tích khá lớn đã gây ảnh hưởng tới việc quan sát các đối tượng trên ảnh và làm giảm độ chính xác. Trong nghiên cứu này, vấn đề chủ yếu là theo dõi diễn biến của lũ nên việc loại bỏ mây càng trở nên quan trọng. Vì vậy, phải loại bỏ mây tại những khu vực có đối tượng nghiên cứu bị mây che phủ nhằm cho kết quả giải đoán được chính xác đảm bảo độ tin cậy cao trong quá trình xử lý phân tích dữ liệu.

Những điểm ảnh bị ảnh hưởng bởi mây sẽ được phát hiện và loại bỏ nếu phản xạ của kênh Blue $\geq 0,2$ là một phương pháp loại mây khá thành công được sử dụng trong những nghiên cứu ngoài nước trước đây đã được kế thừa trong đề tài.

❖ Phương pháp tạo ảnh chỉ số EVI, LSWI, DVEL không mây khu vực nghiên cứu

- EVI: là ảnh chỉ số thực vật tăng cường (Enhance Vegetation Index) là ảnh được tăng cường từ ảnh NDVI (Normalized Difference Vegetation Index). Chỉ số EVI của ảnh MODIS được tính toán dựa trên 3 band là: red, blue, NIR (hồng ngoại gần), chỉ số EVI cung cấp thông tin bổ sung cần thiết cho sự thay đổi của thực vật theo không gian và thời gian.

Để tiến hành tạo ảnh EVI cho từng thời điểm trong năm ta sử dụng công thức:

$$EVI = 2.5 * (NIR - RED) / [NIR + 6 * RED - 7.5 * BLUE + 1]$$

Trong đó:

- NIR: phản xạ phổ của kênh hồng ngoại gần.
- RED: phản xạ phổ của kênh đỏ.
- BLUE: phản xạ phổ của kênh xanh da trời.
- Chỉ số nước bề mặt lớp phủ (Land Surface Water Index – LSWI): biểu thị mức độ thay đổi hàm lượng nước của lớp phủ bề mặt, được xác định theo công thức:

$$LSWI = (NIR - SWIR) / (NIR + SWIR)$$

Trong đó:

- NIR: phản xạ phổ của kênh hồng ngoại gần.
- SWIR: phản xạ phổ của kênh hồng ngoại ngắn.
- DVEL: là sự khác biệt giữa chỉ số EVI và LSWI

$$DVEL = EVI - LSWI$$

3.2.2.3. Phương pháp phân loại dựa trên các chỉ số EVI, LSWI, DVEL để xác định những điểm ảnh lũ, hỗn hợp, khu vực là sông, hồ, biển.

Nếu chỉ số EVI $> 0,3$ được phân loại như điểm ảnh không lũ. Đối với các đối tượng sông biển chỉ số DVEL có giá trị $< 0,05$ tuy nhiên với kiểu sử dụng đất hồ giá

trị DVEL không phải luôn luôn $< 0,05$. Tiêu chí khác dựa trên sự kết hợp giữa các chỉ số đã được thiết lập trong việc xác định các điểm ảnh liên quan đến nước.

Nếu chỉ số $EVI \leq 0,05$ và $LSWI \leq 0$ sẽ được phân loại như những điểm ảnh liên quan đến nước. Đây cũng là điều cần thiết để phân loại những điểm ảnh lũ, các đối tượng ngập nước dài hạn hoặc điểm ảnh hỗn hợp.

Do ảnh độ phân giải 500 m nên khó có thể xác định thực vật lẫn với nước và thực vật hoàn toàn bị ngập bởi nước. Chỉ có thể phân biệt dựa vào chỉ số EVI của các đối tượng sông, hồ, biển. Khi đó điểm ảnh liên quan đến nước có $EVI \leq 0,1$ được phân loại là điểm ảnh lũ, $0,1 < EVI \leq 0,3$ là những điểm ảnh hỗn hợp. Những điểm ảnh liên quan đến nước có thời gian ngập hơn 180 ngày được phân loại là những đối tượng ngập nước dài hạn.

3.2.2.4. Phương pháp đánh giá độ chính xác sau phân loại

Số liệu mực nước thủy văn trong khoảng thời gian từ tháng 6 đến tháng 10 của năm 2012 tại 2 trạm Tân Châu và Châu Đốc được thu thập trên trang web <<http://ffw.mrcmekong.org>> được sử dụng để so sánh, đối chiếu kết quả với số liệu diện tích ngập lũ giải đoán từ ảnh vệ tinh MODIS. Bằng việc tính toán, xét mối tương quan giữa số liệu mực nước thực đo với số liệu diện tích giải đoán tiến hành đánh giá độ chính xác của quá trình giải đoán, phân loại.

Chương 4

KẾT QUẢ

4.1. Kết quả thu thập số liệu và dữ liệu

Để đáp ứng mục tiêu nghiên cứu của đề tài các số liệu và dữ liệu cần thiết đã được thu thập:

Bảng 4.1. Kết quả thu thập dữ liệu, số liệu

Loại dữ liệu	Thời gian thu thập	Nguồn
Ảnh vệ tinh MOD09A1	1/1/2012 - 26/12/2012	Trung tâm viễn thám NASA Hoa Kỳ < http://modis.gsfc.nasa.gov/ >
Bản đồ hiện trạng cơ cấu mùa vụ ĐBSCL	2011	Trần Thanh Thi - Bộ môn Tài nguyên đất đai - Khoa Môi trường và Tài nguyên Thiên nhiên - Trường ĐH Cần Thơ
Bản đồ ranh giới hành chính ĐBSCL	2005	Bộ môn Tài nguyên đất đai - Khoa Môi trường và Tài nguyên Thiên nhiên - Trường ĐH Cần Thơ
Số liệu mực nước thủy văn	1/6/2012 - 31/10/2012	Mekong River Commission < http://ffw.mrcmekong.org/ >

Các kênh phổ trong ảnh MOD09A1 được trình bày trong bảng 4.2

Bảng 4.2. Các kênh phổ của ảnh MOD09A1

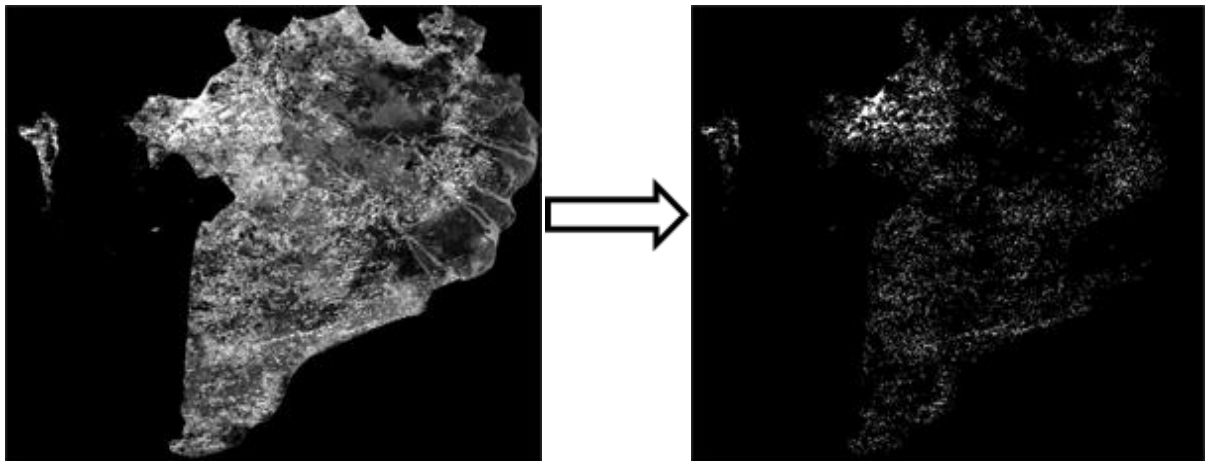
Kênh phổ	Bước sóng (μm)	Độ phân giải không gian (m)
1	0,620 - 0,670	250
2	0,841 - 0,876	250
3	0,459 - 0,479	500
4	0,545 - 0,565	500
5	1,230 - 1,250	500
6	1,628 - 1,652	500
7	2,105 - 2,155	500

Nguồn: Akm Saiful Islam, 2009

4.2. Chuỗi ảnh không mây (EVI, LSWI và DVEL)

Để tạo chuỗi ảnh không mây, nghiên cứu tiến hành phát hiện và loại bỏ những điểm ảnh được xác định là mây trên ảnh. Nếu phản xạ của kênh Blue $\geq 0,2$ thì được xem là điểm ảnh mây và các điểm ảnh này sẽ được loại bỏ.

Việc tách mây là cần thiết vì trong mùa mưa lũ phần lớn số lượng ảnh bị ảnh hưởng nhiều bởi mây sẽ làm tăng sai số trong quá trình xử lý và giải đoán ảnh.



Hình 4.1. Kết quả tách mây KVNC

Tiến hành tạo mask cho phần mây đã được lọc ra, để áp dụng mask đó vào tạo chuỗi ảnh không mây, làm giảm sai số trong quá trình tính toán, cung cấp cái nhìn chính xác hơn về hiện trạng ngập lũ cũng như diễn biến lũ qua từng giai đoạn trong năm 2012 khu vực ĐBSCL.

4.2.1. Chuỗi ảnh chỉ số thực vật tăng cường đa thời gian

❖ Ảnh chỉ số thực vật tăng cường (Enhance Vegetation Index).

Ảnh EVI phản ánh trạng thái thực vật ở mỗi thời điểm khác nhau trong năm, là một chỉ số quan trọng trong phân loại để đánh giá sự hiện diện của thực vật đồng thời xác định những điểm ảnh liên quan đến nước.

Trong nghiên cứu này chỉ số thực vật tăng cường EVI được sử dụng thay thế cho chỉ số thực vật NDVI vì một số tính ưu của nó và được xác định theo công thức:

$$EVI = 2,5 * (NIR - RED) / [NIR + 6 * RED - 7,5 * BLUE + 1] \text{ (Nguồn: Islam S. A., et al., 2009).}$$

Trong đó:

- NIR: phản xạ phổ của kênh hồng ngoại gần.
- RED: phản xạ phổ của kênh đỏ.
- BLUE: phản xạ phổ của kênh xanh da trời.

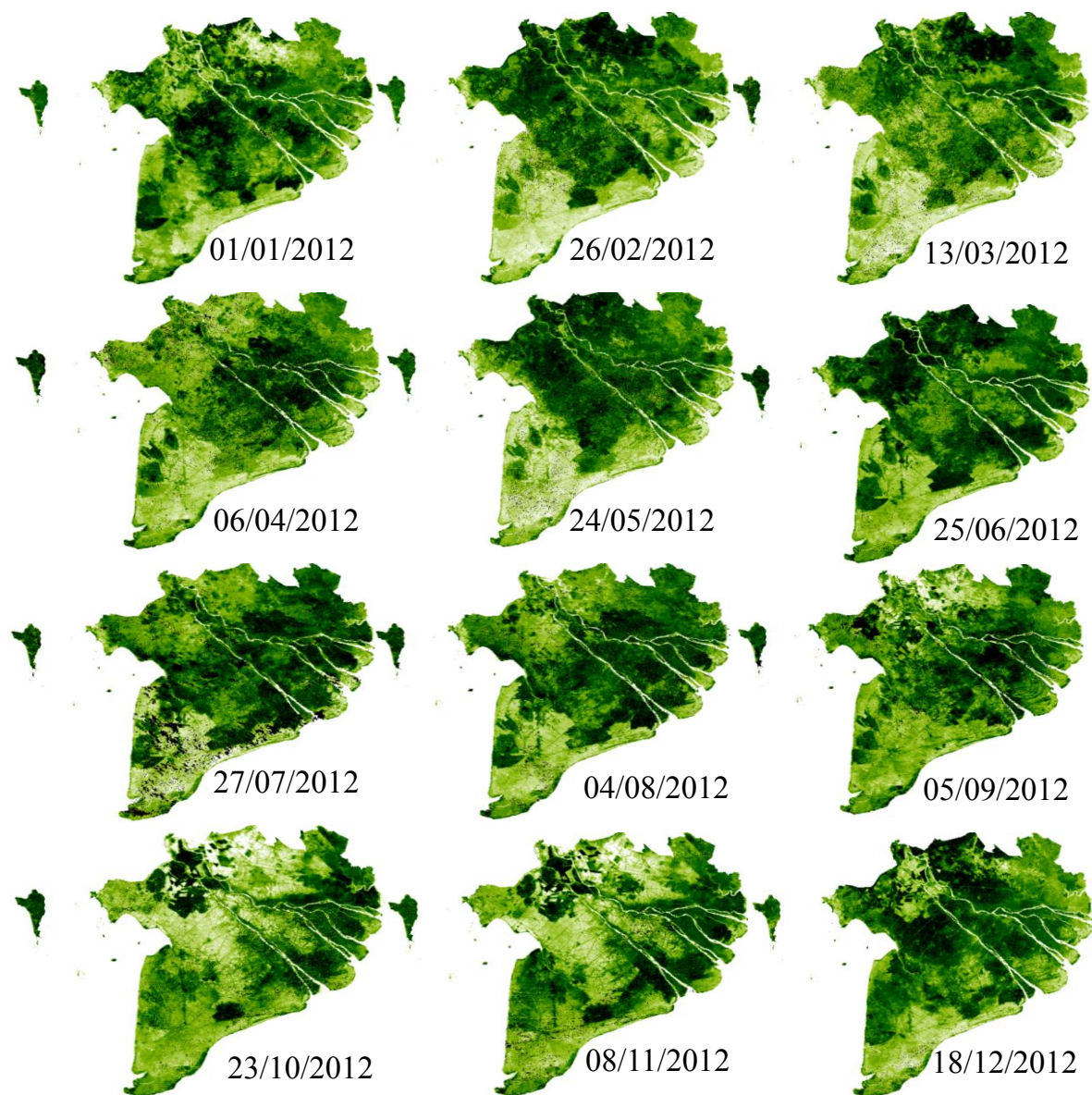
Trong hộp thoại Band Math nhập công thức tính EVI với kênh RED, NIR, BLUE lần lượt tương ứng với kênh 1, 2, 3 trong ảnh MOD09A1. Áp dụng phần mềm đã được lọc ra vào ảnh EVI đã được tạo, kết quả cuối cùng tạo được ảnh chỉ số EVI không mây KVNC.

❖ Chuỗi ảnh chỉ số thực vật tăng cường đa thời gian.

Ảnh EVI được tạo ra ở mỗi thời điểm phản ánh trạng thái thực vật khác nhau ở khu vực ĐBSCL thông qua các cấp độ xám nhất định. Tùy thuộc vào giá trị EVI tại một thời điểm cao hay thấp mà mức độ sáng, tối trên ảnh được thể hiện khác nhau. Các ảnh được chụp tại các giai đoạn khác nhau trong năm được liên kết lại với nhau thành chuỗi ảnh chỉ số thực vật tăng cường nhằm dễ dàng theo dõi những thay đổi về trạng thái lớp phủ bề mặt trong năm 2012 ở ĐBSCL. Chuỗi ảnh EVI được tạo thông qua chức năng *Save file As* trên phần mềm ENVI.

Chỉ số EVI càng cao cho thấy sự phản xạ càng mạnh của thực vật ứng với những tone màu sáng, qua đó phản ánh lớp phủ thực vật càng dày đặc và ngược lại tại những thời điểm giá trị EVI thấp phản ánh tình trạng thưa thớt của lớp phủ thực vật (hình 1, phụ lục 1). Giá trị EVI có thể giảm dần chỉ bằng 0 đối với những khu vực rất ít thực vật hoặc không có sự hiện diện của thực vật và đôi khi mang giá trị âm đối với những khu vực bị ngập nước.

Ảnh EVI của từng tháng trong năm 2012 được trình bày đại diện ở hình 4.2 cho thấy sự thay đổi thực vật theo thời gian.



Hình 4.2. Ảnh chỉ số EVI khu vực nghiên cứu

Chuỗi ảnh EVI được tạo ra cung cấp cái nhìn tổng quan về sự thay đổi trạng thái của lớp phủ thực vật qua từng giai đoạn trong năm 2012. Ảnh EVI được trình bày trong hình 4.2 với các tone màu tối ứng với giá trị EVI cao, ngược lại tone màu sáng ứng với giá trị EVI thấp. Đối tượng quan tâm của nghiên cứu là những vùng ngập nước tương ứng với tone màu sáng được thể hiện trên ảnh.

Trong khoảng thời gian từ 27/07/2012 - 04/08/2012 tình trạng của thảm thực vật ở các tỉnh đầu nguồn ĐBSCL bắt đầu có sự thay đổi, chỉ số EVI biến đổi theo chiều hướng giảm dần đồng nghĩa với việc thảm thực vật ít dần đi, tone màu trên ảnh EVI tại những khu vực đầu nguồn sáng lên so với những thời điểm trước đó. Đến khoảng đầu

tháng 9 thảm thực vật có sự thay đổi rõ rệt hơn thực vật trở nên thưa thớt, tone màu sáng với diện tích ngày càng tăng và lan rộng ra các tỉnh lân cận trong KVNC. Nhưng đến thời điểm cuối năm vào giữa tháng 12 thảm thực vật bắt đầu trở nên dày đặc và dần khôi phục lại tình trạng ban đầu như những tháng đầu năm trước đó.

Sự thay đổi liên tục trạng thái thực vật tại các thời điểm khác nhau ở cuối năm tương đồng với thời gian xuất hiện lũ tại ĐBSCL, trên cơ sở thay đổi các khoảng giá trị EVI theo thời gian có sự đánh giá tổng quan về thay đổi trạng thái lớp phủ thực vật đồng thời phát hiện được sự hiện diện của nước trên bề mặt.

4.2.2. Chuỗi ảnh chỉ số nước bề mặt lớp phủ

❖ Ảnh chỉ số nước bề mặt lớp phủ.

Chỉ số nước bề mặt lớp phủ (Land Surface Water Index – LSWI): biểu thị mức độ thay đổi hàm lượng nước của lớp phủ bề mặt, được tạo ra dựa trên công thức:

$$LSWI = (NIR - SWIR) / (NIR + SWIR) \text{ (Nguồn: Islam S. A., et al., 2009).}$$

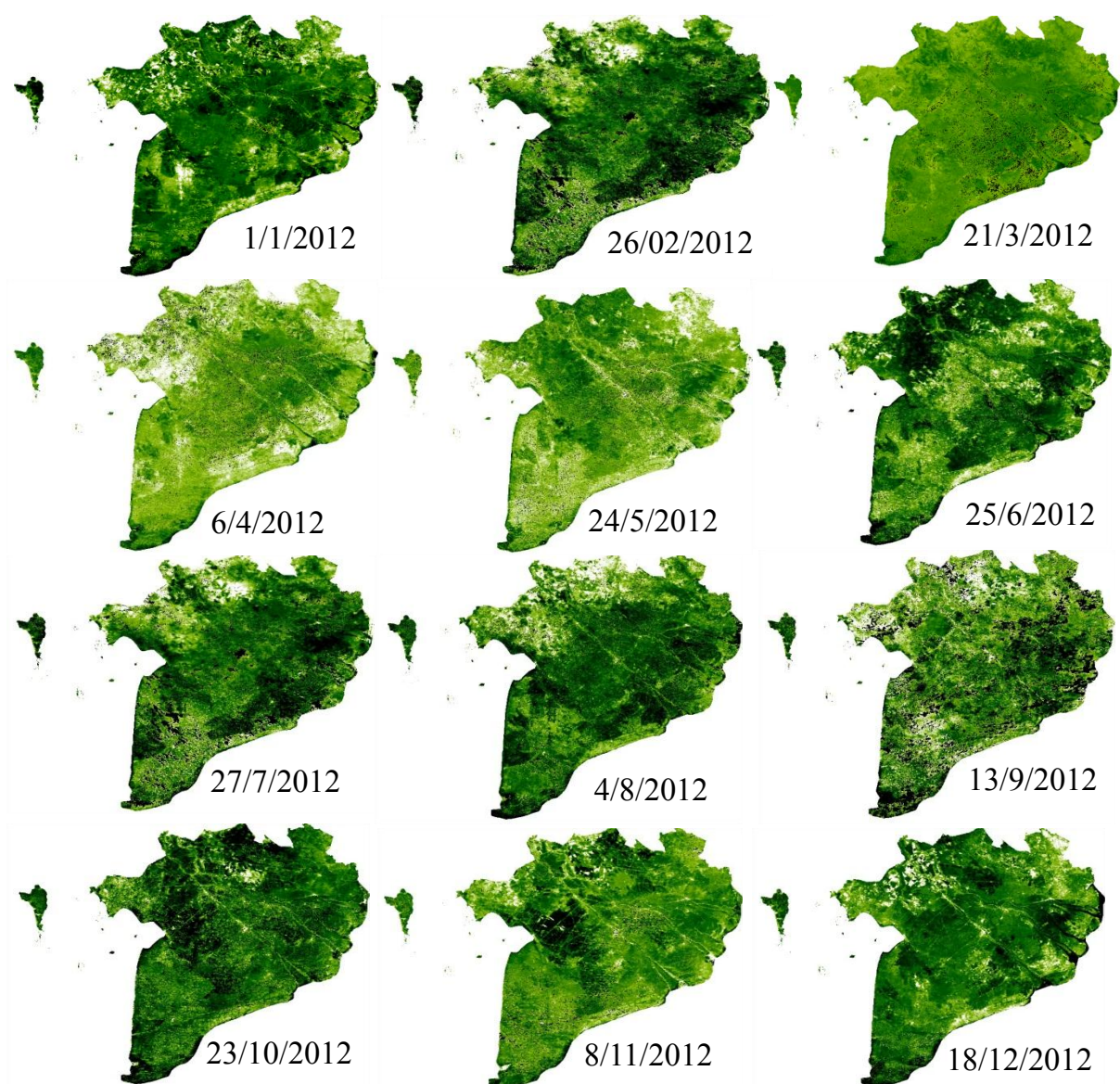
Trong đó:

- NIR: phản xạ phổ của kênh hồng ngoại gần
- SWIR: phản xạ phổ của kênh hồng ngoại ngắn

Ảnh LSWI được tạo ra thông qua việc nhập biểu thức trong hộp thoại Band Math trên công cụ *Basic Tools* của phần mềm ENVI, với kênh NIR và SWIR tương ứng với kênh 2, 6 trong ảnh MOD09A1. Ảnh LSWI sau khi tạo ra cũng được loại mây giúp quá trình giải đoán không bị nhầm lẫn giữa điểm ảnh mây với những đối tượng khác.

❖ Chuỗi ảnh chỉ số nước bề mặt lớp phủ

Ảnh chỉ số LSWI phản ánh sự hiện diện của nước tại mỗi thời điểm khác nhau trong năm. Giá trị LSWI càng cao cho thấy sự phản xạ càng mạnh của bề mặt nước tương ứng với lượng nước tồn tại trên bề mặt nhiều ứng với tone màu sáng, ngược lại với những nơi ít hoặc không có sự hiện diện của nước ứng với tone màu tối (hình 2, phụ lục 1).



Hình 4.3. Ảnh LSWI khu vực nghiên cứu

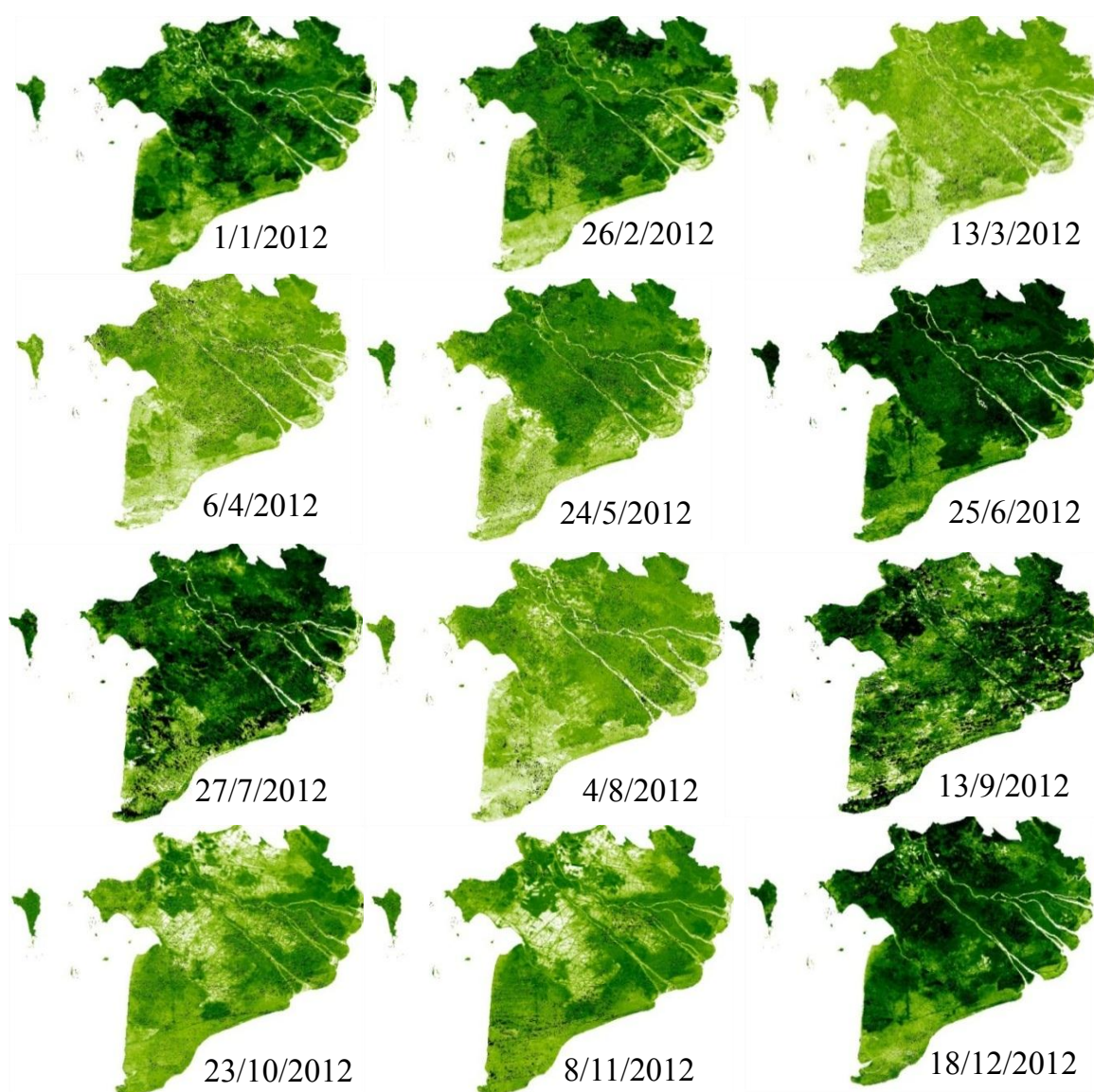
Các ảnh LSWI được trình bày trong hình 4.3 với các tone màu tối thể hiện giá trị LSWI cao tương ứng với những vùng ngập nước và với những vùng ít hoặc không có sự hiện diện của nước tương ứng với các điểm ảnh có tone màu sáng.

Hình 4.3 cho thấy ở các tháng đầu năm không có sự thay đổi nhiều của các điểm ảnh nước, phần diện tích ứng với tone màu sáng trên ảnh ở các tỉnh đầu nguồn cho thấy sự hiện rất ít và hầu như không có của các điểm ảnh nước. Nhưng trong khoảng thời gian từ tháng 9 đến cuối năm diện tích điểm ảnh nước bắt đầu có xu hướng biến đổi rõ rệt theo chiều hướng tăng lên tương ứng với giai đoạn lũ ở ĐBSCL năm 2012. Thông qua các cấp độ sáng tối khác nhau trên ảnh có thể thấy được sự thay đổi nước

trên bề mặt lớp phủ giữa những tháng đầu năm so với những tháng cuối năm, tạo cơ sở trong việc phân loại, theo dõi diễn biến lũ KVNC.

4.2.3. Chuỗi ảnh khác biệt giữa chỉ số thực vật tăng cường và chỉ số nước bề mặt lớp phủ

Để có sự đánh giá chính xác về hiện trạng ngập lũ KVNC cần thiết phải kết hợp các chỉ số lại với nhau. Chỉ số DVEL được tính toán từ chỉ số EVI và LSWI có bản chất tương tự như chỉ số thực vật tăng cường EVI được thể hiện trong hình 4.4.



Hình 4.4. Ảnh DVEL khu vực nghiên cứu

Mỗi ảnh DVEL của từng thời điểm trong năm cũng được liên kết lại với nhau tạo chuỗi ảnh không mây khu vực nghiên cứu. Các chuỗi ảnh EVI, LSWI và DVEL được tạo ra nhằm kết hợp, bổ sung cho nhau tạo cơ sở chặt chẽ cho quá trình phân loại, làm tăng tính chính xác trong việc giải đoán.

Thời điểm thay đổi các khoảng giá trị DVEL tương tự như ảnh chỉ số EVI, khoảng thời gian từ ngày 4/8/2012 diện tích mặt nước bắt đầu xuất hiện ở các tỉnh đầu nguồn diễn biến theo chiều hướng tăng lên và lan rộng ra các tỉnh lân cận đến khoảng thời gian từ 15/10/2012 - 23/10/2012 diện tích mặt nước đạt cực đại sau đó rút dần vào khoảng đầu tháng 12 của năm.

Sự thay đổi bề mặt lớp phủ thực vật trong ảnh EVI cũng như thời gian xuất hiện những điểm ảnh nước trong ảnh LSWI cùng với sự kết hợp giữa những khoảng giá trị EVI, LSWI và DVEL cung cấp cơ sở trong quá trình xác định những điểm ảnh lũ tạo cái nhìn chính xác nhất về sự thay đổi không gian ngập lũ của ĐBSCL trong năm 2012.

4.3. Phân loại đối tượng dựa trên kết hợp các chỉ số EVI, LSWI, DVEL

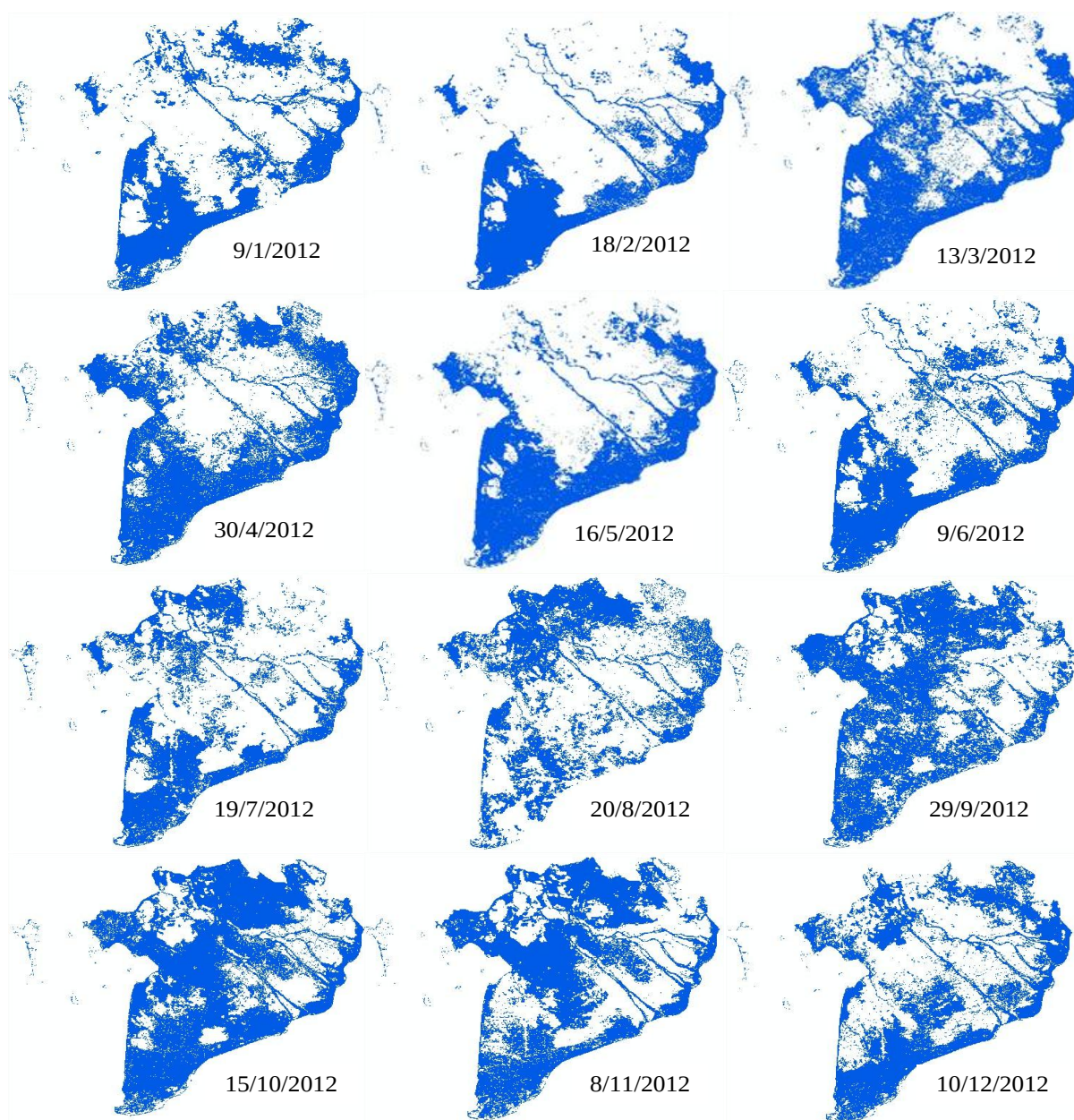
4.3.1. Kết quả phân loại những điểm ảnh liên quan đến nước

Để phát hiện chính xác những điểm ảnh lũ thì điều cần thiết phải tách được những điểm ảnh lũ ra từ những điểm ảnh được xác định liên quan đến nước. Vì vậy, việc xác định những điểm ảnh liên quan đến nước là cần thiết và trở thành cơ sở trong quá trình phân loại các đối tượng.

Đối tượng chủ yếu cần được phân loại trong nghiên cứu là những điểm ảnh liên quan đến nước vì vậy 2 đối tượng chính cần được phân loại là những điểm ảnh ngập nước (sông, khu vực nuôi trồng thủy sản, ruộng lúa, nước chảy tràn do lũ đổ về và những khu vực bị ngập do lũ) và những điểm ảnh không ngập (rừng, đồi núi, đất trống hay lớp phủ thực vật).

Thực hiện theo nội dung, phương pháp đã được trình bày trong mục 3.2.1, việc kết hợp các khoảng giá trị $EVI \leq 0,3$ và $DVEL \leq 0,05$ hay $EVI \leq 0,05$ và $LSWI \leq 0$ giúp xác định được những điểm ảnh liên quan đến nước thông qua công cụ *Band Threshold to ROI* trong hộp thoại ROI Tool của phần mềm ENVI. Cùng với đó những điểm ảnh

không ngập cũng được phát hiện thông qua giá trị $EVI > 0,3$. Kết quả phân loại những điểm ảnh liên quan đến nước được thể hiện trong hình 4.5.



Hình 4.5. Kết quả phân loại những điểm ảnh liên quan đến nước

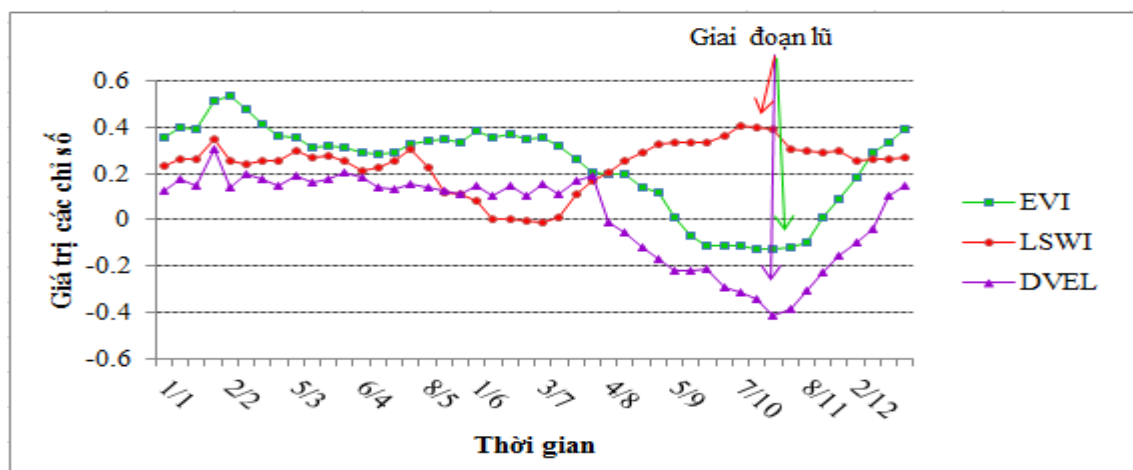
Hình 4.5 cho thấy kết quả phân loại ảnh tại các thời điểm khác nhau trong nghiên cứu, mỗi ảnh được lấy đại diện cho từng tháng qua có có cái nhìn tổng quan hơn về sự thay đổi trong phân bố không gian và thời gian của các điểm ảnh liên quan đến nước.

Khu vực nghiên cứu thể hiện trên ảnh được phân loại thành 2 đối tượng, phần diện tích màu xanh là kết quả của quá trình phân loại kết hợp các chỉ số $EVI \leq 0,3$ và

$DVEL \leq 0,05$ hay $EVI \leq 0,05$ và $LSWI \leq 0$ ứng với những khu vực bị ngập nước (sông, khu vực nuôi trồng thủy sản, ruộng lúa, nước chảy tràn do lũ đổ về và những khu vực bị ngập do lũ) và phần diện tích màu trắng thể hiện những khu vực không ngập thông qua việc phân loại chỉ số $EVI > 0,3$.

Hình 4.5 cho thấy vào khoảng 6 tháng cuối năm cụ thể trong thời gian từ 19/7/2012 trở về sau ở các tỉnh đầu nguồn như: Đồng Tháp, An Giang, Long An và Kiên Giang bắt đầu có sự hiện diện của những điểm ảnh liên quan đến nước sau đó đến các tỉnh lân cận trong khu vực. Đây cũng là thời gian bắt đầu mùa mưa lũ nên việc thay đổi diện tích của những điểm ảnh liên quan đến nước cung cấp cái nhìn tổng quan và là cơ sở trong việc theo dõi diễn biến lũ khu vực nghiên cứu.

Kết quả phân loại trên cho thấy hiện trạng ngập của từng thời điểm trong năm ở ĐBSCL cũng như sự thay đổi giá trị của các chỉ số EVI, LSWI và DVEL theo thời gian. Dựa trên kết quả phân loại cùng với biểu đồ thể hiện sự thay đổi của các chỉ số EVI, LSWI và DVEL ở từng giai đoạn trong năm giúp việc phát hiện lũ trở nên chính xác hơn.



Hình 4.6. Biểu đồ thể hiện sự thay đổi giá trị EVI, LSWI, DVEL theo thời gian

Hình 4.6 cho thấy, khoảng thời gian 6 tháng cuối năm giá trị chỉ số LSWI bắt đầu tăng tương ứng với lượng nước tồn tại trên bề mặt tăng, cũng vào thời điểm này giá trị chỉ số EVI và DVEL giảm cho thấy lớp phủ thực vật bề mặt giảm và giai đoạn này được xác định là lũ.

Dựa vào biểu đồ hình 4.6 có thể ước đoán được thời gian bắt đầu ngập lũ, đạt đỉnh cũng như thời gian kết thúc mùa lũ năm 2012 ở khu vực ĐBSCL. Việc kết hợp các chỉ số EVI, LSWI và DVEL không chỉ tạo cơ sở chặt chẽ cho quá trình phân loại giúp phát hiện một cách chính xác những điểm ảnh ngập nước mà còn cung cấp cái nhìn tổng quan về thời gian bắt đầu cũng như kết thúc mùa lũ.

Do ảnh vệ tinh MODIS được sử dụng trong nghiên cứu là ảnh được tổ hợp 8 ngày nên không luôn luôn ghi nhận lại chính xác thời điểm bắt đầu, đạt đỉnh và kết thúc mùa lũ vì vậy việc căn cứ vào sự thay đổi của các chỉ số EVI, LSWI và DVEL theo thời gian thì vô cùng cần thiết để có cái nhìn chính xác về quá trình diễn biến lũ trong mùa lũ năm 2012 ở ĐBSCL.

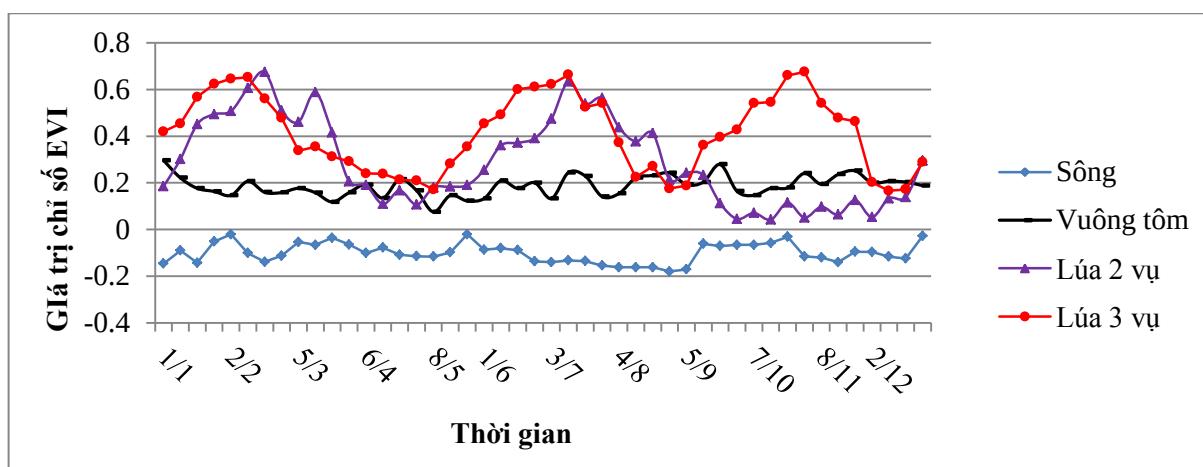
Có thể ước đoán thời gian bắt đầu ngập lũ dựa vào biểu đồ hình 4.6 đó là khoảng thời gian mà giá trị của chỉ số LSWI bắt đầu tăng bên cạnh đó là sự thay đổi của các khoảng giá trị EVI và DVEL theo chiều hướng giảm dần. Đỉnh lũ được xác định vào khoảng thời gian mà chỉ số LSWI đạt cực đại tương ứng với khoảng thời gian mà giá trị 2 chỉ số EVI và DVEL đạt cực tiểu. Cuối cùng, thời điểm mà chỉ số EVI và DVEL bắt đầu tăng lên sau khi đạt cực tiểu nhưng đồng thời chỉ số LSWI bắt đầu giảm xuống được xác định là thời gian kết thúc ngập lũ.

4.3.2. Cơ sở phân loại những điểm ảnh ngập lũ với những đối tượng ngập nước khác

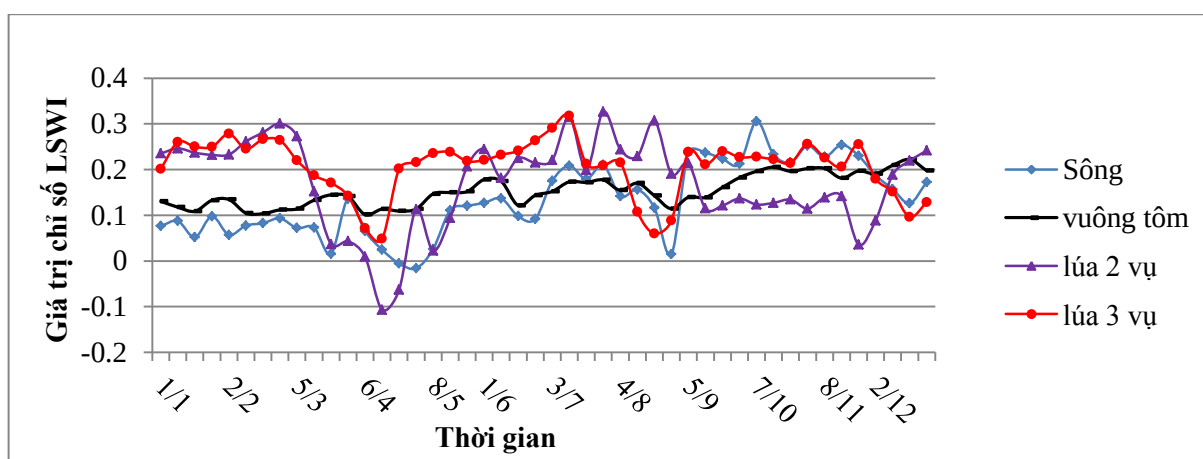
Vì đều là những điểm ảnh liên quan đến nước nên cần thiết phải có sự phân loại rõ ràng nhằm xác định chính xác những khu vực bị ngập bởi lũ. Quá trình phân loại những điểm ảnh liên quan đến nước đã được thực hiện, tuy nhiên đây chỉ là điều kiện cần thiết để xác định những điểm ảnh lũ lụt nhưng chưa giúp phân biệt những điểm ảnh lũ lụt với những đối tượng ngập nước còn lại như sông, khu vực nuôi trồng thủy sản, ruộng lúa hay thực vật ngập nước.

Tại mỗi thời điểm khác nhau ở từng khu vực mỗi đối tượng có những sự phản xạ khác nhau tùy thuộc vào sự hiện diện của thực vật nhiều hay ít cũng như hàm lượng phù sa ở từng khu vực. Tuy nhiên, giá trị EVI, LSWI và DVEL của mỗi đối tượng luôn dao động trong những khoảng giá trị nhất định. Dựa trên cơ sở đó, kết hợp với kết quả phân loại và bản đồ hiện trạng cơ cấu mùa vụ của ĐBSCL (Trần Thanh Thi, 2012)

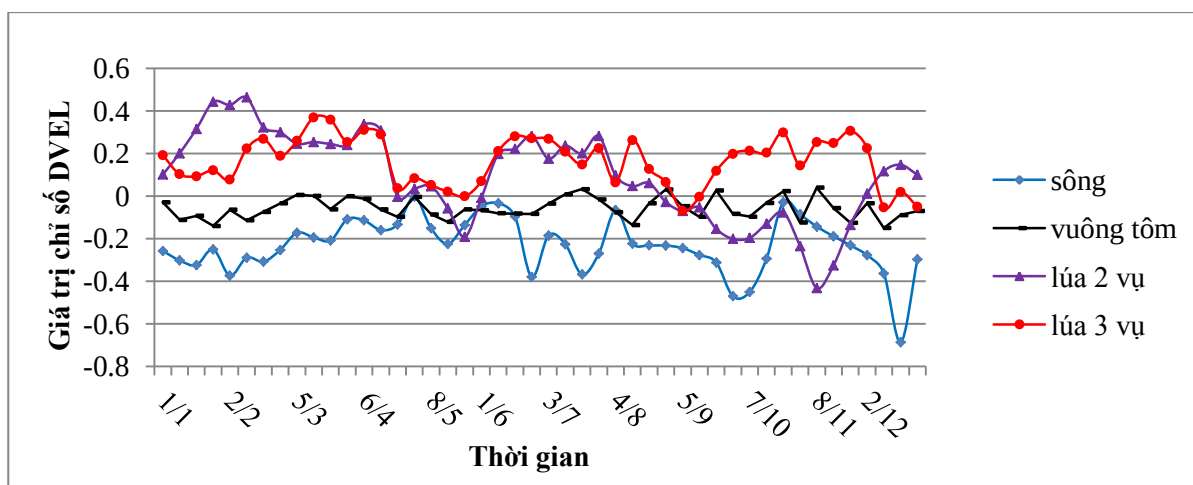
các đối tượng sông, ruộng tôm, lúa 2 vụ, lúa 3 vụ có thể tách biệt thông qua những khoảng giá trị của các chỉ số này.



Hình 4.7. Biểu đồ thể hiện sự biến động giá trị EVI của một số đối tượng



Hình 4.8. Biểu đồ thể hiện sự biến động giá trị LSWI của một số đối tượng



Hình 4.9. Biểu đồ thể hiện sự biến động giá trị DVEL của một số đối tượng

Hình 4.7 thể hiện sự thay đổi những khoảng giá trị của các chỉ số đối với từng đối tượng theo thời gian. Giá trị EVI tại những thời điểm canh tác lúa 2 vụ, lúa 3 vụ luôn lớn hơn 0,1. Đối với ruộng tôm, khoảng giá trị luôn bình ổn trong suốt năm với giá trị dao động trong khoảng 0,05 đến 0,3. Giá trị EVI của sông luôn nhỏ hơn hoặc bằng 0,05.

Có cùng bản chất với chỉ số EVI, giá trị DVEL càng cao khi lớp phủ thực vật càng nhiều và ngược lại, khi lớp phủ nước bề mặt càng nhiều đồng nghĩa với sự hiện diện ít đi của thực vật thì giá trị DVEL cũng thấp dần.

Dựa vào khoảng giao động của các đối tượng làm cơ sở cho việc phân loại giữa những điểm ảnh lũ và những điểm ảnh liên quan đến nước. Từ kết quả phân loại trên kết hợp với những điểm ảnh liên quan đến nước đã được xác định tiến hành tách chúng thành hai đối tượng:

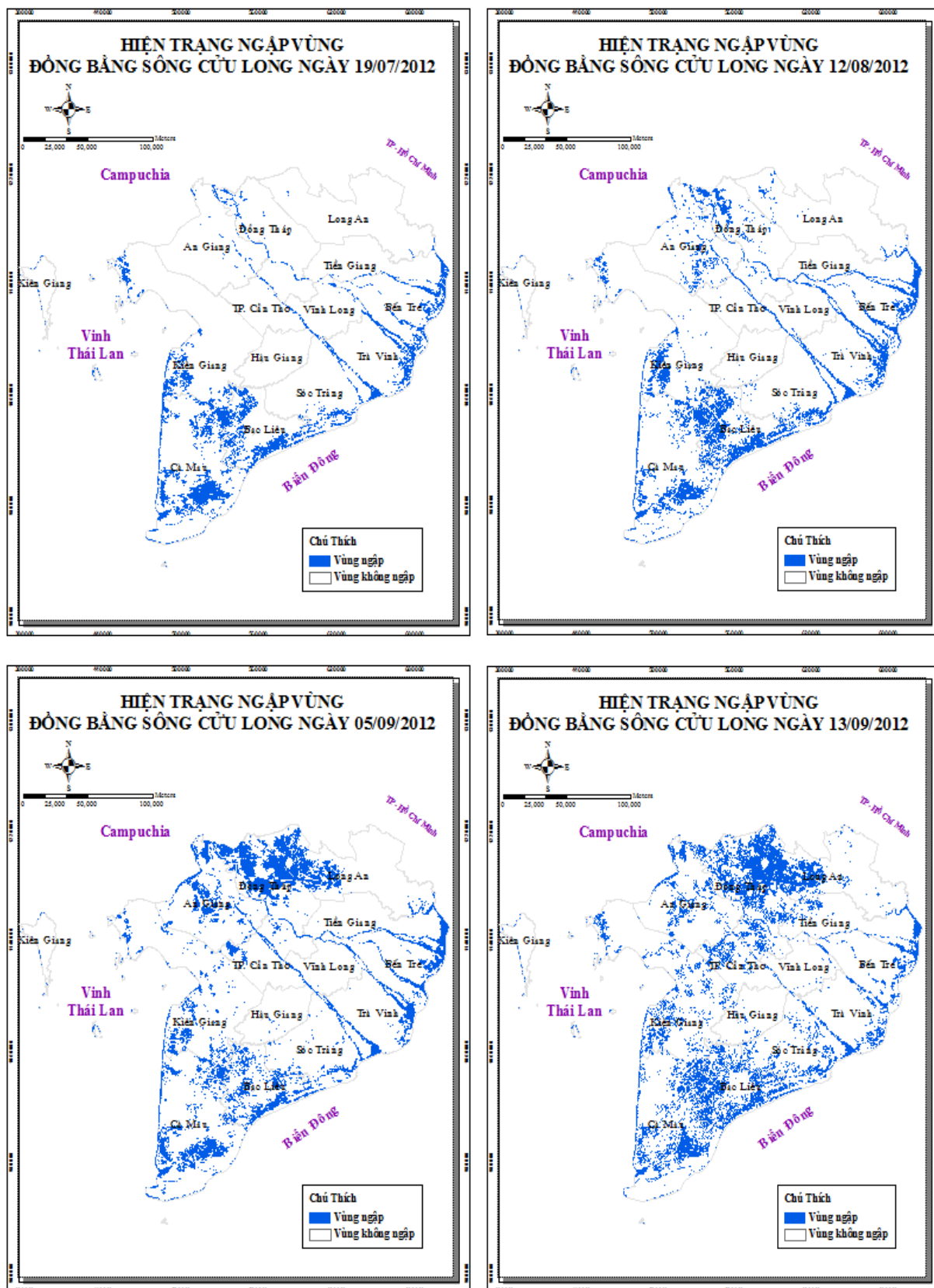
- $0,1 < \text{EVI} \leq 0,3$: điểm ảnh hỗn hợp bao gồm nước lẫn thực vật.
- $\text{EVI} \leq 0,1$: điểm ảnh nước bao gồm sông, ruộng tôm và những khu vực ngập nước do lũ.

4.3.3. Hiện trạng ngập vùng ĐBSCL

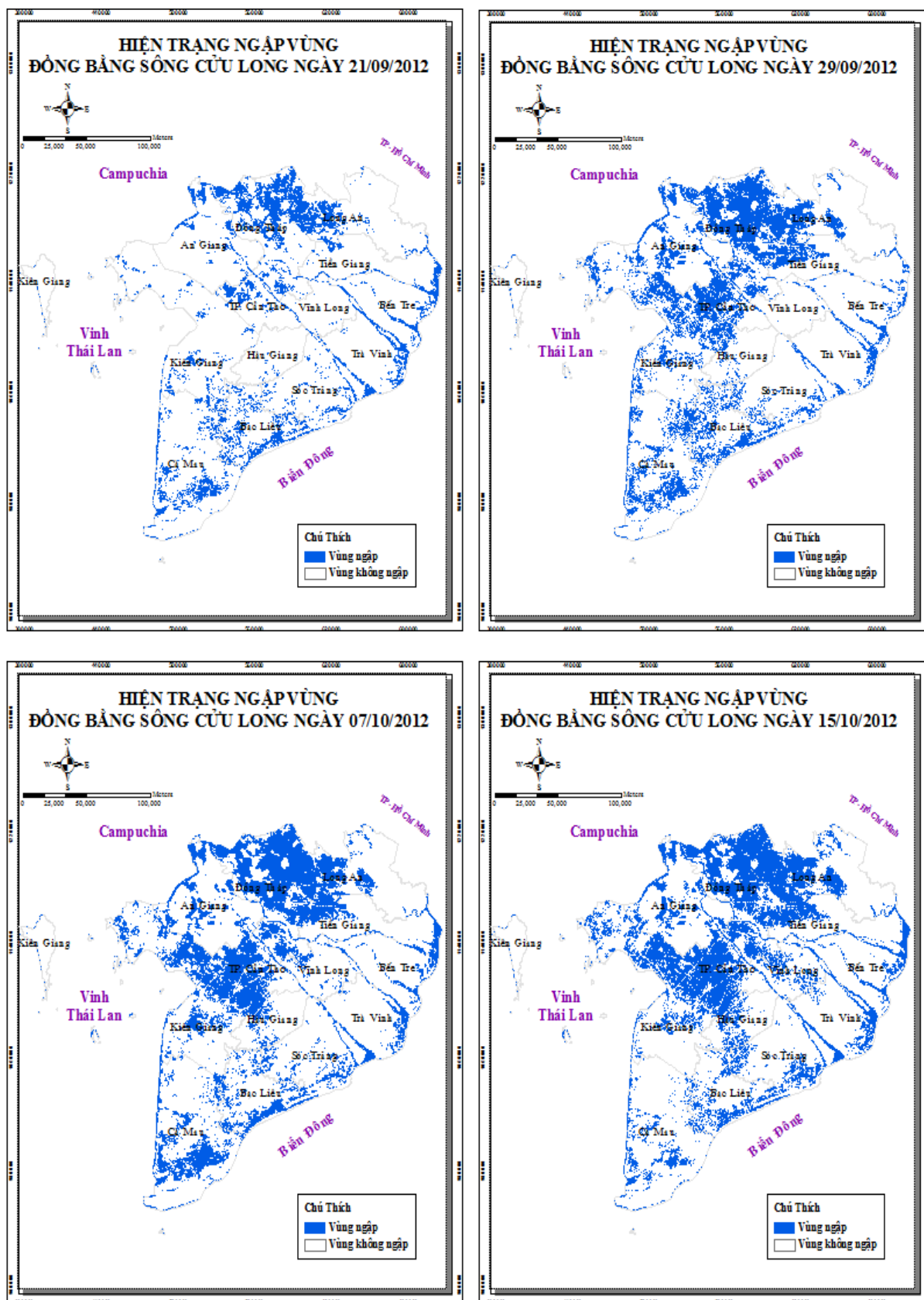
4.3.3.1. Sự thay đổi không gian ngập nước theo thời gian năm 2012 ở ĐBSCL

Theo Ngô Thanh Thoảng (2012), thông thường lũ xuất hiện ở ĐBSCL vào khoảng 6 tháng cuối năm, theo quy luật chung này kết hợp với sự thay đổi không gian ngập nước vào từng giai đoạn trong năm làm cơ sở theo dõi diễn biến lũ và xác định mức độ lũ lụt trong năm 2012 ở ĐBSCL.

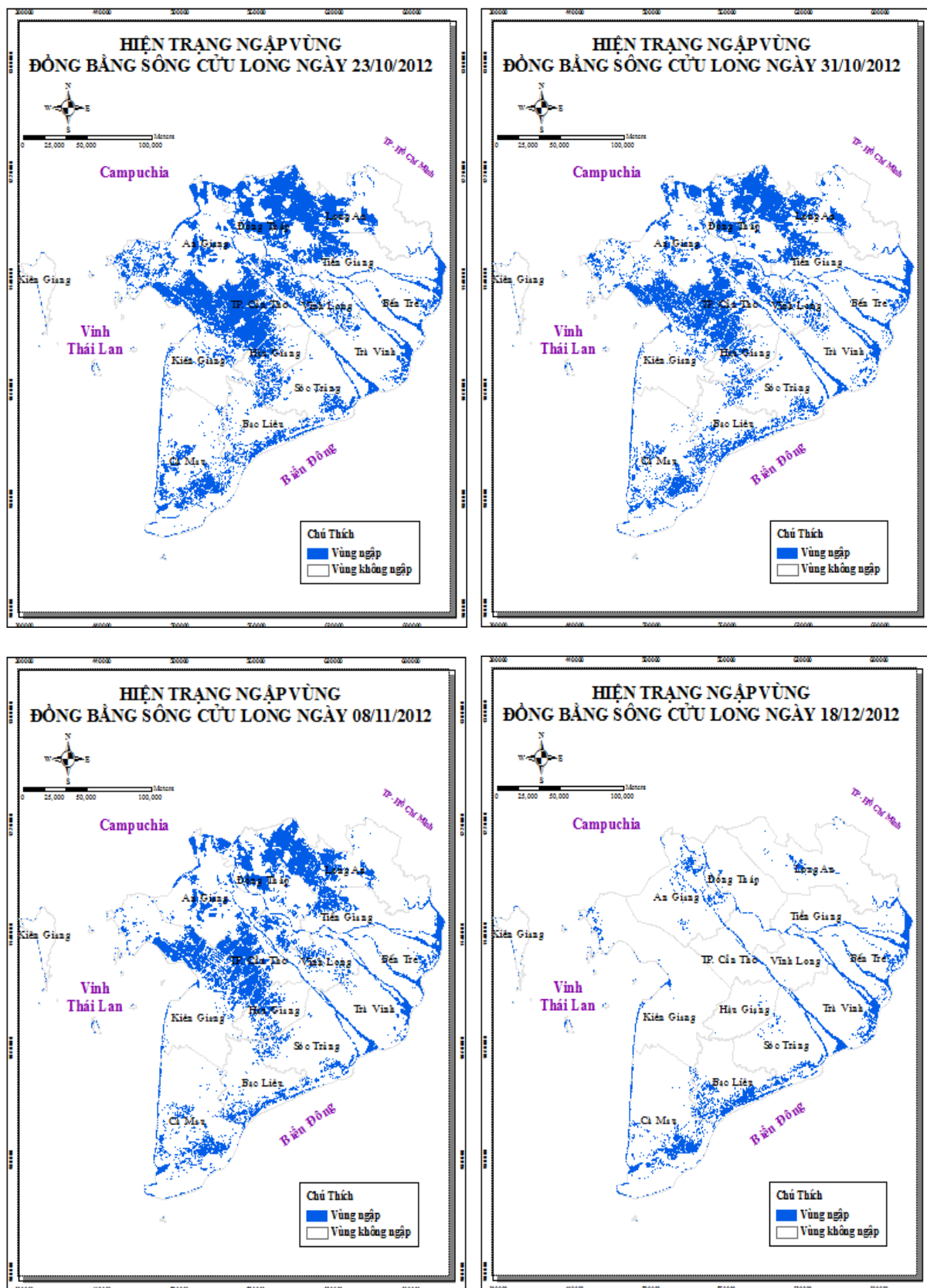
Đối với các tỉnh ven biển ở ĐBSCL như: Bến Tre, Trà Vinh, Sóc Trăng, Bạc Liêu, Cà Mau, Kiên Giang chỉ duy nhất tỉnh Kiên Giang bị ảnh hưởng bởi lũ và phần diện tích của những điểm ảnh nước xuất hiện trên ảnh ở các tỉnh còn lại chủ yếu là diện tích nuôi trồng thủy sản và ruộng tôm.



Hình 4.10. Sự thay đổi không gian ngập nước ở ĐBSCL năm 2012



Hình 4.10. Sự thay đổi không gian ngập nước ở ĐBSCL năm 2012 (tiếp theo)

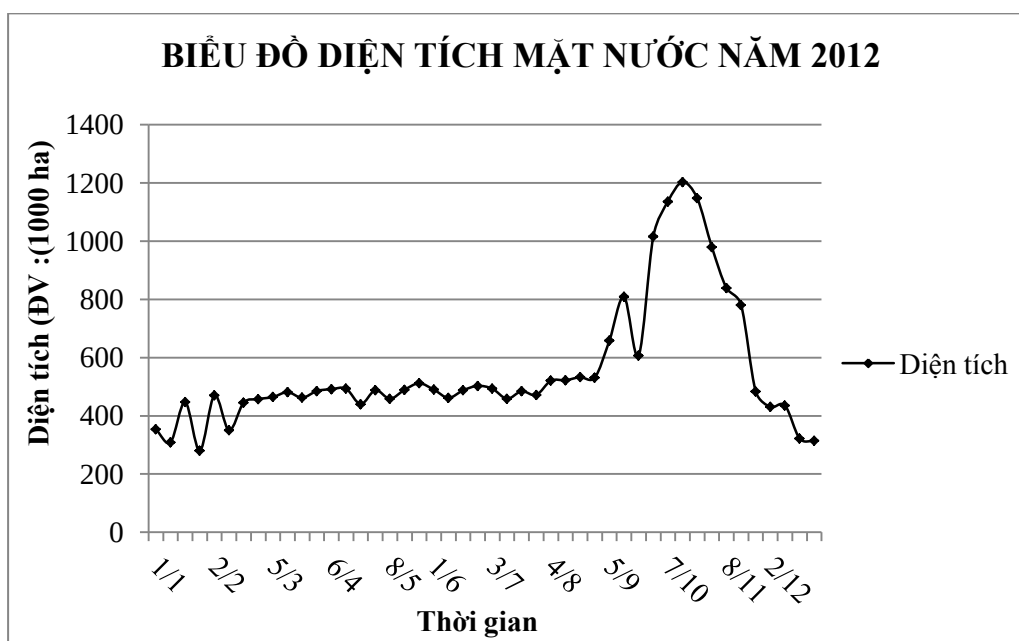


Hình 4.10. Sự thay đổi không gian ngập nước ở ĐBSCL năm 2012 (tiếp theo)

Sự phân bố không gian hiện trạng ngập được trình bày trong hình 4.10 thể hiện sự thay đổi của các điểm ảnh nước tại các thời điểm khác nhau trong năm. Trong đó, phần diện tích màu xanh thể hiện vùng ngập nước bao gồm các đối tượng ngập do lũ và các đối tượng bị ngập dài hạn (sông, diện tích nuôi trồng thủy sản), và những vùng không ngập được thể hiện bằng màu trắng trên ảnh.

Hình 4.10 cho thấy ở các tỉnh đầu nguồn ĐBSCL bắt đầu xuất hiện những điểm ảnh nước vào khoảng tháng 7, tháng 8. Diện tích mặt nước bắt đầu tăng và đạt cực đại vào khoảng tháng 9, tháng 10, sau đó giảm dần trong 2 tháng cuối năm qua đó giúp có cái nhìn tổng quan hơn về không gian cũng như thời gian ngập lũ ở ĐBSCL năm 2012.

Cụ thể dựa vào sự thay đổi không gian ngập nước ở hình 4.10 kết hợp với biểu đồ thay đổi diện tích mặt nước theo thời gian hình 4.11 cho thấy toàn bộ quá trình diễn biến mặt nước năm 2012 tại ĐBSCL. Vào giai đoạn cuối tháng 7 diện tích mặt nước bắt đầu có sự thay đổi nhưng rất ít ở các tỉnh đầu nguồn. Nhưng đến đầu tháng 8 trong khoảng thời gian từ 4/8/2012 đến 12/8/2012 diện tích mặt nước ở các tỉnh có sự tăng lên rõ rệt, diện tích mặt nước có sự biến động lớn theo chiều hướng tăng lên đặc biệt đối với các tỉnh đầu nguồn và đạt cực đại vào khoảng 15/10/2012. Đến khoảng cuối tháng 11 đầu tháng 12 diện tích mặt giảm đáng kể so với thời gian đạt đỉnh. Có thể theo dõi cụ thể ở biểu đồ hình 4.11.



Hình 4.11. Biểu đồ diện tích mặt nước năm 2012 ở ĐBSCL

Diện tích mặt nước vào những tháng đầu năm dao động bình ổn trong một khoảng nhất định và bắt đầu tăng lên từ khoảng cuối tháng 7 đầu tháng 8 tương ứng với thời điểm bắt đầu mùa lũ ở ĐBSCL. Biểu đồ hình 4.11 cung cấp cái nhìn tổng quan về sự thay đổi diện tích mặt nước tại các thời điểm khác nhau trong năm đồng thời làm cơ sở xác định diễn biến cũng như mức độ lũ của năm 2012.

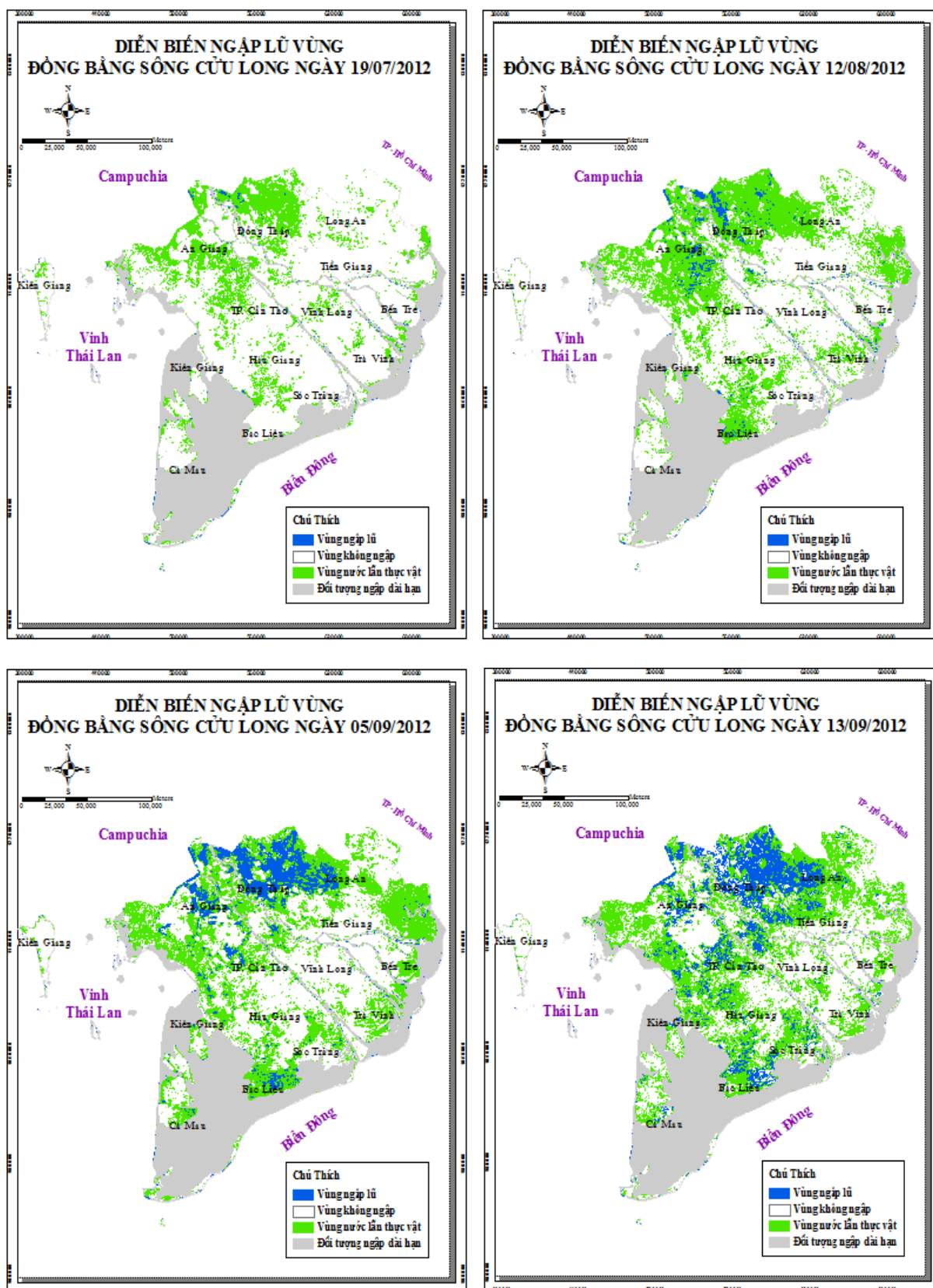
4.3.3.2. Diễn biến lũ theo thời gian năm 2012 khu vực ĐBSCL

Để có sự đánh giá chính xác về hiện trạng cũng như diễn biến lũ khu vực ĐBSCL cần thiết phải có sự phân biệt rõ ràng giữa những điểm ảnh liên quan đến nước, nhằm cung cấp cái nhìn chính xác hơn về sự thay đổi không gian ngập lũ theo thời gian năm 2012.

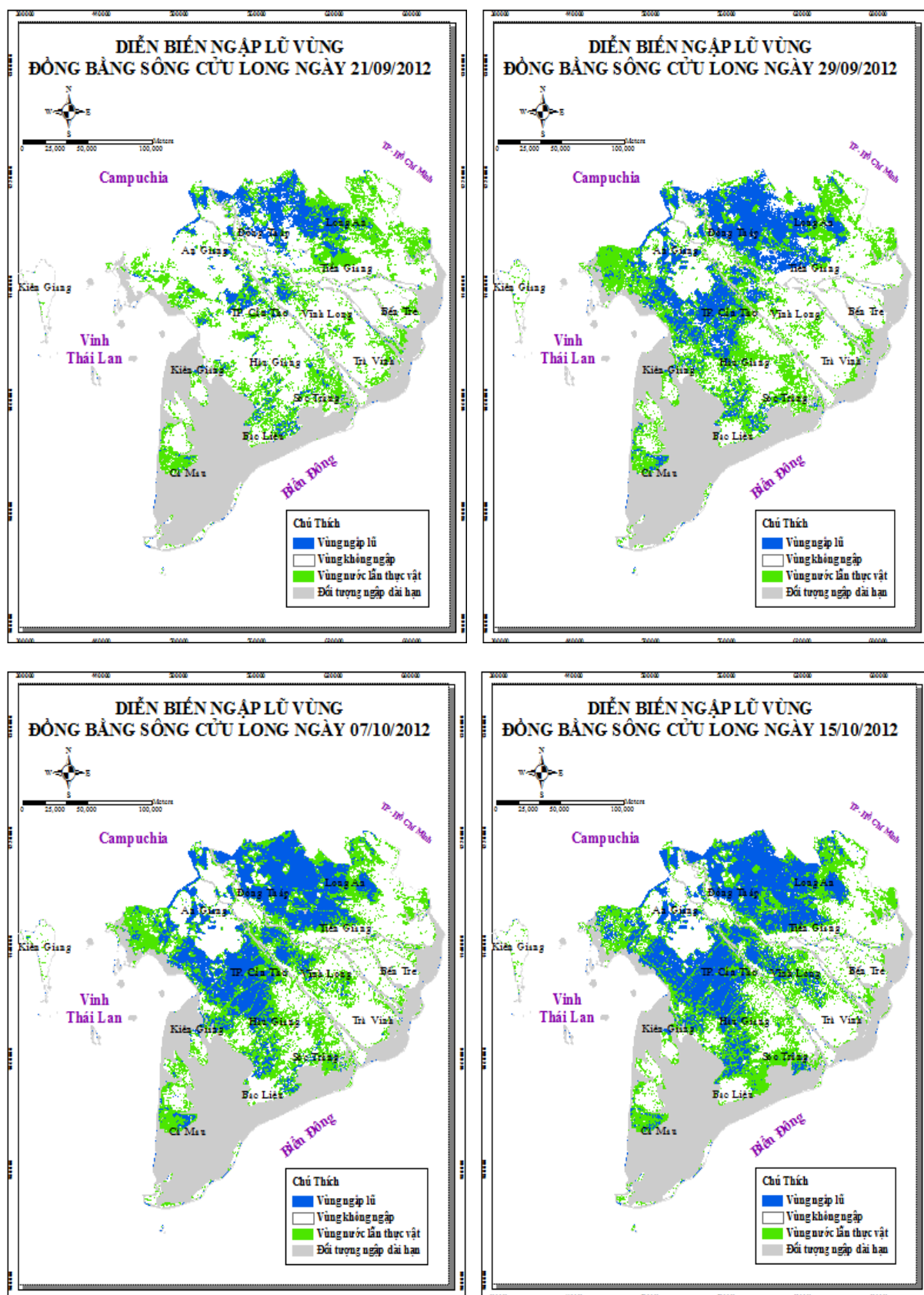
Chỉ số $EVI \leq 0,1$ giúp phát hiện những điểm ảnh lũ nhưng đồng thời bao gồm cả những khu vực bị ngập dài hạn (sông, khu vực nuôi trồng thủy sản). Việc tách những khu vực ngập dài hạn ra khỏi điểm ảnh lũ nhằm tạo ra kết quả phân loại tốt nhất cho quá trình giải đoán.

Từ kết quả phân loại những điểm ảnh nước cũng như điểm ảnh hỗn hợp, không gian ngập được hiển thị càng cụ thể hơn. Những khu vực ngập dài hạn được tách ra thông qua giá trị chỉ số $EVI \leq 0,1$ kết hợp với khoảng thời gian ngập > 180 ngày, tạo cái nhìn chính xác về không gian ngập lũ ở ĐBSCL năm 2012. Những khu vực ngập dài hạn ở các tỉnh ven biển chủ yếu là phần diện tích nuôi trồng thủy sản và ít bị ảnh hưởng bởi lũ (Ngô Thanh Thoảng, 2012). Việc tách những khu vực ngập dài hạn ra khỏi những điểm ảnh nước giúp quá trình theo dõi diễn biến lũ cùng việc tính toán xác định diện tích ngập lũ trong năm 2012 ở các tỉnh ĐBSCL được thực hiện dễ dàng hơn.

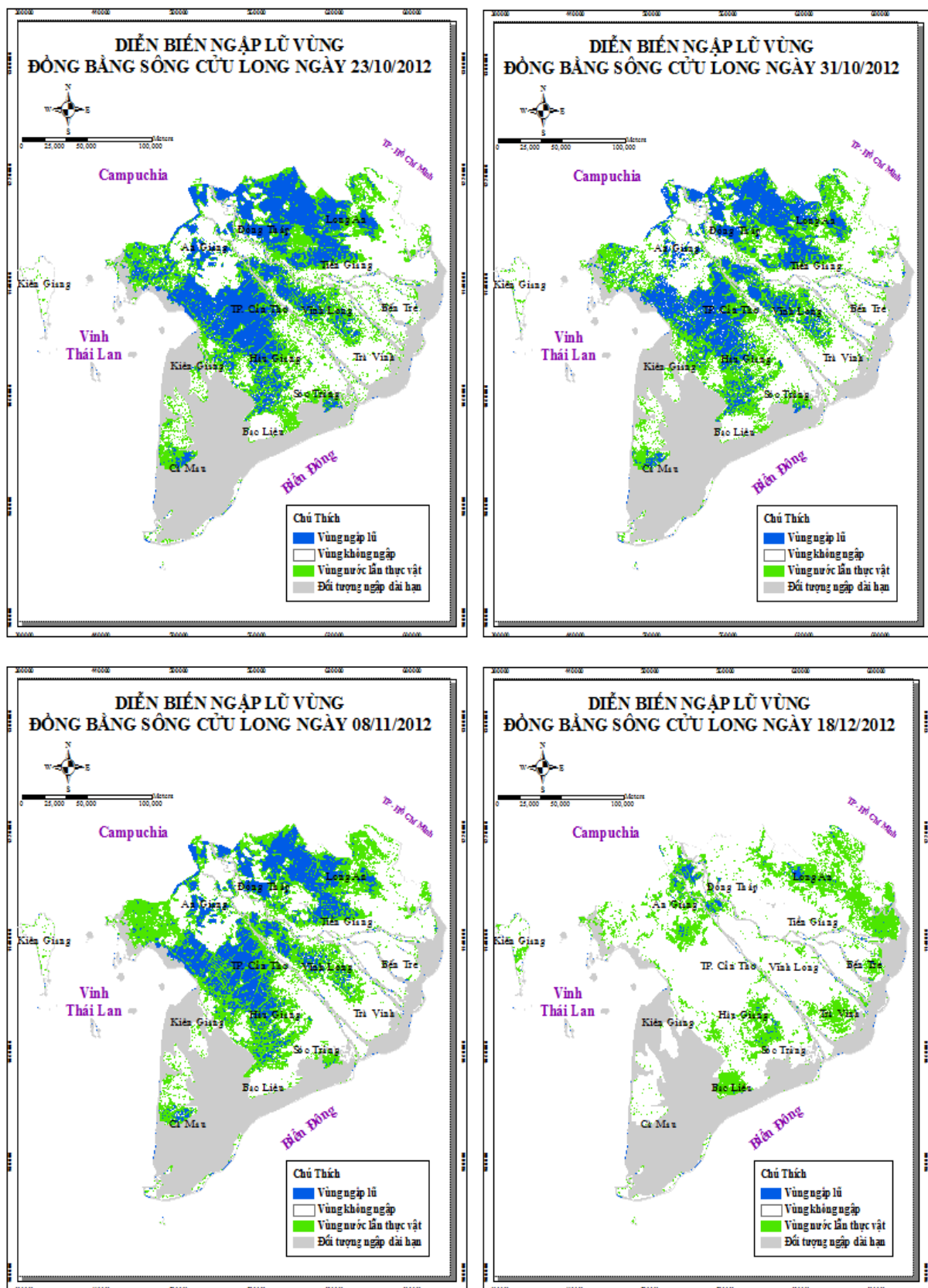
Lũ biến đổi từng ngày và không gian ngập lũ cũng thay đổi liên tục theo thời gian, việc theo dõi lũ thông qua các số liệu mực nước đơn thuần chỉ xác định sự thay đổi diện tích mực mặt nước theo thời gian. Tuy nhiên, với việc sử dụng dữ liệu ảnh vệ tinh MODIS cho thấy sự thay đổi diện tích mặt nước cả về không gian lẫn thời gian, cung cấp cái nhìn rõ ràng và trực quan hơn khi các đối tượng ngập nước được thể hiện hoàn toàn trên ảnh.



Hình 4.12. Diễn biến ngập lũ vùng ĐBSCL năm 2012



Hình 4.12. Diễn biến ngập lũ vùng ĐBSCL năm 2012 (tiếp theo)



Hình 4.12. Diễn biến ngập lũ vùng ĐBSCL năm 2012 (tiếp theo)

Khu vực ngập dài hạn được tách ra dựa vào thời gian ngập > 180 ngày giúp việc hiển thị sự phân bố không gian ngập lũ theo thời gian chính xác hơn đồng thời giúp quá trình theo dõi diễn biến lũ tại ĐBSCL năm 2012 được dễ dàng hơn.

Có thể thấy, thời gian ngập lũ của ĐBSCL năm 2012 bắt đầu vào cuối tháng 7 đầu tháng 8 diện tích ngập lũ xuất hiện đầu tiên ở các tỉnh đầu nguồn ĐBSCL như An Giang, Đồng Tháp, Long An và Kiên Giang sau đó tăng dần trong những khoảng thời gian kế tiếp. Đến cuối tháng 8 diện tích ngập lũ lan rộng ra các tỉnh còn lại trong khu vực. Diện tích ngập lũ liên tục tăng nhanh trong các tháng tiếp theo và đạt cực đại vào khoảng giữa tháng 10, đến đầu tháng 12 diện tích ngập lũ bắt đầu giảm dần.

Tuy thời gian bắt đầu ngập lũ không đồng nhất đối với các tỉnh nhưng nhìn chung đỉnh lũ xuất hiện hầu hết ở các tỉnh đều trong khoảng giữa tháng 10, sau đó diện tích ngập lũ giảm đáng kể vào 2 tháng cuối năm.

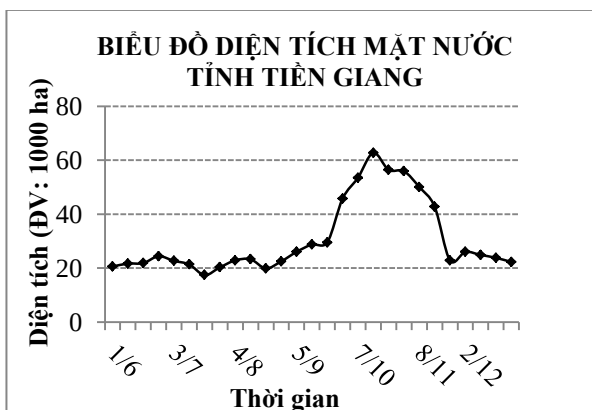
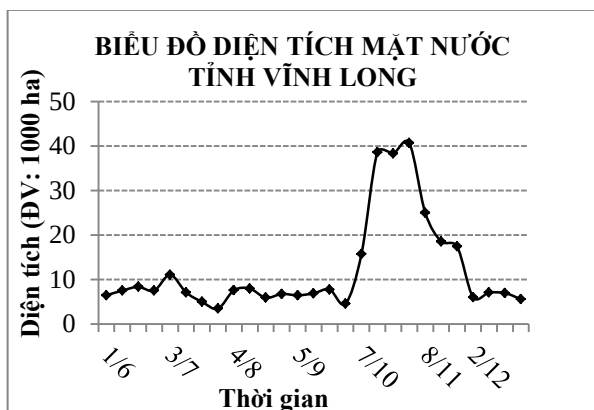
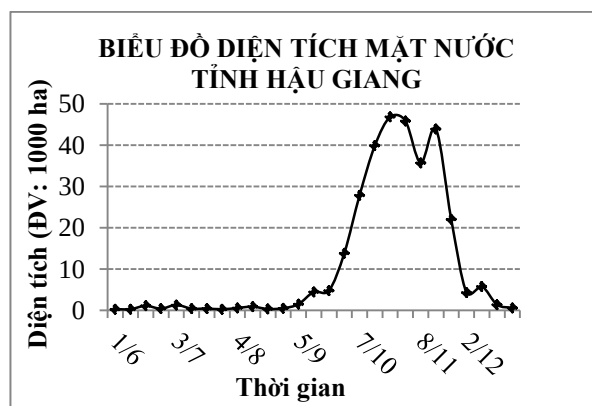
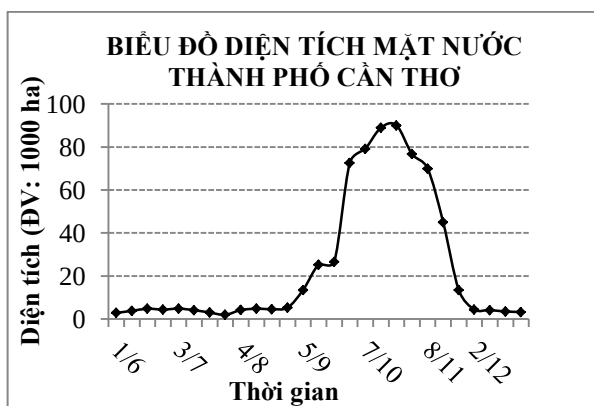
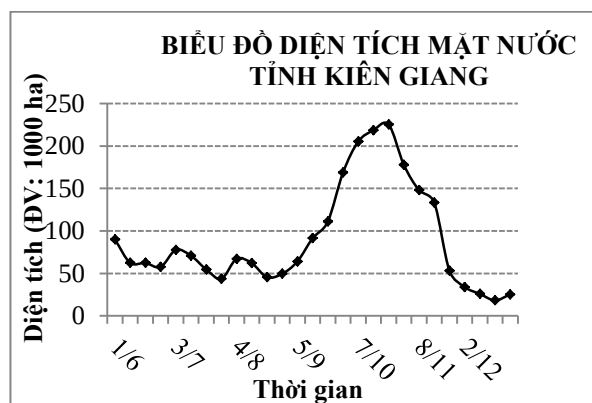
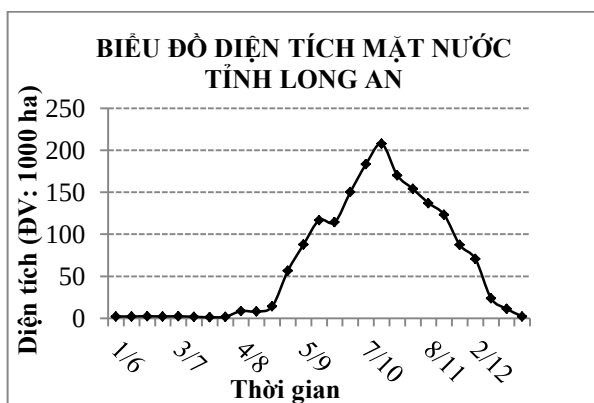
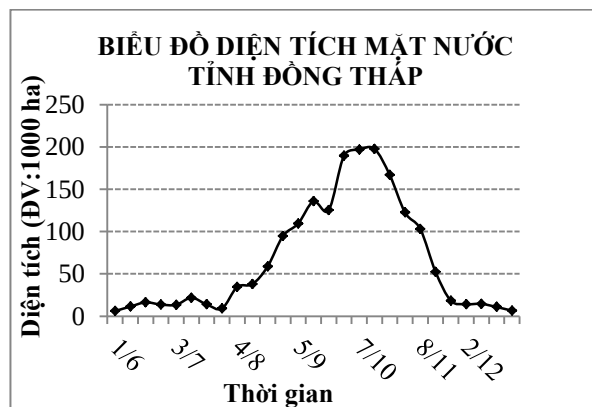
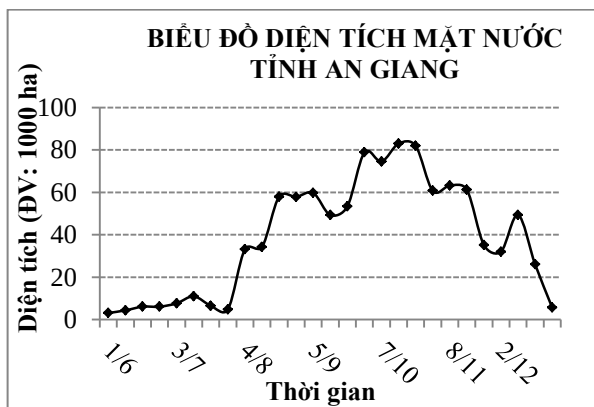
4.4. Diễn biến ngập tại một số tỉnh ĐBSCL

4.4.1. Diễn biến mặt nước tại một số tỉnh ĐBSCL

Để đưa ra những đánh giá cụ thể hơn về diễn biến lũ của năm 2012 tại ĐBSCL nghiên cứu tiến hành theo dõi tình hình lũ lụt tại từng tỉnh ở ĐBSCL làm cơ sở chặt chẽ hơn để xác định đặc điểm thời gian cũng như sự phân bố không gian lũ lụt trong năm 2012. Nghiên cứu chỉ tiến hành phân tích, đánh giá ở một số tỉnh đầu nguồn cùng các tỉnh lân cận thuộc ĐBSCL, các tỉnh ven biển còn lại như Bến Tre, Trà Vinh, Sóc Trăng, Bạc Liêu và Cà Mau ít chịu ảnh hưởng bởi lũ hay phần diện tích ngập lũ không đáng kể nên không được trình bày trong nghiên cứu.

Hiện trạng ngập vùng ĐBSCL được thể hiện trong hình 4.12 chỉ cung cấp cái nhìn tổng quan về diễn biến lũ cho toàn vùng. Vì vậy, để quá trình đánh giá, phân tích được chính xác việc theo dõi lũ tại từng tỉnh cần thiết được thực hiện. Qua đó xác định cụ thể và chính xác hơn thời gian bắt đầu, đạt đỉnh cũng như thời gian kết thúc mùa lũ năm 2012 tại từng thuộc ĐBSCL.

Biểu đồ hình 4.13 thể hiện sự thay đổi không gian ngập nước một số tỉnh ĐBSCL vào 6 tháng cuối năm.



Hình 4.13. Biểu đồ diện tích mặt nước một số tỉnh ĐBSCL

Hình 4.13 cho thấy diện tích mặt nước tại một số tỉnh thuộc ĐBSCL biến đổi khác nhau theo từng giai đoạn trong năm. Tuy nhiên, đều biến động theo một quy luật chung, diện tích mặt nước bắt đầu tăng lên vào những tháng cuối năm và đạt cực đại tại một thời điểm nhất định sau đó giảm dần vào 2 tháng cuối năm.

Do các tỉnh An Giang, Đồng Tháp, Long An và Kiên Giang ở đầu nguồn của ĐBSCL lượng nước lũ sông Mê Kông chảy về làm thời gian xuất hiện những điểm ảnh nước của các tỉnh này sớm hơn các tỉnh còn lại trong khu vực. Khoảng thời gian xuất hiện lũ ở các tỉnh này vào khoảng cuối tháng 7 đến đầu tháng 8 khi diện tích mặt nước bắt đầu có xu hướng tăng lên. Diện tích mặt nước có những sự thay đổi và diễn biến khác nhau vào từng giai đoạn cụ thể đối với từng tỉnh và đạt cực đại vào giữa tháng 10, sau đó có xu hướng giảm đáng kể vào giữa tháng 12 của năm. Tuy nhiên, xét về không gian và thời gian ngập lũ có thể thấy được An Giang là tỉnh có diện tích ngập ít nhất trong các tỉnh đầu nguồn nhưng lại có thời gian ngập kéo dài nhất và không gian ngập liên tục thay đổi trong những tháng cuối năm.

Đối với các tỉnh còn lại ở ĐBSCL thời gian xuất hiện lũ trễ hơn các tỉnh đầu nguồn, bắt đầu vào khoảng cuối tháng 8 của năm, diện tích mặt nước tiếp tục tăng dần lên trong các tháng tiếp theo và nhanh chóng đạt cực đại vào khoảng giữa đến cuối tháng 10. Riêng đối với tỉnh Vĩnh Long, thời gian bắt đầu xuất hiện lũ trễ hơn so với các tỉnh trong khu vực. Diện tích mặt nước trong tỉnh bắt đầu tăng lên vào khoảng giữa cuối tháng 9 và đến cuối tháng 10 diện tích mặt nước đạt cực đại sau đó giảm dần vào đầu tháng 12.

Tuy ảnh MODIS được sử dụng trong nghiên cứu là ảnh được tổ hợp 8 ngày không thể xác định chính xác thời gian bắt đầu, kết thúc cũng như thời gian mực nước cao nhất vào từng giai đoạn trong năm nhưng với bộ ảnh được chụp đầy đủ các ảnh tại mỗi thời điểm trong năm và thời gian lặp tương đối ngắn nên không ảnh hưởng nhiều đến kết quả nghiên cứu.

4.4.2. Hiện trạng ngập cực đại một số tỉnh ĐBSCL

Không gian ngập cực đại ở một số tỉnh ĐBSCL được xác định từ biểu đồ diện tích mặt nước hình 4.13 được thể hiện ở hình 4.14.

Hình 4.14 thể hiện không gian ngập cực đại tại mỗi thời điểm nhất định trong năm 2012 tại một số tỉnh ở ĐBSCL. Thời gian ngập cực đại của các tỉnh dao động trong khoảng từ giữa tháng 10 đến cuối tháng 10. Sự thay đổi diện tích mặt nước trong biểu đồ hình 4.13 kết hợp với hiện trạng ngập cực đại tại các tỉnh ĐBSCL cho thấy đỉnh lũ cũng như diễn biến lũ tại các tỉnh có sự khác nhau.

Đối với các tỉnh An Giang, Đồng Tháp, Long An và Tiền Giang đỉnh lũ xuất hiện vào khoảng giữa tháng 10 cụ thể vào ngày 15/10/2012 sau đó đến ngày 23/10/2012 lũ cũng đạt đỉnh tại các tỉnh Kiên Giang, Hậu Giang và Cần Thơ. Đỉnh lũ xuất hiện trễ nhất ở tỉnh Vĩnh Long vào khoảng 31/10/2012.

Kết quả giải đoán, phân loại giúp việc theo dõi diễn biến lũ trở nên chính xác hơn trong việc xác định thời gian bắt đầu, đạt đỉnh cũng như thời gian kết thúc mùa lũ tại từng tỉnh ĐBSCL làm cơ sở xác định đặc điểm thời gian lũ cho toàn vùng ĐBSCL. Kết hợp với số liệu diện tích ngập lũ tại từng tỉnh được tính toán từ việc phân loại các điểm ảnh lũ ở bảng 4.3 cho thấy cụ thể hơn về diện tích ngập lũ, cũng như diễn biến trong sự thay đổi về diện tích ngập lũ theo từng giai đoạn trong năm 2012.

Diễn biến lũ theo thời gian có sự khác nhau đối với từng tỉnh. Tuy nhiên, có sự tương đồng giữa thời gian bắt đầu ngập lũ ở các tỉnh đầu nguồn An Giang, Đồng Tháp, Long An và Kiên Giang, diện tích ngập lũ bắt đầu tăng lên từ cuối tháng 7 cụ thể ngày 27/7/2012, sau đó lan rộng ra các tỉnh lân cận thuộc khu vực ĐBSCL trong những khoảng thời gian kế tiếp.

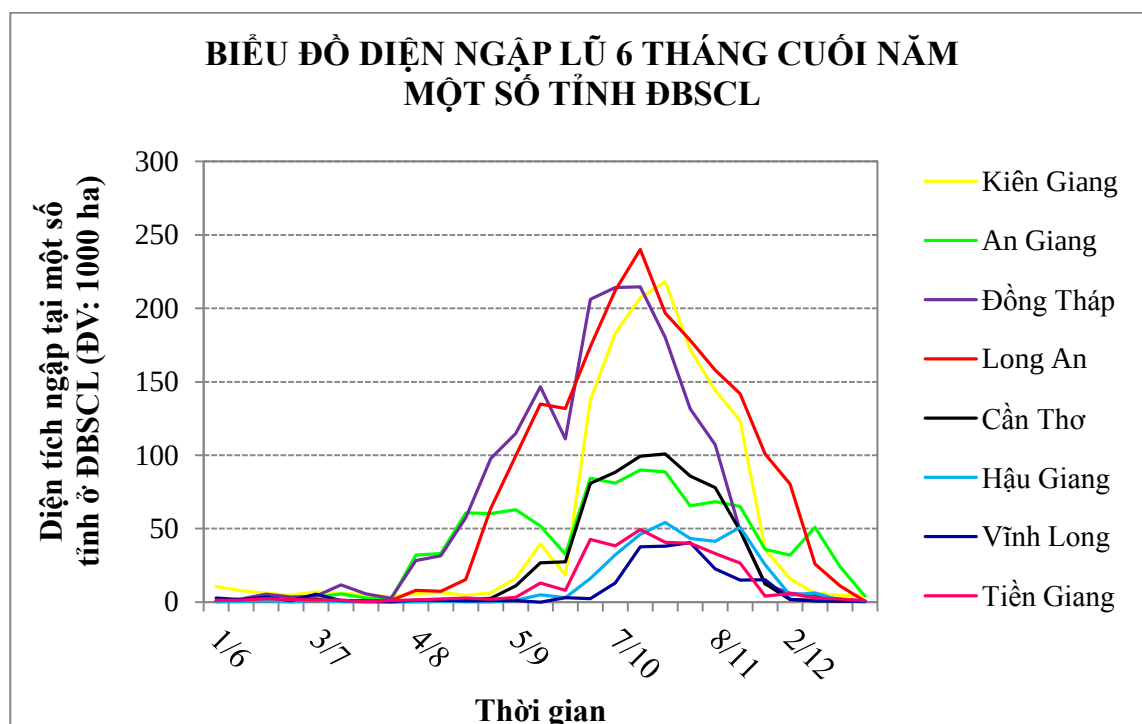
Bảng 4.3 thể hiện sự thay đổi diện tích ngập lũ tại các giai đoạn cụ thể trong khoảng thời gian 6 tháng cuối năm 2012 tại một số tỉnh thuộc ĐBSCL. Qua đó cho thấy diện tích ngập lũ cực đại ở từng tỉnh, cung cấp cái nhìn chính xác hơn về hiện trạng ngập lũ cũng như đặc điểm thời gian lũ của một số tỉnh ở ĐBSCL.

Bảng 4.3. Diện tích ngập lũ 6 tháng cuối năm của một số tỉnh ở ĐBSCL (ĐV: 1000 ha)

	1/6	9/6	17/6	25/6	3/7	11/7	19/7	27/7	4/8	12/8	20/8	28/8	5/9	13/9	21/9	29/9	7/10	15/10	23/10	31/10	8/11	16/11	24/11	2/12	10/12	18/12	26/12
Kiên Giang	10,6	7,9	6	4,8	6,9	6,1	4,9	3,7	5,8	6,5	6,8	6,2	16,3	39,7	18,5	137,4	183,1	207,2	218	172	144,2	123,5	36	15,9	6	4,6	4,8
An Giang	0,3	0,9	1,3	1,1	3,1	5,6	2,8	1,6	32,0	33,1	60,7	60,3	62,9	51,9	32,7	84,4	81,0	90,0	88,8	65,6	68,4	65,1	36,0	32,0	50,9	24,2	4,1
Đồng Tháp	0,7	2,1	5,4	3,4	4,1	11,8	5,7	2,5	28,4	31,5	57,5	97,7	114,9	146,6	111,1	206,2	214,2	214,7	180,1	131,5	107,1	48,6	12,2	5,9	4,5	2,0	0,5
Long An	0,9	0,5	1,1	0,4	1,1	1,2	0,5	1,1	8,1	7,4	15,3	63,9	99,5	135,0	131,9	173,9	212,2	240,1	196,8	178,3	158,0	141,7	100,9	80,4	25,8	11,1	0,7
Cần Thơ	0,3	0,6	1,3	1,0	1,6	0,8	0,5	0,2	0,9	1,5	1,3	2,5	11,2	26,8	27,4	80,7	88,4	99,3	100,8	85,9	78,0	48,5	12,7	1,8	1,0	0,5	0,3
Hậu Giang	0,3	0,3	0,9	0,3	1,0	0,3	0,2	0,2	0,1	0,5	0,5	0,1	1,3	5,0	2,9	16,1	32,2	46,1	54,3	43,2	41,3	50,9	25,4	4,7	6,3	1,2	0,3
Vĩnh Long	2,9	1,7	3,4	1,1	5,5	1,1	0,7	0,4	1,2	1,2	0,8	1,0	1,5	1,1	3,0	3,2	12,9	37,6	38,0	40,4	22,5	15,0	15,1	2,0	0,9	0,9	0,5
Tiền Giang	1,2	1,2	2,4	1,7	1,4	1,3	0,3	1,0	1,5	2,0	2,7	1,9	3,3	13,0	7,9	42,8	38,3	49,3	40,8	40,1	33,0	26,5	4,1	5,7	2,7	2,1	1,0
Tổng	17,2	15,2	43,4	13,8	25	28,2	15,6	10,7	78	83,7	145,6	233,6	310,9	419,1	335,4	744,7	862,3	984,3	917,6	757	653	520	242	148	98,1	46,6	12,2

Sự thay đổi không gian ngập lũ được trình bày ở hình 4.13 kết hợp với diện tích ngập theo thời gian tại từng tỉnh tạo cái nhìn tổng quan hơn về diễn biến lũ từng tỉnh ở ĐBSCL trong năm 2012. Với số liệu diện tích cụ thể giúp việc xác định các giai đoạn lũ trở nên chính xác và dễ dàng hơn. Bảng 4.3 cho thấy ở các tỉnh An Giang, Đồng Tháp, Kiên Giang và Long An vào thời điểm cuối tháng 7 cụ thể vào ngày 27/7/2012 diện tích mặt nước vẫn ở mức rất thấp, tuy nhiên đến tuần đầu tiên của tháng 8 vào ngày 4/8/2012 diện tích mặt nước bắt đầu có sự tăng lên rõ rệt. Đặc biệt đối với tỉnh An Giang, diện tích mặt nước chỉ đạt 1,6 ngàn ha vào ngày 27/7/2012 nhưng đã tăng lên nhanh chóng vào ngày 4/8/2012 với 32 ngàn ha. Thời gian kết thúc ngập lũ tại các tỉnh đầu nguồn vào khoảng 10/12/2012 riêng đối với An Giang đến cuối tháng 12 diện tích ngập lũ mới bắt đầu rút hoàn toàn.

Đối với các tỉnh Hậu Giang, Cần Thơ và Tiền Giang diện tích ngập lũ bắt đầu tăng lên từ ngày 28/8/2012 và đến khoảng đầu tháng 12 vào ngày 02/12/2012 diện tích ngập lũ đã bắt đầu rút dần. Là tỉnh có thời gian bắt đầu mùa lũ trễ nhất trong khu vực, diện tích ngập lũ tỉnh Vĩnh Long chỉ bắt đầu tăng nhẹ trong khoảng 13/9/2012 và cũng bắt đầu giảm đi nhanh chóng vào 02/12/2012.



Hình 4.15. Biểu đồ diện tích ngập lũ một số tỉnh của ĐBSCL năm 2012

Diện tích ngập lũ tại các thời điểm trong năm có sự khác nhau giữa các tỉnh với diện tích ngập cao nhất là tỉnh Long An. Tuy có sự khác nhau trong diện tích ngập lũ nhưng thời gian bắt đầu, đạt đỉnh cũng như kết thúc mùa lũ tại các tỉnh thuộc ĐBSCL đều nằm trong khoảng từ cuối tháng 7 đến cuối tháng 12 của năm.

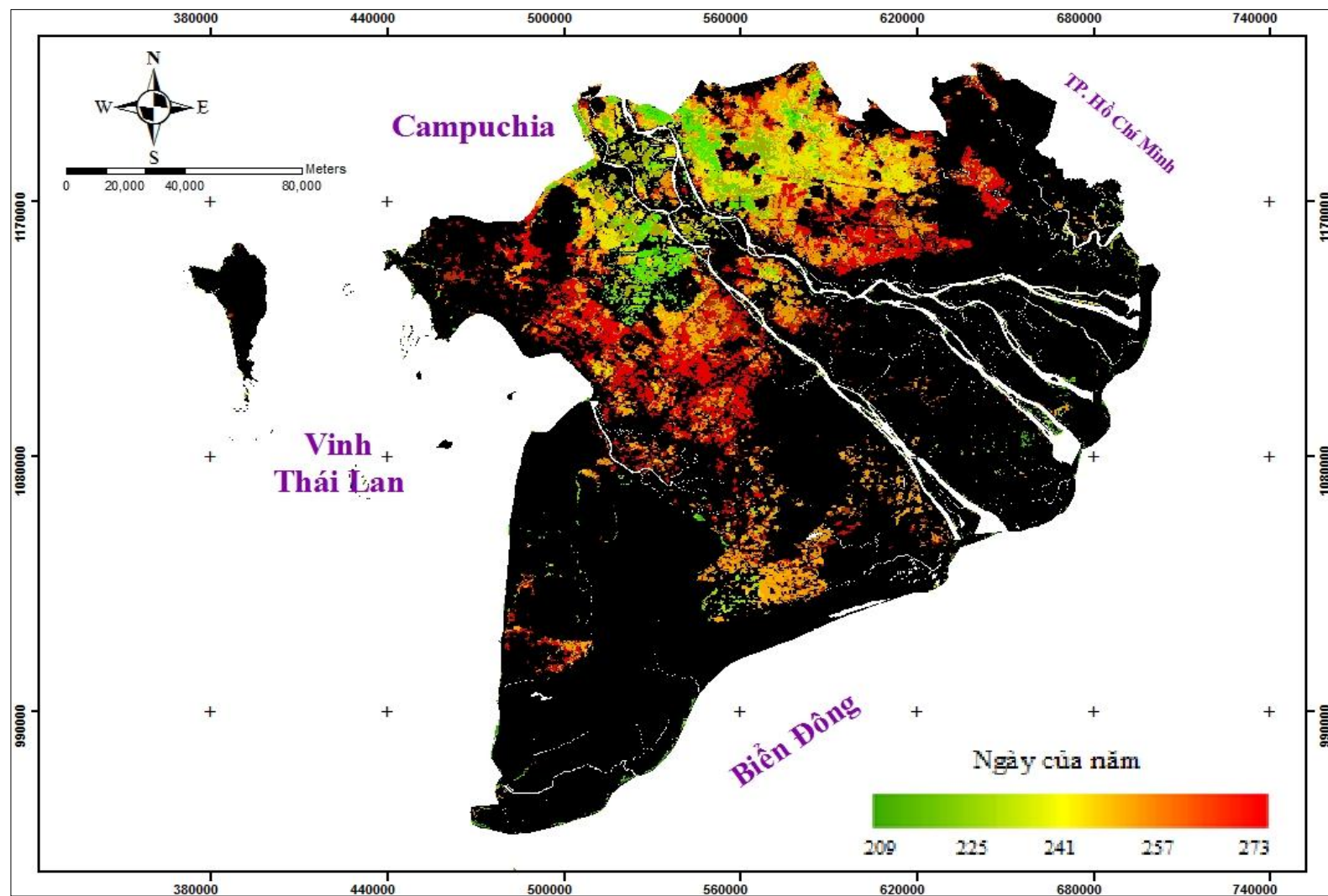
An Giang là tỉnh có diện tích ngập lũ thấp nhất trong 4 tỉnh đầu nguồn ĐBSCL năm 2012, điều này có thể lý giải do sự hoàn thiện dần của công trình kiểm soát lũ theo quyết định số 84/2006/QĐ - TTg quyết định về việc bổ sung Quy hoạch thủy lợi đồng bằng sông Cửu Long giai đoạn 2006 - 2010 và định hướng đến năm 2020 (Ngô Thanh Thoảng, 2011). Trong khi đó Long An là tỉnh có diện tích ngập lũ cao nhất khu vực nghiên cứu với 2.139,5 triệu ha và diện tích ngập thấp nhất trong khu vực là tỉnh Vĩnh Long với 232,1 triệu ha.

Với những phân tích cụ thể về hiện trạng ngập lũ tại từng tỉnh ĐBSCL, thời gian bắt đầu, đạt đỉnh cũng như kết thúc mùa lũ của từng tỉnh được xác định làm cơ sở để xác định đặc điểm thời gian mùa lũ cho toàn vùng ĐBSCL năm 2012.

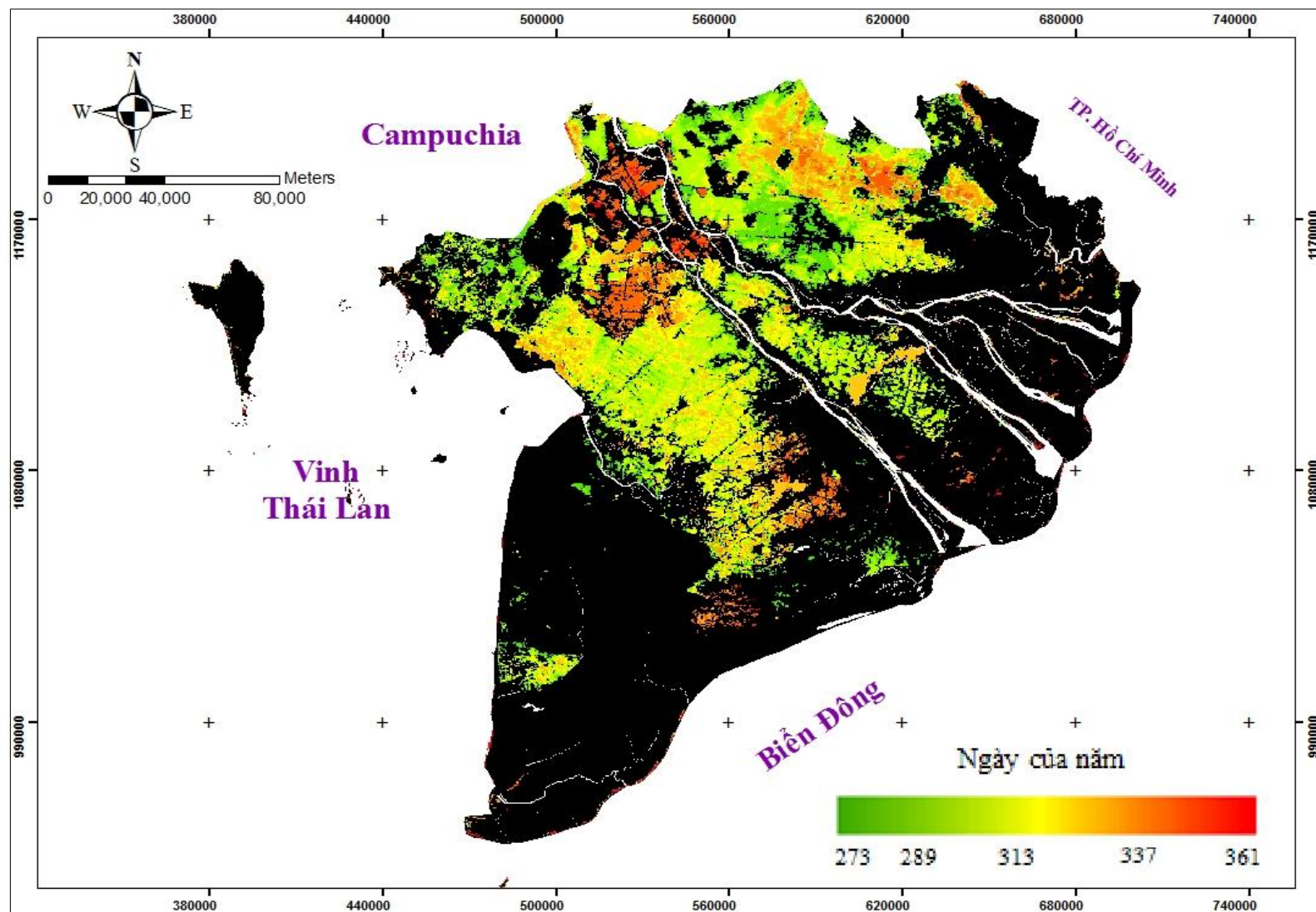
4.5. Đặc điểm thời gian mùa lũ năm 2012 khu vực ĐBSCL

Lũ ở ĐBSCL còn chịu ảnh hưởng do sự chảy tràn từ biên giới Campuchia đối với các tỉnh ở đầu nguồn. Bởi lẽ, ĐBSCL có địa hình thấp hơn cả khu vực biên hồ (Campuchia) (Phan Thanh Nhàn, 2011). Lũ di chuyển từ nơi có địa hình cao về nơi địa hình thấp, do đó diện tích ngập lũ khác nhau trong từng giai đoạn đối với các tỉnh thuộc ĐBSCL.

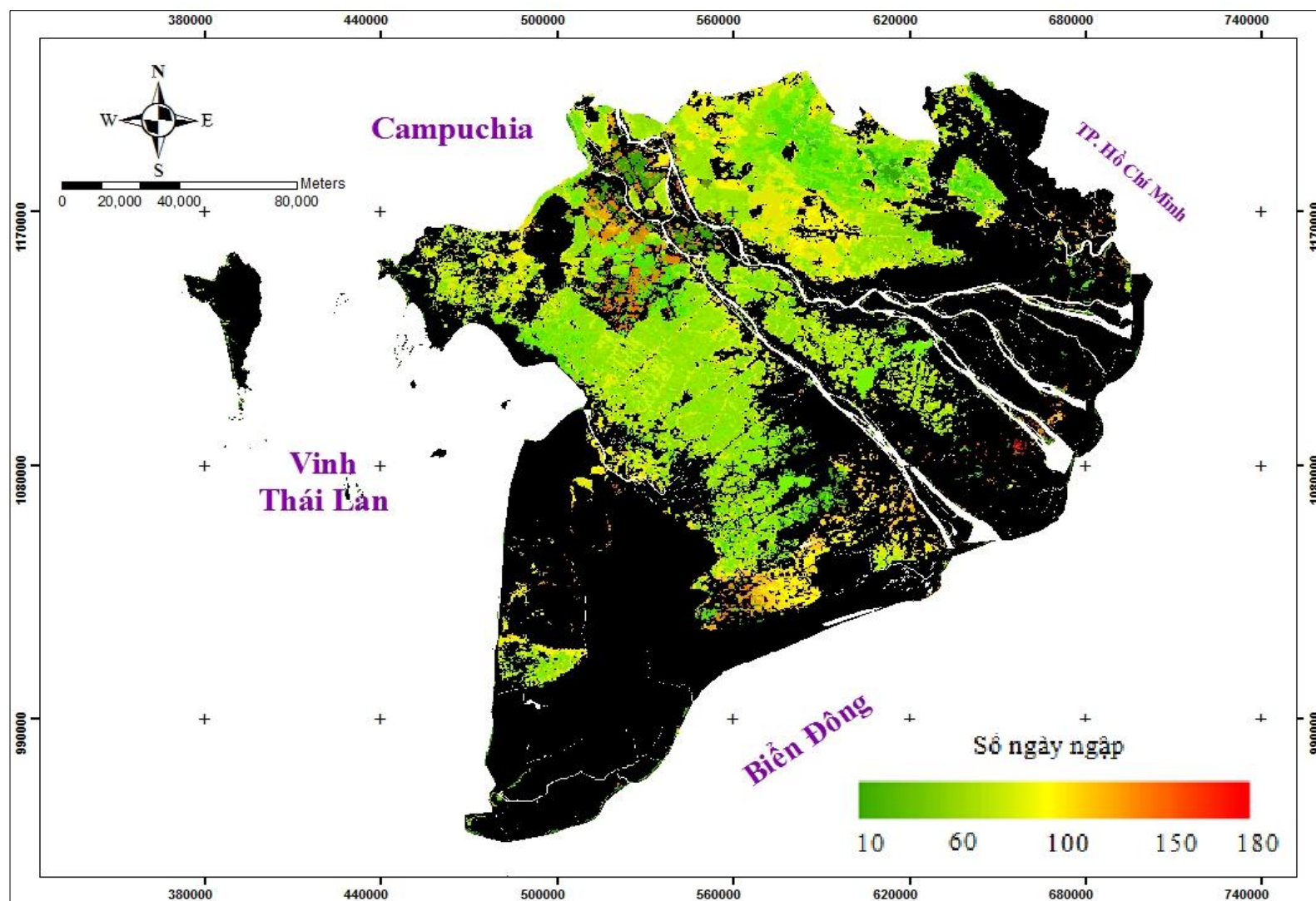
Khi mực nước trên sông chính gia tăng đến một mức độ nhất định sẽ chảy tràn hoặc theo sông nhỏ, kênh, rạch đi sâu vào nội đồng làm diện tích ngập cũng tăng dần. Đối với ĐBSCL, lũ lụt thường kéo dài từ cuối tháng 6 đến cuối tháng 12 hằng năm và được phân ra làm 3 giai đoạn: giai đoạn thứ nhất là lúc lũ lụt bắt đầu khi mực nước trên sông chính bắt đầu dâng cao và theo các kênh rạch chảy tràn vào vùng Tứ Giác Long Xuyên và Đồng Tháp Mười khoảng từ đầu tháng 7 đến cuối tháng 8. Sau đó là giai đoạn đỉnh lũ, tùy năm lũ về sớm hay muộn mà đỉnh lũ cũng xuất hiện với thời gian tương ứng. Giai đoạn cuối cùng là thời điểm lũ rút thường bắt đầu vào khoảng nửa cuối tháng 10 đến cuối tháng 12 thì mực nước hạ thấp dần (Ngô Thanh Thoảng 2012).



Hình 4.16. Thời gian bắt đầu ngập lũ ĐBSCL năm 2012



Hình 4.17. Thời gian kết thúc ngập lũ ĐBSCL năm 2012



Hình 4.18. Thời gian ngập lũ liên tục ĐBSCL năm 2012

Hình 4.16, 4.17, 4.18 cung cấp cái nhìn tổng quan hơn về thời gian bắt đầu cũng như thời gian kết thúc mùa lũ tại từng khu vực cụ thể của ĐBSCL. Các tỉnh đầu nguồn ở ĐBSCL là những khu vực có thời gian ngập lũ sớm nhất tuy nhiên cũng là khu vực có thời gian kết thúc ngập lũ trễ nhất với thời gian ngập kéo dài khoảng gần 5 tháng đối với một phần của tỉnh An Giang và Long An.

Thời gian ngập lũ kéo dài hơn 4 tháng đối với các tỉnh Đồng Tháp và Kiên Giang. Cần Thơ, Hậu Giang, Tiền Giang là những tỉnh có thời gian ngập khoảng 3 tháng, riêng Vĩnh Long thời gian ngập lũ chỉ kéo dài hơn 2 tháng. Tổng diện tích ngập lũ được tính toán cho các tỉnh ĐBSCL trong năm 2012 được thể hiện trong bảng 4.4.

Bảng 4.4. Diện tích ngập một số tỉnh ở ĐBSCL (ĐV: 1000 ha)

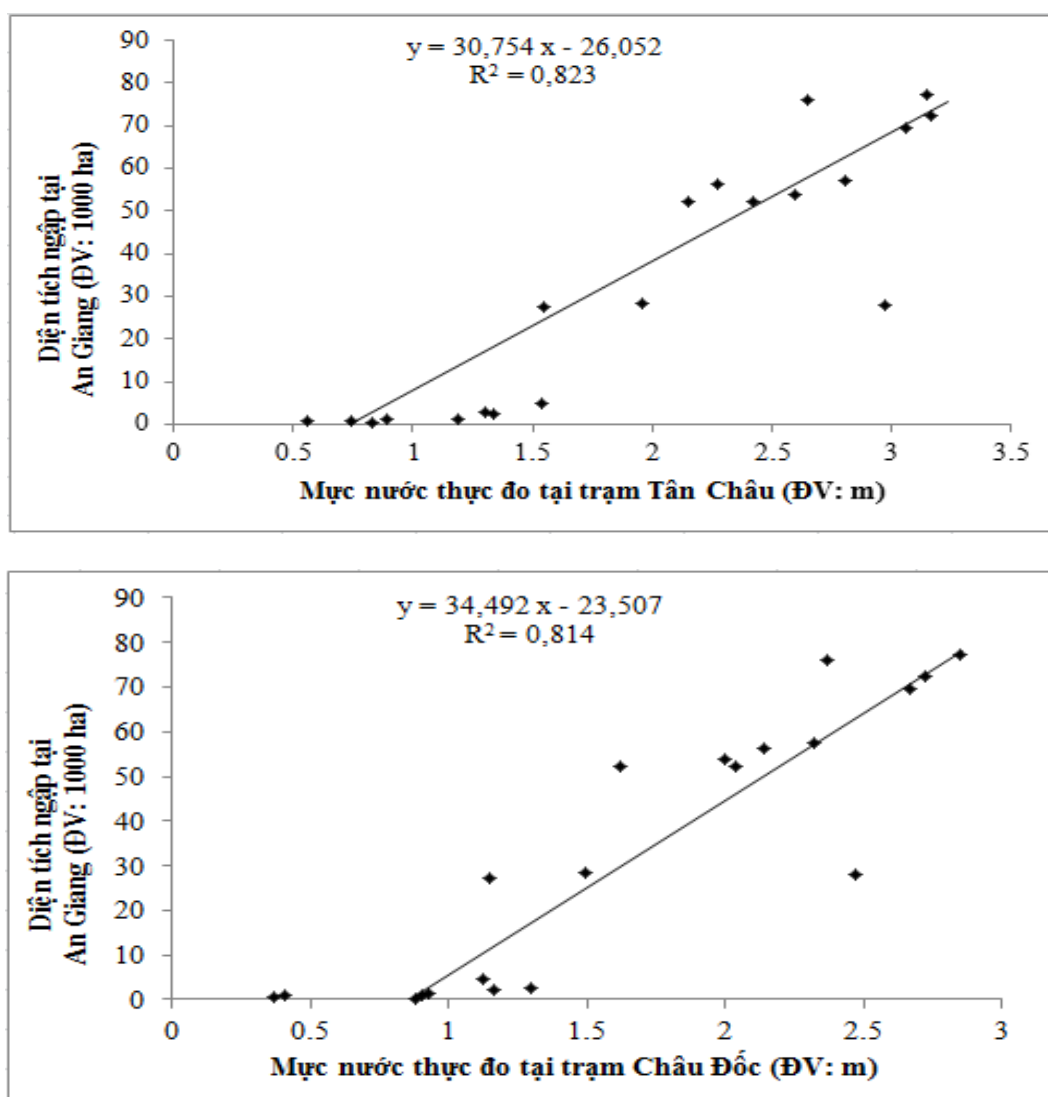
Tỉnh	Thời gian bắt đầu ngập	Thời gian kết thúc ngập	Diện tích ngập
Kiên Giang	27/7/2012	10/12/2012	1.575,4
An Giang	27/7/2012	26/12/2012	1.189,8
Đồng Tháp	27/7/2012	2/12/21012	1.880,7
Long An	27/7/2012	18/12/2012	2.139,5
Cần Thơ	28/8/2012	2/12/2012	693,2
Hậu Giang	28/8/2012	2/12/2012	377,7
Vĩnh Long	13/9/2012	2/12/2012	232,1
Tiền Giang	28/8/2012	24/11/2012	362,1
Tổng			8.450,5

4.6. Kết quả đánh giá độ chính xác của quá trình giải đoán

Để kiểm tra lại kết quả sau phân loại, nghiên cứu tiến hành so sánh dựa trên số liệu mực nước thủy văn ghi nhận được tại các trạm quan trắc với diện tích ngập được giải đoán từ ảnh vệ tinh MODIS. Số liệu mực nước thủy văn được ghi nhận lại từng ngày phản ánh chính xác mức độ lũ hằng năm, vì vậy việc so sánh trở nên cần thiết để đánh giá được khả năng sử dụng ảnh vệ tinh MODIS trong việc giám sát lũ ở ĐBSCL năm 2012.

Vào mùa mưa lũ, khi mực nước ở các sông dâng cao vượt quá giới hạn nhất định sẽ dẫn đến hiện tượng chảy tràn hoặc nước sông theo kênh rạch sẽ đi sâu vào nội đồng. Điều này đồng nghĩa với việc diện tích ngập lũ sẽ tăng lên theo sự chảy tràn khi mực nước trên sông chính càng cao.

Nghiên cứu tiến hành xét mối tương quan giữa diện tích ngập lũ của tỉnh An Giang được giải đoán từ ảnh MOD09A1 với số liệu mực nước thủy văn ghi nhận tại 2 trạm quan trắc Tân Châu và Châu Đốc. Số liệu quan trắc sử dụng so sánh trong nghiên cứu được thu thập trong khoảng thời gian bắt đầu mùa lũ đến cuối tháng 10/2012, cụ thể từ ngày 1/6/2012 - 31/10/2012. Kết quả tương quan giữa diện tích ngập lũ tỉnh An Giang với số liệu mực nước thủy văn được thể trong hình 4.19.



Hình 4.19. Tương quan giữa diện tích ngập tại An Giang với số liệu quan trắc tại 2 trạm thủy văn Tân Châu và Châu Đốc

Kết quả có sự tương quan thuận giữa diện tích ngập lũ tỉnh An Giang với số liệu tại 2 trạm quan trắc Tân Châu và Châu Đốc với hệ số tương quan khá cao lần lượt là 0,823 và 0,814. Số liệu mực nước thủy văn và diện tích ngập tại tỉnh An Giang luôn tỷ lệ thuận với nhau, điều này chứng tỏ khi mực nước trên các sông càng cao thì diện tích ngập lũ càng tăng và ngược lại. Với kết quả giải đoán, tính toán và phân loại dựa trên kết hợp các chỉ số EVI, LSWI và DVEL việc xác định và giám sát diễn biến lũ trở nên chính xác, cung cấp cái nhìn tổng quan về hiện trạng ngập lũ ĐBSCL với sự thay đổi trong không gian và thời gian ngập trong năm 2012. Với kết quả so sánh, cho thấy việc tiến hành giám sát lũ khu vực ĐBSCL năm 2012 bằng việc sử dụng ảnh vệ tinh MODIS là hoàn toàn có ý nghĩa.

Tuy nhiên, việc sử dụng số liệu mực nước thủy văn chỉ đánh giá sự tương quan giữa mực nước và diện tích ngập cho thấy sự khả quan khi sử dụng ảnh MODIS trong giám sát lũ, nhưng không đánh giá được chính xác diện tích ngập từng tỉnh. Nên có sự so sánh với số liệu diện tích được giải đoán từ ảnh có độ phân giải không gian cao hơn, hoặc số liệu diện tích ngập được lũ thống kê để có những kết luận chính xác hơn về diện tích ngập từng tỉnh của ĐBSCL.

Chương 5

KẾT LUẬN, KIẾN NGHỊ

5.1. Kết luận

Sự thay đổi không gian cũng như thời gian ngập lũ được phát hiện khá chính xác thông qua những quá trình phân loại, giải đoán từ ảnh MOD09A1. Kết quả phân loại đã cung cấp cái nhìn tổng quan về hiện trạng ngập lũ vùng ĐBSCL trong năm 2012.

Việc kết hợp các chỉ số EVI, LSWI và DVEL tạo nên điều kiện chặt chẽ hơn trong quá trình phân loại giúp việc phát hiện chính xác những điểm ảnh liên quan đến nước làm cơ sở xác định những điểm ảnh lũ. Nghiên cứu cho thấy sự thay đổi liên tục không gian ngập lũ tại mọi thời điểm khác nhau trong năm, ước đoán được thời gian bắt đầu, đạt đỉnh cũng như thời gian kết thúc mùa lũ năm 2012 tại từng tỉnh thuộc ĐBSCL. Lần lượt các bản đồ hiện trạng ngập lũ của ĐBSCL trong từng giai đoạn đã được thành lập.

Qua quá trình giám sát lũ cho thấy ở các tỉnh đầu nguồn ở ĐBSCL như An Giang, Đồng Tháp, Long An và Kiên Giang là những tỉnh có diện tích bị ảnh hưởng bởi lũ nhiều nhất so với các tỉnh còn lại trong khu vực, với thời gian ngập lũ bắt đầu từ cuối tháng 7, đạt cực đại vào giữa tháng 10 và diện tích mặt nước giảm đáng kể vào giữa tháng 12 của năm.

Nghiên cứu cho thấy mối quan hệ giữa đặc điểm ảnh theo không gian, thời gian với sự thay đổi của lũ vào từng gian đoạn trong năm 2012. Kết quả nghiên cứu có độ chính xác khá cao dựa trên sự so sánh tương quan giữa diện tích ngập và mực nước thực đo tại các trạm thủy văn Tân Châu, Châu Đốc với R^2 tại Tân Châu và Châu Đốc lần lượt là 0,823 và 0,814.

5.2. Kiến nghị

Kết quả nghiên cứu chỉ đưa ra cái nhìn tổng quan về hiện trạng ngập lũ cũng như sự thay đổi trong không gian và thời gian ngập lũ vào năm 2012 khu vực ĐBSCL nhưng chưa tiến hành nghiên cứu để đưa ra được những kết quả về độ sâu ngập lũ vì

vậy cần có những nghiên cứu mở rộng và chuyên sâu hơn nữa trong việc giám sát tình hình lũ lụt đưa ra được những con số về độ sâu ngập cụ thể vào từng giai đoạn nghiên cứu trong năm.

Tiến hành nghiên cứu đưa ra những đánh giá về sự ảnh hưởng của lũ đối với hoạt động nông nghiệp qua đó thấy được thời gian cũng như mức độ ảnh hưởng để có những giải pháp thiết thực và kịp thời hơn nhằm hạn chế tối đa ảnh hưởng của lũ đối với sản xuất nông nghiệp hiện nay và nhất là với ĐBSCL khu vực có vai trò quan trọng trong việc đảm bảo an ninh lương thực quốc gia.

Sử dụng ảnh có độ phân giải thời gian cao hơn để giải đoán chính xác thời gian bắt đầu, đạt đỉnh cũng như thời gian kết thúc của mùa lũ.

Cần ứng dụng công nghệ viễn thám và đặc biệt là ảnh viễn thám với độ phân giải thời gian cao để giám sát, theo dõi các hiện tượng thiên tai nhằm đưa ra những dự đoán, cảnh báo sớm nhất bên cạnh đó tiết kiệm được thời gian và kinh phí cho việc nghiên cứu.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

Tiếng việt

- [1] Nguyễn Huy Anh, Đinh Thanh Kiên, 2010. *Ứng dụng viễn thám và GIS thành lập bản đồ lớp phủ mặt đất khu vực Chân Mây, huyện Phú Lộc, tỉnh Thừa Thiên Huế*. Hội thảo Ứng dụng GIS toàn quốc 2010.
- [2] Trần Hùng, 2007. Sử dụng tư liệu MODIS theo dõi ẩm độ đất/ thực vật bề mặt: Thử nghiệm với chỉ số mức độ khô hạn nhiệt độ - thực vật (TVDI), *Tạp chí Viễn thám và Địa tin học*, số 2 – 4/ 2007 trang 38 - 45.
- [3] Trần Tiến Khanh, 2001. *Nguyên nhân lũ lụt lớn tại Đồng bằng sông Cửu Long*. [Truy cập ngày 22/02/2013]. Địa chỉ truy cập: <http://www.vnbaolut.com/lulut_uni.htm>.
- [4] Trần Thị Hiền, 2009. *Nghiên cứu sử dụng ảnh viễn thám MODIS trong theo dõi tiến độ xuống giống trên vùng đất lúa ở Đồng Bằng Sông Cửu Long*. Luận văn thạc sĩ ngành Khoa Học Đất. Trường Đại Học Cần Thơ.
- [5] Nguyễn Kim Lợi, Trần Thống Nhất, 2007. *Hệ thống thông tin địa lý Phần mềm ArcView 3.3*. NXB Nông Nghiệp.
- [6] Nguyễn Kim Lợi, Trần Thống Nhất, 2009. *Viễn thám căn bản*. NXB Nông Nghiệp.
- [7] Võ Quang Minh, 2010. *Giáo trình kỹ thuật viễn thám*. NXB Đại Học Cần Thơ.
- [8] Phan Thanh Nhàn, Võ Quang Minh, 2011. *Theo dõi diễn tiến lũ lưu vực sông Mê Kông làm cơ sở dự báo lũ ở Đồng Bằng Sông Cửu Long sử dụng ảnh viễn thám MODIS*. Kỷ yếu hội thảo Ứng dụng GIS toàn quốc 2011.
- [9] Nguyễn Ngọc Thạch, 2005. *Cơ sở viễn thám*. NXB Nông Nghiệp Hà Nội.
- [10] Trần Thanh Thi, 2012. *Ứng dụng ảnh MODIS theo dõi diễn biến cơ cấu mùa vụ lúa ở Đồng bằng sông Cửu Long*. Luận văn Thạc sĩ ngành Quản lý đất đai, Đại học Cần Thơ.
- [11] Ngô Thanh Thoảng, 2012. *Sử dụng ảnh viễn thám MODIS đa thời gian đánh giá thực trạng diễn biến lũ vùng hạ lưu sông Mê Kông từ năm 2000 đến 2011*. Luận văn Thạc sĩ ngành Quản lý đất đai, Đại học Cần Thơ.
- [12] Nguyễn Khắc Thời, 2011. *Giáo trình Viễn Thám*. Trường Đại Học Nông Nghiệp Hà Nội.
- [13] Tổng cục Thủy lợi - Cục quản lý đê điều và phòng chống lụt bão, 2010. *Hướng dẫn lập kế hoạch phòng, chống lụt, bão cấp tỉnh và huyện khu vực Đồng bằng sông Cửu Long*. NXB Nông Nghiệp Hà Nội.

- [14] Lê Văn Trung, Lâm Đạo Nguyên và Phạm Bách Việt, (2006). *Thực hành viễn thám*. NXB Đại Học Quốc Gia TP. Hồ Chí Minh.
- [15] Lê Văn Trung, 2010. *Viễn Thám*. NXB Đại Học Quốc Gia TP. Hồ Chí Minh.
- [16] Lê Anh Tuấn, 1996. *Đặc điểm chế độ Khí tượng – Thủy văn vùng Đồng Bằng Sông Cửu Long*. Đại Học Cần Thơ.
- [17] Lê Anh Tuấn, 2004. *Phòng chống thiên tai*. Đại Học Cần Thơ.
- [18] Lê Anh Tuấn, 2008. *Thủy văn môi trường*. Đại Học Cần Thơ.
- [19] Lê Anh Tuấn, 2010. *Đồng bằng sông Cửu Long: Từ “Sống chung với lũ” Đến “Sống chung với biến đổi khí hậu”*. Viện Nghiên cứu Biến đổi Khí hậu - Đại Học Cần Thơ.
- [20] Lê Sâm, 1996. *Thủy văn công trình*. NXB Khoa học kỹ thuật Hà Nội.
- [21] Viện Quy Hoạch Thủy Lợi Miền Nam, 2009. *Đánh giá tác động của công trình kiểm soát lũ và công trình thủy lợi nội đồng đến môi trường dòng chảy và phát triển kinh tế vùng ngập lũ Đồng bằng sông Cửu Long*. [Truy cập ngày 22/02/2013]. Địa chỉ truy cập: http://www.siwrp.org.vn/?id_pnewsv=330&lg=vn&start=0.
- [22] Viện Khoa Học Khí Tượng Thủy Văn và Môi Trường, 2012. *Báo cáo Thu thập, tổng hợp số liệu hiện có và xử lý ảnh viễn thám phục vụ lập dự án đầu tư công trình nạo vét tàu 5.000 – 10.000 DWT có lợi dụng thủy triều của cửa Định An và sông Hậu*. [Truy cập ngày 15/03/2013]. Địa chỉ truy cập: <http://dc442.4shared.com/doc/h9U1JNek/preview.html>.

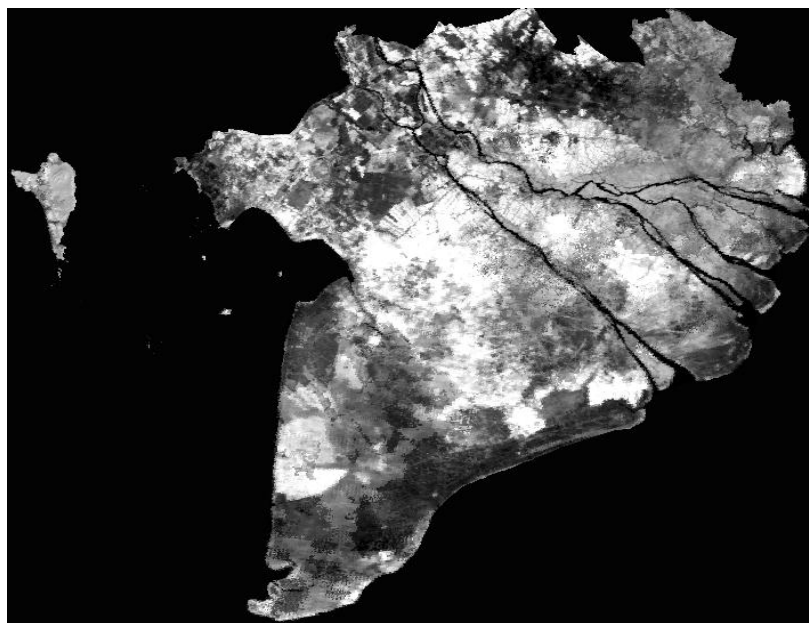
Tiếng anh

- [23] Frazier P. S., and Page K. J., 2000. Delineation of flood-prone areas-using remote sensing techniques. *Photogrammetric Engineering and Remote Sensing*, 66 (12): 1461 - 1468.
- [24] Gumley L., 2002. *Workshop on Practical Applications of MODIS Data in Australia*. Space Science and Engineering Center University of Wisconsin-Madison.
- [25] Gross D., 2005. *Monitoring Agricultural Biomass Using NDVI Time Series*. Food and Agriculture Organization of the United Nations (FAO), Rome.
- [26] Islam S. A., and Bala K. S., Haque A., 2009. *Flood inundation map of Bangladesh using MODIS surface reflectance data*, 2nd International Conference on Water and Flood Management ICWFM 80: 245 - 265.

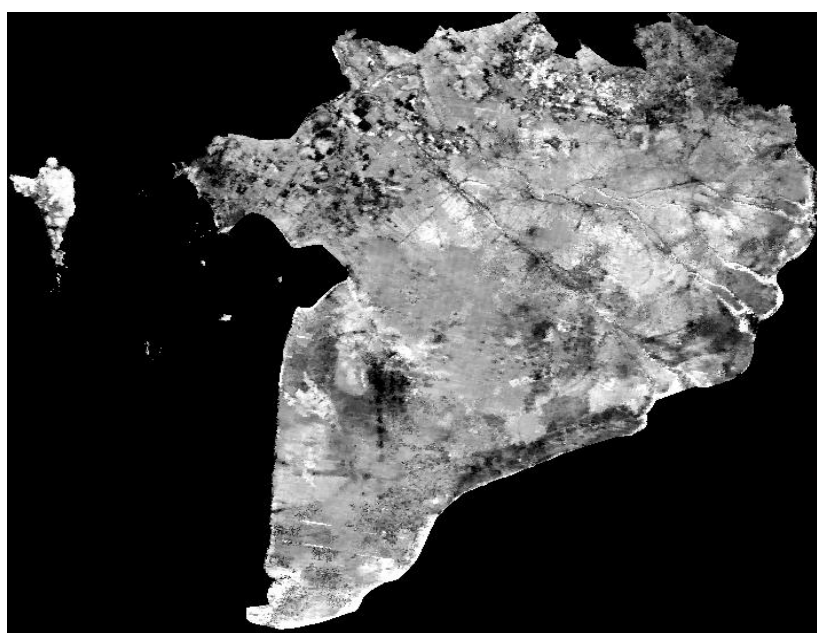
- [27] Lee N., and Palsu P., 2012. Mapping Indonesian Rice Areas Using Multiple-Temporal Satellite Imagery. *Scholarly Journal of Agricultural Science* 2 (6): 119 - 125.
- [28] Mekong River Commission For Sustainable Development. [Truy cập ngày 15/03/2013]. Địa chỉ truy cập <<http://ffw.mrcmekong.org>>.
- [29] National Aeronautics And Space Administration. [Truy cập ngày 25/02/2013]. Địa chỉ truy cập <<http://modis.gsfc.nasa.gov>>.
- [30] Sakamoto T., *et al.*, 2007. Detecting temporal changes in the extent of annual flooding within the Cambodia and the Vietnamese Mekong Delta from MODIS time-series imageo, *Remote Sensing of Enviromen* 109 (3): 295 - 313.
- [31] Sakamoto T., *et al.*, 2009. REVIEW Detection of Yearly Change in Farming Systems in the Vietnamese Mekong Delta from MODIS Time-Series Imagery. *Remote Sensing of Enviroment*, JARQ 43 (3): 173 - 185.
- [32] Sun S. H *et al.*, 2009. Mapping paddy rice with multi-date moderate-resolution imaging spectroradiometer (MODIS) data in China. *J Zhejiang Univ Sci A* 2009 10 (10): 1509 - 1522.
- [33] Xiao X., *et al.*, 2005. Mapping paddy rice agriculture in southern China using multi-temporal MODIS images. *Remote Sensing of Enviroment* 95 (4): 480 - 492.
- [34] Xiao X., *et al.*, 2006. Mapping paddy rice agriculture in South and Southeast Asia using multi-temporal MODIS images. *Remote Sensing of Enviroment* 100 (1): 95 - 113.
- [35] Wardlow B.D., and Egbert S.L., 2010. A Comparison of MODIS 250m EVI and NDVI Data for Crop Mapping: A Case Study for Southwest Kansas. *International Journal of Remote Sensing* 31 (3): 805 - 830.
- [36] Zhuang R., Costelloe J., and Ryu D., 2011. *Mapping Flood Events Using Remote Sensing in an Arid Zone River, Central Australia*. 19th International Congress on Modelling and Simulation, Perth, Australia, 12 - 16 December 2011. The University of Melbourne, pp. 2030 - 2036.

PHỤ LỤC

Phụ lục 1: Ảnh EVI và LSWI



Hình 1. Ảnh EVI ngày 01/01/2012



Hình 2. Ảnh LSWI ngày 01/01/2012

Phụ lục 2: Danh sách ảnh MOD09A1 được sử dụng trong nghiên cứu (Nguồn: <<http://modis.gsfc.nasa.gov/>>).

STT	Tên ảnh	Thời gian thu ảnh
1	MOD09A1.A2012001.h28v07.005.2012017222151.hdf	01/01/2012
2	MOD09A1.A2012001.h28v08.005.2012017222925.hdf	01/01/2012
3	MOD09A1.A2012009.h28v07.005.2012019042948.hdf	09/01/2012
4	MOD09A1.A2012009.h28v08.005.2012019044305.hdf	09/01/2012
5	MOD09A1.A2012017.h28v07.005.2012026141650.hdf	17/01/2012
6	MOD09A1.A2012017.h28v08.005.2012026141714.hdf	17/01/2012
7	MOD09A1.A2012025.h28v07.005.2012046193758.hdf	25/01/2012
8	MOD09A1.A2012025.h28v08.005.2012046192705.hdf	25/01/2012
9	MOD09A1.A2012033.h28v07.005.2012042072737.hdf	02/02/2012
10	MOD09A1.A2012033.h28v08.005.2012042072801.hdf	02/02/2012
11	MOD09A1.A2012041.h28v07.005.2012050072741.hdf	10/02/2012
12	MOD09A1.A2012041.h28v08.005.2012050072029.hdf	10/02/2012
13	MOD09A1.A2012049.h28v07.005.2012062222225.hdf	18/02/2012
14	MOD09A1.A2012049.h28v08.005.2012062222235.hdf	18/02/2012
15	MOD09A1.A2012057.h28v07.005.2012067160444.hdf	26/02/2012
16	MOD09A1.A2012057.h28v08.005.2012067160414.hdf	26/02/2012
17	MOD09A1.A2012065.h28v07.005.2012075042731.hdf	05/03/2012
18	MOD09A1.A2012065.h28v08.005.2012075042651.hdf	05/03/2012
19	MOD09A1.A2012073.h28v07.005.2012082163211.hdf	13/03/2012
20	MOD09A1.A2012073.h28v08.005.2012082163050.hdf	13/03/2012
21	MOD09A1.A2012081.h28v07.005.2012096142140.hdf	21/03/2012
22	MOD09A1.A2012081.h28v08.005.2012096142230.hdf	21/03/2012
23	MOD09A1.A2012089.h28v07.005.2012107142652.hdf	29/09/2012
24	MOD09A1.A2012089.h28v08.005.2012107143312.hdf	29/09/2012
25	MOD09A1.A2012097.h28v07.005.2012108170233.hdf	06/04/2012
26	MOD09A1.A2012097.h28v08.005.2012108170240.hdf	06/04/2012
27	MOD09A1.A2012105.h28v07.005.2012114151605.hdf	14/04/2012
28	MOD09A1.A2012105.h28v08.005.2012114150828.hdf	14/04/2012
29	MOD09A1.A2012113.h28v07.005.2012122072507.hdf	22/04/2012
30	MOD09A1.A2012113.h28v08.005.2012122070850.hdf	22/04/2012
31	MOD09A1.A2012121.h28v07.005.2012130074258.hdf	30/04/2012
32	MOD09A1.A2012121.h28v08.005.2012130070637.hdf	30/04/2012
33	MOD09A1.A2012129.h28v07.005.2012141231929.hdf	08/05/2012
34	MOD09A1.A2012129.h28v08.005.2012142003714.hdf	08/05/2012
35	MOD09A1.A2012137.h28v07.005.2012146152116.hdf	16/05/2012
36	MOD09A1.A2012137.h28v08.005.2012146153906.hdf	16/05/2012
37	MOD09A1.A2012145.h28v07.005.2012156153103.hdf	24/05/2012
38	MOD09A1.A2012145.h28v08.005.2012156153831.hdf	24/05/2012
39	MOD09A1.A2012153.h28v07.005.2012166170256.hdf	01/06/2012
40	MOD09A1.A2012153.h28v08.005.2012166170242.hdf	01/06/2012

STT	Tên ảnh	Thời gian thu ảnh
41	MOD09A1.A2012161.h28v07.005.2012170083659.hdf	09/06/2012
42	MOD09A1.A2012161.h28v08.005.2012170083729.hdf	09/06/2012
43	MOD09A1.A2012169.h28v07.005.2012178091748.hdf	17/06/2012
44	MOD09A1.A2012169.h28v08.005.2012178093511.hdf	17/06/2012
45	MOD09A1.A2012177.h28v07.005.2012186072621.hdf	25/06/2012
46	MOD09A1.A2012177.h28v08.005.2012186070617.hdf	25/06/2012
47	MOD09A1.A2012185.h28v07.005.2012208235939.hdf	03/07/2012
48	MOD09A1.A2012185.h28v08.005.2012209001135.hdf	03/07/2012
49	MOD09A1.A2012193.h28v07.005.2012202173043.hdf	11/07/2012
50	MOD09A1.A2012193.h28v08.005.2012202172727.hdf	11/07/2012
51	MOD09A1.A2012201.h28v07.005.2012212180950.hdf	19/07/2012
52	MOD09A1.A2012201.h28v08.005.2012212181128.hdf	19/07/2012
53	MOD09A1.A2012209.h28v07.005.2012219124615.hdf	27/07/2012
54	MOD09A1.A2012209.h28v08.005.2012219124702.hdf	27/07/2012
55	MOD09A1.A2012217.h28v07.005.2012229063649.hdf	04/08/2012
56	MOD09A1.A2012217.h28v08.005.2012229064152.hdf	04/08/2012
57	MOD09A1.A2012225.h28v07.005.2012234055946.hdf	12/08/2012
58	MOD09A1.A2012225.h28v08.005.2012234060030.hdf	12/08/2012
59	MOD09A1.A2012233.h28v07.005.2012242104811.hdf	20/08/2012
60	MOD09A1.A2012233.h28v08.005.2012242104754.hdf	20/08/2012
61	MOD09A1.A2012241.h28v07.005.2012250182448.hdf	28/08/2012
62	MOD09A1.A2012241.h28v08.005.2012250182445.hdf	28/08/2012
63	MOD09A1.A2012249.h28v07.005.2012258074450.hdf	05/09/2012
64	MOD09A1.A2012249.h28v08.005.2012258074124.hdf	05/09/2012
65	MOD09A1.A2012257.h28v07.005.2012270142808.hdf	13/09/2012
66	MOD09A1.A2012257.h28v08.005.2012270142923.hdf	13/09/2012
67	MOD09A1.A2012265.h28v07.005.2012275151741.hdf	21/09/2012
68	MOD09A1.A2012265.h28v08.005.2012275151038.hdf	21/09/2012
69	MOD09A1.A2012273.h28v07.005.2012297135457.hdf	29/09/2012
70	MOD09A1.A2012273.h28v08.005.2012297135625.hdf	29/09/2012
71	MOD09A1.A2012281.h28v07.005.2012297145236.hdf	07/10/2012
72	MOD09A1.A2012281.h28v08.005.2012297144456.hdf	07/10/2012
73	MOD09A1.A2012289.h28v07.005.2012299173503.hdf	15/10/2012
74	MOD09A1.A2012289.h28v08.005.2012299173402.hdf	15/10/2012
75	MOD09A1.A2012297.h28v07.005.2012306074349.hdf	23/20/2012
76	MOD09A1.A2012297.h28v08.005.2012306074312.hdf	23/20/2012
77	MOD09A1.A2012305.h28v07.005.2012314154637.hdf	31/10/2012
78	MOD09A1.A2012305.h28v08.005.2012314154541.hdf	31/10/2012
79	MOD09A1.A2012313.h28v07.005.2012322090513.hdf	08/11/2012
80	MOD09A1.A2012313.h28v08.005.2012322082310.hdf	08/11/2012

STT	Tên ảnh	Thời gian thu ảnh
81	MOD09A1.A2012321.h28v07.005.2012331180706.hdf	16/11/2012
82	MOD09A1.A2012321.h28v08.005.2012331180056.hdf	16/11/2012
83	MOD09A1.A2012329.h28v07.005.2012339074939.hdf	24/11/2012
84	MOD09A1.A2012329.h28v08.005.2012339075113.hdf	24/11/2012
85	MOD09A1.A2012337.h28v07.005.2012346141027.hdf	02/12/2012
86	MOD09A1.A2012337.h28v08.005.2012346141049.hdf	02/12/2012
87	MOD09A1.A2012345.h28v07.005.2012355131131.hdf	10/12/2012
88	MOD09A1.A2012345.h28v08.005.2012355130748.hdf	10/12/2012
89	MOD09A1.A2012353.h28v07.005.2012362062435.hdf	18/12/2012
90	MOD09A1.A2012353.h28v08.005.2012362064308.hdf	18/12/2012
91	MOD09A1.A2012361.h28v07.005.2013015225646.hdf	26/12/2012
92	MOD09A1.A2012361.h28v08.005.2013015225642.hdf	26/12/2012

Phụ lục 3: Nguyên tắc đặt tên ảnh và ngày chụp trong năm 2012.

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
1	1	32	61	92	122	153	183	214	245	275	306	336
2	2	33	62	93	123	154	184	215	246	276	307	337
3	3	34	63	94	124	155	185	216	247	277	308	338
4	4	35	64	95	125	156	186	217	248	278	309	339
5	5	36	65	96	126	157	187	218	249	279	310	340
6	6	37	66	97	127	158	188	219	250	280	311	341
7	7	38	67	98	128	159	189	220	251	281	312	342
8	8	39	68	99	129	160	190	221	252	282	313	343
9	9	40	69	100	130	161	191	222	253	283	314	344
10	10	41	70	101	131	162	192	223	254	284	315	345
11	11	42	71	102	132	163	193	224	255	285	316	346
12	12	43	72	103	133	164	194	225	256	286	317	347
13	13	44	73	104	134	165	195	226	257	287	318	348
14	14	45	74	105	135	166	196	227	258	288	319	349
15	15	46	75	106	136	167	197	228	259	289	320	350
16	16	47	76	107	137	168	198	229	260	290	321	351
17	17	48	77	108	138	169	199	230	261	291	322	352
18	18	49	78	109	139	170	200	231	262	292	323	353
19	19	50	79	110	140	171	201	232	263	293	324	354
20	20	51	80	111	141	172	202	233	264	294	325	355
21	21	52	81	112	142	173	203	234	265	295	326	356
22	22	53	82	113	143	174	204	235	266	296	327	357
23	23	54	83	114	144	175	205	236	267	297	328	358
24	24	55	84	115	145	176	206	237	268	298	329	359
25	25	56	85	116	146	177	207	238	269	299	330	360
26	26	57	86	117	147	178	208	239	270	300	331	361
27	27	58	87	118	148	179	209	240	271	301	332	362
28	28	59	88	119	149	180	210	241	272	302	333	363
29	29	60	89	120	150	181	211	242	273	303	334	364
30	30	0	90	121	151	182	212	243	274	304	335	365
31	31	0	91	0	152	0	213	244	0	305	0	366

Ví dụ: Tên ảnh MOD09A1.A2012321.h28v07.005.2012331180706.hdf trong đó:

MOD09A1: Tên ngắn gọn.

2012321: Ngày bắt đầu quét chụp (16/11/2012).

h28v07: Ký hiệu của khu vực chụp.

005: Thẻ hệ.

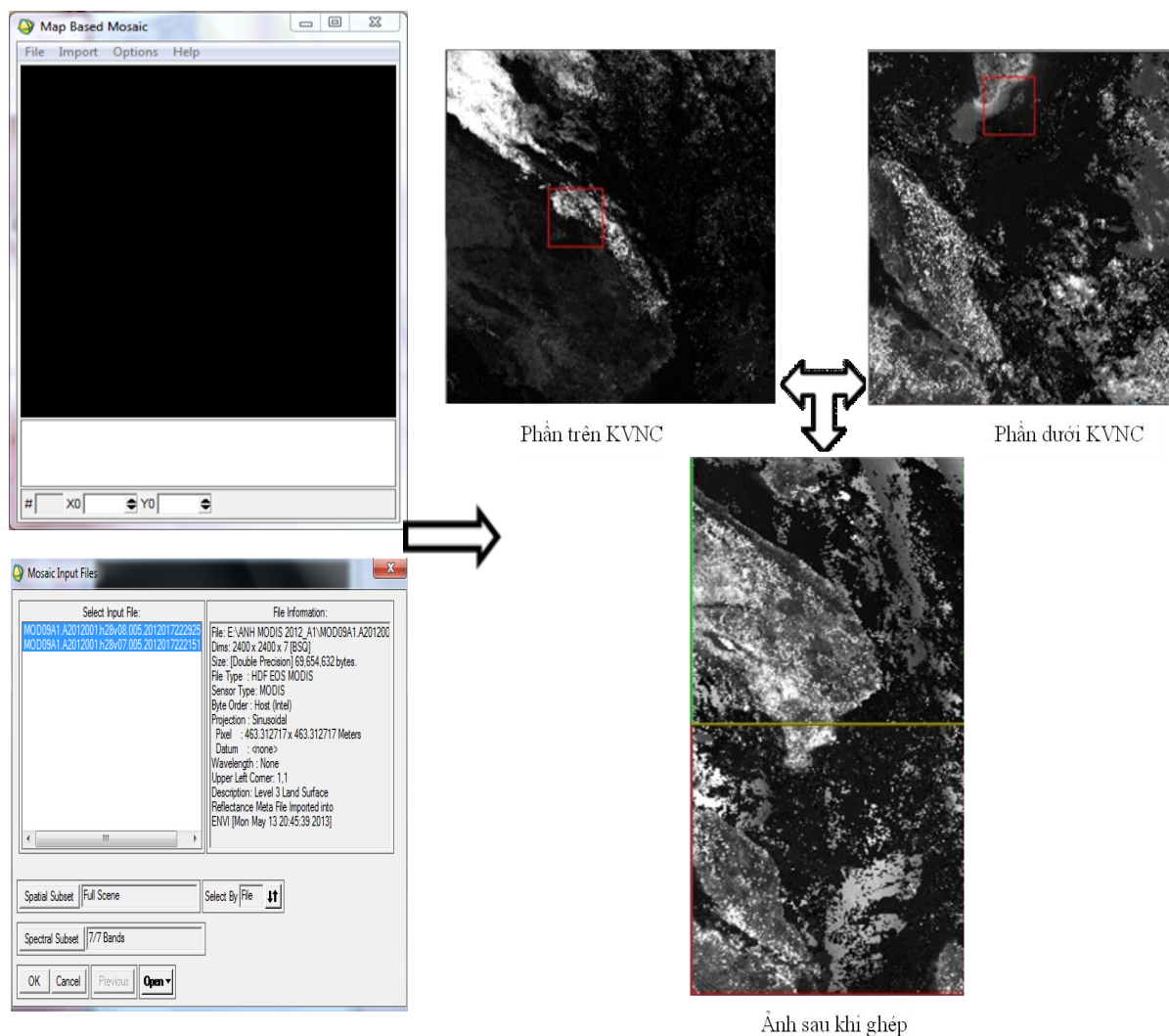
2012331180706: Thời gian xuất ảnh (18: 07: 06 ngày 26/11/2012).

Phục lục 4: Số liệu mực nước thủy văn tại 2 trạm Tân Châu và Châu Đốc (Nguồn: < <http://ffw.mrcmekong.org/>>).

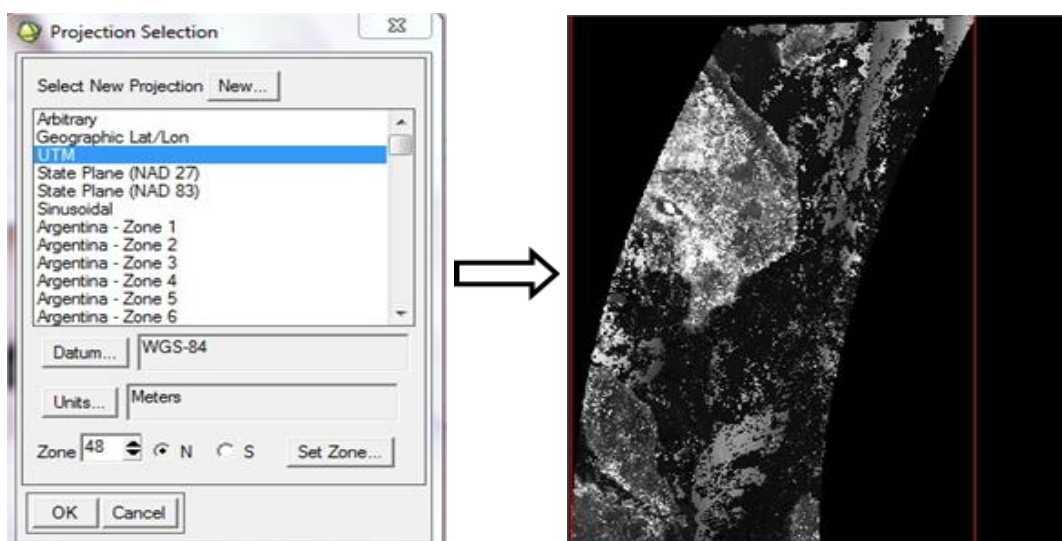
Số Liệu Tại Châu Đốc					
Ngày	Tháng				
	6	7	8	9	10
1	0.88	1.19	1.51	1.99	2.75
2	1.15	1.35	1.33	1.99	2.72
3	1.16	1.3	1.2	1.94	2.73
4	1.02	1.08	1.15	1.92	2.7
5	0.75	0.65	1.23	2	2.68
6	0.4	0.64	1.43	2.07	2.67
7	0.21	0.76	1.48	2.11	2.67
8	0.3	0.94	1.48	2.13	2.67
9	0.37	1.06	1.48	2.15	2.67
10	0.41	1.1	1.5	2.16	2.69
11	0.41	1.12	1.48	2.28	2.75
12	0.41	1.14	1.49	2.28	2.8
13	0.34	1.19	1.57	2.32	2.86
14	0.5	1.28	1.66	2.42	2.85
15	0.73	1.37	1.66	2.42	2.85
16	0.92	1.42	1.69	2.46	2.83
17	0.9	1.34	1.65	2.45	2.76
18	0.91	1.31	1.62	2.45	2.72
19	0.78	1.16	1.61	2.48	2.63
20	0.42	1	1.62	2.46	2.54
21	0.14	0.83	1.59	2.47	2.45
22	0.1	0.81	1.63	2.49	2.43
23	0.25	0.77	1.67	2.47	2.37
24	0.39	0.76	1.68	2.49	2.33
25	0.41	0.8	1.7	2.58	2.34
26	0.45	0.87	1.75	2.69	2.36
27	0.43	0.93	1.87	2.69	2.33
28	0.48	1.06	2.04	2.73	2.28
29	0.63	1.19	2.07	2.72	2.23
30	1	1.51	2.1	2.74	2.21
31		1.54	2.05		2.14

Số Liệu Tại Tân Châu					
Ngày	Tháng				
	6	7	8	9	10
1	0.83	1.21	1.64	2.53	3.18
2	1.09	1.34	1.57	2.53	3.16
3	1.14	1.3	1.54	2.51	3.14
4	0.97	1.12	1.55	2.52	3.1
5	0.66	0.99	1.82	2.6	3.07
6	0.45	0.97	2.08	2.68	3.07
7	0.4	1.14	2.14	2.71	3.06
8	0.45	1.37	2.09	2.73	3.08
9	0.56	1.5	2.06	2.73	3.08
10	0.57	1.54	2.03	2.72	3.1
11	0.58	1.54	2	2.73	3.13
12	0.55	1.49	1.96	2.78	3.16
13	0.52	1.49	2.01	2.81	3.19
14	0.64	1.57	2.06	2.87	3.15
15	0.79	1.62	2.09	2.9	3.12
16	0.92	1.61	2.14	2.96	3.08
17	0.89	1.54	2.12	3	3.02
18	0.65	1.44	2.12	3	2.95
19	0.77	1.34	2.13	2.99	2.86
20	0.53	1.26	2.15	2.98	2.77
21	0.36	1.2	2.15	2.97	2.69
22	0.4	1.17	2.17	2.98	2.65
23	0.55	1.12	2.16	2.97	2.59
24	0.72	1.09	2.15	2.98	2.54
25	0.74	1.09	2.17	3.04	2.52
26	0.74	1.13	2.2	3.14	2.52
27	0.69	1.19	2.29	3.14	2.47
28	0.71	1.3	2.42	3.17	2.42
29	0.83	1.42	2.48	3.17	2.37
30	1.11	1.64	2.51	3.18	2.32
31		1.67	2.52		2.27

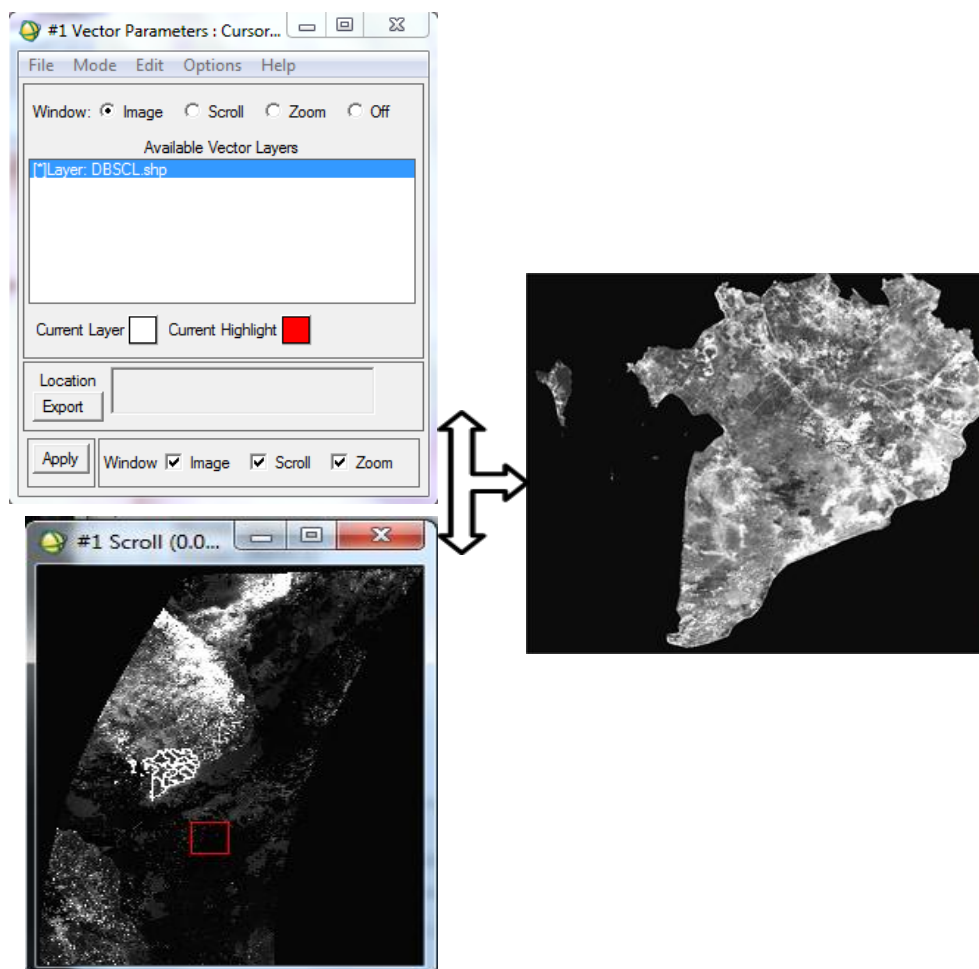
Phụ lục 5: Thao tác ghép ảnh, đăng ký tọa độ, cắt ảnh KVNC



Hình 1. Ghép ảnh KVNC



Hình 2. Đăng ký tọa độ KVNC



Hình 3. Cắt ảnh KVNC