



## ỨNG DỤNG ẢNH VIỄN THĂM MODIS TRONG PHÂN VÙNG CANH TÁC LÚA CÓ ẢNH HƯỞNG CỦA ĐIỀU KIỆN KHÔ HẠN VÀ NGẬP LŨ KHU VỰC ĐỒNG BẰNG SÔNG CỬU LONG

Huỳnh Thị Thu Hương<sup>1</sup>, Võ Quang Minh<sup>1</sup> và Lê Anh Tuấn<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Khoa Môi trường & Tài nguyên Thiên nhiên, Trường Đại học Cần Thơ

<sup>2</sup>Viện Nghiên cứu Biến đổi Khí hậu, Trường Đại học Cần Thơ

### Thông tin chung:

Ngày nhận: 01/03/2016

Ngày chấp nhận: 29/08/2016

### Title:

Using remote sensing MODIS data for monitoring the effects of drought and flood on rice farming system changes in the Vietnamese Mekong Delta

### Từ khóa:

Viễn thám, MODIS, cơ cấu mùa vụ lúa, khô hạn, ngập lũ, ĐBSCL

### Keywords:

Remote sensing, MODIS, rice farming system, drought, flood, Vietnamese Mekong Delta

### ABSTRACT

The research approach is to use the Normalized Difference Vegetation Index (NDVI) for monitoring the rice crop pattern; Temperature Vegetation Dryness Index (TDVI) for estimating the land surface moisture; and time series data of EVI, LSWI and DVEL were used to map flood distribution. By classification time series data extracted from MODIS images from 2000 to 2011, the study has identified rice cultivation areas frequently affected by drought or flood in the Vietnamese Mekong Delta. This research also determined the suitable rice farming systems for 9 agricultural ecology zones as well as the solutions to intergate different indices as NDVI, TVDI and LSWI for monitoring rice farming system related to drought and flood impacts. The datasets of rice farming system, drought and flood in the Vietnamese Mekong Delta and the approach using remote sensing technology achieved from this research are helpful that can be applied for agriculture management and land use planning in this area.

### TÓM TẮT

Đề tài ứng dụng chỉ số khác biệt thực vật NDVI để giám sát biến động cơ cấu mùa vụ; chỉ số khô hạn thực vật TVDI để ước lượng độ ẩm của đất bề mặt; và phân loại chuỗi đa thời gian các giá trị EVI, LSWI và DVEL để thành lập bản đồ phân bố ngập lũ. Thông qua việc phân loại chuỗi dữ liệu MODIS đa thời gian từ năm 2000 đến 2011, nghiên cứu đã xác định được các vùng canh tác lúa thường xuyên chịu ảnh hưởng của khô hạn hay ngập lũ ở Đồng bằng sông Cửu Long (ĐBSCL). Nghiên cứu cũng xác định được các mô hình canh tác lúa phù hợp trên 9 phân vùng sinh thái nông nghiệp đồng thời đưa ra giải pháp theo hướng tiếp cận mới áp dụng tích hợp các thuật toán tính toán các chỉ số NDVI, TVDI và LSWI để giám sát các biến động về cơ cấu mùa vụ liên quan đến những tác động do khô hạn và ngập lũ. Bộ dữ liệu về cơ cấu mùa vụ, khô hạn và ngập lũ vùng ĐBSCL và phương pháp tiếp cận bằng công nghệ viễn thám được đề xuất trong nghiên cứu này là hữu ích và có thể áp dụng được trong thực tiễn quản lý nông nghiệp và qui hoạch sử dụng đất của vùng.

Trích dẫn: Huỳnh Thị Thu Hương, Võ Quang Minh và Lê Anh Tuấn, 2016. Ứng dụng ảnh viễn thám modis trong phân vùng canh tác lúa có ảnh hưởng của điều kiện khô hạn và ngập lũ khu vực Đồng bằng sông Cửu Long. Tạp chí Khoa học Trường Đại học Cần Thơ. 45a: 52-65.

## 1 GIỚI THIỆU

Biến đổi khí hậu (ĐBKH) liên quan đến lũ lụt, khô hạn và xâm nhập mặn đã là một mối đe dọa liên tục với cuộc sống và sản xuất nông nghiệp của Việt Nam nói chung và Đồng bằng sông Cửu Long (ĐBSCL) nói riêng. Theo báo cáo của Bộ Nông nghiệp & Phát triển nông thôn (2000) dự báo đến năm 2060 thì ĐBKH toàn cầu sẽ làm môi trường tự nhiên và KTXH của ĐBSCL thay đổi lớn. Hạn hán sẽ xuất hiện nhiều hơn, nước lũ sẽ cao hơn và thời gian ngập lũ cũng kéo dài hơn hiện nay, việc tiêu thoát nước mùa mưa lũ cũng khó khăn (Thế Đạt, 2001). Việc nghiên cứu những tác động của ĐBKH như lũ lụt và khô hạn đến sự biến động của hiện trạng, cơ cấu sử dụng đất hết sức cần thiết nhằm đánh giá được mức độ ảnh hưởng và từ đó đề xuất các giải pháp ứng phó kịp thời. Để đạt được mục tiêu trên, cần thiết phải có những giải pháp hiệu quả, nhanh chóng, chính xác và tiết kiệm chi phí. Trước đây ở Việt Nam, việc đánh giá phân vùng ngập lũ và hạn hán chủ yếu dựa vào các số liệu quan trắc ở các trạm khí tượng thủy văn. Trong khi đó, các trạm khí tượng thủy văn này lại cách xa nhau, bình quân mỗi trạm đại diện cho khoảng 1.650 km<sup>2</sup> lãnh thổ (Nguyễn Ngọc Thạch, 2010).

Ngày nay, việc sử dụng các số liệu từ các vệ tinh quan trắc Trái đất rất có ích và đáng được quan tâm. Các dữ liệu vệ tinh viễn thám luôn có sẵn và có thể được sử dụng để phát hiện sự khởi đầu của khô hạn và ngập lũ, cả về thời gian và cường độ. Bộ cảm MODIS (Moderate Resolution Imaging Spectroradiometers) đặt trên vệ tinh TERRA và AQUA cung cấp hàng ngày tư liệu với nhiều kênh phổ được ứng dụng rất rộng rãi, có thể cung cấp thông tin về bề mặt trái đất, có chu kỳ thời gian ngắn hơn và phân phủ mặt đất lớn hơn. Đặc biệt là mức độ chi tiết của kết quả từ ảnh viễn thám được thể hiện trên toàn vùng, hiệu quả hơn so với chỉ số đo tại điểm quan trắc, do đó viễn thám có thể được xem là phương pháp tiếp cận ưu việt hỗ trợ cho phương pháp đo đạc truyền thống từ các trạm quan trắc khí tượng hiện nay.

Nghiên cứu này được thực hiện với mục tiêu (1) Đánh giá ảnh hưởng của khô hạn và ngập lũ đến cơ cấu mùa vụ lúa ở ĐBSCL dưới tác động của ĐBKH; (2) Đánh giá khả năng ứng dụng ảnh viễn thám MODIS trong theo dõi cơ cấu mùa vụ lúa, khô hạn và lũ lụt ở ĐBSCL; và (3) Định hướng nghiên cứu mô hình sản xuất phù hợp với từng điều kiện cụ thể và giải pháp giám sát nhằm giảm thiểu thiệt hại cho sản xuất lúa do tác động của khô hạn và ngập lũ ở ĐBSCL.

## 2 PHƯƠNG PHÁP NGHIÊN CỨU

### 2.1 Đối tượng và phạm vi nghiên cứu

– Khu vực nghiên cứu: khu vực ĐBSCL giới hạn từ 8<sup>o</sup>30' -11<sup>o</sup> vĩ độ Bắc và từ 104<sup>o</sup>30' -107<sup>o</sup> kinh độ Đông.

– Thời điểm quan sát: chuỗi thời gian liên tục từ năm 2000 đến năm 2011.

– Đối tượng quan sát: Cơ cấu canh tác, diễn tiến khô hạn và lũ lụt trên vùng đất canh tác lúa 1, 2 và 3 vụ/năm.

### 2.2 Dữ liệu nghiên cứu

#### 2.2.1 Dữ liệu ảnh viễn thám

Nguồn dữ liệu chính được sử dụng là ảnh viễn thám MODIS được chụp trong khoảng thời gian 12 năm từ năm 2000 đến năm 2011. Tất cả ảnh MODIS được thu thập từ vệ tinh quan trắc Trái đất của NASA (website: [verb.echo.nasa.gov/verb/](http://verb.echo.nasa.gov/verb/)). Ba loại ảnh được sử dụng trong nghiên cứu này bao gồm:

\* Dữ liệu ảnh MODIS phản xạ bề mặt MOD09Q1 gồm 2 kênh phổ đỏ (RED) và cận hồng ngoại (NIR), độ phân giải không gian 250 m và tổ hợp 8 ngày phục vụ xây dựng bản đồ cơ cấu mùa vụ lúa ĐBSCL.

\* Dữ liệu ảnh MODIS nhiệt độ lớp phủ bề mặt MOD11A2 với chu kỳ quan sát 8 ngày/lần, độ phân giải không gian 1 km phục vụ tính toán nhiệt độ lớp phủ bề mặt đất và chỉ số khô hạn ĐBSCL.

\* Dữ liệu ảnh MODIS phản xạ bề mặt MOD09A1 tổ hợp 8 ngày, độ phân giải không gian 500 m để theo dõi diễn biến lũ ĐBSCL.

**Bảng 1: Các kênh phổ của sản phẩm MODIS được sử dụng trong xây dựng bản đồ cơ cấu mùa vụ lúa, bản đồ phân vùng khô hạn và bản đồ ngập lũ ở ĐBSCL**

Kênh MODIS (μm)	Bước sóng (μm)	Độ phân giải (m)
1 (Red)	0,620 – 0,670	250m
2 (NIR)	0,841 – 0,876	250m
3 (Blue)	0,459 – 0,479	500m
31	10,780 – 11,280	1km
32	11,770 – 12,270	1km

(Nguồn: Tổng hợp từ <http://modis.gsfc.noaa.gov>)

Khu vực ĐBSCL được phân bố trên hai tấm ảnh (scene). Trung bình mỗi năm sẽ thu thập được 46 cặp ảnh với chu kỳ 8 ngày/cặp. Riêng năm 2000 chỉ thu được 40 cặp ảnh do vệ tinh MODIS chỉ bắt đầu cung cấp ảnh vào 18/02/2000.

Các bản đồ đơn tính được xây dựng từ dữ liệu ảnh MODIS với độ phân giải khác nhau như 1)

Bản đồ cơ cấu mùa vụ từ dữ liệu MODIS 250 m; 2) Bản đồ ngập lũ từ dữ liệu MODIS 500 m; và 3) Bản đồ khô hạn từ dữ liệu MODIS 1 km sẽ được xử lý đưa về cùng độ phân giải là 1 km khi xây dựng bản đồ phân vùng sinh thái.

2.2.2 Dữ liệu thống kê

Đề tài sử dụng số liệu thống kê về diện tích xuống giống lúa Đông Xuân, Hè Thu và lúa Mùa phân theo các địa phương trong khu vực ĐBSCL từ năm 2000 đến năm 2011 từ Tổng cục Thống kê Việt Nam.

Ngoài ra, nghiên cứu này cũng sử dụng các số liệu quan trắc khí tượng và số liệu mực nước thủy văn ghi nhận tại các trạm quan trắc đặt tại ĐBSCL làm dữ liệu đối chiếu với kết quả giải đoán từ ảnh MODIS.

2.2.3 Dữ liệu bản đồ

Các dữ liệu bản đồ được sử dụng trong đề tài bao gồm bản đồ ranh giới hành chính và bản đồ hiện trạng sử dụng đất ở ĐBSCL. Trong đó:

+ Bản đồ ranh giới hành chính ĐBSCL, tỷ lệ 1/250.000 năm 2010 (Nguồn từ Bộ môn Tài nguyên Đất đai, Khoa Môi trường và Tài nguyên Thiên nhiên, Trường Đại học Cần Thơ).

+ Bản đồ hiện trạng sử dụng đất ĐBSCL tỷ lệ 1/250.000 năm 2008 (Nguồn từ Bộ môn Tài nguyên Đất đai, Khoa Môi trường và Tài nguyên Thiên nhiên, Trường Đại học Cần Thơ).

2.3 Phương pháp nghiên cứu

2.3.1 Xây dựng các bản đồ chuyên đề sử dụng các chỉ số được tính toán từ dữ liệu ảnh viễn thám

Bước 1: Phân tích hiện trạng cơ cấu mùa vụ lúa dựa trên chỉ số NDVI đa thời gian.

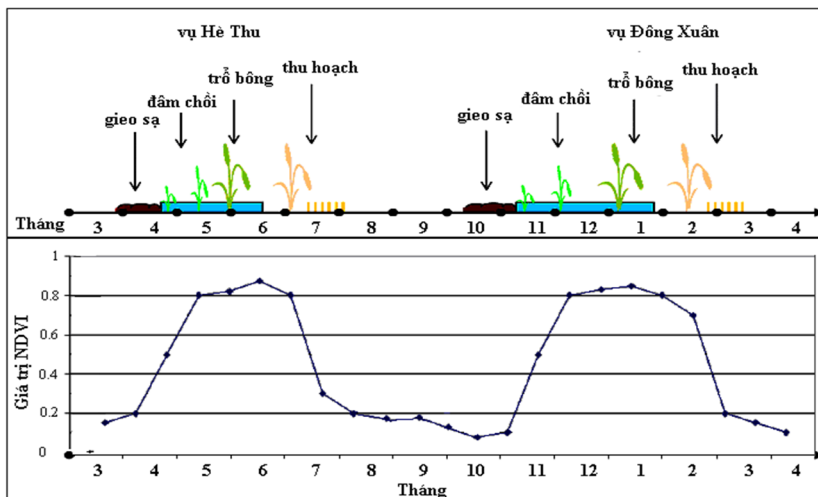
Chỉ số khác biệt thực vật NDVI được sử dụng trong nghiên cứu nhằm phân ánh tình trạng phát triển của thực vật (chủ yếu cây lúa) tại thời điểm quan sát. Chỉ số thực vật NDVI được tính theo công thức sau (Tucker, 1979; Jackson và ctv., 1983; Tucker và ctv., 1991):

$$NDVI = \frac{NIR - RED}{NIR + RED}$$

(Tucker, 1979; Jackson và ctv., 1983; Tucker và ctv., 1991)

Trong đó, băng ảnh NIR và RED lần lượt thể hiện giá trị phổ phản xạ của đối tượng trên kênh cận hồng ngoại và kênh đỏ. Giá trị NDVI biến động trong khoảng  $-1 < NDVI < +1$ .

Khía cạnh thời gian sinh trưởng của cây lúa là hết sức quan trọng đối với sự biến động giá trị của chỉ số thực vật NDVI tương ứng ở các giai đoạn phát triển khác nhau của cánh đồng lúa. Với chuỗi ảnh NDVI đa thời gian (46 ảnh/năm), giá trị NDVI sẽ thay đổi theo tình trạng sinh trưởng của cây lúa (Hình 1). Chỉ số NDVI sẽ có giá trị thấp giai đoạn gieo sạ; tăng dần và đạt cao nhất vào lúc cây lúa ở giai đoạn sinh trưởng; và giảm khi cây lúa bắt đầu chín và thấp nhất khi đã thu hoạch.



Hình 1: Mô phỏng sự thay đổi giá trị NDVI theo giai đoạn sinh trưởng của cây lúa ở cơ cấu lúa 2 vụ HT-ĐX (Trần Thị Hiền, 2010)

Để thống nhất với sự phân chia thời vụ theo Tổng cục Thống kê Việt Nam, đề tài thống nhất ở ĐBSCL có 03 hệ thống canh tác lúa chủ yếu gồm hệ thống canh tác lúa 3 vụ (ĐX-HT-TĐ); hệ thống canh tác lúa 2 vụ (ĐX-HT hay HT-TĐ); hệ thống

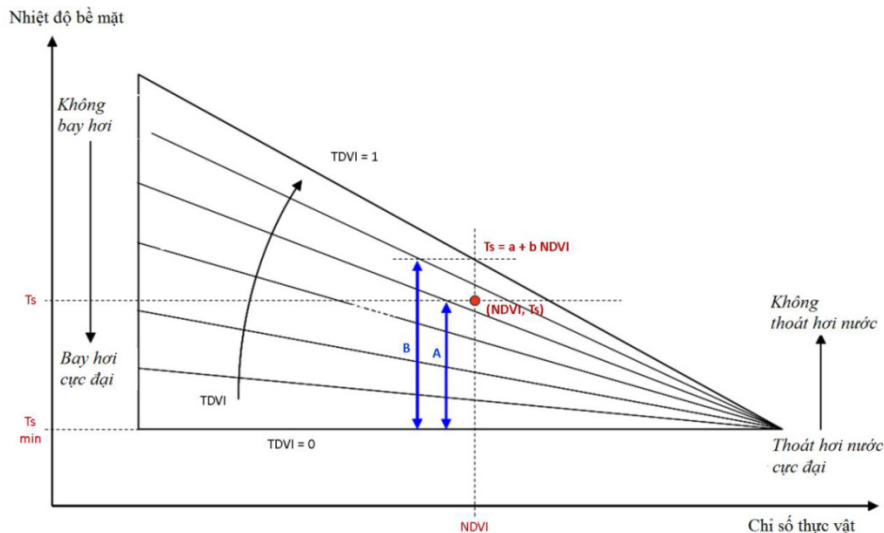
canh tác lúa 1 vụ (gồm Lúa-Tôm hay Lúa một vụ nước trời). Lịch thời vụ cơ bản như sau:

- Vụ HT: từ tháng 4 đến tháng 8 dương lịch
- Vụ TĐ: từ tháng 8-9 đến tháng 11-12 dương lịch

- Vụ ĐX: từ tháng 11-12 đến tháng 3-4 dương lịch
- Vụ XH: từ tháng 3 đến tháng 7 dương lịch sẽ là HT sớm.

Ngoài ra, tùy theo thời điểm xuống giống cụ thể ở từng địa phương, các vụ lúa còn được chia ra thành chính vụ, vụ sớm hay vụ muộn. Riêng đối với hệ thống canh tác Lúa-Màu, trường hợp ở những vùng có diện tích canh tác đáng kể sẽ được phân tách nhờ bộ dữ liệu hỗ trợ từ các bản đồ hiện trạng mới nhất ở địa phương cùng với công tác thực địa. Các kiểu sử dụng đất không phải lúa được bỏ qua trong quá trình phân tích bằng cách xử lý che ảnh (mặt nạ) nhằm tập trung quan sát vào các vùng canh tác lúa.

**Bước 2: Phân tích vùng có khả năng khô hạn dựa trên chuỗi chỉ số khô hạn TVDI**



**Hình 2: Nguyên lý xây dựng bản đồ TVDI dựa vào tam giác không gian [Ts, NDVI] trong dự báo khô hạn nông nghiệp theo Sandholt et al. (2002)**

Trong đó, chỉ số TVDI của một pixel ảnh [Ts, NDVI] được xác định như một tỷ lệ giữa đường A = (Ts - T<sub>smin</sub>) và B = (T<sub>smax</sub> - T<sub>smin</sub>) theo công thức:

$$TVDI = A/B = (T_s - T_{smin}) / (T_{smax} - T_{smin}) = (T_s - T_{smin}) / (a + b \cdot NDVI - T_{smin}) \quad (\text{Sandholt et al., 2002})$$

Trong nghiên cứu này, chỉ số khô hạn TVDI được tính toán dựa trên mối quan hệ giữa nhiệt độ bề mặt LST (từ sản phẩm MOD11A2) và chỉ số thực vật NDVI (từ sản phẩm MOD09A1) nhằm ước lượng trạng thái độ ẩm đất bề mặt trong vùng nghiên cứu. Chu kỳ quan sát 8 ngày/lần trong suốt mùa khô từ năm 2000 đến năm 2011. Giai đoạn từ tháng 11 đến tháng 4 được chọn để quan sát tình trạng độ ẩm của đất vì giai đoạn này ở vùng nghiên cứu ĐBSCL thường phải đối mặt với lượng mưa ít

Chỉ số TVDI được phân tích từ lớp ảnh nhiệt độ bề mặt (LST) và chỉ số khác biệt thực vật chuẩn (NDVI). Trong đó, việc xác định giá trị chỉ số thực vật NDVI từ các bộ cảm biến nhìn thấy và hồng ngoại cùng với nhiệt độ bề mặt đất từ các cảm biến hồng ngoại nhiệt tạo nên một tam giác không gian [Ts-NDVI] (Hình 2). Tam giác không gian này có liên quan chặt chẽ đến sự bốc thoát hơi bề mặt (Evapotranspiration), độ ẩm mặt đất, độ bay hơi và mật độ bao phủ của thực vật. Sự phân tán của các giá trị phản tử ảnh trong không gian [Ts-NDVI] sẽ cung cấp thông tin về điều kiện thực vật và độ ẩm bề mặt cũng như tình trạng hạn hán xảy ra. Giá trị TVDI dao động trong khoảng từ 0 đến 1, TVDI=1, tương ứng với “rìa khô”, TVDI=0 tương ứng với “rìa ướt”. Chỉ số TVDI càng lớn cho thấy khả năng xảy ra khô hạn càng cao (Sandholt et al., 2002).

hoặc không có mưa, nguồn nước tưới thiếu hụt từ các con sông hay kênh gây nên sự thiếu hụt độ ẩm của đất, ảnh hưởng đến sử dụng nước cho cây lúa trong khu vực.

Các dữ liệu hỗ trợ cho công tác ước lượng độ ẩm bề mặt đất khi áp dụng cho dữ liệu ảnh MODIS LST bao gồm dữ liệu nhiệt độ quan trắc trong không khí tại các trạm đo ở các địa phương thuộc vùng nghiên cứu. Công tác đánh giá độ tin cậy cho kết quả ước lượng độ ẩm bề mặt bằng chỉ số TVDI thực hiện thông qua việc chọn lựa so sánh với các chỉ số dự báo khô hạn khác (như chỉ số chuẩn hóa giáng thủy SPI, chỉ số khô hạn Palmer, WDI,...) hay dữ liệu khảo sát thực địa.

**Bước 3: Phân vùng ngập lũ thông qua tính toán các chỉ số nước EVI, LSWI và DVEL**



Sakamoto và ctv. (2007) đã tìm ra thuật toán phân loại các đối tượng ngập lũ được đặt tên là WFFI (*The Wavelet-based Filter for detecting spatiotemporal changes in Flood Inundation*) để đánh giá diễn biến về mặt không gian và thời gian của lũ lụt. Đề tài đã áp dụng có điều chỉnh phù hợp ở điều kiện ĐBSCL thuật toán WFFI nói trên để phân loại bề mặt nước thành hai loại, hỗn hợp và lũ lụt dựa trên sự xác định các chỉ số EVI, LSWI và DVEL. Điểm ảnh được phân loại như lũ lụt khi thỏa một trong hai điều kiện: Smoothed DVEL ≤ 0,05 và smoothed EVI ≤ 0,1 hoặc Smoothed LSWI ≤ 0 và smoothed EVI ≤ 0,05 (Hình 3). Bản đồ kết quả được xây dựng giúp xác định khá chính xác ngày bắt đầu, ngày kết thúc và thời gian lũ lụt hàng năm của khu vực nghiên cứu.

$$EVI = 2,5 \times \frac{\rho NIR - \rho RED}{\rho NIR + 6 \times \rho RED - 7,5 \times \rho BLUE + 1}$$

$$LSWI = \frac{\rho NIR - \rho SWIR}{\rho NIR + \rho SWIR}$$

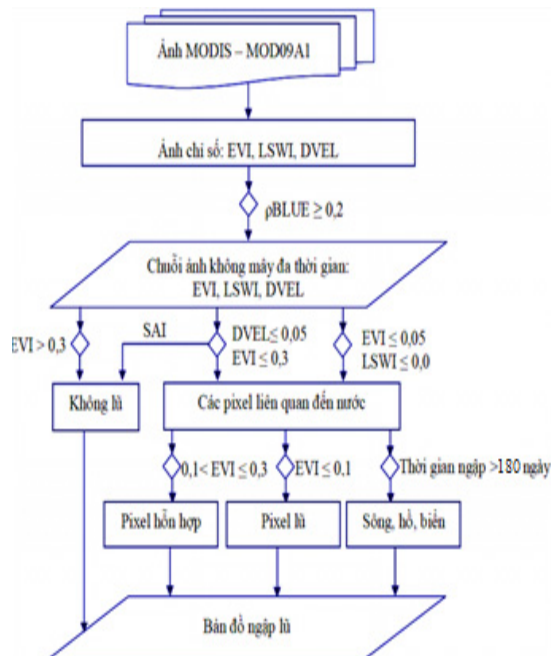
$$DVEL = EVI - LSWI$$

Trong đó:  $\rho NIR$ : Phản xạ phổ kênh cận hồng ngoại;

$\rho RED$ : Phản xạ phổ kênh đỏ;

$\rho SWIR$ : Phản xạ phổ kênh hồng ngoại ngắn;

$\rho BLUE$ : Phản xạ phổ kênh ánh sáng xanh.



**Hình 3: Thuật toán xử lý ảnh viễn thám thành lập bản đồ ngập lũ theo Sakamoto et al. (2007) có chỉnh sửa**

Vùng ĐBSCL thường có các kiểu ngập như 1) Ngập do lũ; 2) Ngập do mưa; 3) Ngập do triều; 4) Ngập chủ động do canh tác (Trần Như Hối, 2011). Theo cách tiếp cận mới của Sakamoto et al. giúp xác định về mặt không gian và thời gian của lũ lụt ở khu vực ĐBSCL theo hướng phân loại các chỉ số EVI, LSWI và DVEL tương ứng 4 kiểu ngập nói trên. Đề tài kế thừa có chỉnh sửa cho phù hợp với điều kiện ĐBSCL, trong đó số ngày ngập liên tục để phân biệt giữa ngập lũ và ngập dài hạn (sông, hồ) ở ĐBSCL được chỉnh sửa thành 180 ngày thay vì 120 ngày.

**Bước 4: Đánh giá độ tin cậy các kết quả giải đoán thông qua dữ liệu thực địa, điều tra nông hộ, dữ liệu quan trắc của các trạm khí tượng thủy văn tại địa phương**

Dữ liệu thực địa được sử dụng để đánh giá độ tin cậy của bản đồ giải đoán đồng thời hiệu chỉnh kết quả nhằm gia tăng độ chính xác. Thực hiện phân tuyến khảo sát thực địa tập trung trên các vùng đất trồng lúa ở ĐBSCL. Tổng cộng gồm có 377 điểm được khảo sát. Các chỉ tiêu cần thu thập trong công tác thực địa bao gồm vị trí điểm khảo sát xác định từ thiết bị định vị toàn cầu (GPS) và các thông tin về cơ cấu canh tác lúa thực tế.

Thực hiện điều tra 100 nông hộ ở những vùng trồng lúa có tần suất xuất hiện khô hạn thường xuyên. Quá trình điều tra gồm ghi nhận lại hiện trạng thông qua kết quả phỏng vấn chủ sử dụng và người dân địa phương về tình trạng khô hạn.

Phân tích các mối tương quan giữa các số liệu khí tượng - thủy văn và phân tích nội suy vùng khô hạn khí tượng dựa trên chỉ số thiếu nước WDI (Water Deficit Index) để đối chiếu với các bản đồ kết quả xây dựng từ dữ liệu ảnh viễn thám MODIS.

Theo Moran và ctv. (1994), WDI được tính theo công thức sau:

$$WDI = 1 - ET/ET_m = (\Delta T_{smin} - \Delta T_0) / (\Delta T_{smin} - \Delta T_{smax}) = (a_{min}NDVI + b_{min} - \Delta T_0) / (a_{min} - a_{max})NDVI + (b_{min} - b_{max})$$

Trong đó:

+  $\Delta T_0$ : khác biệt giữa nhiệt độ bề mặt Ts và nhiệt độ không khí Ta.

+ Đường “giới hạn ướt” hoặc đường  $ETR_{max}$  tương đương với  $\Delta T_{SNDVI_{limin}} = a_{min}NDVI + b_{min}$  và đường “giới hạn khô” hoặc  $ETR_{min}$  tương đương với  $\Delta T_{SNDVI_{limax}} = a_{max}NDVI + b_{max}$ .

+ NDVI: chỉ số khác biệt thực vật.

+  $a_{min}$ ,  $a_{max}$ ,  $b_{min}$ ,  $b_{max}$  xác định từ hàm hồi quy tuyến tính trên cơ sở các phần tử ảnh với các giá trị

hiệt độ thấp nhất, cao nhất cho những khoảng giá trị NDVI.

**Bước 5: Xây dựng bản đồ phân vùng sinh thái nông nghiệp dựa trên các bản đồ đơn tính được giải đoán từ ảnh MODIS**

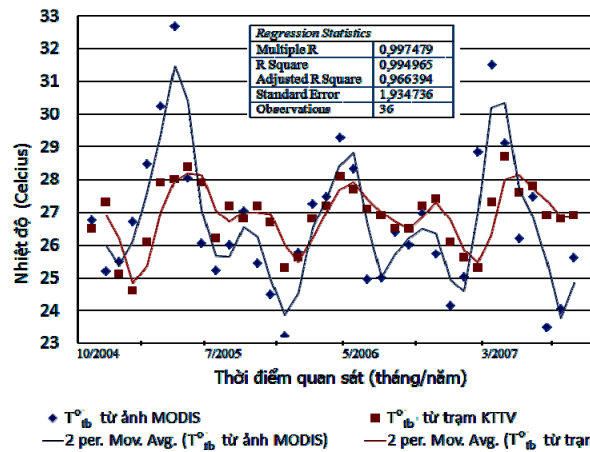
Ứng dụng kỹ thuật chồng lớp bản đồ của GIS để xây dựng bản đồ phân vùng sinh thái nông nghiệp từ 03 bản đồ đơn tính (bản đồ hiện trạng canh tác, bản đồ phân vùng khô hạn và bản đồ ngập lũ) từ đó phân tích ảnh hưởng của vùng có khô hạn và ngập lũ đến sản xuất lúa và đưa ra các đề xuất phù hợp.

**3 KẾT QUẢ VÀ THẢO LUẬN**

**3.1 Ảnh hưởng của khô hạn và ngập lũ đến thay đổi cơ cấu mùa vụ lúa dưới tác động của biến đổi khí hậu ở ĐBSCL**

*3.1.1 Tác động của nhiệt độ và khô hạn ở ĐBSCL giai đoạn 2000-2011*

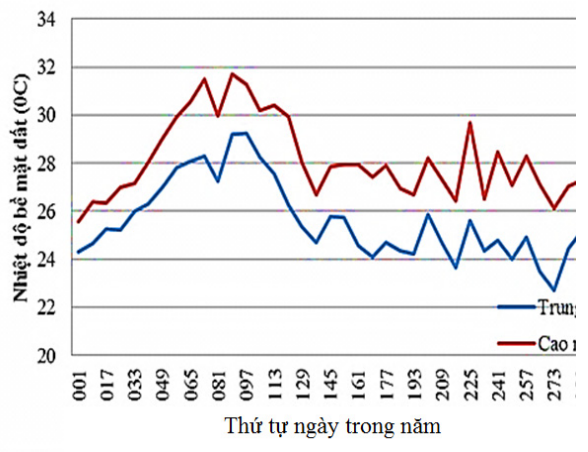
Bức xạ nhiệt từ lớp phủ mặt đất có sự tương quan với nhiệt độ không khí. Qua kết quả so sánh



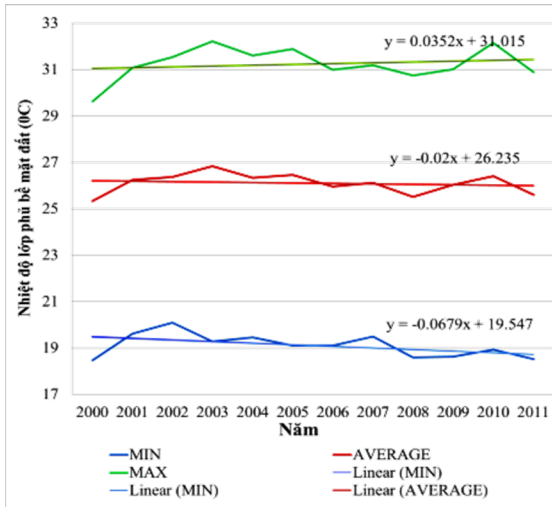
**Hình 4: Biến thiên nhiệt độ trung bình tháng bề mặt đất từ ảnh viễn thám MODIS và nhiệt độ trung bình tháng trong không khí từ các trạm đo tỉnh Sóc Trăng từ năm 2004 đến 2007**

sự biến động nhiệt độ bề mặt và nhiệt độ đo trong không khí từ trạm quan trắc khí tượng ở tỉnh Sóc Trăng, là một trong những tình điển hình có cả 03 kiểu canh tác lúa 1 vụ, 2 vụ và 3 vụ lúa trong năm lại có xuất hiện khô hạn, cho thấy có sự tương quan cao giữa dữ liệu nhiệt độ quan trắc với dữ liệu nhiệt độ bề mặt của tỉnh với hệ số tương quan chặt  $R^2=0,96$  và độ lệch chuẩn là 1,9 (Hình 4).

Quan sát trên cả khu vực ĐBSCL cho thấy nhiệt độ bề mặt cực tiểu, cực đại và trung bình năm ở các năm tăng giảm bất thường không theo qui luật. Tuy nhiên, qua kết quả tính toán trong khoảng thời gian 12 năm cho thấy nhiệt độ cực đại có xu hướng tăng trong khi nhiệt độ trung bình và nhiệt độ cực tiểu có xu hướng giảm (Hình 6). Xu hướng gia tăng diện tích vùng xuất hiện khô hạn ở các mùa khô từ năm 2000 đến 2011 ở khu vực ĐBSCL cho thấy có sự tương quan với xu hướng gia tăng nhiệt độ lớp phủ bề mặt đất hay nói khác đi sự gia tăng nhiệt độ theo thời gian dưới tác động của BĐKH cũng dẫn đến sự gia tăng về diện tích khô hạn ở vùng nghiên cứu (Hình 7).

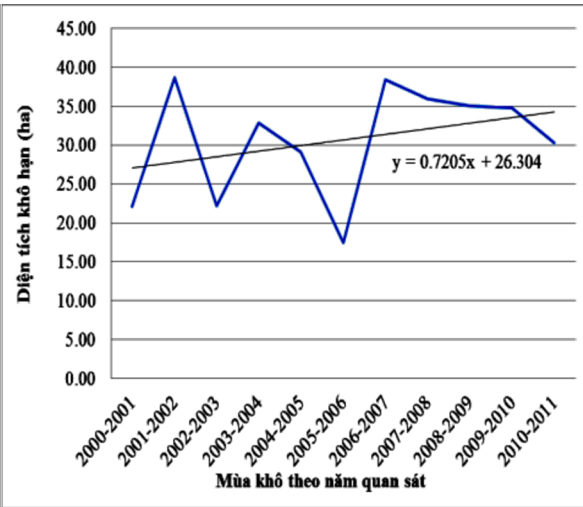


**Hình 5: Biến động nhiệt độ bề mặt đất trung bình và cao nhất/ngày trong năm ở ĐBSCL từ dữ liệu ảnh MODIS LST**



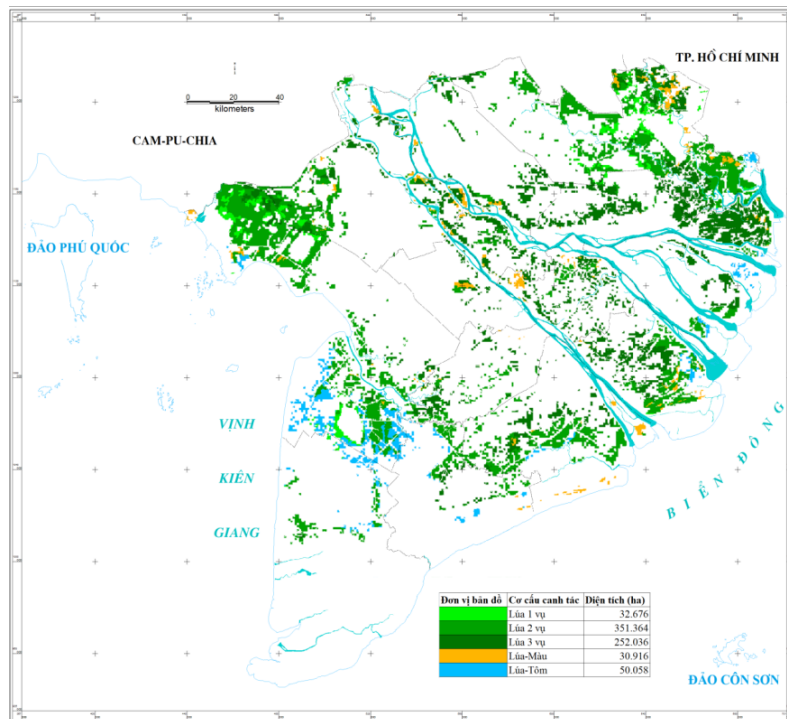
**Hình 6: Xu hướng biến thiên nhiệt lớp phủ bề mặt khu vực ĐBSCL quan sát giai đoạn từ 2000 đến 2011 phân tích từ ảnh MODIS LST**

Kết quả khảo sát 100 điểm thực địa vùng được xác định có khả năng chịu ảnh hưởng của khô hạn ở các tỉnh Bạc Liêu, Sóc Trăng, Trà Vinh, Bến Tre và An Giang cho thấy cơ cấu canh tác bị ảnh hưởng khô hạn ở vùng đất nhiễm mặn ven biển chủ yếu là Lúa 2 vụ nước trời và Lúa 1 vụ (Lúa-Tôm). Trên vùng đất không nhiễm mặn, cơ cấu có khả năng bị ảnh hưởng bởi khô hạn chủ yếu là Lúa 1 vụ ở vùng núi Tri Tôn thuộc tỉnh An Giang.



**Hình 7: Xu hướng biến thiên diện tích vùng xuất hiện khô hạn ở các mùa khô từ năm 2000 đến 2011 ở khu vực ĐBSCL phân tích từ ảnh MODIS LST**

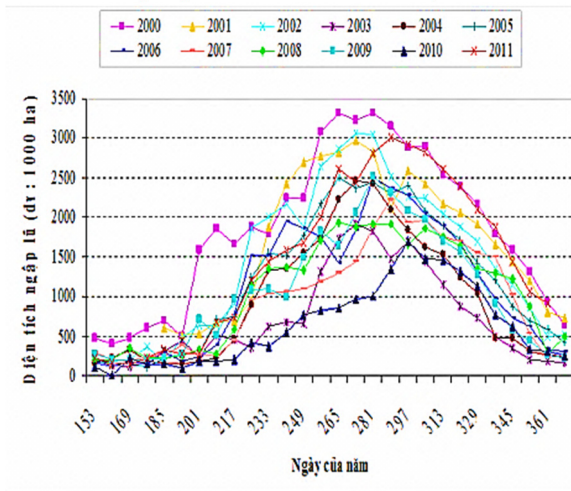
Một số vùng canh tác lúa 3 vụ ở ĐBSCL vẫn có khả năng xảy ra khô hạn (Hình 8), kết quả đối chiếu giữa thời gian canh tác lúa và thời gian khô hạn trên những vùng canh tác 3 vụ lúa cho thấy thời điểm chỉ số TVDI tăng cao khi trên đồng là thời gian đất trống không canh tác hoặc trong thời gian canh tác nhưng cây trồng ở giai đoạn ít hoặc không được tưới nước như giai đoạn lúa chín sắp thu hoạch. Do vậy, dù chỉ số TVDI tăng cao giai đoạn này nhưng không ảnh hưởng đến cây trồng.



**Hình 8: Vùng canh tác lúa có xuất hiện khô hạn trong mùa khô 2010-2011 ở ĐBSCL phân tích từ ảnh MODIS**

3.1.2 Tác động ngập lũ ở ĐBSCL giai đoạn 2000-2011

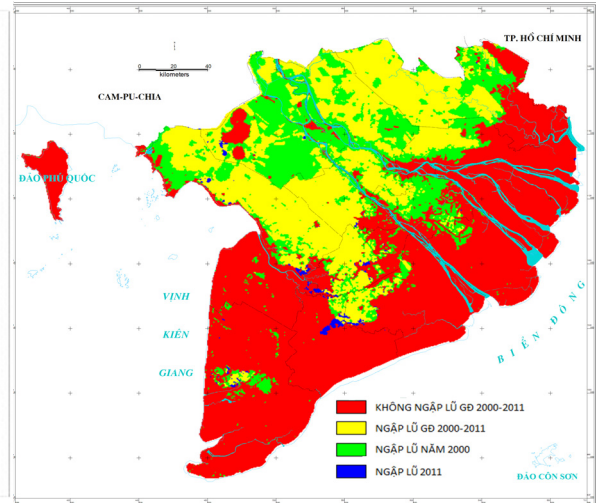
Kết quả phân tích từ dữ liệu MODIS giai đoạn năm 2000-2011 cho thấy lũ ở ĐBSCL năm 2011 có xu hướng thay đổi về vị trí ngập so với năm 2000. Cụ thể, kết quả giải đoán được trình bày ở Hình 10



Hình 9: Biến động diện tích ngập lũ/năm ở ĐBSCL từ 2000-2011 tính toán từ ảnh MODIS

Kết quả tính toán diện tích vùng ngập lũ ở ĐBSCL từ kết quả giải đoán cho thấy diện tích vùng ngập lũ ở ĐBSCL đã giảm theo thời gian, so với năm 2000 thì diện tích ngập lũ ĐBSCL năm 2011 đã giảm khoảng 5.886ha (Bảng 2). Kết quả so sánh từ dữ liệu quan trắc mực nước trên sông chính

cho thấy vùng ngập lũ năm 2000 đã không còn ngập vào thời điểm năm 2011 tương ứng với vùng màu xanh lá cây trên bản đồ, trong khi một số vùng không ngập năm 2000 lại xuất hiện ngập lũ vào năm 2011 tương ứng với vùng màu xanh dương trên bản đồ.



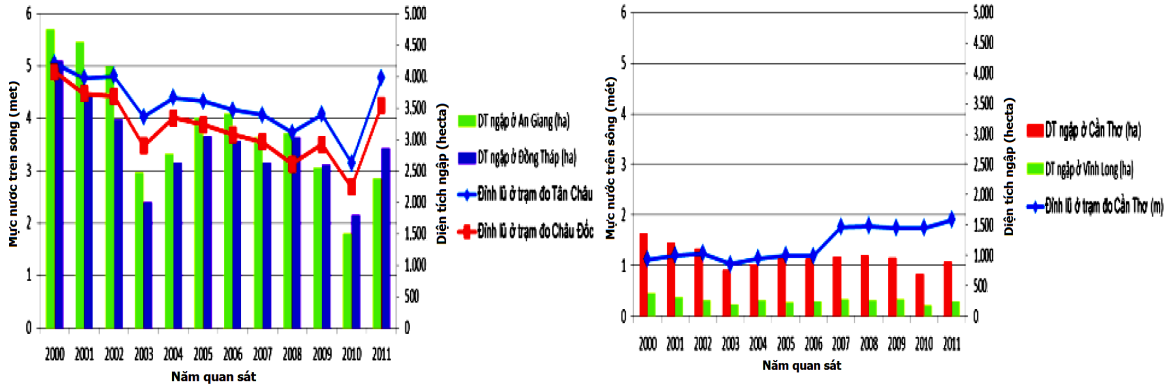
Hình 10: Biến động vùng ngập lũ ở ĐBSCL từ năm 2000-2011 giải đoán từ ảnh MODIS

tại hai tỉnh thượng nguồn Đồng Tháp và An Giang năm 2000 và năm 2011 cho thấy mặc dù mực nước trên sông chính cao nhưng diện tích ngập lại giảm (Hình 11). Điều này cũng cho thấy khả năng các công trình thủy lợi ngăn lũ đã có tác động một phần đến tình trạng lũ lụt ở ĐBSCL.

Bảng 2: Diện tích ngập lũ các tỉnh ĐBSCL từ năm 2000 đến 2011 được tính toán từ ảnh MODIS.

Tỉnh	Diện tích (ha)											
	Năm 2000	Năm 2001	Năm 2002	Năm 2003	Năm 2004	Năm 2005	Năm 2006	Năm 2007	Năm 2008	Năm 2009	Năm 2010	Năm 2011
Kiên Giang	3.294	2.631	2.516	1.229	1.472	2.111	1.826	1.823	2.154	2.023	1.297	2.508
An Giang	4.759	4.554	4.157	2.464	2.773	3.339	3.408	3.029	3.092	2.545	1.494	2.372
Đồng Tháp	4.250	3.738	3.313	2.000	2.624	3.050	2.965	2.630	3.037	2.591	1.800	2.867
Long An	3.735	3.215	2.844	1.127	1.538	2.101	1.836	1.544	2.199	2.134	1.504	3.151
Cần Thơ	1.362	1.222	1.112	770	852	997	950	974	1.000	968	696	901
Hậu Giang	368	325	233	176	195	313	247	342	339	299	329	361
Vĩnh Long	373	316	267	202	268	225	254	281	258	272	177	239
Tiền Giang	553	492	404	244	310	348	322	307	364	319	248	409
<b>ĐBSCL</b>	<b>18.698</b>	<b>16.495</b>	<b>14.849</b>	<b>8.214</b>	<b>10.037</b>	<b>12.491</b>	<b>11.810</b>	<b>10.932</b>	<b>12.446</b>	<b>11.094</b>	<b>7.548</b>	<b>12.812</b>

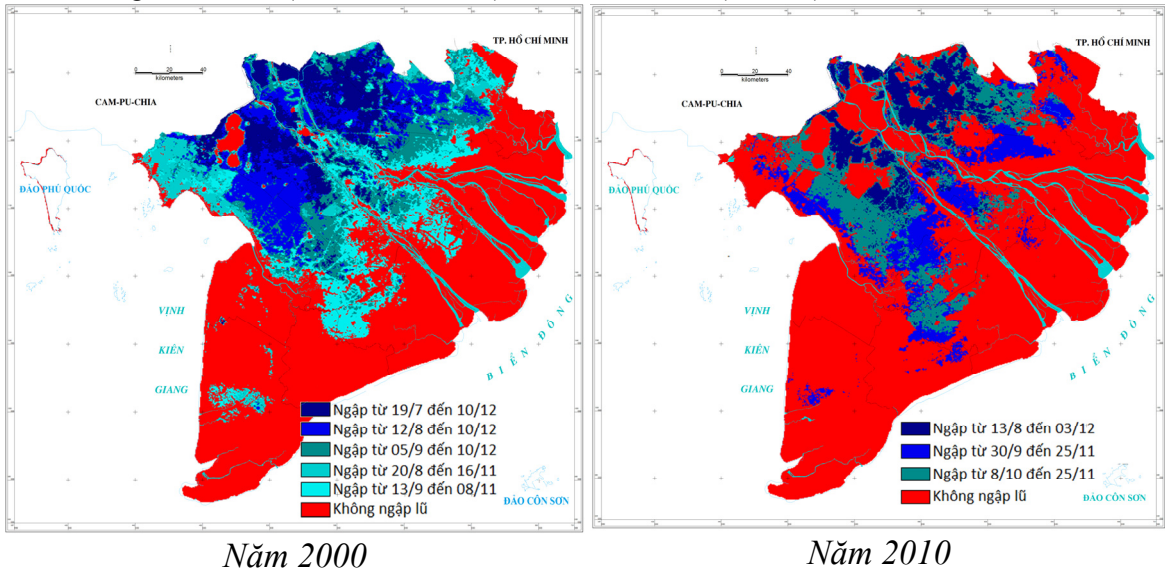




**Hình 11: Biến động diện tích ngập lũ tính toán từ ảnh MODIS tương ứng với mực nước đo trên sông ở một số tỉnh ĐBSCL từ năm 2000 đến 2011**

Thời gian ngập lũ liên tục có sự thay đổi giữa các năm. Những năm quy mô lũ lớn (năm 2000 và 2011) luôn có thời gian ngập lũ dài hơn so với các năm lũ trung bình và nhỏ (năm 2005 và 2010). Đặc

biệt, thời gian ngập lũ dọc theo sông chính và các tỉnh đầu nguồn của ĐBSCL (tỉnh An Giang, Đồng Tháp và Long An) luôn kết thúc trễ hơn so với các nơi khác (Hình 12).

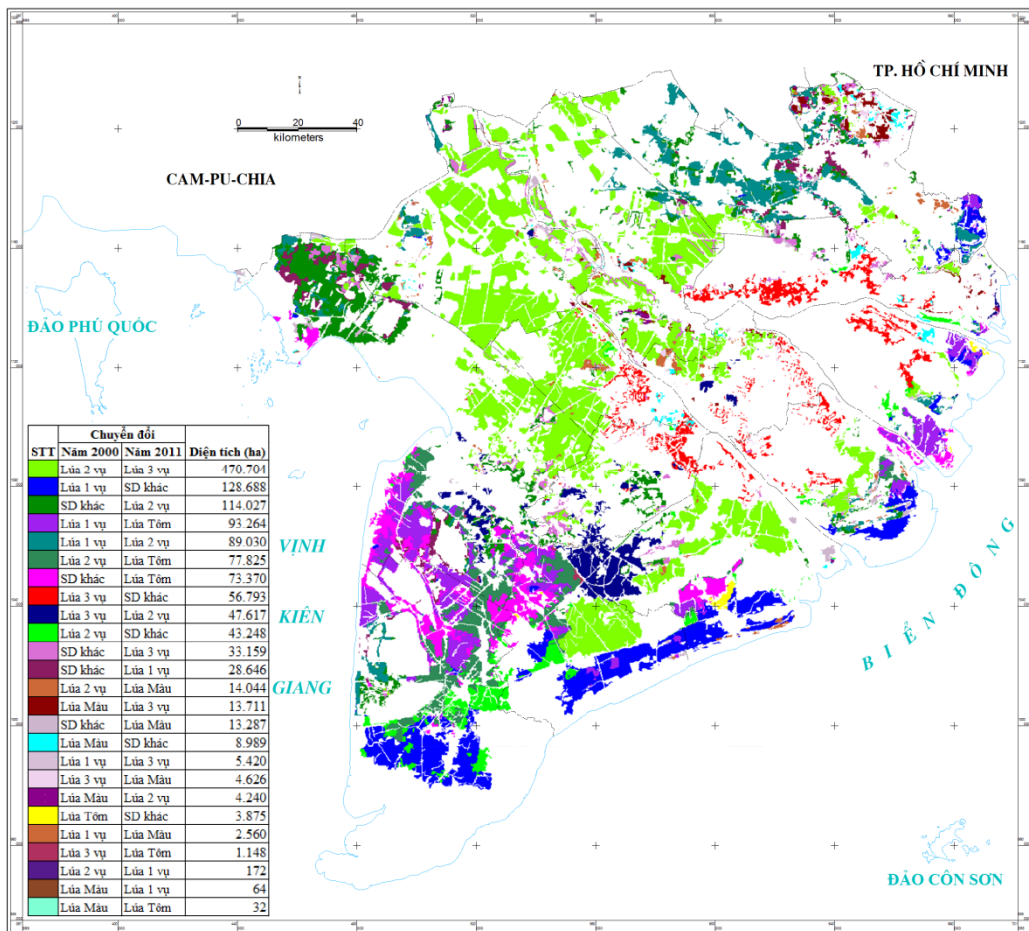


**Hình 12: Diễn tiến ngập lũ năm 2000 và năm 2010 giải đoán từ ảnh viễn thám MODIS**

**3.1.3 Thay đổi cơ cấu mùa vụ lúa khu vực ĐBSCL từ năm 2000 đến 2011**

Xu hướng chuyển đổi cơ cấu mùa vụ lúa chủ yếu giai đoạn 2000-2011 đó là Lúa 2 vụ chuyển sang Lúa 3 vụ; Lúa 1 vụ chuyển sang canh tác khác (Tôm-Rừng hay Chuyên tôm); Lúa 1 vụ chuyển sang Lúa-Tôm hay Lúa 2 vụ. Những địa phương có sự chuyển đổi mạnh mẽ đó là tỉnh An Giang, Kiên

Giang, Cần Thơ, Đồng Tháp, Sóc Trăng, Bến Tre, Bạc Liêu và Cà Mau. Trong đó, những tỉnh chuyển đổi nhiều nhất từ Lúa 2 vụ sang Lúa 3 vụ là An Giang, Kiên Giang, Cần Thơ, Đồng Tháp và Sóc Trăng. Các tỉnh Bến Tre, Cà Mau, Kiên Giang và Bạc Liêu là những địa phương có diện tích Lúa-Tôm tăng rõ rệt ở giai đoạn 2000-2011 (Hình 13 và Bảng 3).



Hình 13: Phân bố vùng có sự chuyển đổi cơ cấu canh tác lúa ở ĐBSCL giai đoạn 2000-2011

Bảng 3: Các kiểu chuyển đổi cơ cấu canh tác lúa ở ĐBSCL giai đoạn năm 2000-2011 phân tích được từ ảnh viễn thám MODIS

Stt	Cơ cấu canh tác		Diện tích (ha)	Stt	Cơ cấu canh tác		Diện tích (ha)
	Năm 2000	Năm 2011			Năm 2000	Năm 2011	
1	Lúa 2 vụ	Lúa 3 vụ	470.704	13	Lúa 2 vụ	Lúa Màu	14.044
2	Lúa 1 vụ	SD khác	128.688	14	Lúa Màu	Lúa 3 vụ	13.711
3	SD khác	Lúa 2 vụ	114.027	15	SD khác	Lúa Màu	13.287
4	Lúa 1 vụ	Lúa Tôm	93.264	16	Lúa Màu	SD khác	8.989
5	Lúa 1 vụ	Lúa 2 vụ	89.030	17	Lúa 1 vụ	Lúa 3 vụ	5.420
6	Lúa 2 vụ	Lúa Tôm	77.825	18	Lúa 3 vụ	Lúa Màu	4.626
7	SD khác	Lúa Tôm	73.370	19	Lúa Màu	Lúa 2 vụ	4.240
8	Lúa 3 vụ	SD khác	56.793	20	Lúa Tôm	SD khác	3.875
9	Lúa 3 vụ	Lúa 2 vụ	47.617	21	Lúa 1 vụ	Lúa Màu	2.560
10	Lúa 2 vụ	SD khác	43.248	22	Lúa 3 vụ	Lúa Tôm	1.148
11	SD khác	Lúa 3 vụ	33.159	23	Lúa 2 vụ	Lúa 1 vụ	172
12	SD khác	Lúa 1 vụ	28.646	24	Lúa Màu	Lúa 1 vụ	64

**3.2 Khả năng ứng dụng ảnh MODIS theo đổi cơ cấu mùa vụ lúa, khô hạn và ngập lũ ở ĐBSCL**

+ Kết quả thực hiện tính toán mức độ chính xác hay phù hợp giữa dữ liệu ảnh được phân loại với

bộ dữ liệu thực địa bằng ma trận sai số cho thấy bản đồ hiện trạng giải đoán từ ảnh MODIS 250 m đạt mức độ chi tiết cấp vùng, phân loại được các cơ cấu canh tác lúa với độ tin cậy cao (Kappa = 0,88) (Bảng 4).

**Bảng 4: Ma trận sai số phân loại**

	Lúa 1 vụ	Lúa 2 vụ	Lúa 3 vụ	Lúa – Màu	Tôm – Lúa	TC/ CAT	TCTC/ LNK	Màu	Mía	Khóm	Rừng tràm	Chuyên tôm	Tổng
Lúa 1 vụ	7	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	7
Lúa 2 vụ	3	68	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	73
Lúa 3 vụ	1	1	92	1	1	0	1	0	0	0	0	0	97
Lúa – Màu	0	2	1	17	0	0	0	0	0	0	0	0	20
Tôm – Lúa	0	3	0	0	58	1	0	0	0	0	0	2	64
TC/CAT	0	3	3	0	0	23	4	3	0	1	1	0	38
TCTC/LNK	0	0	0	0	0	1	8	0	0	0	0	0	9
Màu	0	0	0	0	0	0	0	14	0	0	0	0	14
Mía	0	0	0	0	0	0	0	0	9	0	0	0	9
Khóm	0	0	0	0	0	0	0	0	0	9	0	0	9
Rừng tràm	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	18	0	19
Chuyên tôm	0	1	0	0	1	1	0	0	0	0	0	15	18
<b>Tổng</b>	<b>11</b>	<b>78</b>	<b>97</b>	<b>18</b>	<b>61</b>	<b>27</b>	<b>13</b>	<b>17</b>	<b>9</b>	<b>10</b>	<b>19</b>	<b>17</b>	<b>377</b>

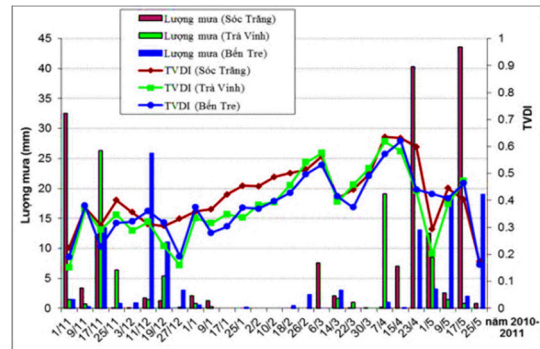
Ghi chú: TCTC/LNK: Thổ cư + Thổ canh/ Cây lâu năm khác

TC/CAT: Thổ cư + Cây ăn tr

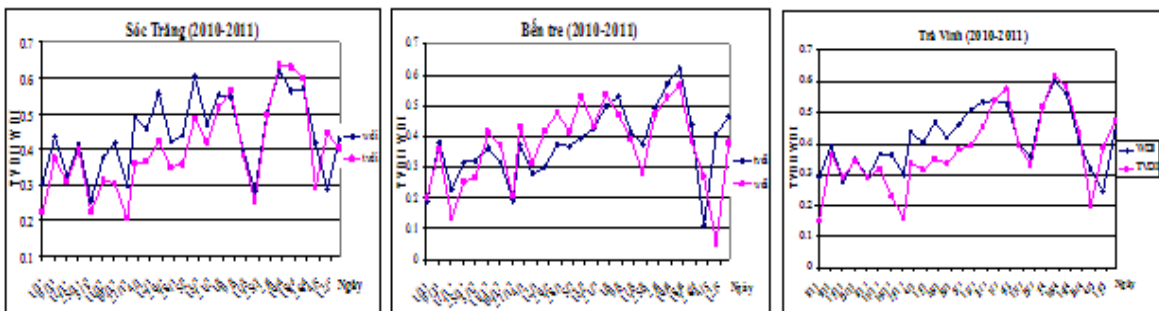
- Độ chính xác toàn cục:  $T = (7+68+92+17+58+23+8+14+9+9+18+15) \cdot 100/377 = 89,66\%$
- Kỳ vọng :  $E = 22040/143260 = 0,15$
- Chỉ số Kappa:  $K = (T - E)/(1 - E) = (0,897 - 0,15)/(1 - 0,15) = 0,88$

+ Chuỗi nhiệt độ bề mặt khu vực ĐBSCL tính toán từ ảnh MODIS phù hợp với xu thế biến thiên nhiệt độ không khí đo được tại các trạm ( $R^2=0,9$ ). Chỉ số khô hạn TVDI có tương quan với dữ liệu mưa của các trạm đo và tương quan với chỉ số khô hạn khác như WDI (Hình 14 và Hình 15). Những vùng có chỉ số khô hạn TVDI cao trên bản đồ giải đoán cũng phù hợp với kết quả khảo sát hiện trạng canh tác thực tế tại cùng thời điểm.

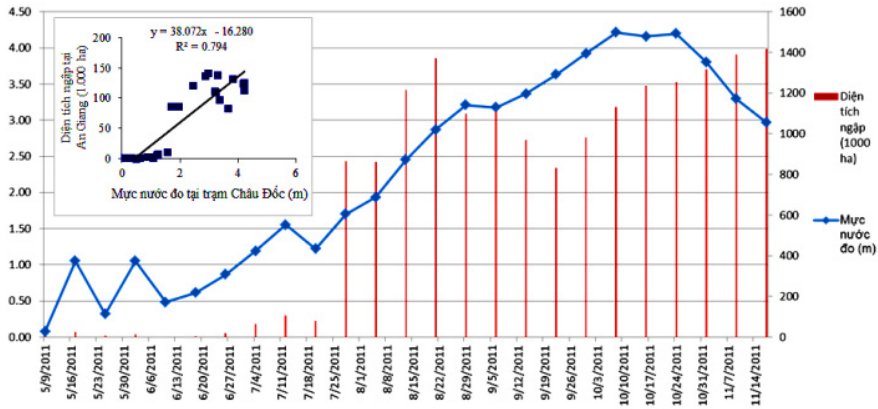
+ Dữ liệu ảnh MODIS phản ánh khá tốt tình trạng biến động lũ lụt giai đoạn 2000-2011, tương quan giữa diện tích ngập và mực nước thực đo với  $R^2$  đạt từ 0,79 – 0,90 (Hình 16).



**Hình 14: Sự tương quan giữa chỉ số TVDI và lượng mưa ở tỉnh Sóc Trăng, Trà Vinh và Bến Tre mùa khô 2010-2011**



**Hình 15: Biến thiên WDI và TVDI theo thời gian (11/2010-4/2011) ở các tỉnh Sóc Trăng, Bến Tre và Trà Vinh**



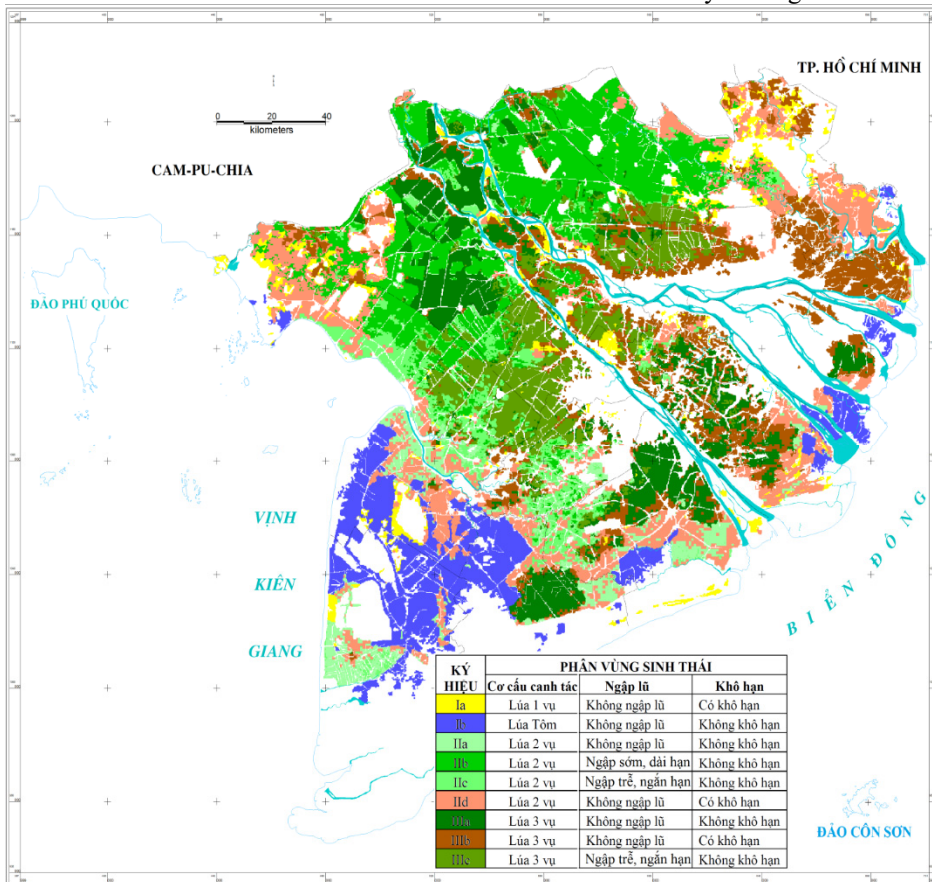
**Hình 16: Tương quan diện tích ngập tỉnh An Giang và mức nước thực đo tại trạm Châu Đốc mùa lũ năm 2011**

**3.3 Biện pháp giảm thiểu thiệt hại cho sản xuất lúa do khô hạn và ngập lũ ở ĐBSCL**

**3.3.1 Định hướng mô hình canh tác lúa phù hợp với điều kiện tự nhiên theo vùng sinh thái**

Để có cơ sở đề xuất các mô hình canh tác phù hợp trên các vùng có điều kiện tự nhiên khác nhau, đề tài xây dựng bản đồ phân vùng sinh thái sản

xuất lúa năm 2011 dựa trên 03 bản đồ đơn tính: 1) bản đồ hiện trạng cơ cấu canh tác lúa năm 2011; 2) bản đồ phân bố các vùng có tần xuất xảy ra khô hạn cao; và 3) bản đồ phân vùng ngập lũ năm 2011. Bản đồ kết quả phân vùng sinh thái canh tác lúa xây dựng từ 03 bản đồ đơn tính nói trên được trình bày ở Hình 17. Kết quả có 9 vùng sinh thái khác nhau trình bày ở Bảng 5.



**Hình 17: Bản đồ phân vùng sinh thái đất lúa ĐBSCL năm 2011**



**Bảng 5: Đơn vị sinh thái đất canh tác lúa ĐBSCL năm 2011 được xây dựng từ 03 bản đồ đơn tính bao gồm bản đồ hiện trạng, khô hạn và ngập lũ**

KÝ HIỆU	PHÂN VÙNG SINH THÁI			Diện tích (ha)
	Cơ cấu canh tác	Ngập lũ	Khô hạn	
Ia	Lúa 1 vụ, lúa màu	Không ngập lũ	Có khô hạn	92.308
Ib	Lúa Tôm	Không ngập lũ (ngập mặn)	Không khô hạn	255.862
IIa	Lúa 2 vụ	Không ngập lũ	Không khô hạn	116.570
IIf	Lúa 2 vụ	Ngập sớm và dài hạn	Không khô hạn	420.500
IIfc	Lúa 2 vụ	Ngập trễ và ngắn hạn	Không khô hạn	146.177
IId	Lúa 2 vụ	Không ngập lũ	Có khô hạn	325.486
IIIa	Lúa 3 vụ	Không ngập lũ	Không khô hạn	320.168
IIIb	Lúa 3 vụ	Không ngập lũ	Có khô hạn	294.570
IIIc	Lúa 3 vụ	Ngập trễ và ngắn hạn	Không khô hạn	227.747

Cơ cấu mùa vụ lúa ở ĐBSCL mang tính đặc thù tập quán canh tác của từng địa phương và chịu ảnh hưởng lớn từ đặc điểm tự nhiên của những tiểu vùng sinh thái như vấn đề nước tưới và điều kiện ngập khác nhau. Ngoài ra, sự phức tạp cơ cấu mùa vụ lúa ở ĐBSCL còn do sự không đồng đều của các thửa ruộng, sự chênh lệch ngày gieo sạ trong một vùng sinh thái (từ vài ngày đến vài tuần) và cả sự khác nhau về sử dụng giống lúa. 09 vùng sinh thái được xây dựng từ 03 bản đồ đơn tính gồm 1) cơ cấu canh tác, 2) ngập lũ; và 3) khô hạn tương ứng sẽ cho thấy những vấn đề trở ngại chính trong điều kiện canh tác của từng vùng, làm cơ sở để đề xuất các giải pháp. Nói chung, canh tác lúa ở ĐBSCL hàng năm phải đối mặt với hai thiên tai chính là ngập lũ mùa mưa và khô hạn kèm xâm nhập mặn mùa khô. Biến đổi khí hậu sẽ ngày càng làm gia tăng cường độ thiên tai và mức độ thiệt hại nên cần có những biện pháp đối phó nhằm thích ứng với BĐHK như:

- - Bố trí cơ cấu mùa vụ, lịch canh tác hợp lý trên từng vùng sinh thái nhằm tránh được lũ và né hạn hàng năm.

- - Nghiên cứu giống cây trồng có tính chống chịu tốt như chịu mặn, hạn canh tác trên các vùng ven biển hay chịu ngập ở các tỉnh đầu nguồn.

- Nghiên cứu chuyển đổi mô hình canh tác vừa phù hợp với điều kiện tự nhiên vừa hiệu quả kinh tế và bền vững môi trường như mô hình Lúa-Màu, Lúa-Thủy sản.

- Nâng cao hiệu quả công tác dự báo lũ, hạn, mặn và thông báo kịp thời đến người dân.

### 3.3.2 Giải pháp cho nhu cầu thông tin về hệ thống canh tác lúa, thông tin về vùng khô hạn và ngập lũ ở ĐBSCL

Nâng cao hiệu quả công tác dự báo lũ, hạn, mặn và thông báo kịp thời đến người dân với các giải pháp theo hướng tiếp cận mới đó là áp dụng tích hợp các thuật toán tính toán các chỉ số NDVI, TVDI và LSWI để giám sát và tìm ra các biến động về cơ cấu mùa vụ liên quan đến khô hạn và ngập lũ

nhằm có biện pháp giảm thiểu thiệt hại cho sản xuất lúa ở ĐBSCL.

## 4 KẾT LUẬN VÀ ĐỀ XUẤT

### 4.1 Kết luận

**Về ảnh hưởng của khô hạn và ngập lũ đến hiện trạng cơ cấu mùa vụ lúa ở ĐBSCL dưới tác động BĐKH**

Cơ cấu canh tác lúa bị ảnh hưởng bởi khô hạn khu vực ven biển chủ yếu là ĐX sớm-HT muộn và Lúa một vụ (Lúa-Tôm). Trên vùng đất lúa không nhiễm mặn, cơ cấu bị ảnh hưởng bởi khô hạn thường là lúa một vụ ở vùng địa hình núi cao.

Lũ ở ĐBSCL có xu hướng thay đổi về vị trí ngập và diện tích ngập theo thời gian. Trong vòng 12 năm tính từ 2000 đến 2011, diện tích ngập lũ ở ĐBSCL đã giảm khoảng 5.886 ha, diện tích ngập đến năm 2011 đã giảm rõ rệt ở các tỉnh đầu nguồn như An Giang và Đồng Tháp.

Xu hướng chuyển đổi cơ cấu mùa vụ lúa giai đoạn 2000-2011 gồm Lúa 2 vụ chuyển sang Lúa 3 vụ; Lúa 1 vụ chuyển sang Lúa-Tôm, Lúa 2 vụ hay canh tác khác (Tôm-Rừng hay Chuyên tôm). Việc chuyển đổi mô hình canh tác trên ngoài lý do chính sách quy hoạch chuyển đổi cơ cấu của địa phương còn do tác động của điều kiện tự nhiên như ngập lũ và khô hạn.

**Về khả năng ứng dụng của ảnh MODIS trong theo dõi cơ cấu mùa vụ lúa, khô hạn và lũ lụt ở ĐBSCL**

- + Bản đồ cơ cấu mùa vụ lúa giải đoán từ ảnh MODIS 250 m đạt mức độ chi tiết cấp vùng, phân loại được các cơ cấu canh tác lúa với độ tin cậy cao (Kappa = 0,88).

- + Chuỗi nhiệt độ bề mặt tính toán từ ảnh MODIS khu vực ĐBSCL phù hợp với xu thế biến thiên nhiệt độ không khí đo được tại các trạm ( $R^2=0,9$ ). Chỉ số khô hạn TVDI tính toán có tương quan cao chỉ số dự báo khô hạn khác như chỉ số

WDI. Những vùng có chỉ số khô hạn TVDI cao trên bản đồ giải đoán cũng phù hợp với kết quả khảo sát thực tế tại cùng thời điểm.

+ Dữ liệu ảnh MODIS đã phản ánh khá tốt tình trạng biến động lũ lụt giai đoạn 2000-2011, tương quan giữa diện tích ngập và mực nước thực đo với  $R^2$  đạt từ 0,79 – 0,90.

**Về định hướng mô hình sản xuất phù hợp với từng điều kiện cụ thể và giải pháp giám sát nhằm giảm thiểu thiệt hại cho sản xuất lúa do tác động của khô hạn và ngập lũ ở ĐBSCL.**

– Đề xuất bố trí cơ cấu mùa vụ, lịch canh tác hợp lý trên từng vùng sinh thái có điều kiện ngập và hạn khác nhau. Chọn lọc canh tác các giống cây trồng phù hợp có tính chống chịu về mặn, hạn hay chịu ngập. Nghiên cứu chuyển đổi mô hình canh tác vừa phù hợp với điều kiện tự nhiên vừa hiệu quả kinh tế và bền vững môi trường.

– Nâng cao hiệu quả công tác dự báo lũ, hạn, mặn và thông báo kịp thời đến người dân với các giải pháp theo hướng tiếp cận mới áp dụng tích hợp các chỉ số NDVI, TVDI và LSWI để giám sát và tìm ra các biến động về cơ cấu mùa vụ liên quan đến khô hạn và ngập lũ nhằm có biện pháp giảm thiểu thiệt hại cho sản xuất lúa ở ĐBSCL.

**4.2 Đề xuất**

– Ứng dụng dữ liệu ảnh MODIS giám sát cơ cấu mùa vụ cần có dữ liệu hỗ trợ như ảnh viễn thám độ phân giải cao cũng như dữ liệu thực địa để tăng độ tin cậy. Trong công tác giám sát lũ cần dữ liệu hỗ trợ như mô hình độ cao số (DEM); dữ liệu về hệ thống đê điều và công ngăn lũ và ngăn mặn, dữ liệu mực nước thực đo. Công tác giám sát khô hạn từ ảnh viễn thám MODIS cần có dữ liệu độ ẩm tầng đất canh tác để đối chiếu.

– Cần nghiên cứu thêm về đánh giá thiệt hại do khô hạn và ngập lũ trong sản xuất lúa theo hướng năng suất lúa; Nghiên cứu ứng dụng dữ liệu ảnh MODIS quan sát khô hạn cục bộ trong tháng 7, 8 hàng năm; diễn tiến xâm nhập mặn; và xác định vùng bị ngập theo triều ở ĐBSCL.

– Cần lượng hóa thang đo khô hạn của Han (Han và *ctv.*, 2010) tương ứng với các thang độ ẩm trong tầng đất canh tác cho ĐBSCL thông qua thiết lập mạng lưới quan trắc thực tế.

– Cần thiết thực hiện việc đồng bộ hóa dữ liệu và tự động hóa các qui trình xử lý dữ liệu ảnh viễn thám để tăng ứng dụng trong công tác cung cấp và cập nhật thông tin chính xác và kịp thời cho người sử dụng.

**TÀI LIỆU THAM KHẢO**

Bộ NN&PTNT, 2009. Báo cáo ảnh hưởng của BĐKH đến nông nghiệp nông thôn. Tạp chí Nghiên cứu Địa lý nhân văn (2015), số 1(8), tháng 3, trang 17-24.

Jackson, R.D., P.N. Slater, và P.J. Pinter, 1983. Discrimination of growth and water stress in wheat by various vegetation indices through clear and turbid atmospheres. *Remote Sensing of the Environment*, v. 15, p.187-208.

Moran, .MS., T.R. Clarke, Y. Inoue và A.Vidal, 1994. Estimating crop water- deficit using the relation between surface-air temperature and spectral vegetation index. *Remote Sensing of Environment* 49 246–263.

Sakamoto, T., Nguyen, N. V., Kotera, A., Ohno, H., Ishitsuka, N., và Yokozawa, M., 2007. Detecting temporal changes in the extent of annual flooding within the Cambodia and the Vietnamese Mekong Delta from MODIS time-series imagery. *Remote Sens. Environ*, 109, 295–313.

Sandholt, I., K. Rasmussen và J. Andersen. 2002. A simple interpretation of the surface temperature/vegetation index space for assessment of surface moisture status. *Remote Sensing of Environment* 79 (2002) 213– 224, © 2002 Elsevier Science Inc.

Tổng cục Thống kê, 2011. Niên giám thống kê\_Diện tích cây lương thực có hạt phân theo địa phương. NXB Thống kê Hà Nội.

Tucker, C. J., W. W. Newcomb, S. O. Los, và S. D. Prince, 1991. Mean and inter-year variation of growing-season normalized difference vegetation index for the Sahel 1981-1989. *International Journal of Remote Sensing*, v. 12, p.1113-1115.

Tucker, C.J., 1979. Red and photographic infrared linear combinations for monitoring vegetation. *Remote Sensing of the Environment*, v. 8, p.127-150.

Nguyễn Ngọc Thạch. 2010. Cơ sở viễn thám. NXB Nông nghiệp, Hà Nội.

Thế Đạt, 2011. ĐBSCL chủ động ứng phó với BĐKH. Tin tức-Sự Kiện. <http://www.monre.gov.vn/v35/default.aspx?tabid=428&CatelD=25&ID=106378&Code=TKYX106378>.

Trần Như Hối, 2011. Một số trận lũ điển hình và phân vùng ngập lụt ở ĐBSCL. Tuyển tập KHCN 50 năm xây dựng và phát triển. Trang thông tin điện tử Viện khoa học thủy lợi Việt Nam [www.vawr.org.vn](http://www.vawr.org.vn)

Trần Thị Hiền và Võ Quang Minh, 2010. Ảnh viễn thám MODIS trong xây dựng cơ cấu mùa vụ lúa ở ĐBSCL. Hội thảo Ứng dụng GIS toàn quốc 2010. NXB Nông nghiệp. Số 198-2010/CXB/209-05/NN. Trang 94-101.

<http://reverb.echo.nasa.gov/reverb/>