



MÔ PHỎNG SỰ THAY ĐỔI DIỆN TÍCH ĐẤT LÚA DƯỚI TÁC ĐỘNG CỦA HẠN, MẶN - TRƯỜNG HỢP NGHIÊN CỨU Ở TỈNH SÓC TRĂNG

Trương Chí Quang¹, Huỳnh Quang Nghi² và Võ Quang Minh¹

¹Khoa Môi trường và Tài nguyên Thiên nhiên, Trường Đại học Cần Thơ

²Khoa Công nghệ Thông tin và Truyền thông, Trường Đại học Cần Thơ

Thông tin chung:

Ngày nhận bài: 28/07/2017

Ngày nhận bài sửa: 09/10/2017

Ngày duyệt đăng: 26/10/2017

Title:

Simulation of rice area changes under the impacts of drought and salinity intrusion - A case study in Soc Trang province

Từ khóa:

Hạn và xâm nhập mặn, mô phỏng đất lúa, mô hình đa tác tử, xây dựng bản đồ đất lúa

Keywords:

Agent-based model, drought and salinity intrusion, rice mapping, simulation of rice land

ABSTRACT

In recent years, drought and salinity intrusion frequently affect rice cultivation areas in dry season of coastal provinces in the Mekong Delta, especially Soc Trang province. This paper aims to analyze the changes of rice areas in dry season by classifying Landsat images based on decision tree with the normalized difference vegetation index data and to build a simulation model of rice area changes under the impacts of drought and salinity intrusion. The rice maps of Soc Trang in dry season in 2014 and in 2016 are developed, corresponding to the maps in normal temperature and in drought and salinity intrusion conditions. These classified maps are assessed by Kappa coefficient of 0.89 for the map in 2014 and 0.83 for the one in 2016. Then, the model of rice area changes is built based on rainfall data, salinity intrusion into irrigation regions. The simulated result of rice map of dry season in 2016 is compared with the real one with Kappa value of 0.88. This result shows the simulated map can be used to provide a visual assessment of rice area under drought and salinity conditions.

TÓM TẮT

Trong những năm gần đây, hiện tượng hạn hán và xâm nhập mặn thường xuyên gây ảnh hưởng nghiêm trọng đến canh tác lúa trong mùa khô của các tỉnh ven biển vùng Đồng bằng sông Cửu Long đặc biệt là tỉnh Sóc Trăng. Bài viết nhằm phân tích sự thay đổi diện tích canh tác lúa trong mùa khô bằng phương pháp giải đoán ảnh vệ tinh Landsat 8 dựa trên cây quyết định, chỉ số NDVI và lập mô hình mô phỏng sự thay đổi diện tích đất lúa dưới tác động của hạn, mặn. Kết quả đã thành lập được bản đồ diện tích canh tác lúa mùa khô năm 2014 và 2016 của tỉnh Sóc Trăng tương ứng với thời điểm trước và trong khi xảy ra hạn, mặn. Các bản đồ giải đoán được đánh giá độ chính xác với hệ số Kappa cho bản đồ năm 2014 là 0,89 và năm 2016 là 0,83. Tiếp theo, mô hình mô phỏng sự ảnh hưởng của hạn, mặn đến đất lúa dựa trên dữ liệu lượng mưa, sự xâm nhập mặn trong các vùng thủy lợi được xây dựng. Từ mô hình được xây dựng, kết quả mô phỏng diện tích lúa năm 2016 trong điều kiện hạn, mặn được so sánh với bản đồ đất lúa năm 2016 đã giải đoán với chỉ số Kappa là 0,88. Kết quả của mô hình cung cấp công cụ trực quan để ước tính sự ảnh hưởng của đất lúa ở tỉnh Sóc Trăng trong điều kiện hạn và mặn.

Trích dẫn: Trương Chí Quang, Huỳnh Quang Nghi và Võ Quang Minh, 2017. Mô phỏng sự thay đổi diện tích đất lúa dưới tác động của hạn, mặn - Trường hợp nghiên cứu ở tỉnh Sóc Trăng. Tạp chí Khoa học Trường Đại học Cần Thơ. Số chuyên đề: Môi trường và Biến đổi khí hậu (2): 144-158.

1 GIỚI THIỆU

Ở các tỉnh ven biển vùng Đồng bằng sông Cửu Long (ĐBSCL), hiện tượng xâm nhập mặn thường diễn ra vào mùa khô từ tháng 12 đến tháng 5 năm sau khi độ mặn của nước trên sông rạch lên trên 4 ‰ (Nhan *et al.*, 2012). Hạn và mặn xảy ra khi xâm nhập mặn lấn sâu vào đất liền do hạn hán ở khu vực thượng nguồn vì thời tiết cực đoan như giảm thiểu lượng mưa kéo dài trong mùa khô (Korres *et al.*, 2017) và sự tác động của hoạt động quản lý nước của con người lên dòng chảy như xây đập, các hệ thống kênh lấy nước (Trung and Tri, 2014). Xét về mặt thời tiết cực đoan, hiện tượng hạn, mặn ở ĐBSCL có liên quan đến hiện tượng El Nino (FISHBIO, 2016). Đây là hiện tượng nhiệt độ bề mặt nước biển ở vùng giữa và Đông Thái Bình Dương nóng lên bất thường kéo theo hiện tượng bốc hơi mạnh, đồng thời gió chuyển hướng Tây đã gây mưa to lũ lụt ở khu vực Nam Mỹ thuộc Tây bán cầu, đồng thời gây hạn hán ở Đông bán cầu (Rojas, 2014).

Trong các tỉnh ven biển ĐBSCL, Sóc Trăng chịu ảnh hưởng nặng nề bởi hạn và mặn. Theo thống kê của Sở Nông nghiệp và Phát triển Nông thôn Sóc Trăng (2016), trong 6 tháng đầu năm 2016 diện tích lúa bị thiệt hại do hạn, mặn của tỉnh

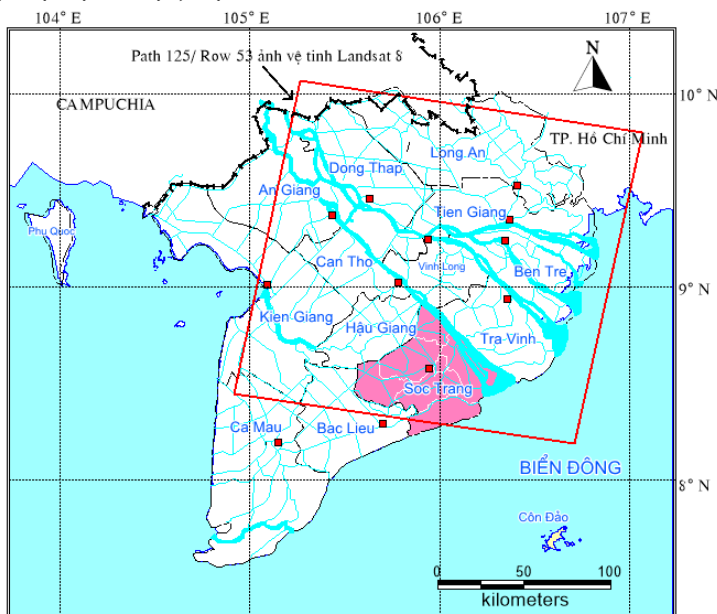
lên đến 24.711 ha. Điều này đặt ra yêu cầu cho tỉnh trong việc dự báo và khuyến cáo những vùng hạn chế canh tác lúa trong mùa khô, khuyến cáo người dân khi quyết định canh tác vụ Xuân Hè khi có thông tin về hạn, mặn.

Để giải quyết vấn đề dự báo sự thay đổi sử dụng đất nông nghiệp, nhiều nghiên cứu đã sử dụng dữ liệu ảnh vệ tinh và phương pháp mô hình hóa Markov-Cellular Automata để dự báo sự thay đổi diện tích các kiểu sử dụng đất (Wang *et al.*, 2012; Trương Chí Quang và *ctv.*, 2015; Mujiono *et al.*, 2017). Mục tiêu của nghiên cứu này nhằm phân tích sự thay đổi diện tích canh tác đất lúa trong các tháng mùa khô và xây dựng mô hình mô phỏng sự ảnh hưởng của hạn mặn đến diện tích canh tác lúa.

2 PHƯƠNG PHÁP NGHIÊN CỨU

2.1 Lựa chọn vùng nghiên cứu

Khu vực nghiên cứu là tỉnh Sóc Trăng, một tỉnh ven biển có nhiều kiểu sinh thái khác nhau như mặn, lợ và ngọt. Sóc Trăng cũng là tỉnh chịu nhiều ảnh hưởng của đợt hạn, mặn xảy ra vào năm 2016. Khu vực nghiên cứu gồm vùng đất canh tác lúa thuộc phạm vi của tờ ảnh số hiệu path 125/row 53 của vệ tinh Landsat 8 bao phủ khu vực trồng lúa của tỉnh (Hình 1).



Hình 1: Bản đồ khu vực nghiên cứu thuộc tỉnh Sóc Trăng

2.2 Phương pháp thu thập dữ liệu

– Thu thập ảnh viễn thám

Để nghiên cứu sự ảnh hưởng của hạn, mặn đặc biệt là trong năm 2015-2016, bản đồ vùng canh tác lúa mùa khô ở thời điểm trước khi xảy ra hạn, mặn và bản đồ vùng canh tác lúa mùa khô năm 2016 khi

xảy ra hạn, mặn được xây dựng. Nguồn dữ liệu thành lập bản đồ chọn ảnh Landsat 8 OLI được cung cấp miễn phí từ trang web GloVIS của USGS (USGS, 2017) trong thời điểm từ tháng 2 đến cuối tháng 4 các năm 2014 và 2016. Trong năm 2014, tháng 2 có 2 ảnh (ngày 06/02/2014 và 22/02/2014), trong tháng 3 có 1 ảnh 26/3/2014 và tháng 4 có 1

ảnh (27/4/2014). Trong năm 2016, do các ảnh trong tháng 1 và đầu tháng 2 bị mây phủ trên 80% nên có 3 ảnh được chọn: Tháng 2 có 1 ảnh (28/02/2016), cuối tháng 3 (31/3/2016) và giữa tháng 4 (16/4/2016). Trong số các ảnh được thu thập, ảnh chụp ngày 22/02/2014 và 28/02/2016 ở khu vực Sóc Trăng ít mây (<5%).

– Thu thập dữ liệu lượng mưa: Sự khô hạn được xác định dựa trên nhiều yếu tố, trong đó lượng mưa thấp hoặc không mưa liên tục nhiều tháng liên quan trực tiếp đến mức độ hạn và gây hại cho lúa (Korres *et al.*, 2017). Nguyen (2002) còn chỉ ra thực nghiệm cho thấy trong tình huống cây trồng bị stress do khô hạn hoặc bị stress độ ẩm như trường hợp xảy ra mưa 200 mm trong một ngày, sau đó liên tục không mưa 20 ngày cũng gây chết lúa. Do đó, dữ liệu lượng mưa cao nhất của tỉnh trong các tháng từ tháng 11 năm trước đến tháng 4 năm sau trong các năm 2014, 2015 và 2016 được thu thập từ Niên giám Thống kê tỉnh Sóc Trăng (2016) để làm cơ sở đánh giá sự khô hạn ảnh hưởng đến lúa.

– Thu thập dữ liệu xâm nhập mặn:

Thu thập dữ liệu thứ cấp từ Chi cục Thủy lợi tỉnh Sóc Trăng về độ mặn cao nhất của các tháng mùa khô từ năm 2013 đến 2016 ở 7 trạm quan trắc mặn trong tỉnh Sóc Trăng gồm Trần Đề, Long Phú, Đại Ngãi, An Lạc Tây, Thạnh Phú, TP Sóc Trăng và TT Ngã Năm nhằm phục vụ cho việc đánh giá tình hình xâm nhập mặn vào hệ thống sông rạch. Bản đồ phân vùng thủy lợi tỉnh Sóc Trăng của Chi cục Thủy lợi Sóc Trăng, bản đồ dự báo mặn của ĐBSCL năm 2016 của Viện Khoa học Thủy lợi miền Nam (2016) cũng được thu thập làm dữ liệu đầu vào cho mô hình mô phỏng.

2.3 Phương pháp xây dựng bản đồ đất lúa mùa khô

Trong nghiên cứu này, bản đồ đất lúa trong mùa khô của tỉnh Sóc Trăng được xây dựng dựa trên phương pháp giải đoán ảnh vệ tinh Landsat 8 OLI đa thời gian có độ phân giải 30 x 30 m. Quy trình thực hiện trong nghiên cứu này gồm 7 bước chính như sau:

Bước 1: Lựa chọn các ảnh Landsat 8 OLI trong khoảng thời gian từ tháng 2 đến tháng 4 các năm 2014 và 2016. Lựa chọn ảnh có thực vật biến đổi để giúp lập bản đồ đất lúa và cây ăn quả.

Bước 2: Cắt ảnh.

Che ảnh theo ranh giới hành chính của tỉnh Sóc Trăng, đồng thời loại bỏ các huyện không canh tác lúa trong mùa khô (vụ Hè Thu sớm) bao gồm Cù Lao Dung, Vĩnh Châu, một phần huyện Mỹ Xuyên.

Bước 3: Hiệu chỉnh phản xạ phổ ở các band ảnh

Để tính toán chỉ số NDVI của ảnh Landsat 8, giá trị phản xạ phổ của band phản xạ ở bước sóng hồng ngoại gần (NIR) và band phản xạ ở bước sóng đỏ (RED) được hiệu chỉnh phản xạ theo công thức (1) của USGS (Ganley and Nusrath, 2016).

$$\rho_{\lambda'} = M_p.Q_{cal} + A_p \quad (1)$$

Trong đó:

$\rho_{\lambda'}$: Giá trị phản xạ mặt đất được hiệu chỉnh.

M_p : Hệ số hiệu chỉnh phản xạ Reflectance_Multi_Band_x với x là chỉ số thứ tự của band, chỉ số này được cung cấp trong file metadata đi kèm theo ảnh. Trường hợp ảnh trong nghiên cứu này, hệ số này là 0,00002.

A_p : Giá trị hiệu chỉnh Reflectance Add Band x với x là số thứ tự của band phổ được cung cấp trong file metadata của ảnh.

Q_{cal} : Giá trị phổ của band ảnh cần tính toán, hiệu chỉnh.

Bước 4: Tạo ảnh chỉ số thực vật NDVI cho ảnh Landsat 8 theo công thức (2)

$$NDVI = \frac{(NIR-RED)}{(NIR+RED)} \quad (2)$$

Đối với ảnh Landsat 8, Band phản xạ ở bước sóng hồng ngoại gần (NIR) là band 5, Band phản xạ ở bước sóng đỏ (RED) là band 4.

Bước 5: Tạo ảnh NDVI_max và NDVI_min.

Ảnh NDVI_max mang giá trị NDVI lớn nhất của từng pixel trong thời gian nghiên cứu. Việc tạo ảnh mang giá trị NDVI_max từ tập hợp các ảnh NDVI nhằm phát hiện ra những vùng thực vật bao gồm lúa, cây rừng, cây lâu năm và rau màu. Bên cạnh đó, việc tạo ảnh NDVI_max giúp loại bỏ được phần lớn mây do những vùng mây che có NDVI thấp được thay thế bằng NDVI của ảnh không bị mây che. Tạo ảnh giá trị NDVI_min bằng cách lấy giá trị NDVI nhỏ nhất trong tập hợp ảnh NDVI. Ảnh giá trị NDVI nhỏ nhất từ tập hợp ảnh giúp nhận diện ra sự biến động NDVI trong giai đoạn nghiên cứu giúp phân biệt đất lúa, đất rừng và cây lâu năm.

Bước 6: Phân loại đất rừng và cây lâu năm.

Đất rừng và cây lâu năm được nhận dạng thông qua chỉ số NDVI luôn cao trong tất cả các ảnh trong khi đất lúa (hoặc rau màu theo vụ) giá trị NDVI biến động tăng giảm trong chu kỳ 3 tháng. Dựa trên ảnh NDVI cao nhất và ảnh NDVI thấp nhất đã xây dựng ở Bước 5 để phân loại rừng và

cây lâu năm theo cây quyết định với điều kiện phân loại dựa trên ngưỡng phân loại NDVI theo công thức (3). Trong đó, giá trị $NDVI_{threshold}$ và $NDVI_{threshold_min}$ được xác định dựa trên thống kê vùng mẫu đất rừng và cây lâu năm ứng với ảnh $NDVI_{max}$ và $NDVI_{min}$. Kết quả phân loại thu được lớp bản đồ mới với tên *Rung_caylaunam*.

$$\begin{cases} NDVI_{max} \geq NDVI_{threshold} \\ NDVI_{min} \geq NDVI_{threshold_min} \end{cases} \quad (3)$$

Bước 7: Phân loại đất lúa trong mùa khô.

Phân loại đất lúa (có lẫn rau màu) dựa vào chỉ số thực vật của ảnh theo cây quyết định từ giá trị chỉ số NDVI. Giá trị $NDVI_{threshold}$ cho đất lúa được tính toán từ thống kê giá trị NDVI của dữ liệu mẫu theo như phương pháp nghiên cứu của Kontgis *et al.* (2015) và loại trừ đất rừng và cây ăn quả theo công thức phân loại (4).

$$\begin{cases} NDVI_{max} \geq NDVI_{threshold_rice} \\ Rung_caylaunam \neq 1 \end{cases} \quad (4)$$

Bước 8: Loại bỏ các đối tượng còn sót lại bằng phương pháp GIS.

Kết quả phân loại thực vật không tách được vùng canh tác cây màu do NDVI của vùng trồng rau màu biến động gần giống với lúa. Bản đồ phân loại được xử lý trên GIS, theo đó bản đồ đất trồng cây hàng năm từ bản đồ hiện trạng sử dụng đất năm 2014 của tỉnh Sóc Trăng được sử dụng để loại bỏ phần diện tích trồng rau màu ở những khu vực có diện tích rau màu lớn.

2.4 Phương pháp mô hình hóa sự ảnh hưởng của hạn, mặn đến đất lúa

Để mô phỏng sự ảnh hưởng của đất lúa dưới tác động của hạn mặn, mô hình mô phỏng được xây dựng theo phương pháp mô hình đa tác tử (Drogoul *et al.*, 2002). Mô hình đa tác tử gồm nhiều phần tử tính toán được gọi là các tác tử, các tác tử là những hệ thống tin học với hai ưu điểm quan trọng: có thể hoạt động một cách độc lập, tự quyết định để đáp ứng mục tiêu; có thể giao tiếp với các tác tử khác, không chỉ đơn giản là trao đổi dữ liệu như một hoạt động trong xã hội, trong khi đó mô phỏng là quá trình thử nghiệm trên mô hình đó nhằm mục đích hiểu được hành vi của hệ thống và đánh giá những chiến lược hoạt động khác nhau của hệ thống (Treuil *et al.*, 2008).

2.4.1 Mục tiêu của mô hình

Mô hình mô phỏng diện tích lúa dưới ảnh hưởng của hạn mặn được xây dựng bằng phương pháp mô hình hóa đa tác tử. Mục tiêu của mô hình là mô phỏng để giải thích sự ảnh hưởng của các yếu tố hạn, mặn đến diện tích canh tác lúa của tỉnh Sóc Trăng trong mùa khô; nhận dạng các vùng có rủi ro thiệt hại cao khi canh tác lúa; đề xuất sử dụng mô hình phục vụ dự tính, dự báo mức độ thiệt hại khi canh tác lúa trong điều kiện thời tiết cực đoan nhằm hỗ trợ nhà quản lý khuyến cáo đến người dân kịp thời điều chỉnh canh tác, phòng tránh hạn, mặn.

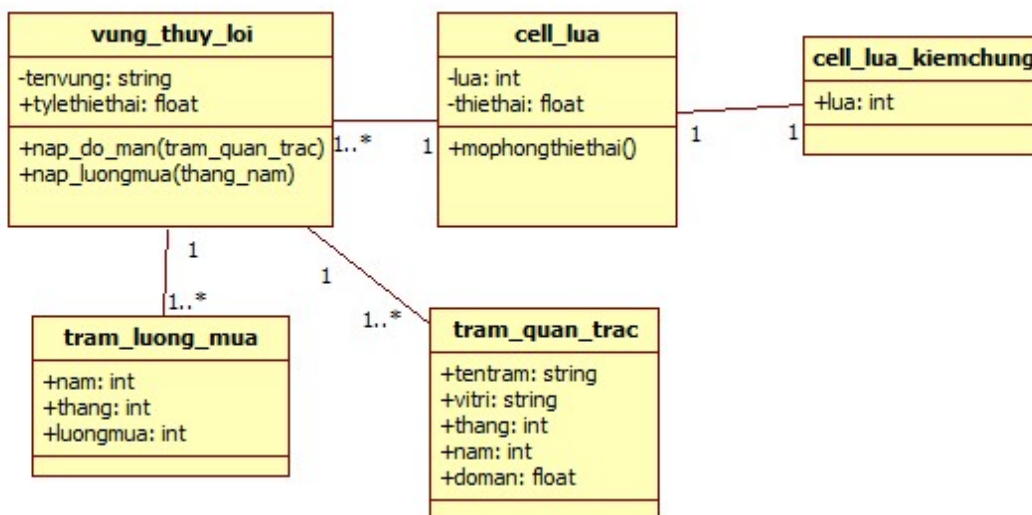
2.4.2 Định nghĩa các đối tượng của mô hình

Mô hình được xây dựng trên phần mềm GAMA 1.7 (GAMA, 2017) gồm có các đối tượng được gọi là các tác tử được trình bày trong Hình 2. Trong đó, bản đồ vùng canh tác lúa cần mô phỏng được chia thành các ô lưới được đặt tên là *cell_lua*. Mỗi tác tử *cell_lua* biểu diễn cho giá trị lúa hoặc không lúa kèm thuộc tính tỷ lệ thiệt hại do hạn, mặn. Các *cell_lua* được xác định trên bản đồ vùng thủy lợi, vùng thủy lợi được mô hình hóa thành các tác tử có tên *vung_thuy_loi*. Thuộc tính của vùng thủy lợi gồm có tên vùng, tỷ lệ diện tích lúa bị giảm trong năm 2016 so với năm 2014 gọi là tỷ lệ ảnh hưởng. Vùng thủy lợi được liên kết với trạm quan trắc độ mặn, được cung cấp giá trị độ mặn cao nhất theo tháng, theo thời gian mô phỏng. Lượng mưa được đo theo tháng và được liên kết để cung cấp dữ liệu chung cho tất cả các vùng thủy lợi.

– Ở mỗi bước lặp, thời gian mô phỏng được xác định là 1 tuần.

– Thời gian mô phỏng được thiết lập là 12 tuần từ tháng 1 đến cuối tháng 4 ứng với thời gian lúa Xuân Hè đang bắt đầu phát triển và độ mặn tăng lên cao gây ảnh hưởng đến lúa. Trong thực nghiệm mô phỏng, thời gian bắt đầu và kết thúc mô phỏng có thể được điều chỉnh khi thực thi mô phỏng.

– Dữ liệu đầu vào cho mô phỏng là bản đồ đất lúa tổng hợp của năm 2014 và 2016. Đây được xem là bản đồ thể hiện vùng canh tác lúa thường xuyên của tỉnh trong mùa khô. Lý do sử dụng bản đồ đầu vào mô phỏng là bản đồ tổng hợp của 2 năm nhằm đánh giá xem trong cùng thời điểm giữa 2 năm, diện tích lúa khi bị tác động của hạn mặn sẽ thay đổi như thế nào.



Hình 2: Mô hình ngữ nghĩa

Ghi chú: Hình chữ nhật ký hiệu lớp đối tượng; mỗi nối thẳng mô tả mối liên kết giữa 2 lớp; ký hiệu 1 ở đầu kết nối mô tả một phần tử của lớp đối tượng liên kết với chỉ một phần tử của lớp kết nối; ký hiệu 1..* mô tả một phần tử của lớp có thể có kết nối với nhiều phần tử nhiều phần lớp kết nối

2.4.3 Phương pháp mô phỏng sự ảnh hưởng của hạn mặn đến canh tác lúa

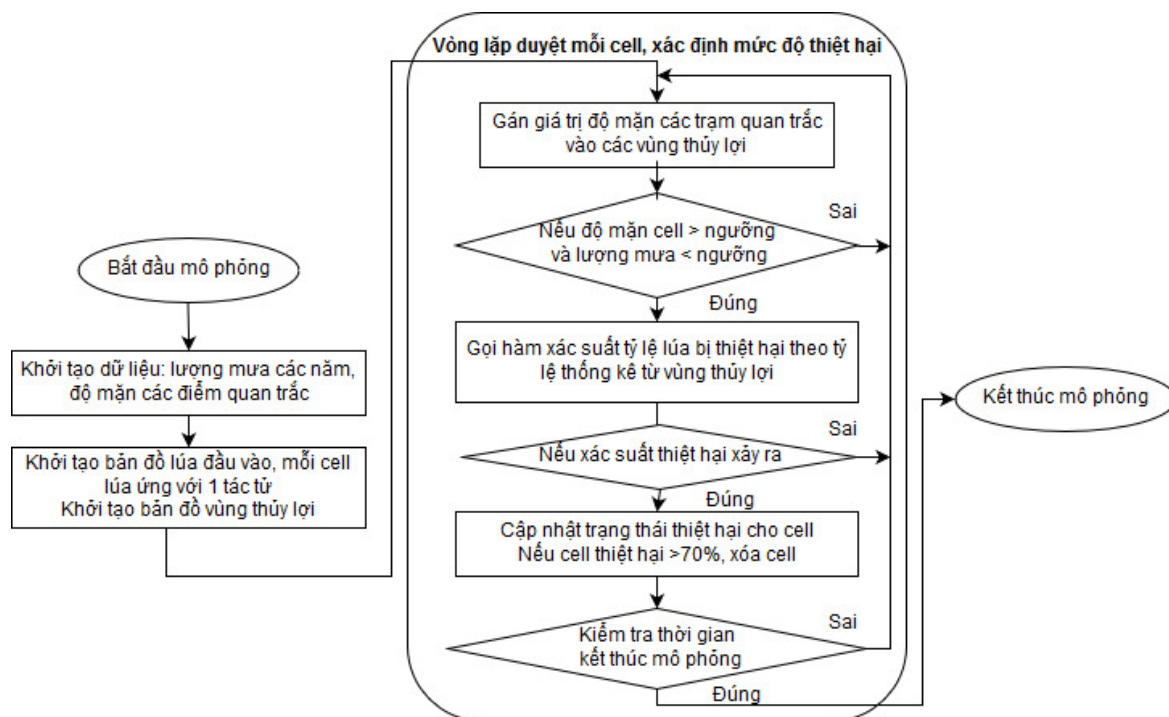
Hoạt động của mô hình được mô tả trong sơ đồ ở Hình 3 gồm ba giai đoạn: Khởi tạo mô phỏng, mô phỏng lặp lại theo thời gian và kết thúc mô phỏng.

– Khởi tạo mô phỏng: Đây là giai đoạn nạp dữ liệu liên quan đến mô phỏng. Dữ liệu lượng mưa các tháng và dữ liệu độ mặn cao nhất của các điểm quan trắc của các tháng được đưa vào mô hình. Tiếp theo, bản đồ đất lúa đầu vào dạng raster đã xây dựng từ ảnh Landsat 8 được nạp vào mô hình, mỗi pixel trên bản đồ được gọi là cell (cell_lua), được gán một trong hai trạng thái (1: lúa hoặc 0: không phải lúa). Sau khi bản đồ các vùng thủy lợi được nạp, mỗi cell sẽ được chồng lớp để xác định thuộc vùng thủy lợi nào.

– Giai đoạn mô phỏng: Sau khi mô hình đã nạp dữ liệu, vòng lặp mô phỏng bắt đầu thực hiện lặp lại. Trong giai đoạn này, đầu tiên, dữ liệu lượng mưa và độ mặn của tháng ở trạm quan trắc ứng với từng vùng thủy lợi được gán vào vùng thủy lợi. Tiếp theo, mỗi cell được xem xét giá trị độ mặn và lượng mưa, cụ thể xem xét cell có nằm trong vùng có độ mặn lớn hơn ngưỡng độ

mặn và lượng mưa bằng 0. Nếu điều kiện thỏa mãn, cell có khả năng xảy ra thiệt hại, khi đó hàm xác suất flip (tỷ lệ thiệt hại) được gọi với tham số tỷ lệ thiệt hại được thống kê từ phần trăm diện tích lúa giảm ở năm 2016 so với 2014 trong từng vùng thủy lợi. Nếu xác suất thiệt hại xảy ra, cell sẽ được cập nhật giá trị thiệt hại mỗi lần là 30% năng suất. Trong các vòng lặp sau, nếu một tác tử cell tiếp tục bị thiệt hại, tỷ lệ thiệt hại được cộng tăng lên, nếu giá trị thiệt hại của cell lớn hơn 70% thì mô hình sẽ gán giá trị của cell là 0 tương ứng với đất không lúa. Ở mỗi bước lặp lại, thời gian mô phỏng tăng thêm 1 tuần cho đến khi kết thúc thời gian mô phỏng.

– Giai đoạn kết thúc mô phỏng: Khi điều kiện dừng mô phỏng xảy ra (hết thời gian mô phỏng), hàm tính chỉ số Kappa được gọi thực hiện để tính chỉ số Kappa của lần chạy mô phỏng. Bên cạnh đó, bản đồ so sánh kết quả mô phỏng và bản đồ lúa năm quan sát 2016 được chồng lớp trên GAMA để xác định các cell mô phỏng với cell quan sát. Nếu cell mô phỏng trùng với cell quan sát, hiển thị cell với màu trắng, ngược lại hiển thị màu đen cho các cell mô phỏng sai so với bản đồ quan sát.



Hình 3: Sơ đồ hoạt động của mô hình

2.4.4 Phương pháp cân chỉnh và đánh giá kết quả mô phỏng

Phương pháp cân chỉnh các tham số ngưỡng bao gồm ngưỡng độ mặn gây ảnh hưởng lúa (*nguong do man*), ngưỡng lượng mưa, tỷ lệ thiệt hại trong vùng thủy lợi được thực hiện theo phương pháp thử nghiệm vét cạn các giá trị tham số (có giá trị từ 0 đến 1 và tăng 0,1 ở mỗi lần thử nghiệm). Bộ tham số nào khi sử dụng cho được tổng diện tích đất lúa mô phỏng càng gần với tổng diện tích đất lúa thực tế của năm 2016 sẽ được chọn làm bộ tham số mặc định của mô hình.

Kết quả mô phỏng được đánh giá về mặt không gian bằng hệ số Kappa (Cohen, 1960) bằng cách so sánh từng pixel đất có lúa và không lúa thu được từ kết quả mô phỏng với bản đồ đất lúa mùa khô năm 2016. Hệ số Kappa biến động trong đoạn $[-1, 1]$. $Kappa = -1$ khi kết mô phỏng hoàn toàn trái ngược so với thực tế ví dụ như thực tế lúa mô phỏng thành không lúa và ngược lại. Kết quả $Kappa = 1$ trong trường hợp kết quả mô phỏng trùng khớp với kết quả thực tế về mặt phân bố không gian.

Do mô hình sử dụng yếu tố xác suất, để tăng độ tin cậy của kết quả mô hình, mô phỏng được thực hiện lặp lại 100 lần. Giá trị Kappa của 100 lần mô phỏng lặp lại được tính trung bình và độ lệch chuẩn.

3 KẾT QUẢ VÀ THẢO LUẬN

3.1 Kết quả thu thập dữ liệu

3.1.1 Hiện trạng canh tác lúa của tỉnh Sóc Trăng

Tỉnh Sóc Trăng nằm ở vùng ven biển, chịu ảnh hưởng của xâm nhập mặn nên thời gian xuống giống kéo dài để phù hợp với điều kiện thời tiết và xâm nhập mặn của tỉnh nên việc chia tách mùa vụ khá khó khăn. Theo Trương Thị Kiều Liên và *ctv.* (2015), Sóc Trăng có 3 vụ lúa chính gồm vụ Đông Xuân từ tháng 11-12 năm trước đến cuối tháng 3 năm sau; vụ Xuân Hè (hay Hè Thu sớm) từ tháng 3 đến tháng 7 và thường chịu ảnh hưởng bởi hạn, mặn nếu mưa đến trễ; vụ Hè Thu muộn (Thu Đông) từ tháng 6 đến tháng 10. Thời gian canh tác trong mùa khô từ tháng 1 đến tháng 4 gồm lúa ở cuối vụ Đông Xuân và vụ Xuân Hè (và Hè Thu sớm). Theo thống kê của Niên giám Thống kê (2016) mùa vụ được phân chia lại thành vụ Đông Xuân, Hè Thu và Thu Đông. Trong đó diện tích vụ Đông Xuân tương đối ổn định trong khi vụ Hè Thu diện tích thay đổi nhiều do ảnh hưởng của hạn và mặn. Bảng 1 cho thấy diện tích canh tác lúa Hè Thu ở năm 2016 so với 2014 có thay đổi mạnh. Cụ thể diện tích lúa ở huyện Long Phú giảm mạnh với 5.221 ha, huyện Trần Đề giảm 112 ha. Các huyện khác diện tích lúa Hè Thu 2016 tăng nhẹ so với năm 2014, diện tích lúa Hè Thu ở huyện Châu Thành năm 2016 là 27.481 ha, tăng 403 ha; diện

tích lúa năm 2016 ở TX. Ngã Năm tăng gần 200 ha, ở huyện Kế Sách tăng gần 100 ha. Riêng huyện Châu Thành diện tích Hè Thu năm 2016 tăng 3.413 ha so với cùng kỳ năm 2014.

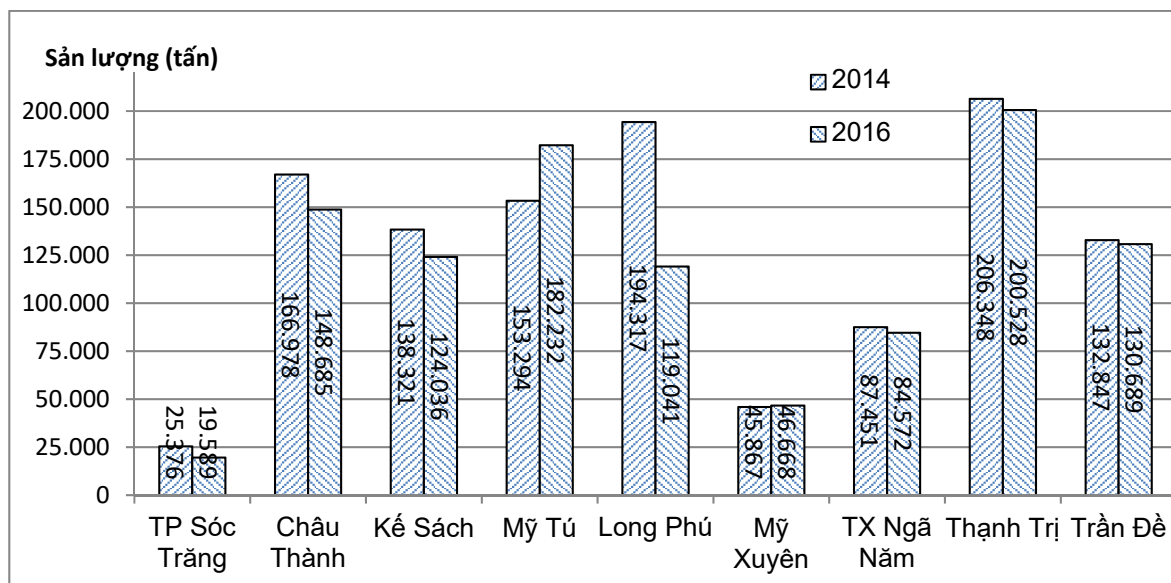
Mặc dù ở một số huyện diện tích tăng nhẹ nhưng sản lượng lúa Hè Thu năm 2016 lại giảm.

Sản lượng lúa Hè Thu năm 2016 của các huyện giảm, trong đó TX. Ngã Năm giảm gần 3.000 tấn, huyện Kế Sách giảm hơn 14.000 tấn, huyện Châu Thành giảm hơn 17.000 tấn. Đặc biệt sản lượng lúa Hè Thu của huyện Long Phú giảm hơn 75.300 tấn (Hình 4).

Bảng 1: Diện tích lúa Hè Thu ở các huyện thuộc tỉnh Sóc Trăng

Huyện	Diện tích lúa Hè Thu (ha)			
	2013	2014	2015	2016
TP Sóc Trăng	5.837	4.624	4.896	3.799
Châu Thành	27.810	27.078	27.886	27.481
Kế Sách	24.047	23.048	23.452	23.146
Mỹ Tú	27.331	26.472	28.653	29.885
Long Phú	30.589	28.224	28.804	23.003
Mỹ Xuyên	8.582	8.173	8.173	8.173
TX Ngã Năm	18.326	18.363	18.446	18.555
Thanh Trị	33.196	33.103	33.325	32.788
Trần Đề	24.942	22.884	23.238	22.772
Tổng diện tích	200.660	191.969	196.873	189.602

(Nguồn: Niên giám Thống kê Sóc Trăng, 2016)



Hình 4: Sản lượng lúa Hè Thu qua các năm của tỉnh Sóc Trăng

(Nguồn: Niên giám Thống kê Sóc Trăng, 2016)

3.1.2 Tình hình hạn, mặn của tỉnh Sóc Trăng

Xét về lượng mưa trên địa bàn tỉnh Sóc Trăng từ năm 2013 đến 2016, lượng mưa được ghi nhận như trong Bảng 2, trong đó lượng mưa vào tháng 11-12 năm 2015 thấp hơn mức bình thường của cùng kỳ các năm, bên cạnh đó vào đầu năm 2016 lượng mưa trên địa bàn tỉnh Sóc Trăng rất thấp, nhiều tháng dài không mưa thể hiện rõ sự ảnh hưởng của hạn hán trong tỉnh.

Lượng mưa thấp nên lúa không được cung cấp nước kịp thời. Nếu khi sông, rạch không bị xâm

nhập mặn người dân có thể bơm nước ngọt từ sông, rạch vào đồng ruộng để cung cấp cho lúa. Tuy nhiên, trong năm 2016, xâm nhập mặn gay gắt dẫn đến các sông, rạch bị nhiễm mặn tác động xấu đến canh tác lúa. Dữ liệu độ mặn trong tỉnh được thu thập ở 7 trạm quan trắc, độ mặn liên quan đến các vùng thủy lợi của tỉnh Sóc Trăng được trình bày trong Hình 6, trong đó dữ liệu độ mặn của 4 trạm đặc thù với các vùng thủy lợi được thể hiện trong Hình 5. Dữ liệu quan trắc độ mặn cao nhất trong các tháng từ tháng 1 đến tháng 6 cho thấy độ mặn tại trạm An Lạc Tây trên sông Hậu (cách biển 50

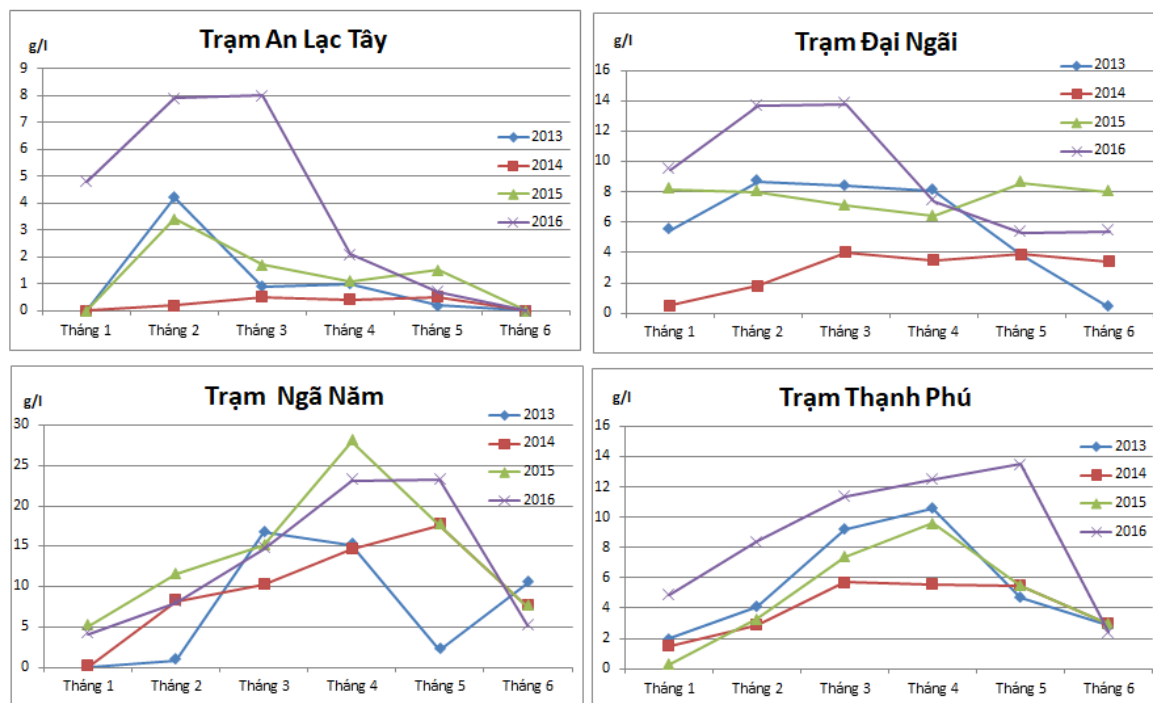
km), trong vùng thủy lợi dự án Kế Sách có độ mặn cao nhất ở các tháng 1, 2, 3 năm 2016 tăng cao bất thường so với các năm trước với độ mặn lên đến gần 8 ‰ so với mức độ mặn dưới 1 ‰ ở năm 2014. Cũng trên sông Hậu, ở trạm Đại Ngãi (cách biển 35 km), độ mặn trong 3 tháng đầu năm 2016 tăng lên đến gần 14 ‰ so với mức 4 ‰ ở năm 2014 hay mức 8 ‰ trong các năm 2013 và 2015. Độ mặn cao nhất trong các tháng của Trạm Ngã Năm vào năm 2016 ở mức rất cao, ở mức trên 20‰. Trạm Ngã Năm nằm xa biển Đông (cách biển 54 km) nhưng trong thời gian qua chịu ảnh hưởng bởi sự quản lý nước của tỉnh Bạc Liêu khi tỉnh Bạc Liêu lấy nước mặn để phục vụ nuôi thủy sản làm ảnh hưởng đến diện tích lúa của tỉnh Sóc

Trăng. Số liệu mặn trong các tháng đầu năm của trạm Thạnh Phú thuộc vùng thủy lợi dự án Thạnh Mỹ tăng vượt mức 10‰ và kéo dài đến hết tháng 5 so với độ mặn mức thấp hơn 6‰ ở năm 2014.

Bảng 2: Lượng mưa các tháng mùa khô

Tháng	Lượng mưa (mm)			
	2013	2014	2015	2016
Tháng 1	19	0	3	-
Tháng 2	7	-	-	-
Tháng 3	4	-	-	-
Tháng 4	199	39	78	-
Tháng 11	80	181	41	201
Tháng 12	2	94	6	67

(Nguồn: Niên giám Thống kê Sóc Trăng, 2016)



Hình 5: Biểu đồ độ mặn cao nhất của các tháng ở các trạm đo

(Nguồn: Chi cục Thủy lợi tỉnh Sóc Trăng, 2017)

Thực trạng lượng mưa thấp và độ mặn cao tại tất cả các trạm qua nhiều tháng mùa khô của năm 2016 thể hiện mức độ hạn, mặn cao ảnh hưởng đến canh tác lúa trong tỉnh.

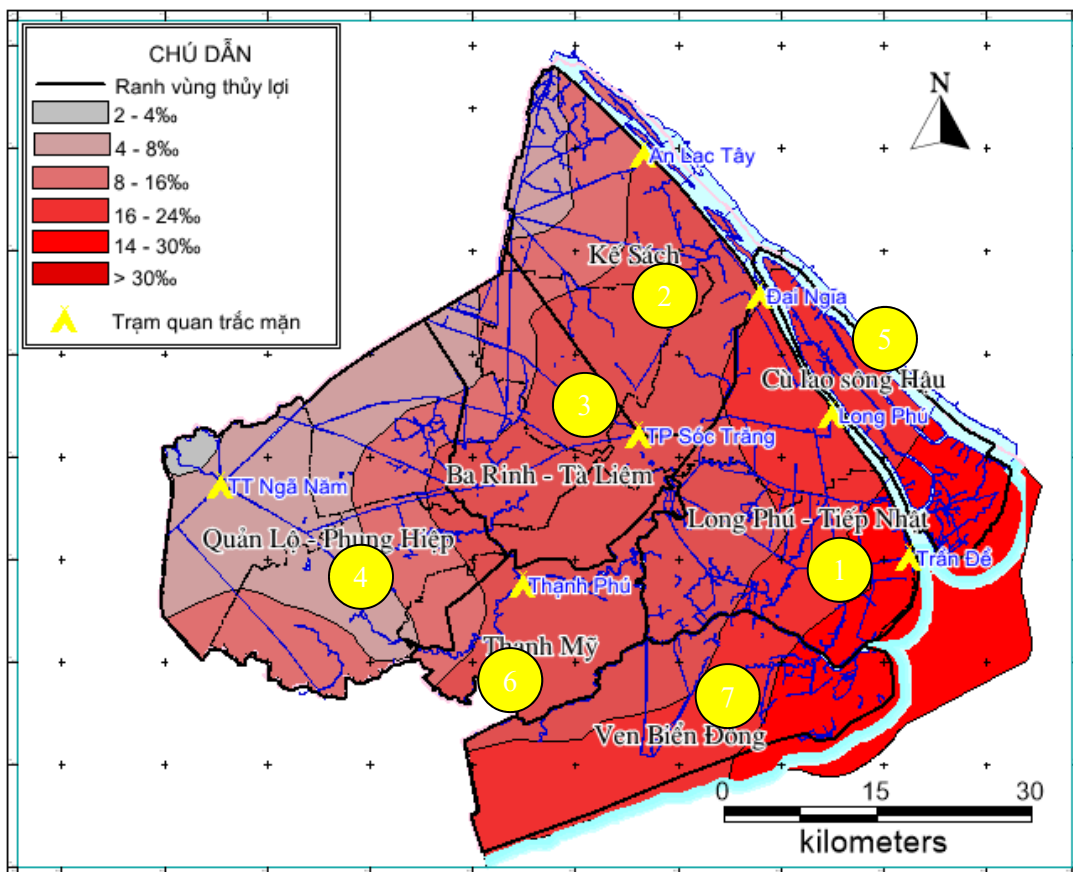
3.1.3 Bản đồ xâm nhập mặn và bản đồ phân vùng thủy lợi

Bản đồ xâm nhập mặn ở ĐBSCL vào tháng 3 được thu thập từ dữ liệu của Viện Khoa học Thủy lợi miền Nam. Bản đồ được cắt ra cho tỉnh Sóc Trăng (Hình 6) cho thấy vào tháng 3 năm 2016 cả tỉnh Sóc Trăng đều bị xâm nhập mặn từ mức thấp nhất là 2‰ đến cao hơn 30‰.

Về công tác quản lý thủy lợi, Sóc Trăng được chia thành 7 vùng dự án thủy lợi: Vùng 1 có tên Vùng dự án Long Phú – Tiếp Nhật bao gồm huyện Long Phú, Trần Đề, đây là vùng giáp với sông Hậu đoạn cửa biển Trần Đề, vùng được bao đê khép kín, không có kênh tiếp ngọt trong mùa khô nên chỉ phục vụ tốt cho canh tác lúa 2 vụ; Vùng dự án Kế Sách (Vùng 2) gồm các huyện Kế Sách, một phần huyện Châu Thành được cung cấp nước ngọt từ sông Hậu; Vùng dự án Ba Rinh – Tà Liêm (Vùng 3) gồm huyện Mỹ Tú, một phần huyện Châu Thành và phần trong đê ngăn mặn của huyện Mỹ Xuyên, vùng này nằm xa nguồn nước mặn và có đê bao hoàn chỉnh, có kênh cung cấp nước ngọt trong

mùa khô phục vụ tốt cho canh tác lúa 2 - 3 vụ; Vùng dự án Quản lý Phụng Hiệp (Vùng 4) giáp với tỉnh Bạc Liêu, dù có đê bao và cống nhưng ảnh hưởng bởi sự quản lý nước của tỉnh Bạc Liêu; Vùng dự án Cù Lao sông Hậu gồm huyện Cù Lao

Dung có diện tích lúa rất thấp; Vùng dự án Thạnh Mỹ và Vùng dự án Ven Biển Đông nằm ngoài đê bao ngăn mặn chủ yếu phục vụ canh tác lúa một vụ, lúa – thủy sản và thủy sản.



Hình 6: Bản đồ xâm nhập mặn tỉnh Sóc Trăng tháng 3 năm 2016 chia theo vùng thủy lợi

(Nguồn: Viện Khoa học Thủy lợi miền Nam, 2016; Chi cục Thủy lợi Sóc Trăng)

Bản đồ xâm nhập mặn của tỉnh được chồng lớp với bản đồ phân vùng thủy lợi của tỉnh Sóc Trăng để xác định mức độ bị xâm nhập mặn trong vùng thủy lợi. Bản đồ cho thấy sự ảnh hưởng của mặn lên các vùng thủy lợi, các vùng có canh tác lúa trong mùa khô. Trong đó, vùng Long Phú – Tiếp Nhật chịu ảnh hưởng cao nhất với mức độ mặn từ 16-30‰. Vùng Ba Rính – Tà Liêm và vùng dự án Kế Sách chịu ảnh hưởng bởi độ mặn từ 4-16‰. Vùng Quận Lộ - Phụng Hiệp cũng chịu ảnh hưởng bởi mức mặn 4-8‰.

3.2 Xây dựng bản đồ canh tác lúa tỉnh Sóc Trăng mùa khô

Để đánh giá sự ảnh hưởng của hạn và mặn, bản đồ canh tác lúa trong mùa khô của năm 2014 và năm 2016 đã được xây dựng. Trong giai đoạn từ tháng 11 năm trước đến tháng 4 năm sau, Sóc Trăng gồm có 2 vụ lúa Đông Xuân và Xuân Hè

(hay Hè Thu sớm), thời gian xuống giống kéo dài khiến việc phân chia mùa vụ khá khó khăn. Diện tích có NDVI cao nhất vào khoảng tháng 2 và giảm dần đến cuối tháng 4. Do đó, diện tích lúa trong mùa khô được thực hiện bằng cách lấy diện tích lúa cao nhất trong các tháng từ tháng 1-4 bằng phương pháp tìm chỉ số NDVI cao nhất giữa các ảnh đã được thu thập ở mỗi năm như trình bày trong phần phương pháp.

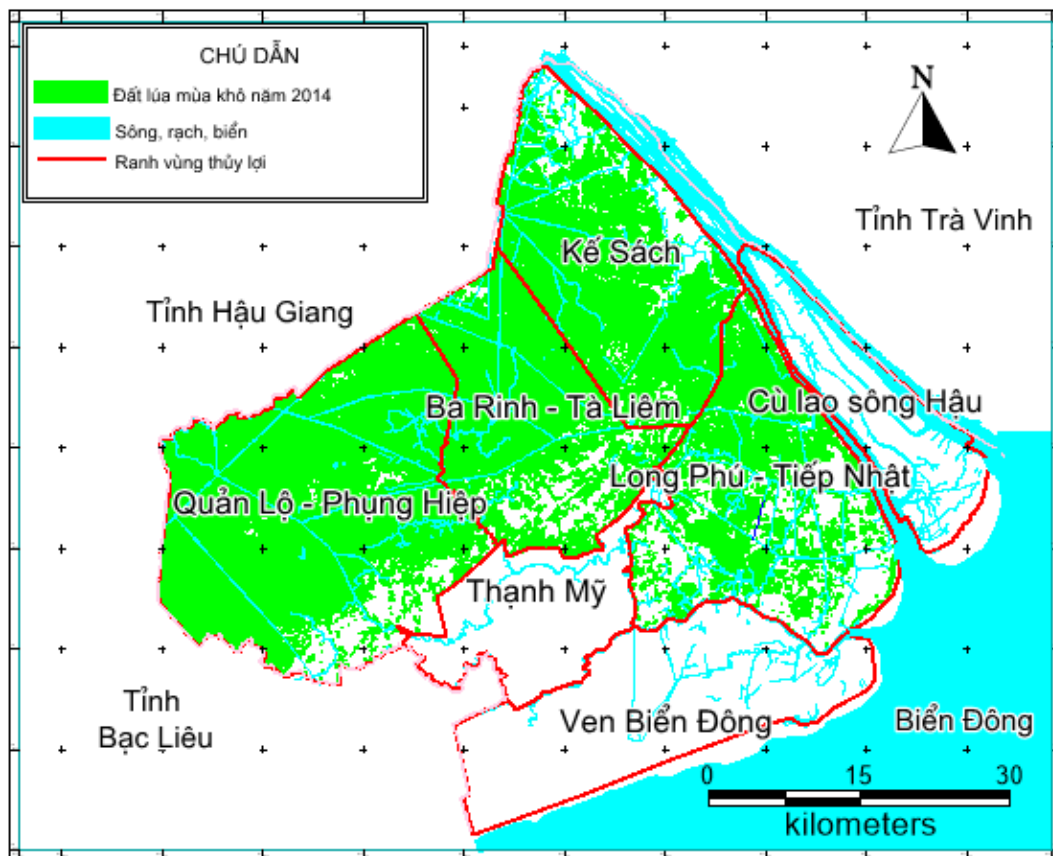
Kết quả thống kê chỉ số NDVI cao nhất của thực vật trên ảnh NDVI_max cho thấy vùng thực vật có giá trị NDVI_max từ 0,45 đến 0,8. Giá trị NDVI của đất trồng cây ăn quả và rừng thấp nhất từ 0,35 trở lên. Các giá trị này được sử dụng thiết lập ngưỡng phân loại ($NDVI_{threshold}$ và $NDVI_{threshold_min}$ trong công thức (3) và (4).

Kết quả phân loại ảnh dùng phương pháp loại trừ cây ăn quả và rừng đã thu được bản đồ thực vật

trong mùa khô năm 2014. Trong bản đồ này, thực vật còn lại bao gồm lúa, rau màu, cây hàng năm ở các huyện Cù Lao Dung và Thị xã Vĩnh Châu. Theo dữ liệu thu thập từ Niên giám Thống kê (2016), ở 2 huyện trên không có lúa trong khoảng thời gian này, do đó dữ liệu phân loại nhầm của 2 huyện đã được loại bỏ bằng phần mềm GIS. Phần diện tích rau màu dọc theo đường đi có diện tích nhỏ được lọc bỏ bằng phương pháp chồng lớp bản đồ đất rau màu trích từ bản đồ hiện trạng với kết

quả giải đoán. Tuy nhiên, có một khó khăn là diện tích rau màu phổ biến là dưới 1000 m² trong khi 1 pixel có độ phân giải 900 m². Việc loại trừ đất rau màu bằng phương pháp GIS trong vùng có lẫn đất lúa có thể nhầm lẫn đến đất lúa nên phần xử lý này không được thực hiện đối với các vùng có diện tích nhỏ hơn 900 m².

Kết quả xử lý cho được bản đồ diện tích lúa mùa khô năm 2014 (Hình 7) là 129.163,69 ha



Hình 7: Bản đồ đất lúa từ tháng 1 đến tháng 4 năm 2014

Giá trị Kappa của bản đồ năm 2014 được tính trên 2 loại đất lúa và không lúa như Bảng 3. Kết quả thu được Kappa bằng 0,89. Kết quả sai lệch chủ yếu do nhầm lẫn giữa đất trồng rau màu dọc theo đường đi không được loại trừ trong quá trình

phân loại do NDVI thay đổi tương tự như đất trồng lúa, các vùng bị mây che phủ trùng lặp nhau trên loạt ảnh đã không được loại bỏ triệt để khi tính chỉ số NDVI_{max}.

Bảng 3: Ma trận khảo sát sai số phân loại năm 2014 và 2016

Bản đồ đất lúa mùa khô 2014				Bản đồ đất lúa mùa khô 2016			
	Lúa	Không lúa	Tổng		Lúa	Không lúa	Tổng
Lúa	1776	86	1862	Lúa	2409	107	2516
Không lúa	129	2259	2388	Không lúa	336	2409	2745
Tổng	1905	2345	4250	Tổng	2745	2516	5261

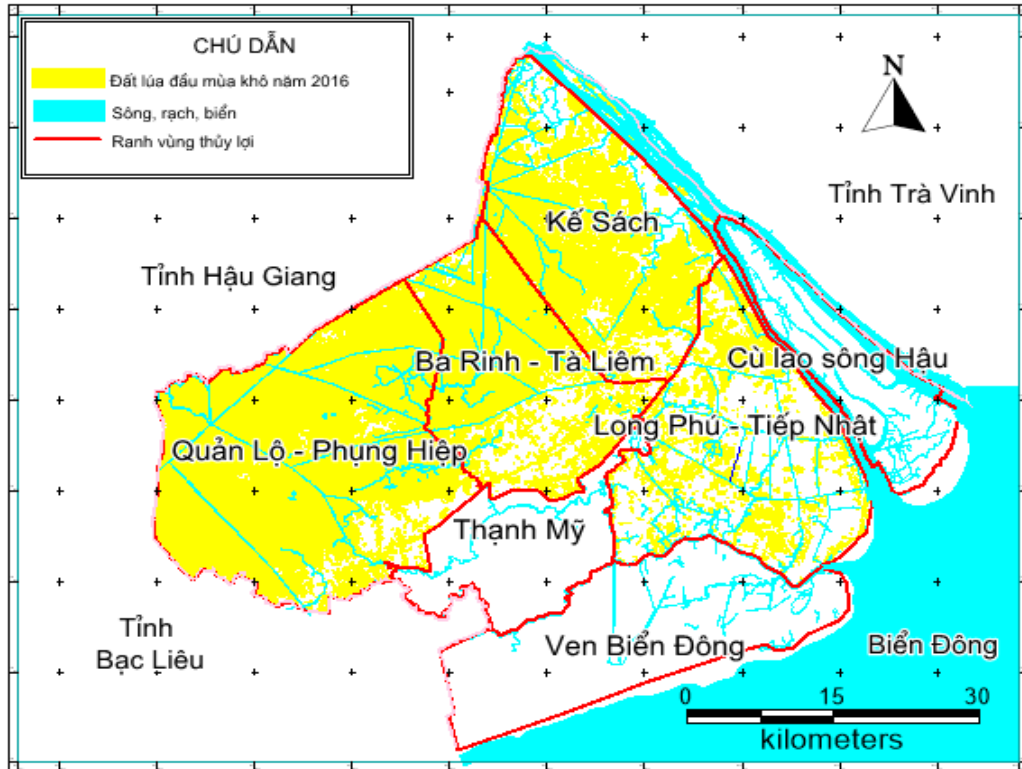
Tương tự như bản đồ diện tích lúa mùa khô năm 2014, bản đồ diện tích lúa mùa khô năm 2016

(Hình 8) đã được xây dựng với tổng diện tích vùng lúa là 113.623,16ha.

So sánh diện tích lúa cùng thời điểm giữa hai năm cho thấy diện tích lúa năm 2016 giảm đáng kể so với năm 2014 với diện tích giảm đến 15.540,53 ha. Sự khác biệt này do nhiều nguyên nhân, một phần diện tích bị thiệt hại theo thống kê thiệt hại của tình khi lúa ở giai đoạn chưa thể hiện rõ được

giá trị NDVI, một phần do người dân không canh tác do hạn kéo dài từ đầu năm nên diện tích canh tác lúa giảm.

Kết quả đánh giá phân loại bản đồ đất lúa mùa khô năm 2016 cho chỉ số Kappa là 0,83.



Hình 8: Bản đồ diện tích lúa từ tháng 1 đến tháng 4 năm 2016

3.3 Phân tích vùng ảnh hưởng của hạn, mặn đến diện tích canh tác lúa

Các bản đồ diện tích lúa mùa khô năm 2014 và 2016 được chồng lớp trên vùng thủy lợi để xác định tỷ lệ giảm diện tích của năm xảy ra hạn, mặn so với năm có điều kiện bình thường. Bảng 4 cho thấy diện tích lúa mùa khô năm 2016 giảm nhiều

nhất trong vùng Long Phú – Tiếp Nhật với gần 10.000 ha, vùng Kế Sách giảm hơn 5.200 ha. Vùng Quận Lộ - Phụng Hiệp, ở năm 2016 tổng diện tích tăng hơn so với năm 2014, tuy nhiên vùng phân bố của năm 2016 lại khác năm 2014, điều này yêu cầu cần phân tích thêm về mặt không gian.

Bảng 4: Bảng so sánh diện tích lúa

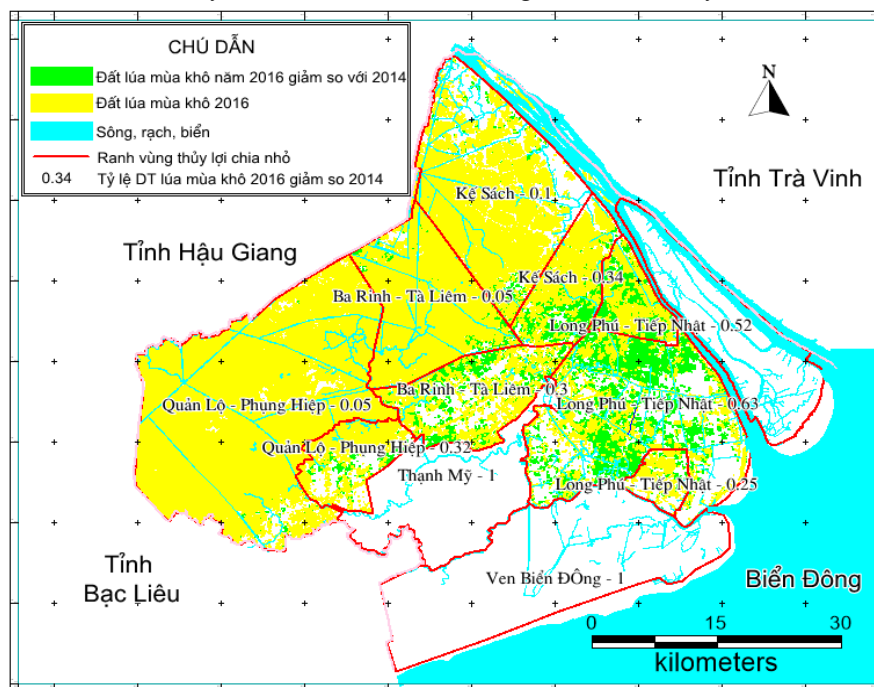
Vùng thủy lợi	Lúa mùa khô 2014 (ha)	Lúa mùa khô 2016 (ha)	Diện tích giảm so với năm 2014(ha)	Tỷ lệ giảm (%)
Quận lộ - Phụng Hiệp	58.478,45	60.678,69	+2.200,24	+3,76
Long Phú - Tiếp Nhật	17.983,15	7.913,70	-10.069,45	-55,99
Kế Sách	27.755,11	22.478,69	-5.276,42	-19,01
Ba Rinh - Tà Liêm	24.946,98	22.552,08	- 2.394,90	-9,60

Diện tích canh tác lúa trong năm 2016 sụt giảm khá lớn so với năm 2014 do tác động của hạn hán và xâm nhập mặn. Xét về mặt không gian, trong mỗi vùng thủy lợi xuất hiện các tiểu vùng trong đó diện tích lúa mùa khô trên các tiểu vùng này có sự biến động qua các năm. Do đó, các vùng thủy lợi được chia nhỏ thành các tiểu vùng giới hạn bởi các

sông rạch chính. Kết quả tính toán diện tích thay đổi qua các tiểu vùng cho kết quả tỷ lệ diện tích lúa giảm của năm 2016 so với năm 2014 được thể hiện trên bản đồ ở Hình 9. Diện tích lúa của vùng Long Phú-Tiếp Nhật có tỷ lệ diện tích năm 2016 giảm gần 60% so với năm 2014, khi chia thành 3 tiểu vùng, tỷ lệ giảm diện tích ở từng tiểu vùng lớn nhất

là 63%, vùng nhỏ nhất giảm 25%. Ở vùng Kế Sách, diện tích lúa giảm chủ yếu ở vùng giáp với vùng Long Phú- Tiếp Nhật với tỷ lệ giảm là 34%. Mặc dù diện tích lúa của cả vùng Quân Lộ - Phụng Hiệp tăng so với năm 2014, tuy nhiên xét về mặt

không gian ở tiểu vùng giáp với vùng dự án Thạnh Mỹ, tỷ lệ giảm diện tích so với vùng canh tác lúa ở năm 2014 là 32%. Trong vùng Ba Rinh – Tà Liêm, tỷ lệ giảm diện tích của tiểu vùng tiếp giáp với vùng dự án Thạnh Mỹ là 30% diện tích.



Hình 9: Bản đồ so sánh diện tích lúa mùa khô năm 2014 và 2016

3.4 Mô phỏng sự ảnh hưởng của hạn mặn đến đất lúa mùa khô năm 2016

Kết quả mô phỏng đất lúa được thực hiện trong 12 tuần từ tuần thứ nhất của tháng 1 đến tuần thứ 12 thuộc tháng 4 năm 2016. Kết quả mô phỏng cho giá trị tổng diện tích lúa còn lại tại thời điểm kết thúc mô phỏng là 116.178 ha so với diện tích thực

tế của năm 2016 là 113.623 ha. Tổng diện tích lúa mô phỏng lệch so với diện tích lúa thực là 2.554,84 ha. Diện tích lúa mô phỏng chi tiết cho từng vùng thủy lợi có khác nhau được thể hiện trong Bảng 5, trong đó vùng Long Phú – Tiếp Nhật, diện tích mô phỏng thấp hơn diện tích thực tế là 4.565,70 ha trong khi diện tích mô phỏng ở vùng Ba Rinh – Tà Liêm cao hơn diện tích thực tế là 4.133,92 ha.

Bảng 5: Diện tích lúa mô phỏng tính theo từng vùng thủy lợi

Vùng thủy lợi	Diện tích lúa mô phỏng (ha)	Diện tích thực tế ở năm 2016 (ha)	Diện tích sai lệch (+/-)
Quân lộ - Phụng Hiệp	61.375,00	60.678,69	-696,31
Long Phú - Tiếp Nhật	3.348,00	7.913,70	4.565,70
Kế Sách	24.769,00	22.478,69	-2.290,31
Ba Rinh - Tà Liêm	26.686,00	22.552,08	-4.133,92

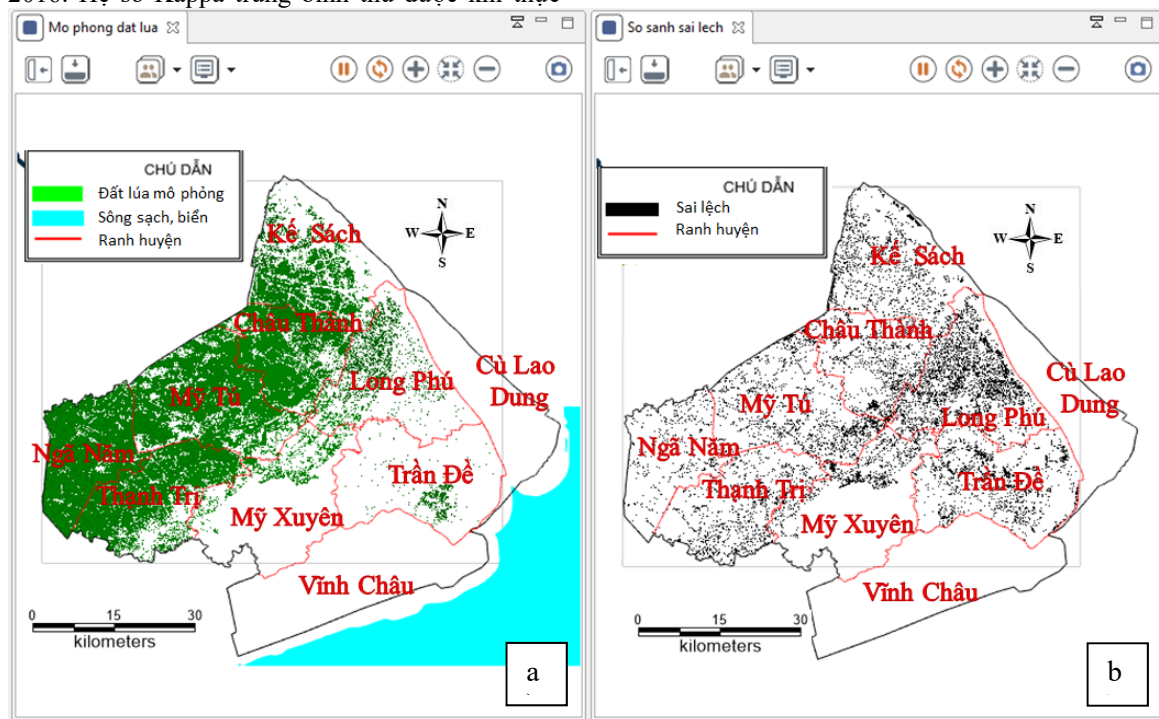
Xem xét kết quả về mặt không gian, bản đồ mô phỏng diện tích lúa năm 2016 (Hình 10a) được so sánh về vị trí với bản đồ thực tế. Trong Hình 10b, các điểm màu đen thể hiện kết quả mô phỏng khác với kết quả thực tế 2016, những vùng màu trắng là những vùng mô phỏng đúng hiện trạng lúa hoặc không phải lúa của năm 2016. Từ Hình 10b ta thấy phần cell màu đen khá nhiều thể hiện diện tích mô phỏng bị sai lệch. Lý do sai số có thể do dữ liệu đầu vào là bản đồ mặn không thật chính xác ảnh

hưởng đến kết quả xét sự tác động của mặn đến lúa. Theo bản đồ mặn thì các huyện Long Phú, Trần Đề (thuộc vùng Long Phú - Tiếp Nhật) độ mặn rất cao ảnh hưởng lớn đến diện tích lúa, ngược lại một phần của huyện Mỹ Tú thuộc vùng Ba Rinh- Tà Liêm mức độ ảnh hưởng thấp hơn do lấy dữ liệu độ mặn từ trạm đo mặn của TP. Sóc Trăng cách xa vùng bị ảnh hưởng.

Kết quả mô phỏng của mô hình được đánh giá về mặt không gian bằng chỉ số Kappa khi so sánh

đất lúa và không lúa giữa bản đồ mô phỏng với bản đồ diện tích lúa thực tế ở cùng thời điểm năm 2016. Hệ số Kappa trung bình thu được khi thực

hiện mô phỏng lặp lại 100 lần cho kết quả là 0,88 với độ lệch chuẩn 0,004.



Hình 10: Kết quả mô phỏng: a) Bản đồ mô phỏng diện tích canh tác lúa trong mùa khô năm 2016; b) Bản đồ sai lệch giữa mô phỏng và thực tế

3.5 Thảo luận về ứng dụng mô hình trong việc hỗ trợ quản lý canh tác lúa

Mức độ dự tính, dự báo thiệt hại của lúa dưới tác động của hạn, mặn của mô hình phụ thuộc nhiều về dữ liệu dự báo lượng mưa và xâm nhập mặn của vùng nghiên cứu. Tuy nhiên, các hiện tượng thời tiết cực đoan không thể được dự báo trung, dài hạn một cách chính xác mặc dù hiện nay trên thế giới hiện tượng El Nino được dự báo hàng tháng bằng nhiều mô hình mô phỏng. Hiện tượng El Nino xảy ra năm 2015-2016 đã được Trung tâm dự báo khí hậu quốc gia Hoa kỳ dự báo nhiều lần trong năm 2015. Chi tiết hơn, vào tháng 1 năm 2015, Climate Prediction Center (2017) đã dự báo trong năm 2015 và 2016 có khả năng xuất hiện El Nino với độ chính xác khoảng 50-60%, mức khuyến cáo chỉ là theo dõi. Tuy nhiên, đến thời điểm tháng 5 năm 2015, Trung tâm này đã đưa ra dự báo đến cuối năm 2015 khả năng xảy ra hiện tượng El Nino là trên 80% (Climate Prediction Center, 2015).

Về công tác dự báo hạn mặn trong nước, trang Web của Viện Khoa học Thủy lợi miền Nam (2016) và trang thông tin tình hình hạn mặn của tỉnh Sở Tài nguyên môi trường Sóc Trăng (Sở TNMT Sóc Trăng, 2016) thường xuyên cung cấp

thông tin tình hình mặn và khuyến cáo công tác quản lý công của cơ quan chức năng, thời gian lấy nước ngọt của người dân trong giai đoạn hạn, mặn. Thông tin của các trung tâm rất chi tiết giúp người dân và nhà quản lý ứng phó với xâm nhập mặn, nhưng chưa có dự báo dài hạn để kịp thời điều chỉnh mùa vụ.

Như vậy, khi kết hợp thông tin dự báo trong và ngoài nước về hiện tượng thời tiết cực đoan, nhà quản lý nông nghiệp ở các địa phương có thể chủ động lên kế hoạch để ứng phó khi có khả năng xuất hiện hiện tượng cực đoan từ giữa năm trước.

Về mặt ứng dụng mô hình, khi có dự báo lượng mưa và xâm nhập mặn trên các điểm quan trắc, mô hình này cho phép mô phỏng sự ảnh hưởng của hạn, mặn đến diện tích canh tác lúa. Trên cơ sở đó, nhà quản lý nông nghiệp có thể đánh giá được khả năng thiệt hại và đưa ra các khuyến cáo về canh tác vụ Xuân Hè (hay Hè Thu sớm) để tránh thiệt hại.

4 KẾT LUẬN

Qua nghiên cứu này, bản đồ vùng canh tác lúa tỉnh Sóc Trăng trong 2 mùa khô năm 2014 và 2016 ứng với thời gian chưa xảy ra hạn mặn và thời điểm xảy ra hạn mặn được xây dựng từ nguồn ảnh vệ tinh Landsat 8 có độ phân giải 30 m. Kết quả

phân loại ảnh dựa trên phương pháp phân tích chỉ số NDVI đa thời gian, loại trừ được các vùng thực vật không phải lúa.

Việc canh tác lúa vụ 3, trong trường hợp tỉnh Sóc Trăng là vụ Xuân Hè hoàn toàn dựa vào nước ngọt cấp từ kênh dẫn ngọt. Khi hạn kéo dài cộng với xâm nhập mặn sâu vào đất liền gây nhiễm mặn các kênh dẫn ngọt khiến người dân không thể bơm nước ngọt cứu lúa bị hạn. Kết quả mô phỏng đã chỉ ra vùng bị ảnh hưởng nhiều của hạn mặn trong điều kiện cơ sở hạ tầng thủy lợi hiện nay.

Về lâu dài, việc chuyển đổi cơ cấu cây trồng của vùng bị ảnh hưởng hán, mặn là cần thiết khi chưa có phương án cụ thể cho vùng ảnh hưởng của hạn mặn. Cơ quan quản lý nông nghiệp cần đẩy mạnh tuyên truyền và theo dõi các phương tiện dự báo trong và ngoài nước để có kế hoạch điều chỉnh thời vụ hợp lý.

Điểm hạn chế của nghiên cứu này là việc mô phỏng ngập mặn phụ thuộc vào kết quả của mô hình ngập mặn có sẵn, dữ liệu mặn từ các điểm quan trắc độ mặn chưa giúp xây dựng được sự xâm nhập mặn trên địa bàn tỉnh. Do đó, hạn chế này cần được khắc phục bằng cách kết hợp mô hình xâm nhập mặn, mô phỏng chi tiết về sinh trưởng của lúa để nâng cấp mô hình mô phỏng diện tích canh tác lúa trong điều kiện hạn, mặn được chính xác hơn.

Kết quả đánh giá độ chính xác cho thấy mô hình bước đầu đã mô phỏng được sự ảnh hưởng của hạn, mặn đến diện tích canh tác lúa của tỉnh Sóc Trăng trong điều kiện hạn, mặn của năm 2016. Kết quả này là cơ sở để ứng dụng mô hình trong mô phỏng các kịch bản về hạn, mặn ảnh hưởng đến diện tích lúa của tỉnh khi xảy ra hạn, mặn trong tương lai.

LỜI CẢM Ạ

Nguồn kinh phí thực hiện nghiên cứu do đề tài cấp Trường mã số T2017-41 tài trợ. Nhóm tác giả chân thành cảm ơn Chi cục Thủy lợi tỉnh Sóc Trăng đã cung cấp dữ liệu phục vụ nghiên cứu.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

Chi cục Thủy lợi Sóc Trăng, 2017. Bản đồ phân vùng thủy lợi tỉnh Sóc Trăng 2016.

Climate Prediction Center, 2015. El Niño/Southern Oscillation (ENSO) diagnostic discussion, 14 may 2015.

Climate Prediction Center, 2017. Climate Prediction Center - El Niño Southern Oscillation Diagnostic Discussion Archive. URL http://origin.cpc.ncep.noaa.gov/products/expert_assessment/ENSO_DD_archive.shtml (accessed on 8.11.17).

Cohen, J., 1960. A Coefficient of Agreement for Nominal Scales. *Educ. Psychol. Meas.* 20, 37–46. doi:10.1177/001316446002000104.

Cục Thống kê tỉnh Sóc Trăng, 2017. Niên giám Thống kê Sóc Trăng 2016. NXB Thống kê.

Drogoul, A., Vanbergue, D., Meurisse, T., 2002. Multi-agent Based Simulation: Where Are the Agents?, in: Sichman, J.S., Bousquet, F., Davidsson, P. (Eds.), *Multi-Agent-Based Simulation II, Lecture Notes in Computer Science*. Springer Berlin Heidelberg, pp. 1–15. doi:10.1007/3-540-36483-8_1.

FISHBIO, 2016. EL NIÑO and drought in the Mekong basin. The fish report on April 25, 2016

GAMA, 2017. GAMA platform. URL: <http://vps226121.ovh.net>. Accessed on July 4, 2017.

Ganie, M., Nusrath, D.A., 2016. Determining the Vegetation Indices (NDVI) from Landsat 8 Satellite Data. *Int. J. Adv. Res.* 4, 1459–1463. doi:10.21474/IJAR01/1348.

Kontgis, C., Schneider, A., Ozdogan, M., 2015. Mapping rice paddy extent and intensification in the Vietnamese Mekong River Delta with dense time stacks of Landsat data. *Remote Sens. Environ.* 169, 255–269. doi:10.1016/j.rse.2015.08.004.

Korres, N.E., Norsworthy, J.K., Burgos, N.R., Oosterhuis, D.M., 2017. Temperature and drought impacts on rice production: An agronomic perspective regarding short- and long-term adaptation measures. *Water Resour. Rural Dev.* 9, 12–27. doi:10.1016/j.wrr.2016.10.001.

Mujiono, Indra, T.L., Harmantyo, D., Rukmana, I.P., Nadia, Z., 2017. Simulation of land use change and effect on potential deforestation using Markov Chain - Cellular Automata. p. 030177. doi:10.1063/1.4991281.

Nguyen, N.V., 2002. Global climate changes and rice food security. Ed Vol FAO Rome Italy 24–30.

Nhan, D.K., Phap, V.A., Phuc, T.H., Trung, N.H., 2012. Rice production response and technological measures to adapt to salinity intrusion in the coastal Mekong delta. Mekong Program Water Environ. Resil. MPOWER.

Rojas, O., 2014. Understanding the drought impact of El Niño on the global agricultural areas an assessment using FAO's Agricultural Stress Index (ASI). Food and Agriculture Organization of the United Nations, Rome.

Sở NNPTNT Sóc Trăng, 2016. Báo cáo kết quả thực hiện kế hoạch Ngành nông nghiệp năm 2016 và phương hướng, nhiệm vụ năm 2017. Sở Nông nghiệp và Phát triển nông thôn tỉnh Sóc Trăng.

Sở TMMT Sóc Trăng, 2016. Tình hình xâm nhập mặn mùa khô năm 2016 trên địa bàn tỉnh Sóc Trăng, https://www.soctrang.gov.vn/wps/portal/sotnmt/luat/p/c/04_SB8K8xLLM9MSSzPy8xBz9CP0os3gLR1dvZ09LYwMDCw9zA0-TUD-TMG_3ID8LU_2CbEdFAEVDKd!/?WCM_GL

- OBAL_CONTEXT=/wps/wcm/connect/sotnmt/sotnmt/ttsk/tn/nuoc22116, ngày 22/01/2016.
- Treuil J. P., A. Dro Boul and J. D. Zucker, 2008. Modélisation et simulation a base d'agents. Dunod.
- Trung, N.H., Tri, V.P.D., 2014. Possible Impacts of Seawater Intrusion and Strategies for Water Management in Coastal Areas in the Vietnamese Mekong Delta in the Context of Climate Change, in: Coastal Disasters and Climate Change in Vietnam. Elsevier, pp. 219–232. doi:10.1016/B978-0-12-800007-6.00010-1.
- Trương Chí Quang, Nguyễn Thiên Hoa, Võ Quốc Tuấn, Võ Quang Minh. 2015. Mô hình Markov-Cellular Automata trong mô phỏng sự thay đổi sử dụng đất các tỉnh ven biển Đồng bằng sông Cửu Long. Tạp chí khoa học Trường Đại học Cần Thơ số chuyên đề Công nghệ thông tin. ISBN: 1859-2333. Trang: 196-202.
- Trương Thị Kiều Liên, Chu Văn Hách, Nguyễn Thị Thanh Tuyền, Đinh Thị Hải Minh, Võ Thị Thảo Nguyên, Chu Thị Hồng Anh, Lê Thị Hồng Huệ, Nguyễn Thị Hồng Nam, 2015. Nghiên cứu các giải pháp thích ứng và giảm thiểu rủi ro do tác động của biến đổi khí hậu trên vùng đất nhiễm mặn Sóc Trăng. Hội thảo quốc gia về cây trồng lần 2, trang 1204-1210.
- USGS, 2017. GLOVIS. URL: <https://glovis.usgs.gov>. Accessed on July 4, 2017.
- Viện Khoa học Thủy lợi miền Nam, 2016. Bản đồ xâm nhập mặn Đồng bằng sông Cửu Long tháng 3 năm 2016.
- Wang, S.Q., Zheng, X.Q., Zang, X.B., 2012. Accuracy assessments of land use change simulation based on Markov-cellular automata model. Procedia Environ. Sci., 18th Biennial ISEM Conference on Ecological Modelling for Global Change and Coupled Human and Natural System 13, 1238–1245. doi:10.1016/j.proenv.2012.01.117.