



Tạp chí Khoa học Trường Đại học Cần Thơ

Số chuyên đề: Môi trường và Biến đổi khí hậu

website: sj.ctu.edu.vn



DOI:10.22144/ctu.jsi.2019.143

ỨNG DỤNG MÔ HÌNH MONTE CARLO DỰ BÁO DIỆN TÍCH ĐẤT SẢN XUẤT NÔNG NGHIỆP TRONG TỐI ƯU HÓA ĐẤT NÔNG NGHIỆP

Nguyễn Hồng Thảo^{1*} và Nguyễn Hiếu Trung²

¹Trường Cao đẳng Kinh tế Kỹ Thuật Cần Thơ; NCS ngành Quản lý đất đai khóa 2015

²Khoa Môi trường và Tài nguyên Thiên nhiên, Trường Đại học Cần Thơ

*Người chịu trách nhiệm về bài viết: Nguyễn Hồng Thảo (email: nhthao@ctec.edu.vn)

Thông tin chung:

Ngày nhận bài: 03/07/2019

Ngày nhận bài sửa: 09/09/2019

Ngày duyệt đăng: 16/10/2019

Title:

Using the Monte Carlo model to predict agricultural production areas for land use optimization

Từ khóa:

Bố trí sử dụng đất, dự báo trong nông nghiệp, Monte Carlo, LandOptimizer, tối ưu hóa sử dụng đất

Keywords:

Land use optimization, land allocation, Monte Carlo, LandOptimizer, predicting in agriculture

ABSTRACT

Multi-objective optimization is an effective approach to analyzing and determining agricultural land use for each region. In order to build land optimization models, it is necessary to predict the surface restriction for the land use types to obtain the optimal productions. The paper is aimed to predict the land use demands as constraint conditions for the optimization of each agricultural land use type. The Monte Carlo simulation was used to calculate the area of vegetable and fruit for Long Phu district based on historical area of these land use type from 2013 to 2017, and the calculated results were used as the constraint values in the multi-objective optimization with the LandOptimizer program. The results showed that area of vegetable and fruit was estimated for 2020. Then, the land use optimization for five land use types three rice crops, two rice crops, two rice – vegetable crops, vegetable, and fruit was calculated with three optimal options: maximizing land suitability, maximizing benefits and maximizing multi-objective.

TÓM TẮT

Tối ưu hóa đa mục tiêu là công cụ hiệu quả để phân tích và xác định diện tích cần bố trí cho từng kiểu sử dụng đất của một địa phương. Tuy nhiên, khó khăn mà các nghiên cứu đang gặp phải là xây dựng các điều kiện ràng buộc trước cho bài toán tối ưu hóa. Mục tiêu của nghiên cứu này là dựa vào mô phỏng Monte Carlo để dự tính diện tích sản xuất dựa trên dữ liệu diện tích canh tác của rau màu và cây ăn quả từ năm 2013 đến 2017 và kết quả dự báo được dùng làm ràng buộc diện tích tối đa trong phương pháp tối ưu hóa đa mục tiêu với chương trình LandOptimizer. Kết quả ứng dụng cho huyện Long Phú, tỉnh Sóc Trăng cho thấy đã dự tính được diện tích đất canh tác cho rau màu và cây ăn quả của huyện đến năm 2020. Dựa trên kết quả dự tính tổng diện tích yêu cầu đó, mô hình tối ưu hóa diện tích đã tính toán bố trí cho năm kiểu sử dụng đất (ba vụ lúa, hai vụ lúa, hai vụ lúa – màu, chuyên màu và cây ăn quả) theo ba phương án: tối ưu về mặt thích nghi tự nhiên, tối đa hóa lợi nhuận và tối ưu hóa đa mục tiêu.

Trích dẫn: Nguyễn Hồng Thảo và Nguyễn Hiếu Trung, 2019. Ứng dụng mô hình Monte Carlo dự báo diện tích đất sản xuất nông nghiệp trong tối ưu hóa đất nông nghiệp. Tạp chí Khoa học Trường Đại học Cần Thơ. 55(Số chuyên đề: Môi trường và Biến đổi khí hậu)(2): 164-174.

1 GIỚI THIỆU

Trong bối cảnh biến đổi khí hậu và các hiện tượng thời tiết cực đoan, ngành nông nghiệp cần chuyên đổi và bố trí diện tích mỗi loại cây trồng sao cho phù hợp với khả năng sản xuất và tiêu thụ nhằm mang lại hiệu quả kinh tế cao cho người dân. Các mô hình tối ưu hóa trong sử dụng đất nông nghiệp đã được ứng dụng để hỗ trợ cơ quan quản lý ra quyết định sử dụng đất nông nghiệp (Nguyễn Hải Thanh, 2005). Một số nghiên cứu của các tác giả như Phạm Thanh Vũ và *ctv.* (2014, 2017) và Thao and Trung (2018) đã ứng dụng các mô hình toán giúp xác định diện tích canh tác tối ưu và cho phép xác định kiểu sử dụng đất nông nghiệp phù hợp với sự thay đổi điều kiện kinh tế - xã hội, xác định được đơn vị đất đai cần bố trí và diện tích cần thiết để bố trí các kiểu sử dụng trong các đơn vị đất đai đó. Tuy nhiên để các kết quả phân tích diện tích các loại cây trồng khả thi hơn khi triển khai đòi hỏi cần dự tính được diện tích giới hạn để sản xuất mỗi loại nông sản trong tương lai và làm cơ sở cho tối ưu hóa sự bố trí đất sản xuất nông nghiệp.

Liên quan đến dự báo diện tích đất cần thiết cho sản xuất nông nghiệp, phương pháp Monte Carlo gồm những thuật toán dựa trên tính toán ngẫu nhiên từ dữ liệu lịch sử đã ứng dụng nhiều trong kinh tế như dự báo giá cả chứng khoán (Wei and Guo, 2017; Gourène and Mendy, 2018;), dự báo lợi nhuận sản xuất, phân tích rủi ro về giá (Platon and Constantinescu, 2014). Phương pháp này cho phép dự báo trong những bài toán khi yếu tố dự báo bị tác động bởi rất nhiều biến không xác định như giá cả hàng hóa, nhu cầu thị trường. Đây là những vấn đề liên quan đến sự biến động tăng giảm diện tích canh tác nông nghiệp để cung cấp lượng nông sản tương ứng ra thị trường.

Trường hợp nghiên cứu trong bài báo này được chọn là huyện Long Phú, tỉnh Sóc Trăng. Đây là huyện điển hình cho vùng nằm trong đê bao, sản xuất nông nghiệp là chủ yếu, thách thức đặt ra hiện nay của huyện là việc lựa chọn và bố trí cây trồng ở đâu là tốt nhất.

Mục tiêu của nghiên cứu này nhằm ứng dụng mô hình Monte Carlo để dự tính diện tích canh tác lúa, rau màu và cây ăn quả dựa trên dữ liệu sản xuất nông nghiệp quá khứ để đáp ứng sự phát triển kinh tế - xã hội trong điều kiện khó khăn về dự báo nhu cầu thị trường nông sản. Trên cơ sở diện tích yêu cầu phát triển, chạy mô hình tối ưu hóa diện tích và xác định vùng phân bố của các kiểu sử dụng ở cấp đơn vị đất đai.

2 PHƯƠNG PHÁP NGHIÊN CỨU

Phương pháp nghiên cứu gồm hai phần chính: sử dụng mô hình Monte Carlo để dự tính diện tích đất

rau màu và cây ăn quả trong giai đoạn từ 2018 đến 2020. Kết quả dự báo được dùng làm ràng buộc diện tích tối thiểu (phương trình 6) trong phương pháp tối ưu hóa đa mục tiêu với chương trình LandOptimizer (Nguyễn Hồng Thảo và Nguyễn Hiếu Trung, 2017).

2.1 Phương pháp lựa chọn kiểu sử dụng và các tiêu chí điều tra

Việc lựa chọn các kiểu sử dụng đất nông nghiệp trên cơ sở sao cho phù hợp với hiện trạng sử dụng đất và định hướng phát triển của chính quyền địa phương. Bên cạnh đó, các nghiên cứu của Lê Văn Khoa và Trần Bá Linh (2011); Phạm Thanh Vũ và *ctv.* (2017), về khả năng sản xuất một vụ màu trên chân ruộng trong mùa khô và mô hình sản xuất phù hợp với điều kiện biến đổi khí hậu, thiếu nước tưới trong mùa khô như kiểu sử dụng 2 lúa-1 màu, rau màu, hay cây ăn quả được xem xét. Đây là xu hướng sử dụng đất nông nghiệp hiện nay để góp phần tăng thu nhập cho người dân. Do đó các kiểu sử dụng đất có triển vọng được đề xuất gồm đất lúa 3 vụ, lúa 2 vụ, rau màu, lúa-màu và cây ăn quả.

Kết quả điều tra nông hộ được thực hiện với 142 nông hộ thuộc xã Châu Khánh và xã Long Phú cho 5 kiểu sử dụng. Để đánh giá và lựa chọn kiểu sử dụng, nghiên cứu này sử dụng các tiêu chí về lợi nhuận (Gouzaye and Epplin, 2016; Kennedy *et al.*, 2016; Phạm Thanh Vũ và *ctv.*, 2017), số lượng ngày công lao động, mức độ rủi ro, mức độ tốt cho môi trường của từng kiểu sử dụng. Lợi nhuận được xác định qua phỏng vấn nông hộ và được tính từ giá bán trừ chi phí sản xuất cho từng kiểu sử dụng. Các tiêu chí về rủi ro và môi trường được thu thập từ điều tra định tính đối với các nông hộ trong vùng nghiên cứu và được tổng hợp theo tỷ lệ phần trăm nông hộ đã trả lời.

2.2 Phương pháp dự báo Monte Carlo

Phương pháp mô phỏng Monte Carlo được sử dụng để phân tích diện tích canh tác các kiểu sử dụng đất, chủ yếu phân tích diện tích canh tác rau màu và cây ăn quả. Các bước tiến hành bao gồm:

Thu thập diện tích đất canh tác rau màu và cây ăn quả từ năm 2013 đến 2017. Dữ liệu này được phân tích thành biểu đồ tần suất xuất hiện của diện tích canh tác để tính xác suất xuất hiện diện tích canh tác.

Tạo số ngẫu nhiên từ phân phối xác suất để chọn diện tích trong năm tiếp theo với số lần lặp lại 10.000 lần cho từng kiểu sử dụng được chọn là rau màu và cây ăn quả. Do phương pháp Mote Carlo là phương pháp tạo ra giá trị mang tính ngẫu nhiên, việc lặp lại càng nhiều lần để thu được giá trị trung bình. Trong nghiên cứu của Wei and Guo (2017), số lần lặp tạo phân bố được đề xuất tối thiểu ở mức 10.000 lần.

Thông kê diện tích đất rau màu và cây ăn quả tạo được, phân tích thống kê, tìm giá trị diện tích trung bình, độ lệch chuẩn phục vụ xây dựng kịch bản thay đổi diện tích canh tác cho mô hình tối ưu hóa.

2.3 Phương pháp tối ưu hóa

Mô hình tối ưu hóa trong nghiên cứu này được thực hiện dựa trên ứng dụng LandOptimizer (Nguyễn Hồng Thảo và Nguyễn Hiếu Trung, 2017). Đây là một ứng dụng tối ưu hóa tuyến tính được phát triển dựa trên thư viện tối ưu hóa nguồn mở LpSolve (LPSolve, 2016). Giao diện của ứng dụng bằng tiếng Việt, được phát triển thêm để có nhiều tùy chọn thành lập phương án tối ưu hóa gồm một mục tiêu, đa mục tiêu và mục tiêu tích hợp với các kịch bản khác nhau.

2.3.1 Tối ưu hóa một mục tiêu

Trường hợp ưu hóa một tiêu, hàm mục tiêu trong bài được phân tích trong hai trường hợp ứng với tối ưu hóa sự thích nghi, tối ưu hóa lợi nhuận:

Tối ưu hóa thích nghi của các kiểu sử dụng cho các đơn vị đất đai (ĐVĐĐ) (1)

$$\sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^m TN_{ij} X_{ij} \rightarrow Max \quad (1)$$

Tối đa hóa lợi nhuận (2)

$$\sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^m LN_{ij} TN_{ij} X_{ij} \rightarrow Max \quad (2)$$

X_{ij} là diện tích tối ưu của LUT_j ở ĐVĐĐ $_i$ cần tìm (đơn vị tính: ha).

Trong đó $i=1..n$, với n là số lượng ĐVĐĐ, $j=1..m$ với m là số lượng LUT.

TN_{ij} : Giá trị thích nghi của LUT_j ở ĐVĐĐ $_i$. Theo đánh giá thích nghi tự nhiên (FAO, 1976) với bốn cấp thích nghi (S1 - thích nghi cao, S2 - thích nghi,

$$w1 \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^m LN_{ij} TN_{ij} X_{ij} + w2 \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^m MT_j X_{ij} + w3 \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^m LD_j X_{ij} - w4 \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^m RR_j X_{ij} \rightarrow Max \quad (3)$$

Trong đó,

$i=1..n$, với n : số lượng ĐVĐĐ;

$j=1..m$, với m số lượng LUT;

X_{ij} , LN_{ij} : được định nghĩa như trong mục 2.2.1

LD_j : Số ngày công lao động cần thiết /ha của LUT_j .

MT_j : Hệ số lợi ích môi trường của LUT_j . Mô tả đánh giá của người dân về mức độ ích lợi cho môi trường của LUT. Chỉ số càng gần 1 kiểu sử dụng càng được đánh giá là có lợi cho môi trường.

RR_j : Hệ số rủi ro của LUT_j . Đây là chỉ số rủi ro về năng suất của LUT_j . Giá trị rủi ro càng nhỏ thì đóng góp vào hàm mục tiêu lớn.

Các giá trị lợi nhuận, môi trường và hệ số rủi ro được chuẩn hóa để đảm bảo cùng thang đo với các nhóm dữ liệu còn lại.

S3 - thích nghi trung bình và N - không thích nghi). Cấp thích nghi ảnh hưởng đến năng suất: thích nghi cao đạt 80-100% năng suất cực đại; thích nghi: 60-80%; thích nghi trung bình: 40-60%; thích nghi thấp: 20-40%; thích nghi rất thấp: 5-20% và không thích nghi: 0-5% (George, 2005). Do đó trong nghiên cứu này, mức độ lợi nhuận và năng suất được chọn trong khoảng đề xuất của FAO dựa vào cấp thích nghi được mã hóa 0 là không thích nghi; 0,5: thích nghi cấp S3; 0,75: thích nghi cấp S2 và 1: thích nghi cấp S1.

LN_{ij} : Lợi nhuận của LUT_j ở ĐVĐĐ $_i$ (đơn vị tính: triệu đồng/ha).

Lợi nhuận được thu thập đối với trường hợp thích nghi cao (S1). Đối với các kiểu sử dụng có cấp thích nghi S2, S3, hệ số lợi nhuận đạt được tỷ lệ 75% và 50% so với trường hợp thích nghi cao. Các hệ số tỷ lệ lợi nhuận được chọn trong khoảng khuyến cáo của George (2005). Nếu chọn lựa kiểu sử dụng có cấp thích nghi S3, chi phí đầu tư cao, năng suất thấp, lợi nhuận sẽ giảm so với mức thích nghi cao.

2.3.2 Tối ưu hóa đa mục tiêu

Theo quan điểm phát triển bền vững, các phương án được lựa chọn nhằm thỏa mãn các mục tiêu trong sử dụng tài nguyên đất đai của chính quyền và người dân địa phương (Nguyễn Hiếu Trung *et al.*, 2015). Chính vì vậy, tối ưu hóa sử dụng đất đai thường đòi hỏi thực hiện trên nhiều mục tiêu. Trong nghiên cứu này, ngoài các phương án tối ưu hóa một mục tiêu, phương án tối ưu hóa sử dụng đất đa mục tiêu được đề xuất theo tối ưu về lợi nhuận và lao động, giảm thiểu tác động môi trường và hạn chế rủi ro về kinh tế.

Mô hình toán đa mục tiêu được biến đổi về hàm mục tiêu tuyến tính theo (Kalvelagen, 2002; Nguyễn Hải Thanh, 2005; Thao and Trung, 2018). Trong đó, hàm mục tiêu biến đổi có dạng truyền tính như phương trình (3).

W_i : Trọng số của các mục tiêu. Giá trị trong đoạn [0, 1], trọng số càng gần 1, mục tiêu đóng góp quan trọng vào giá trị của hàm mục tiêu. Trong nghiên

cứu này, giả định các mục tiêu có trọng số bằng nhau, W_i được đặt mặc định bằng 1. Các trọng số này có thể được hiệu chỉnh tùy vào mức độ ưu tiên của các trọng số của địa phương để thực hiện tối ưu phù hợp với định hướng phát triển của địa phương.

2.3.3 Các ràng buộc dữ liệu cho mô hình tối ưu hóa

Với mỗi hàm mục tiêu, mô hình sử dụng các phương trình ràng buộc như sau:

Tổng diện tích các LUT trong một ĐVĐĐ phải nhỏ hơn hoặc bằng diện tích của ĐVĐĐ.

$$\sum_{j=1}^m X_{ij} \leq \text{Diện tích ĐVĐĐ}_i, i = 1 \dots n, n : \text{Số ĐVĐĐ} \tag{4}$$

Tổng số ngày công lao động cho các LUT phải nhỏ hơn tổng số ngày công lao động của vùng.

$$\sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^m LD_j X_{ij} \leq \text{Tổng số ngày lao động có khả năng cung cấp của vùng} \tag{5}$$

Tổng diện tích của $LUT_j \leq$ Tổng diện tích yêu cầu của LUT_j

$$\sum_{i=1}^n X_{ij} \leq \text{Diện tích yêu cầu của } LUT_j, j = 1 \dots m \tag{6}$$

2.3.4 Phương pháp bố trí các kiểu sử dụng đất

Khi thực thi mô hình tối ưu hóa các kiểu sử dụng, kết quả đạt được là diện tích của các kiểu sử dụng cho mỗi đơn vị đất đai. Như vậy có hai trường hợp xảy ra với cách thể hiện kết quả trên bản đồ như sau:

Trường hợp chỉ có một kiểu sử dụng đất được chọn cho một đơn vị đất đai. Như vậy cả một đơn vị đất đai được gán cho một kiểu sử dụng, chú dẫn trên bản đồ chỉ thể hiện một kiểu sử dụng cho cả đơn vị đất đai.

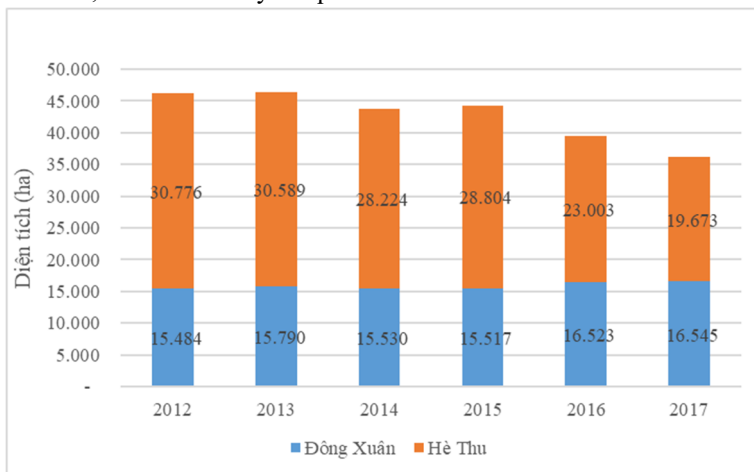
Trường hợp một đơn vị đất đai sau khi tối ưu hóa được chia diện tích ra để bố trí cho nhiều kiểu sử dụng. Khi đó chú dẫn trên bản đồ thể hiện ghi chú đơn vị đất đai được bố trí cho các kiểu sử dụng.

Diện tích đất nông nghiệp là năm 2017 là 21.668 ha (Cục Thống kê Sóc Trăng, 2018), trong đó, phần lớn là diện tích sản xuất lúa (16.545 ha), còn lại là đất trồng hoa màu và cây ăn quả. Hình 1 thể hiện diện tích đất canh tác lúa của huyện Long Phú trong giai đoạn 2012-2017 (Cục Thống kê Sóc Trăng, 2018), dữ liệu thống kê cho thấy chỉ có hai vụ, trong đó vụ Hè Thu kéo dài với diện tích canh tác lớn, nếu so với diện tích đất lúa (16.545 ha), vụ Hè Thu được thống kê bao gồm vụ Hè Thu và Xuân Hè. Tuy nhiên, số liệu này cũng cho thấy diện tích lúa Hè thu giảm mạnh từ năm 2012 đến 2017. Mặc dù chủ trương của huyện là không canh tác lúa 3 vụ (diện tích thống kê lúa vụ 3 được gom chung vào vụ Hè Thu), tuy nhiên trên thực tế nhiều năm qua, một số người dân vẫn sản xuất 3 vụ để nâng cao thu nhập bất chấp rủi ro về thời tiết hay biến đổi khí hậu. Từ năm 2016 đến nay, canh tác lúa vụ 3 gặp nhiều rủi ro do hạn mặn (Nguyễn Thị Hồng Điệp và *ctv.*, 2017) nên người dân thu hẹp diện tích sản xuất vụ 3, huyện cũng thí điểm chuyển sang mô hình canh tác 2 lúa và 1 vụ màu để hạn chế nhu cầu nước ngọt của mùa vụ màu so với lúa.

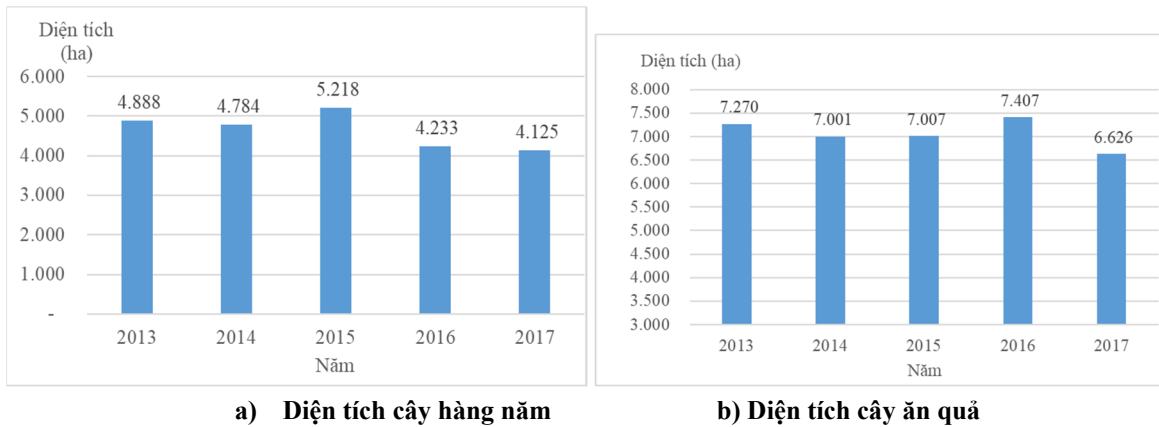
3 KẾT QUẢ VÀ THẢO LUẬN

3.1 Hiện trạng canh tác nông nghiệp của huyện Long Phú

Vùng nghiên cứu được chọn là huyện Long Phú, tỉnh Sóc Trăng, đây là huyện chuyên canh tác nông nghiệp với thế mạnh là lúa, rau màu và cây ăn quả.



Hình 1: Diện tích canh tác lúa Đông Xuân và Hè Thu của huyện Long Phú giai đoạn năm 2012-2017



Hình 2: Biểu đồ tổng diện tích cây hàng năm và cây ăn quả của huyện Long Phú

(Nguồn: Cục Thống kê Sóc Trăng, 2018)

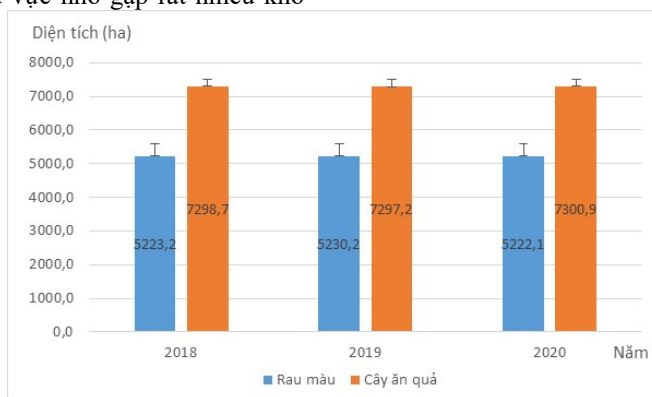
Diện tích đất trồng cây hàng năm từ năm 2013 đến năm 2017 (Cục Thống kê Sóc Trăng, 2018) có nhiều thay đổi như Hình 2a, trong đó, diện tích canh tác có xu hướng tăng từ năm 2013 đến mức cao nhất vào năm 2015, sau đó diện tích giảm dần đến năm 2017. Đối với cây ăn quả và cây lâu năm, diện tích có dạng phân phối đều trong khoảng từ 6.600 ha đến hơn 7.400 ha (Cục Thống kê Sóc Trăng, 2018). Diện tích cây hàng năm và cây ăn quả của tỉnh vào năm 2017 thấp nhất trong các năm thống kê. Nguồn dữ liệu thống kê này được dùng để phân tích tần số xuất hiện các khoảng diện tích canh tác của cây hàng năm và cây ăn quả trong mô phỏng Monte Carlo.

3.2 Mô phỏng diện tích đất sản xuất nông nghiệp của huyện Long Phú

Kết quả thu thập dữ liệu diện tích canh tác ở Hình 2 cho thấy diện tích canh tác rau màu và cây ăn quả có biến động hàng năm. Về lý thuyết, diện tích canh tác phụ thuộc vào yêu cầu thị trường, trong khi đó yếu tố thị trường lại phụ thuộc rất nhiều vào các yếu tố khác như thị trường khu vực, thể giới, diện tích canh tác của các khu vực lân cận, khả năng được hay mất mùa. Điều này khiến việc dự tính nhu cầu sản lượng của khu vực nhỏ gặp rất nhiều khó

khăn do thiếu dữ liệu phân tích. Do đó để dự tính được diện tích canh tác trong tương lai, cần thiết phải tính toán từ dữ liệu hiện trạng và diện tích đất đã sản xuất trong quá khứ.

Với nguồn dữ liệu đầu vào về diện tích sản xuất của rau màu và cây ăn quả của huyện Long Phú trong giai đoạn 2013 -2017. Do phương trình được xây dựng trên tần suất xuất hiện và mô phỏng Monte Carlo mang tính ngẫu nhiên, kết quả tính toán phụ thuộc vào số lượng số liệu được thu thập trong quá khứ khi thiết lập mô hình dự báo. Kết quả tính toán xác định diện tích sản xuất rau màu và cây ăn quả của huyện đến năm 2020 được thể hiện ở Hình 3 cho thấy diện tích đất rau màu là $5.222,1 \pm 372,8$, diện tích cây ăn quả ở năm 2020 là $7.300,9 \pm 209,6$ ha. Biểu đồ diện tích dự tính trong giai đoạn 2018-2020 có mức biến động ít hơn so với dữ liệu lịch sử do kết quả được lấy trung bình của 10.000 lần mô phỏng xác suất xuất hiện diện tích ở năm tiếp theo. Kết quả dự tính diện tích sản xuất này được đưa vào phương trình giới hạn ràng buộc về diện tích đất rau màu và cây ăn quả khi thực hiện tối ưu hóa trong bố trí đất sản xuất nông nghiệp của vùng nghiên cứu.



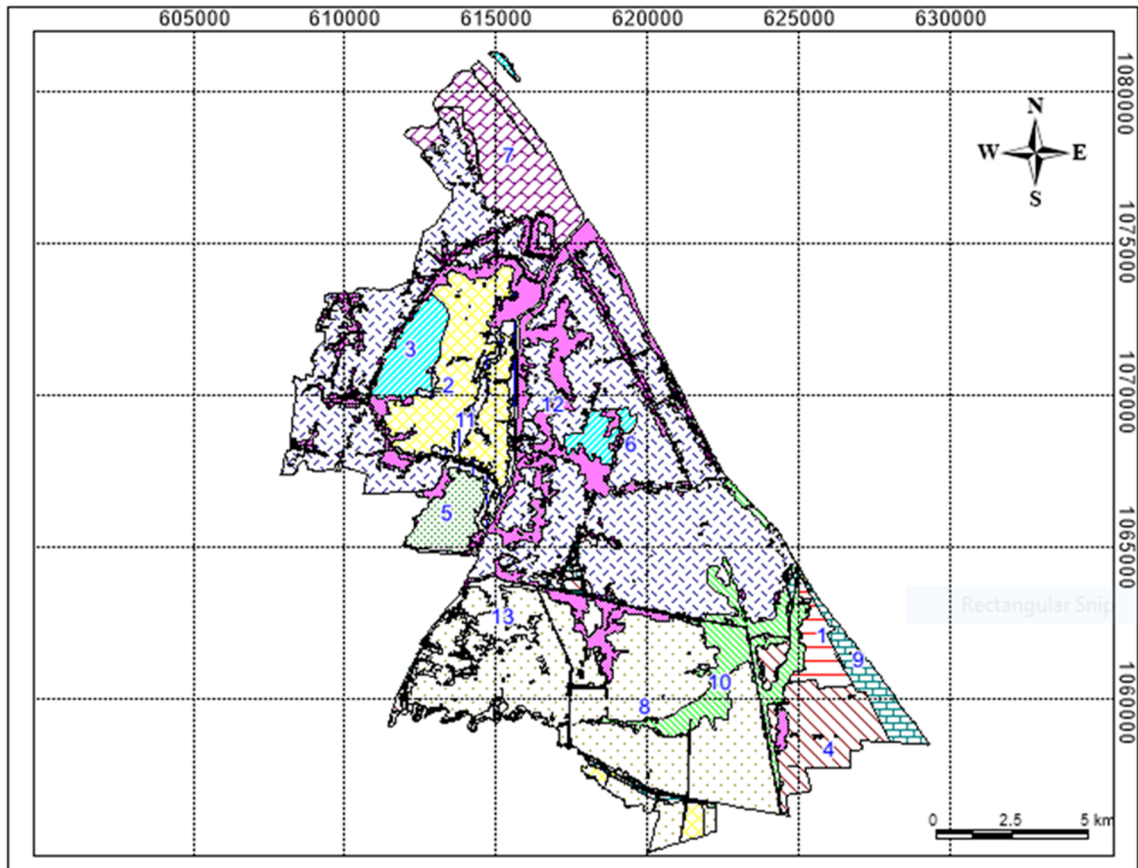
Hình 3: Biểu đồ kết quả phân tích diện tích rau màu và cây ăn quả

3.3 Tối ưu hóa diện tích sử dụng đất nông nghiệp

Tối ưu hóa diện tích bố trí đất nông nghiệp trong trường hợp ứng dụng của huyện Long Phú được thực hiện theo phương pháp tối ưu hóa đa mục tiêu. Kết quả bố trí giúp xác định kiểu sử dụng nào sẽ được bố trí vào các đơn vị đất đai.

3.3.1 Đơn vị đất đai

Để đánh giá thích nghi đất đai với các kiểu sử dụng đất nông nghiệp, các lớp bản đồ đất với thông tin về loại đất, độ sâu xuất hiện tầng phèn, kết hợp các lớp bản đồ vùng ảnh hưởng nước mặn, thời gian ngập mặn cao nhất được chồng lớp để thành lập bản đồ đơn vị đất đai. Kết quả thực hiện chồng lớp cho thấy huyện Long Phú có 13 ĐVĐĐ với đặc tính được thể hiện trong Hình 4.



CHÚ DẪN

HỆ QUY CHIẾU WGS 84-48N

ĐVĐĐ	Loại đất	Mặn(%)	TG	ĐVĐĐ	Loại đất	Mặn(%)	TG
1	Đất cát - Không phèn	<2	3	8	Phù sa - Phèn tiềm tàng >50	<2	3
2	Phù sa - Phèn hoạt động >50	<4	5	9	Đất cát - liếp- Phèn hoạt động <50	<4	5
3	Phù sa - Không phèn	<2	3	10	Phù sa - liếp- Phèn tiềm tàng >50	<2	3
4	Phù sa - Phèn hoạt động <50	<4	5	11	Phù sa - liếp- Phèn hoạt động >50	<2	3
5	Phù sa - Không phèn	4-8	6	12	Phù sa - liếp- Không phèn	<4	5
6	Phù sa - Không phèn	<4	5	13	Phù sa - liếp- Phèn tiềm tàng >50	<2	3
7	Phù sa - cao - Không phèn	<4	5				

Hình 4: Bản đồ đơn vị đất đai huyện Long Phú

Như vậy, các mô hình được lựa chọn để tối ưu hóa diện tích cho huyện được liệt kê như Bảng 1 gồm 5 kiểu sử dụng với lợi nhuận được tổng hợp từ

phòng sản nông hộ cũng như tỷ lệ hộ trả lời rủi ro về năng suất khi sản xuất, mức độ tốt cho môi trường và số ngày công cần thiết trong một năm cho một hecta.

Bảng 1: Các kiểu sử dụng đất có triển vọng

Kiểu sử dụng	Chú thích	Lợi nhuận/ha (triệu đồng)	Mức rủi ro	Mức độ tốt cho môi trường	Ngày công/ha/năm (ngày)
LUT1	3 vụ lúa	67,65	0,10	0,31	83
LUT2	2 vụ lúa	45,10	0,05	0,37	54
LUT3	2 lúa - 1 màu	69,60	0,15	0,42	176
LUT4	Chuyên màu	98,20	0,20	0,18	285
LUT5	Cây ăn quả	115,00	0,20	0,62	65

Nguồn: Kết quả điều tra năm 2018

Phân cấp thích nghi cho các ĐVĐĐ được thực hiện cho năm kiểu sử dụng. Dữ liệu thích nghi sau khi mã hóa với 3 mức thích nghi và mức không thích nghi được thể hiện ở Bảng 2. Thông thường các mức đánh giá thích nghi được chọn là S1 và S2 để khuyến

cáo người dân nhằm đảm bảo triển khai mang lại lợi nhuận cao. Tuy nhiên với mức S3, hệ số tỷ lệ lợi nhuận được mã hóa mức thích nghi thấp (0.5) nên khi tối ưu hóa các ĐVĐĐ thích nghi ở mức S3 có thể được chọn khi không còn lựa chọn nào khác thay vì phải chịu để đất trống.

Bảng 2: Phân tích thích nghi của các kiểu sử dụng cho các đơn vị đất đai

ĐVĐĐ	Đánh giá thích nghi					Diện tích (ha)
	LUT1	LUT2	LUT3	LUT4	LUT5	
1	0,00	0,75	0,00	1,00	0,50	311,64
2	0,75	0,75	1,00	0,75	0,00	1.629,46
3	1,00	0,75	0,75	0,50	0,50	714,82
4	0,00	0,75	0,50	0,50	0,00	1.119,55
5	1,00	0,75	0,75	0,75	0,75	445,28
6	1,00	0,75	0,75	0,00	0,00	7.913,86
7	0,00	0,00	0,00	0,75	1,00	1.381,46
8	0,50	1,00	0,50	0,50	0,50	4.737,28
9	0,00	0,00	0,00	1,00	0,50	583,10
10	0,00	0,00	0,00	0,75	1,00	1.094,45
11	0,00	0,00	0,00	1,00	0,50	483,60
12	0,00	0,00	0,00	0,75	1,00	2.875,30
13	0,00	0,00	0,00	1,00	0,50	577,99

Ghi chú: Cấp mã hóa S1= 1; S2 = 0,75; S3 = 0,5; N = 0

LUT1: Ba vụ lúa; LUT 2: Hai vụ lúa; LUT3: Hai vụ lúa+ 1 vụ màu; LUT4: Chuyên màu; LUT5: Cây ăn quả

3.3.2 Tối ưu hóa các kiểu sử dụng đất nông nghiệp

Kịch bản tối ưu hóa được thực hiện theo các phương án: tối ưu hóa thích nghi, tối đa hóa lợi nhuận, tối đa hóa đa mục tiêu: lợi nhuận, lao động, rủi ro và lợi ích môi trường,

Dữ liệu diện tích ràng buộc được xác định dựa trên kết quả phân tích Monte Carlo đối với diện tích canh tác rau màu và cây ăn quả, các diện tích tối thiểu các kiểu sử dụng còn lại được yêu cầu dựa vào hiện trạng canh tác nông nghiệp năm 2017. Như vậy có hai kịch bản giới hạn diện tích cần tối ưu:

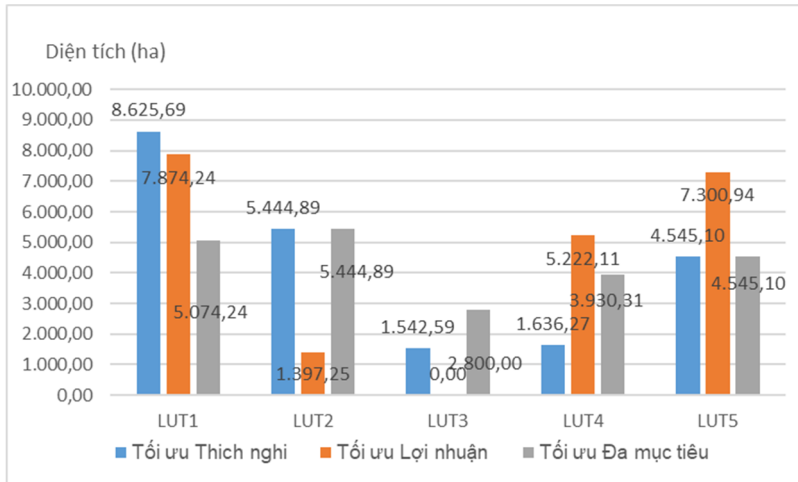
Kịch bản 1: Diện tích rau màu và cây ăn quả tối thiểu cần có được tính giá trị trung bình theo kết quả phân tích Monte Carlo ứng với 5.222,1 ha và 7.300,9 ha.

Kịch bản 2: Diện tích ràng buộc tối thiểu của rau màu và cây ăn quả được tính bằng biên ngoài của diện tích dự tính ở mục 3.2 ứng với 5.594,9 ha và 7.510,5 ha.

Kết quả tối ưu diện tích các kiểu sử dụng theo các phương án của kịch bản 1 được trình bày trong Hình 5, cho thấy diện tích của các kiểu sử dụng ở các phương án có sự khác biệt lớn. Cụ thể, ở phương án tối ưu hóa thích nghi đất đai và tối ưu hóa đa mục tiêu diện tích canh tác 3 vụ lúa (LUT1) giữa các phương án có sự chênh lệch rất lớn với 8.625,69 ha so với 5.074,24 ha. Diện tích 2 vụ lúa (LUT2) ở phương án tối ưu hóa lợi nhuận thấp hơn đáng kể (1.397,25 ha) so với hai phương án còn lại (5.444,25 ha) do đặc điểm của vùng thích nghi cao với làm lúa 2 vụ nhưng lại không cho lợi nhuận cao. Ngược lại, ở phương án tối ưu hóa lợi nhuận diện tích cây ăn

quả được bố trí (LUT5) với hơn 7.000 ha, tiếp đến là chuyên màu. Diện tích chuyên màu (LUT4) cao hơn so với phương án thích nghi nhưng nhỏ hơn

phương án tối ưu lợi nhuận nhằm đạt tối ưu về lợi nhuận môi trường và hạn chế rủi ro.

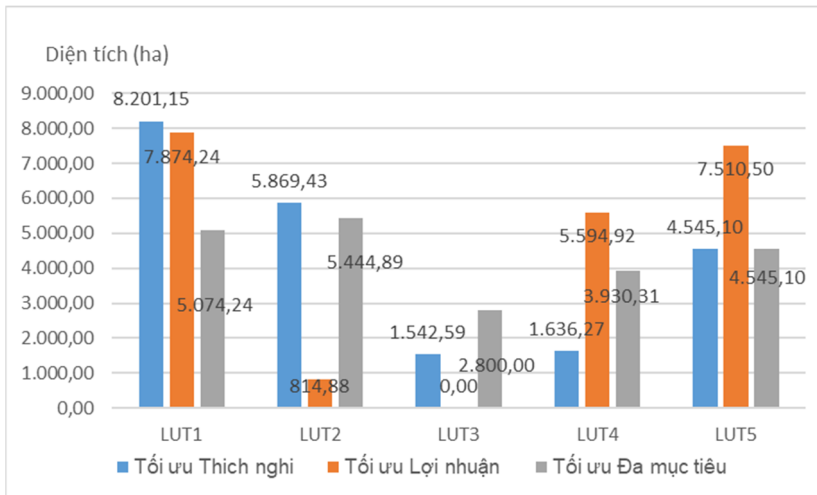


Hình 5: Diện tích các kiểu sử dụng của các phương án tối ưu hóa theo kịch bản 1

LUT1: Ba vụ lúa; LUT 2: Hai vụ lúa; LUT3: Hai vụ lúa + 1 vụ màu; LUT4: Chuyên màu; LUT5: Cây ăn quả

Xem xét kết quả tối ưu hóa các phương án của kịch bản 2, diện tích các kiểu sử dụng theo phương án tối ưu đa mục tiêu không thay đổi so với kịch bản 1 do diện tích các kiểu sử dụng thỏa ràng buộc diện

tích tối đa của 2 kịch bản. Tuy nhiên, diện tích ở phương án tối ưu lợi nhuận diện tích LUT 2 ở kịch bản 2 giảm xuống để bố trí cho chuyên màu và cây ăn quả do ngưỡng diện tích của 2 loại này trong kịch bản 2 tăng lên.

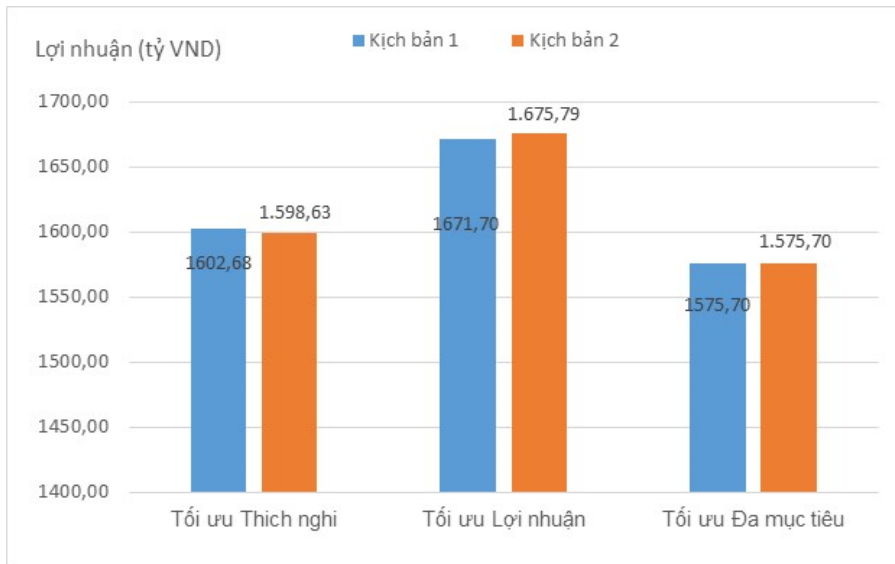


Hình 6: Diện tích các kiểu sử dụng của các phương án tối ưu hóa theo kịch bản 2

LUT1: Ba vụ lúa; LUT 2: Hai vụ lúa; LUT3: Hai vụ lúa + 1 vụ màu; LUT4: Chuyên màu; LUT5: Cây ăn quả

Xét về lợi nhuận của các phương án của 2 kịch bản, Hình 7 cho thấy lợi nhuận của phương án tối ưu lợi nhuận là cao nhất, hai phương án còn lại lợi nhuận không có sự chênh lệch lớn. Tổng lợi nhuận của phương án tối ưu đa mục tiêu của cả hai kịch

bản thấp hơn phương án tối ưu lợi nhuận khoảng 100 tỷ đồng. Tuy nhiên, phương án tối ưu hóa đa mục tiêu đáp ứng được các mục tiêu là tối đa hóa lợi nhuận, lao động, tối đa hóa lợi ích môi trường và giảm thiểu rủi ro trong sản xuất.

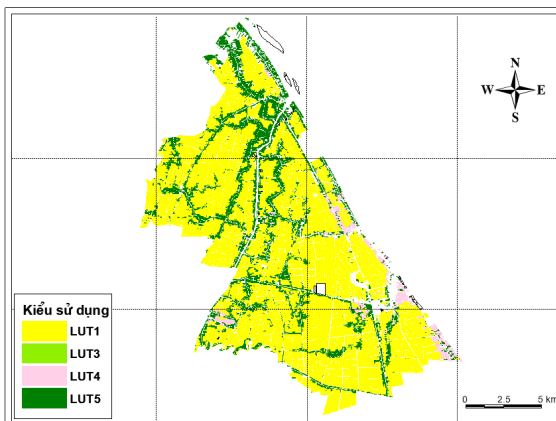


Hình 7: So sánh tổng lợi nhuận các phương án của 2 kịch bản

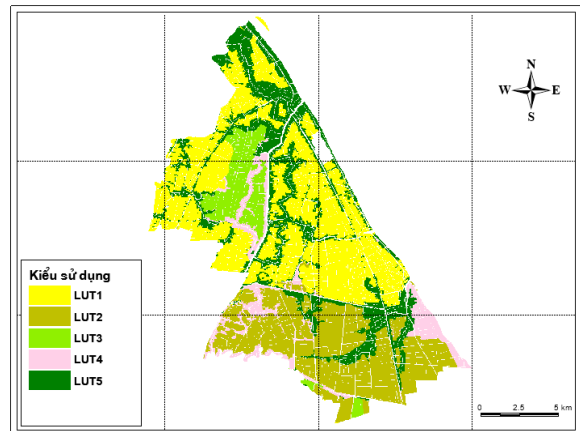
3.4 Bản đồ bố trí các kiểu sử dụng đất

Dựa trên kết quả tối ưu hóa của 2 kịch bản cho các đơn vị đất đai, bản đồ bố trí được xây dựng thể hiện sự bố trí không gian của 5 kiểu sử dụng với 3 phương án đã được xây dựng. Hình 8a thể hiện bản đồ hiện trạng sử dụng đất của huyện Long Phú theo Sở Tài nguyên Môi trường Sóc Trăng (2015), trên

bản đồ này đất lúa không được phân chia rõ đất 2 vụ, 3 vụ lúa hay lúa – màu. Hình 8b thể hiện kết quả bố trí các kiểu sử dụng theo phương án tối ưu thích nghi, kết quả cho thấy vùng phía Nam huyện Long Phú thích nghi với kiểu canh tác 2 vụ (LUT 2). Phía Đông Nam dọc sông Hậu được bố trí chuyên màu (LUT4).



(a) Hiện trạng sử dụng đất



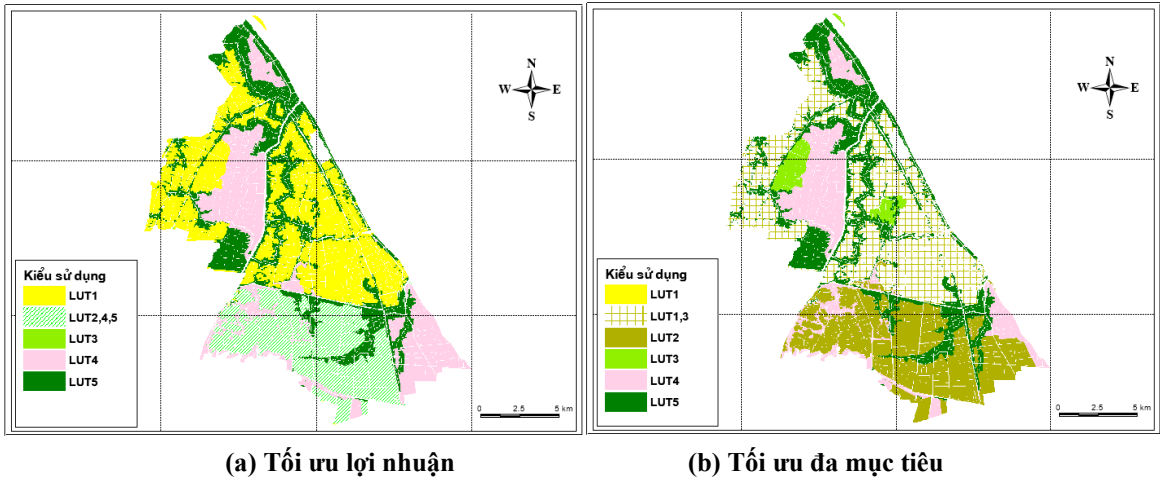
(b) Bố trí theo thích nghi

Hình 8: Bản đồ hiện trạng sử dụng đất và phương án thích nghi của kịch bản 1

Ghi chú: LUT1: 3 vụ lúa; LUT 2: 2 vụ lúa; LUT3: 2 lúa+ 1 màu; LUT4: Chuyên màu; LUT5: Cây ăn quả

Khi xét phương án bố trí đất nông nghiệp theo tối ưu lợi nhuận, kết quả ở Hình 9a cho thấy vùng canh tác lúa ở phía Nam huyện Long Phú được bố trí kết hợp giữa lúa 2 vụ, chuyên màu và cây ăn quả. Phần phía Nam dọc theo sông Hậu được bố trí cho chuyên màu, phần diện tích thích nghi cho 2 vụ lúa + 1 màu (LUT3) ở Hình 8b được thay bằng chuyên màu ở bản đồ Hình 9a (LUT4) do lợi nhuận của chuyên màu cao hơn.

Kết quả bố trí của phương án tối ưu đa mục tiêu (Hình 9b) cho thấy có sự kết hợp giữa 2 phương án thích nghi và tối ưu lợi nhuận. Diện tích chuyên màu phần lớn được giữ như ở phương án tối ưu lợi nhuận. Tuy nhiên vùng canh tác lúa 2 vụ ở phía Nam của huyện được bố trí giống với phương án tối ưu thích nghi. Vùng canh tác 3 vụ được bố trí kết hợp giữa lúa 3 vụ (LUT1) và lúa 2 vụ lúa + 1 màu (LUT3).



Hình 9: Bản đồ bố trí đất đai theo lợi nhuận và đa mục tiêu ở Kịch bản 1

Ghi chú: LUT1: 3 vụ lúa; LUT 2: 2 vụ lúa; LUT3: 2 lúa+ 1 màu; LUT4: Chuyên màu; LUT5: Cây ăn quả

Kết quả bản đồ bố trí các kiểu sử dụng của 3 phương án ở kịch bản 1 (Hình 8 và Hình 9) cho thấy bản đồ bố trí ở phương án đa mục tiêu (Hình 9b) cho diện tích canh tác các kiểu sử dụng có tính khả thi với lợi nhuận cao, tốt nhất về mặt môi trường và có rủi ro thấp nhất.

Bản đồ bố trí các kiểu sử dụng theo kịch bản 2 tương tự với kịch bản 1 do diện tích bố trí của phương án đa mục tiêu theo kịch bản 2 không đổi, các phương án tối ưu thích nghi và lợi nhuận có thay đổi ở diện tích lúa 3 vụ giảm để chuyên cho cây ăn quả và chuyên màu theo tỷ lệ tăng diện tích yêu cầu của kịch bản này

3.5 Thảo luận về khả năng sử dụng mô hình Monte Carlo kết hợp với mô hình tối ưu hóa sử dụng đất

Khi ứng dụng tối ưu hóa trong xác định diện tích và bố trí đất nông nghiệp, cần xác định ngưỡng ràng buộc tối đa và tối thiểu về diện tích hoặc sản lượng nông sản. Trong nghiên cứu của Nguyễn Hồng Thảo và ctv. (2019), diện tích ràng buộc tối thiểu và tối đa của mỗi loại nông sản được dựa vào dự báo nhu cầu sản lượng của vùng. Tuy nhiên với quy mô diện tích tương đối nhỏ như cấp huyện cho thấy nông sản không tiêu thụ hoàn toàn cho địa phương mà người dân bán cho thương lái để chuyên đi nơi khác. Như vậy, việc dự báo diện tích canh tác cho huyện trong trường hợp không biết rõ các yếu tố tác động đến nhu cầu nông sản sẽ không chính xác. Nếu ứng dụng phương trình hồi quy tuyến tính sẽ không phù hợp do diện tích biến động nhiều. Mô phỏng Monte Carlo được thực hiện trong trường hợp dự báo diện tích canh tác với số lượng lớn các tham số không xác định được dựa trên diện tích canh tác trong quá khứ để tìm ra mức diện tích có xác suất xảy ra nhiều nhất.

Việc lặp lại mô phỏng nhiều lần giúp dự tính được diện tích canh tác có thể diễn ra trong tương lai.

Khi xét tối ưu hóa đa mục tiêu lợi nhuận, rủi ro và môi trường, các mục tiêu này thường có sự mâu thuẫn nhau ảnh hưởng đến diện tích bố trí. Trong nhiều trường hợp, kiểu sử dụng có mức rủi ro cao như rau màu và cây ăn quả sẽ không được ưu tiên bố trí. Điều này mâu thuẫn với nguyện vọng và thực tế của người dân khi người dân muốn tăng lợi nhuận nhưng nhà nước muốn có phát triển bền vững. Nếu đặt nặng mục tiêu rủi ro sẽ dẫn đến nhiều đơn vị đất đai sẽ không được bố trí do ảnh hưởng đến giá trị của hàm mục tiêu. Nếu chỉ chú trọng lợi nhuận, kết quả sẽ bố trí thiên lệch về một vài kiểu sử dụng gây khó khăn trong tiêu thụ nông sản. Do vậy, nếu linh hoạt trong tối ưu hóa đa mục tiêu kết hợp với kiến thức chuyên môn của người làm quản lý nông nghiệp, thì phương pháp tối ưu hóa đa mục tiêu sẽ giúp đưa ra các phương án bố trí hài hòa lợi ích kinh tế, xã hội và môi trường.

4 KẾT LUẬN

Nghiên cứu này đã bước đầu dự tính được diện tích của các kiểu sử dụng đất nông nghiệp và giúp xác định diện tích canh tác cần thiết của các kiểu canh tác gồm chuyên màu và cây ăn quả bằng mô phỏng Monte Carlo dựa vào dữ liệu quá khứ. Kết quả dự báo được dùng làm điều kiện để xác định ngưỡng giá trị các điều kiện ràng buộc của các phương án tối ưu hóa đất nông nghiệp.

Kết quả cũng cho thấy khả năng tối ưu hóa diện tích đất nông nghiệp theo một mục tiêu (lợi nhuận) và đa mục tiêu (giảm thiểu rủi ro, tối ưu lợi ích môi trường và lợi nhuận), đã đề xuất được hướng bố trí đất nông nghiệp nhằm hỗ trợ người quản lý nông nghiệp có cơ sở khoa học khi khuyến cáo cho người

dân. Tuy nhiên khi các mục tiêu có sự cạnh tranh nhau, kết quả tối ưu hóa cho thấy diện tích rau màu và cây ăn quả không được bố trí đủ theo yêu cầu thực tế đã dự tính được qua mô phỏng Monte Carlo. Đây là điều bình thường trong tối ưu hóa đa mục tiêu bằng mô hình toán, khi đó người quản lý nông nghiệp có thể dùng kết quả tối ưu hóa đa mục tiêu để lựa chọn phương án hài hòa giữa lợi ích và rủi ro cho người dân.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

Cục Thống kê Sóc Trăng, 2018. Niên giám thống kê năm 2017 huyện Long Phú, tỉnh Sóc Trăng, Nhà xuất bản Thống kê.

FAO (Food and Agriculture Organization of the United Nations), 1976. A framework for land evaluation, FAO soils bulletin. Rome.

George, H., 2005. An overview of land evaluation and land use planning at FAO. *FAO (Ed.)*. Rome, Italy: FAO.

Gourène, G.A.Z., Mendy, P., 2018. Oil prices and African stock markets co-movement: A time and frequency analysis, *J, Afr, Trade* 5(1-2): 55–67. Available at <https://doi.org/10.1016/j.joat.2018.03.002>.

Kalvelagen, E., 2002. Solving Multi-Objective Models With GAMS, GAMS Corp., Washington DC.

Lê Văn Khoa, Trần Bá Linh, 2011. Khả năng sản xuất 2 vụ lúa – 1 vụ màu của vùng đất trồng lúa nước trời huyện Long Phú tỉnh Sóc Trăng, *Tạp chí Khoa học*. 18b: 272-283.

LPSolve, 2016. LPSolve 5.5 reference guide, accessed on October 14, 2016. Available at <http://lpsolve.sourceforge.net>.

Nguyễn Hiếu Trung, Phạm Thanh Vũ, Lê Quang Trí, Vương Tuấn Huy, Phan Hoàng Vũ, 2015. Quy hoạch chiến lược sử dụng bền vững tài nguyên đất và nước thích ứng với biến đổi khí hậu đồng bằng sông Cửu Long, Nhà xuất bản nông nghiệp.

Nguyễn Hồng Thảo và Nguyễn Hiếu Trung, 2017. Xây dựng ứng dụng mã nguồn mở để tối ưu diện

tích sử dụng đất nông nghiệp, *Tạp chí Khoa học Trường Đại học Cần Thơ*, 52a: 62-71.

Nguyễn Hồng Thảo, Nguyễn Hiếu Trung, Trương Chí Quang, Phạm Thanh Vũ, Phan Hoàng Vũ, Vương Tuấn Huy, Đặng Kim Sơn, 2019. Ứng dụng bài toán tối ưu hóa và bố trí sử dụng đất nông nghiệp cho vùng Đồng bằng sông Cửu Long, *Tạp chí Khoa học Đất, Tạp chí Khoa học Đất*. ISSN 2525-2216. Số đặc biệt 57/2019: 97-102.

Nguyễn Thị Hồng Điệp, Danh Huệ và Nguyễn Trọng Căn, 2017. Đánh giá tác động của xâm nhập mặn do biến đổi khí hậu trên hiện trạng canh tác lúa tại tỉnh Sóc Trăng, *Tạp chí Khoa học Trường Đại học Cần Thơ, Số chuyên đề: Môi trường và Biến đổi khí hậu (2)*: 137-143.

Phạm Thanh Vũ, Lê Quang Trí, Nguyễn Hiếu Trung, Vương Tuấn Huy, Nguyễn Tấn Đạt và Lê Thị Nương, 2014. Ứng dụng phân tích đa tiêu chí hỗ trợ quyết định trong sử dụng đất nông nghiệp tại tỉnh Bạc Liêu, *Tạp chí Khoa học Trường Đại học Cần Thơ*, 31(2014): 106-115.

Phạm Thanh Vũ, Nguyễn Hiếu Trung, Lê Quang Trí, Tôn Thất Lộc và Vương Tuấn Huy, 2017. Nâng cao hiệu quả sử dụng đất đai để tối ưu hóa lợi nhuận nông hộ tại ấp Trà Hắt, xã Châu Thới, huyện Vĩnh Lợi, tỉnh Bạc Liêu, *Tạp chí Khoa học Trường Đại học Cần Thơ*, 51b: 54-63.

Platon, V., Constantinescu, A., 2014. Monte Carlo Method in Risk Analysis for Investment Projects, *Procedia Econ, Finance, Emerging Markets Queries in Finance and Business (EMQ 2013)* 15: 393–400. Available at [https://doi.org/10.1016/S2212-5671\(14\)00463-8](https://doi.org/10.1016/S2212-5671(14)00463-8).

Sở Tài nguyên Môi trường Sóc Trăng, 2015. Bản đồ hiện trạng sử dụng đất tỉnh Sóc Trăng năm 2014, *Sở Tài nguyên Môi trường tỉnh Sóc Trăng*.

Thao, N.H. and Trung, N.H., 2018, Establishing an integrated model for supporting agricultural land use planning: A case study in Tran De district, Soc Trang province, *Can Tho University Journal of Science*, 54(Special issue: Agriculture): 62-71.

Wei, Y., Guo, X., 2017, Oil price shocks and China's stock market, *Energy*. 140: 185–197. Available at <https://doi.org/10.1016/j.energy.2017.07.137>.