



## TÍCH HỢP GIS VÀ PHÂN TÍCH QUYẾT ĐỊNH NHÓM ĐA MỤC TIÊU MỜ TRONG QUY HOẠCH SỬ DỤNG ĐẤT NÔNG NGHIỆP VÙNG TRANH CHẤP MẶN NGỌT TỈNH KIÊN GIANG

Nguyễn Tấn Trung<sup>1</sup>, Lê Cảnh Định<sup>1\*</sup>, Lê Quang Trí<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Phân viện Quy hoạch và Thiết kế Nông nghiệp miền Nam

<sup>2</sup> Trường Đại học Cần Thơ

Ngày nhận bài: 15-9-2018; ngày nhận bài sửa: 25-10-2018; ngày duyệt đăng: 21-11-2018

### TÓM TẮT

GIS được ứng dụng để phân tích không gian và xây dựng các loại bản đồ. Bài toán tối ưu đa mục tiêu mờ (FMOLP) với 3 mục tiêu: tối đa về sản lượng thủy sản (Z1), tối đa về sản lượng lúa (Z2), tối đa về thu nhập (Z3). Bài toán FMOLP được giải bằng phương pháp tương tác thỏa hiệp mờ (Sakawa, 2002), trong đó trọng số các mục tiêu được xác định bằng kỹ thuật AHP mờ trong ra quyết định nhóm (FAHP-GDM). Kết quả chọn được phương án sử dụng đất tối ưu đáp ứng yêu cầu phát triển kinh tế - xã hội và bảo vệ môi trường.

**Từ khóa:** GIS, quy hoạch tuyến tính đa mục tiêu mờ, AHP mờ nhóm, bố trí sử dụng đất, quy hoạch không gian sử dụng đất.

### ABSTRACT

*The integration of GIS and fuzzy multi-objective group decision analysis for agricultural land-use planning in the zone of the saltwater and freshwater interaction in the context of climate change: A case study in Kien Giang province*

GIS spatial analysis was used for optimal suitability mapping. The fuzzy multi-objective programming (FMOLP) is formulated with three objectives: maximum fishery product (Z1), maximum rice product (Z2), and maximum farmer's income (Z3). The FMOLP is solved by the interactive fuzzy satisfying method (Sakawa, 2002) with FAHP-GDM to support to determine the weights of objectives in the group decision making environment. A result of selected land-use planning was optimized to meet the requirements of socioeconomic development and environment protection.

**Keywords:** GIS, Fuzzy multi-objective linear programming (FMOLP), fuzzy AHP-group, allocation of landuse, spatial landuse planning.

### 1. Đặt vấn đề

Tỉnh Kiên Giang có chiều dài bờ biển lên tới trên 200 km, chịu ảnh hưởng nghiêm trọng của quá trình biến đổi khí hậu (BĐKH), nước biển dâng và xâm nhập mặn. Mùa khô nước mặn xâm nhập sâu vào nội đồng tạo nên vùng tranh chấp mặn ngọt với quy mô lớn (190 ngàn ha, chiếm khoảng 33% diện tích tự nhiên của Tỉnh), gây nên nhiều bất hợp lý

\* Email: lecanhdinh@gmail.com

trong sử dụng tài nguyên đất, nhất là đất nông nghiệp. Bố trí sử dụng đất nông nghiệp trong vùng tranh chấp mặn ngọt trong điều kiện BĐKH (gọi tắt là vùng tranh chấp mặn ngọt) nhằm đáp ứng đồng thời giữa hai mục tiêu “giảm thiểu và thích ứng” là nội dung rất quan trọng trong quy hoạch phát triển nông nghiệp thích ứng với BĐKH. Giải quyết bài toán này thường dựa trên kết quả đánh giá khả năng thích nghi đất đai (FAO, 1976, 1993b, 2007).

Dựa trên kết quả đánh giá thích nghi đất đai vùng tranh chấp mặn ngọt tỉnh Kiên Giang [1], [2] đã nghiên cứu ứng dụng công cụ ra quyết định tương tác trong quy hoạch sử dụng đất nông nghiệp [3], [4] vùng tranh chấp mặn ngọt tỉnh Kiên Giang, trong đó ứng dụng GIS và bài toán quy hoạch tuyến tính đa mục tiêu (MOLP) [5] với thuật giải tương tác thỏa hiệp mờ [6], [7], công cụ chỉ tương tác với một người ra quyết định.

Thực tế, trong quá trình ra quyết định chọn phương án sử dụng đất vùng tranh chấp mặn ngọt tỉnh Kiên Giang, thường có nhiều người tham gia, do vậy trong nghiên cứu này, ứng dụng mô hình Tích hợp GIS và phân tích quyết định nhóm đa mục tiêu mờ trong quy hoạch sử dụng đất nông nghiệp [3], trong đó tích hợp công cụ ra quyết định tương tác trong quy hoạch sử dụng đất nông nghiệp [4] với mô hình xác định trọng số các mục tiêu mờ trong ra quyết định nhóm (fuzzy AHP – group decision making: FAHP-GDM) để hỗ trợ người ra quyết định (DM) xác định vector trọng số trong giải bài toán MOLP bằng phương pháp tương tác thỏa hiệp mờ.

## 2. Thuật toán tương tác thỏa hiệp mờ

**2.1. Mô tả bài toán tối ưu đa mục tiêu:** Mô hình MOLP được mô tả như sau:

Hàm mục tiêu (objective function):  $\text{Max (Min)} Z(x) = (Z_1(x), Z_2(x), \dots, Z_k(x))^T$

Hệ ràng buộc (subject to):  $x \in D = \{x \in R^n \mid Ax \leq B, x \geq 0\}$ , Trong đó:

+  $Z_i(x)$  là các mục tiêu,  $Z_i(x) = C_i x$  với  $C_i = (C_{i1}, C_{i2}, \dots, C_{in})^T$ ,  $i=1,2,\dots,k$ ;

+  $A$  ma trận cấp  $m \times n$ ;  $B$  là ma trận cấp  $1 \times m$ ;  $D$  là miền ràng buộc.

+  $x$  là biến quyết định (là diện tích các hệ thống sử dụng đất).

## 2.2. Thuật giải

Bài toán MOLP được giải bằng phương pháp tương tác thỏa hiệp mờ (Interactive fuzzy satisficing method) với thuật giải như sau:

(i) Giải bài toán quy hoạch tuyến tính cho từng mục tiêu trên miền ràng buộc  $D$ ; tính giá trị hàm mục tiêu tại các phương án  $(Z_1, \dots, Z_k)$ ; xác định hàm thỏa hiệp mờ cho từng mục tiêu  $(\mu_1(Z_1), \mu_2(Z_2), \dots, \mu_k(Z_k))$ .

(ii) Xác định mức độ ưu tiên cho các mục tiêu (trọng số  $[w_1, w_2, \dots, w_k]$ ). Sakawa (2002) không đưa ra kỹ thuật xác định vector trọng số, trong quá trình ứng dụng vào thực tiễn quy hoạch sử dụng đất, nghiên cứu này đề xuất kỹ thuật FAHP-GDM trong xác định  $[w_k]$  như mục 2.3.

(iii) Lập hàm mục tiêu tổng hợp:  $U = w_1 \mu_1(z_1) + w_2 \mu_2(z_2) + \dots + w_k \mu_k(z_k) \rightarrow \max$

(iv) Giải bài toán quy hoạch tuyến tính với hàm mục tiêu tổng hợp trên miền ràng buộc D, tìm phương án tối ưu  $X^*$ .

Nếu DM chưa thoả mãn với  $X^*$  thì quay về bước (ii).

Nếu  $X^*$  thoả mãn mong muốn của DM thì  $X^*$  là phương án chọn.

### 2.3. AHP mờ trong ra quyết định nhóm (FAHP-GDM)

a) **Phương pháp AHP mờ (FAHP):** Lê Cảnh Định và Trần Trọng Đức [3] đã nghiên cứu đề xuất chọn phương pháp FAHP (Chang, 1996) để xác định trọng số các tiêu chuẩn trong việc ra quyết định lựa chọn phương án sử dụng đất.

b) **Biến ngôn ngữ và giá trị mờ của biến ngôn ngữ trong so sánh cặp:** Mỗi quan hệ giữa các biến ngôn ngữ mô tả mức độ quan trọng giữa 2 tiêu chuẩn (giá trị so sánh rõ, Saaty (1980)) với giá trị mờ của biến ngôn ngữ (các số mờ tam giác) trong so sánh cặp thể hiện như Bảng 1.

**Bảng 1.** Biến ngôn ngữ và giá trị mờ của biến ngôn ngữ trong so sánh cặp

Giá trị so sánh rõ (Saaty, 1980)	Biến ngôn ngữ mô tả mức độ quan trọng (giữa 2 tiêu chuẩn)	Số mờ tam giác ( $l, m, u$ )	Nghịch đảo số mờ tam giác ( $1/u, 1/m, 1/l$ )
	Chỉ bằng nhau (just equal)	(1, 1, 1)	(1, 1, 1)
1	Quan trọng bằng nhau	(1, 1, 2)	(1/2, 1, 1)
3	Quan trọng yếu	(2, 3, 4)	(1/4, 1/3, 1/2)
5	Quan trọng mạnh	(4, 5, 6)	(1/6, 1/5, 1/4)
7	Quan trọng rất mạnh	(6, 7, 8)	(1/8, 1/7, 1/6)
9	Vô cùng quan trọng	(8, 9, 9)	(1/9, 1/9, 1/8)
2,4,6,8	Mức trung gian giữa các mức nêu trên	( $x-1, x, x+1$ ); $x=2,4,6,8$ .	( $1/(x+1), 1/x, 1/(x-1)$ ); $x=2,4,6,8$ .

Nguồn: Onut, Efendigil và Kara [8]

c) **Phương pháp FAHP-GDM:** Ứng dụng thuật toán FAHP (Chang, 1996) và được chi tiết bởi Kahraman (2008), để tính trọng số các tiêu chuẩn.

### 3. Ứng dụng giải bài toán bố trí sử dụng đất

Khu vực nghiên cứu là vùng tranh chấp mặn ngọt trong điều kiện biến đổi khí hậu thuộc địa bàn tỉnh Kiên Giang. Theo kết quả nghiên cứu về đánh giá thích nghi đất đai của nhóm tác giả Nguyễn Tấn Trung, Nguyễn Lưu Linh và Lê Cảnh Định [2], trong vùng nghiên cứu có 5 loại hình sử dụng đất (LUT) có triển vọng trong tương lai để đưa vào đánh giá thích nghi và bố trí sử dụng đất, gồm: 2 vụ lúa – 1 vụ màu (LUT1), 2 vụ lúa – 1 vụ cá (LUT2), 2 vụ lúa (LUT3), 1 vụ lúa – 1 vụ tôm (LUT4), chuyên tôm (LUT5).

#### 3.1. Xây dựng các điều kiện của bài toán

Quy hoạch sử dụng đất nông nghiệp trong vùng tranh chấp mặn ngọt, thực chất là bài toán chuyển đổi cơ cấu sử dụng đất theo hướng nâng cao giá trị gia tăng và phát triển bền vững trên cơ sở *quan điểm phát triển*: Kinh tế được ưu tiên phát triển (tối đa thu nhập – Z3) đáp ứng được các mục tiêu về khai thác thế mạnh vùng ĐBSCL: nuôi trồng thủy sản

(tối đa sản lượng thủy sản-Z1) và sản xuất lúa gạo, đảm bảo an ninh lương thực (tối đa sản lượng lúa – Z2). Như vậy, giải bài toán ưu đa mục tiêu trong quy hoạch sử dụng đất nông nghiệp phải thoả mãn đồng thời 3 mục tiêu: Tối đa sản lượng thủy sản (Z1), Tối đa sản lượng lúa (Z2), Tối đa thu nhập cho nông dân (Z3). Dựa vào các yêu cầu trên và kết quả đánh giá thích nghi đất đai, bài toán MOLP được cài đặt như sau:

(i). Các hàm mục tiêu

Gọi  $X_{ij}$  là diện tích của LUT<sub>j</sub> trên vùng thích nghi i ( $i=1, \dots, 7; j=1, \dots, 5$ ),

Gọi  $F_{ij}$  là năng suất thủy sản (tấn/1ha) của LUT<sub>j</sub> trên vùng thích nghi i,

Gọi  $R_{ij}$  là năng suất lúa (tấn/1ha) cho sản xuất LUT<sub>j</sub> trên vùng thích nghi i,

Gọi  $I_{ij}$  là thu nhập (triệu đồng/1ha) của LUT<sub>j</sub> trên vùng thích nghi i,

$$\text{Mục tiêu tối đa sản lượng thủy sản (Z1): } \sum_{i=1}^7 \sum_{j=1}^5 F_{ij} X_{ij} \rightarrow \max$$

$$\text{Mục tiêu tối đa sản lượng lúa (Z2): } \sum_{i=1}^7 \sum_{j=1}^5 R_{ij} X_{ij} \rightarrow \max$$

$$\text{Mục tiêu tối đa thu nhập (Z3): } \sum_{i=1}^7 \sum_{j=1}^5 I_{ij} X_{ij} \rightarrow \max$$

(ii). Các ràng buộc về tài nguyên

$$\text{Tổng diện tích đất nông nghiệp vùng thích nghi 1: } \sum_{j=1}^5 X_{ij} \leq 4.800, i = 1;$$

$$\sum_{j=1}^5 X_{ij} \leq 25.423, i = 2; \quad \sum_{j=1}^5 X_{ij} \leq 5.073, i = 3; \quad \sum_{j=1}^5 X_{ij} \leq 58.328, i = 4;$$

$$\sum_{j=1}^5 X_{ij} \leq 36.327, i = 5; \quad \sum_{j=1}^5 X_{ij} \leq 7.096, i = 6; \quad \sum_{j=1}^5 X_{ij} \leq 33.179, i = 7;$$

### 3.3. Giải bài toán MOLP trong bố trí sử dụng đất nông nghiệp

(i) Giải bài toán quy hoạch tuyến tính cho từng mục tiêu và xác định hàm thoả hiệp mờ: Dùng phần mềm LINGO để giải bài toán quy hoạch tuyến tính cho từng mục tiêu, kết quả như Bảng 2.

**Bảng 2.** Giá trị của từng mục tiêu

Các mục tiêu		Sản lượng thủy sản (tấn)	Sản lượng lúa (tấn)	Tổng thu nhập (triệu đồng)
Tối đa sản lượng thủy sản	(Z1)	<b>143.011</b>	524.857	11.927.041
Tối đa sản lượng lúa	(Z2)	142.095	<b>570.474</b>	11.984.969
Tối đa thu nhập	(Z3)	143.011	557.257	<b>12.022.561</b>

Các mục tiêu của bài toán MOLP được chuyển sang mục tiêu mờ phản ánh mức độ thoả dụng của người ra quyết định, hàm thoả hiệp mờ được tính như sau:

$$\mu_1(Z_1) = \frac{Z_1 - 142.095}{143.011 - 142.095} = \frac{Z_1 - 142.095}{917}$$

$$\mu_2(Z_2) = \frac{Z_2 - 524.857}{570.474 - 524.857} = \frac{Z_2 - 524.857}{45.617}$$

$$\mu_3(Z_3) = \frac{Z_3 - 11.927.041}{12.022.561 - 11.927.041} = \frac{Z_3 - 11.927.041}{95.520}$$

(ii) *Mức độ ưu tiên các mục tiêu*

Thông thường người ra quyết định (DM) thay đổi bộ trọng số (mức độ ưu tiên) các mục tiêu để tìm phương án mong muốn. Trong trường hợp DM khó khăn trong việc xác định bộ trọng số, phương pháp FAHP-GDM (mục 2.3) như là giải pháp kỹ thuật hỗ trợ DM xác định trọng số các mục tiêu trong ra quyết định nhóm.

(iii) *Hàm mục tiêu tổng hợp*

$$U = w_1\mu_1(Z_1) + w_2\mu_2(Z_2) + w_3\mu_3(Z_3) + w_4\mu_4(Z_4) \rightarrow \max (*)$$

$$\Leftrightarrow w_1 \times \frac{Z_1}{917} + w_2 \times \frac{Z_2}{45.617} + w_3 \times \frac{Z_3}{95.520} \rightarrow \max (**)$$

Trong đó:  $w_1, w_2, w_3$  là trọng số các mục tiêu  $Z_1, Z_2, Z_3$ .

(iv) *Giải bài toán*

Việc giải bài toán (\*\*) trên miền ràng buộc ban đầu để tìm phương án sử dụng đất tối ưu chỉ phụ thuộc vào việc xác định bộ trọng số [ $w_1, w_2, w_3$ ] của các mục tiêu  $Z_1, Z_2, Z_3$ , ứng với 1 bộ trọng số sẽ có 1 phương án sử dụng đất tối ưu.

Quan điểm phát triển: bố trí sử dụng đất nông nghiệp vùng nghiên cứu có 2 kịch bản như sau:

- *Kịch bản I (Ưu tiên phát triển kinh tế nông nghiệp, ổn định an ninh lương thực):* Kinh tế ( $Z_3$ ) > nuôi trồng thủy sản ( $Z_1$ ) > sản xuất lúa gạo ( $Z_2$ ).

- *Kịch bản II (Ưu tiên cho đảm bảo an ninh lương thực, trên cơ sở đó phát triển kinh tế nông nghiệp):* Sản xuất lúa gạo ( $Z_2$ ) > Kinh tế ( $Z_3$ ) > nuôi trồng thủy sản ( $Z_1$ ).

**Đối với kịch bản I:** Nhóm ra quyết định gồm 9 người, kết quả so sánh cặp mục tiêu trong môi trường rõ (crisp) như Bảng 3.

**Bảng 3.** Giá trị so sánh cặp mục tiêu trong môi trường rõ

Mục tiêu		Kết quả đánh giá của chuyên gia thứ								
<i>i</i>	<i>j</i>	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Z1	Z2	4/1	3/1	4/1	2/1	3/1	3/1	2/1	4/1	3/1
	Z3	1/2	1/3	1/2	1/4	1/4	1/3	1/3	1/1	1/2
Z2	Z3	1/4	1/4	1/3	1/5	1/7	1/5	1/4	1/6	1/5
Tỉ số nhất quán – CR		4,6%	6,3%	9,3%	2,1%	2,8%	3,3%	1,6%	1,6%	0,3%

Mờ hóa ma trận so sánh của các chuyên gia, tổng hợp tất cả các ma trận so sánh mờ của các chuyên gia (Jaskowski et al., 2010), kết quả như Bảng 4.

**Bảng 4.** Ma trận tổng hợp mờ

Mục tiêu	Z1			Z2			Z3		
Z1	1/1	1/1	1/1	1/1	172/57	5/1	1/5	36/89	2/1
Z2	1/5	57/172	1/1	1/1	1/1	1/1	1/8	17/79	1/2
Z3	1/2	89/36	5/1	2/1	79/17	8/1	1/1	1/1	1/1

Cuối cùng, từ bảng ma trận tổng hợp mờ (Bảng 4), tính trọng số của các yếu tố theo phương pháp FAHP-GDM (mục 2.3c) như sau:

- **Tổng hợp mức độ ảnh hưởng mờ của các yếu tố**

$$S_{z1} = (11/5; 31/7; 8/1) \otimes (2/49; 1/14; 1/7) = (0,0898; 0,3139; 1,1388)$$

$$S_{z2} = (4/3; 14/9; 5/2) \otimes (2/49; 1/14; 1/7) = (0,0541; 0,1098; 0,3559)$$

$$S_{z3} = (7/2; 65/8; 14/1) \otimes (2/49; 1/14; 1/7) = (0,1429; 0,5763; 1,9929)$$

- **So sánh các cặp số mờ**

$$V(S_{z1} \geq S_{z2}) = 1,00; V(S_{z1} \geq S_{z3}) = 0,79$$

$$V(S_{z2} \geq S_{z1}) = 0,57; V(S_{z2} \geq S_{z3}) = 0,31$$

$$V(S_{z3} \geq S_{z1}) = 1,00; V(S_{z3} \geq S_{z2}) = 1,00$$

- **Giá trị nhỏ nhất của mỗi cặp số mờ**

$$d'(Z1) = \min V(S_{z1} \geq S_i) = 0,79; S_i = S_{z2}, S_{z3}$$

$$d'(Z2) = \min V(S_{z2} \geq S_i) = 0,31; S_i = S_{z1}, S_{z3}$$

$$d'(Z3) = \min V(S_{z3} \geq S_i) = 1,00; S_i = S_{z1}, S_{z2}$$

$$[W'] = [d'(Z1); d'(Z2); d'(Z3)]^T = [0,79; 0,31; 1,00]^T$$

- **Chuẩn hóa [W'] được vector trọng số rõ (crisp) cần tìm**

$$[W] = [w_{z1}; w_{z2}; w_{z3}]^T = [0,3760; 0,1489; 0,4751]^T$$

**Đối với kịch bản II:** Ứng dụng phương pháp FAHP-GDM, tính toán tương tự như kịch bản I, xác định được vector trọng số  $[w_{z1}; w_{z2}; w_{z3}]^T = [0,2421; 0,4325; 0,3254]^T$ .

Thế từng bộ trọng số vào bài toán (\*\*), giải bài toán (\*\*) với hệ ràng buộc ban đầu, tìm được diện tích tối ưu các phương án, giá trị hàm mục tiêu tổng hợp U và độ thuộc của từng mục tiêu thể hiện trong Bảng 5.

**Bảng 5.** Giá trị hàm mục tiêu tổng hợp của các phương án sử dụng đất

Kịch bản	Bộ trọng số [W]			U (*)	Độ thuộc các mục tiêu		
	w <sub>1</sub>	w <sub>2</sub>	w <sub>3</sub>		$\mu(Z_1)$	$\mu(Z_2)$	$\mu(Z_3)$
I	0,3760	0,1489	0,4751	0,9169	0,9998	0,4421	1,0000
II	0,2421	0,4325	0,3254	0,7869	0,8231	0,6250	0,9752

Từ Bảng 5 cho thấy: Kịch bản I có giá trị hàm mục tiêu tổng hợp cao hơn kịch bản II ( $U_1=0,9169 > U_2=0,7869$ ), do vậy **chọn kịch bản I**.

**Bố trí sử dụng đất theo kịch bản I (chọn)** bản đồ như Hình 2.

- Loại hình sử dụng đất 2 vụ lúa và 1 vụ màu (LUT1): 7200ha; loại hình sử dụng đất chuyên 2 vụ lúa (LUT3): 6700 đều bố trí vùng ngọt.

- Loại hình sử dụng đất 2 vụ lúa và 1 vụ cá (LUT2): 9200ha, thuộc Kiên Lương, Hà Tiên vùng Tứ giác Long Xuyên và Gò Quao.

- Loại hình sử dụng đất chuyên 1 vụ lúa + 1 vụ tôm (LUT4): 91.126 ha, bố trí trên vùng sinh thái Lợ (mặn: 4-10‰, thời gian mặn từ 4-6 tháng) thuộc vùng U Minh Thượng và Nam QL 80 từ Rạch Giá đến Ba Hòn – Kiên Lương.

- Loại hình sử dụng đất chuyên tôm (LUT5): 56.000 ha, bố trí trên vùng sinh thái lợ - mặn (mặn: 4-10‰, mặn từ 6-8 tháng) phía Nam kênh Chắc Băng (Vĩnh Thuận), phía Tây Kênh chống Mỹ (An Biên, An Minh), khu vực Ba Hòn (Kiên Lương).



Hình 2: Bản đồ quy hoạch sử dụng đất nông nghiệp

#### 4. Kết luận

Ứng dụng mô hình tối ưu đa mục tiêu tuyến tính (MOLP) giải bằng phương pháp tương tác thỏa hiệp mờ (Sakawa, 2002) với kỹ thuật FAHP-GDM (Chang, 1996) hỗ trợ xác định vector trọng số các mục tiêu trong môi trường ra quyết định nhóm (nhà quản lí, nhà quy hoạch) để tìm phương án tối ưu trong quy hoạch sử dụng đất nông nghiệp vùng tranh chấp mặn ngọt – tỉnh Kiên Giang cho kết quả khá phù hợp với thực tiễn của tỉnh Kiên Giang và phù hợp với định hướng phát triển vùng ĐBSCL, “giảm thiểu và thích ứng” với BĐKH, cụ thể kết quả bố trí sử dụng đất nông nghiệp như sau: loại hình hai vụ lúa, hai vụ lúa và một vụ màu được bố trí ở vùng ngọt; loại hình lúa – thủy sản (cá, tôm) được bố trí sản xuất ở vùng lợ thuộc vùng U Minh Thượng và Nam QL 80 từ Rạch Giá đến Ba Hòn – Kiên Lương; loại hình sử dụng đất chuyên tôm được bố trí trên vùng sinh thái lợ – mặn phía Nam kênh Chắc Băng (Vĩnh Thuận), phía Tây Kênh chống Mỹ (An Biên, An Minh), khu vực Ba Hòn (Kiên Lương).

Trong nghiên cứu này, chỉ nghiên cứu đề xuất diện tích tối ưu trên từng hệ thống sử dụng đất (LUS), chưa nghiên cứu ứng dụng mô hình bố trí sử dụng đất tự động (CA trong GIS) để xây dựng bản đồ quy hoạch sử dụng đất nên hạn chế trong hỗ trợ ra quyết định một cách trực quan.

❖ **Tuyên bố về quyền lợi:** Các tác giả xác nhận hoàn toàn không có xung đột về quyền lợi.

**TÀI LIỆU THAM KHẢO**

- [1] Nguyễn Tấn Trung, Lê Cảnh Định, “Ứng dụng mô hình tích hợp GIS và Quy hoạch tuyến tính đa mục tiêu mờ – Công cụ ra quyết định tương tác trong quy hoạch sử dụng đất nông nghiệp vùng tranh chấp mặn ngọt tỉnh Kiên Giang,” Báo cáo tại *Hội thảo Ứng dụng GIS toàn quốc 2017*, Trường Đại học Quy Nhơn, 02-03/12/2017, tr. 560-568.
- [2] Nguyễn Tấn Trung, Nguyễn Lưu Linh, Lê Cảnh Định, “Ứng dụng GIS và AHP trong đánh giá thích nghi đất đai vùng tranh chấp mặn ngọt trong điều kiện biến đổi khí hậu tỉnh Kiên Giang,” Báo cáo tại *Hội thảo Ứng dụng GIS toàn quốc 2017*, Trường Đại học Quy Nhơn, 02-03/12/2017, tr. 244-451.
- [3] Lê Cảnh Định, Trần Trọng Đức, “Tích hợp GIS và phân tích quyết định nhóm đa mục tiêu mờ trong quy hoạch sử dụng đất nông nghiệp,” Báo cáo tại *Hội thảo ứng dụng GIS toàn quốc 2011*, Trường Đại học Sư phạm – Đại học Đà Nẵng, 17-18/12/2011, tr. 22-32, ISBN 893-521-721-073-2.
- [4] Le Canh Dinh, Tran Trong Duc, “The Integration of GIS and Fuzzy Multi-Objective Linear Programming (FMOLP) – An Interactive Decision Making Tool in Sustainable Use of Agricultural Land,” presented at *the 7<sup>th</sup> FIG Regional Conference, Spatial Data Serving People: Land Governance and the Environment - Building the Capacity*, Hanoi, Vietnam, 19-22 Oct. 2009.
- [5] F.B. Abdelaziz, “Multiobjective programming and Goal programming: New trend and Application,” *European Journal of Operation Research*, ScienceDirect, vol. 177, pp. 1520-1522, 2007.
- [6] Masatoshi Sakawa and K. Yauchi, “An interactive fuzzy satisficing method for multiobjective nonconvex programming problem through floating point genetic algorithm,” *European Journal of Operation Research*, ScienceDirect, vol. 117, pp. 113-124, 1999.
- [7] Masatoshi Sakawa, *Genetic algorithms and Fuzzy multi-objective optimization*, USA, Kluwer academic publishers, 2002.
- [8] S. Onut, T. Efendigil, and S.S. Kara, “A combined fuzzy MCDM approach for selecting shopping center site: An example from Istanbul, Turkey,” *Expert system with application*, ScienceDirect, vol 37, pp 1973-1980, 2010.