

ỨNG DỤNG MÔ HÌNH TÍCH HỢP GIS - AHP NHÓM - TOPSIS TRONG ĐÁNH GIÁ THÍCH NGHI ĐẤT ĐAI CÂY THANH LONG, TỈNH BÌNH THUẬN

Lê Cảnh Định⁽¹⁾

(1) Phân viện Quy hoạch và Thiết kế Nông nghiệp
Ngày nhận bài 5/10/2025; Chấp nhận đăng 30/10/2025
Liên hệ email: lecanhdinh@gmail.com

Tóm tắt

Đánh giá đất cho quản lý sử dụng đất bền vững (ESLM) liên quan đến nhiều lĩnh vực (tự nhiên, kinh tế, xã hội, môi trường), do vậy là bài toán ra quyết định đa tiêu chuẩn. Bài báo này trình bày những kết quả đạt được trong việc tích hợp GIS, AHP nhóm và TOPSIS để giải bài toán ESLM. Quá trình tích hợp được thực hiện như sau: (i) xác định các yếu tố bền vững theo phương pháp FAO (1993b, 2007); (ii) dùng kỹ thuật AHP trong môi trường ra quyết định nhóm để tính trọng số các yếu tố bền vững; (iii) xây dựng các lớp thông tin chuyên đề trong hệ GIS ứng với từng yếu tố, chồng xếp các lớp thông tin chuyên đề và (iv) ứng dụng phương pháp TOPSIS (Technique for Order Preference by Similarity to Ideal Solution) để tính toán và phân hạng các vùng thích nghi. Mô hình tích hợp được ứng dụng để đánh giá thích nghi đất đai cây Thanh Long - tỉnh Bình Thuận, Việt Nam. Kết quả thực hiện được so sánh với kết quả đánh giá thích nghi bằng cách tích hợp GIS, AHP nhóm và trung bình trọng số (WAM), ta được TOPSIS phát huy yếu tố trội cao hơn WAM.

Từ khóa: AHP nhóm, Bình Thuận, đánh giá đất đai, cây Thanh Long, GIS, TOPSIS

Abstract

APPLICATION OF THE INTEGRATION OF GIS - GROUP AHP - TOPSIS MODEL IN LAND SUITABILITY ANALYSIS FOR DRAGON FRUIT IN BINH THUAN PROVINCE, VIETNAM

Land evaluation for sustainable land-use management (ESLM) have to take into accounts several different issues - such as natural, environmental and socioeconomic conditions – and thus it is multi-criteria decision analysis. This paper presents the results achieved in the integration Of GIS, AHP group and TOPSIS (Technique for Order Preference by Similarity to Ideal Solution) in solving ESLM problem. The integration process is as follows: i) Identify sustainability indicators using the FAO approach (1993b, 2007); ii) Calculating weight of each sustainability element by using AHP in group decision making; iii) Using GIS to build thematic layers corresponding to suitability elements and to combine layers; iv) Application of the TOPSIS method to calculate and to rank land suitability. This integration model is used to evaluate land in Dragon Fruit, Binh Thuan province, Vietnam. The results were compared with those obtained from land suitability assessment using the integration of GIS, group AHP, and Weighted Average Method (WAM), showing that TOPSIS demonstrates stronger discriminatory power than WAM.

1. Đặt vấn đề

Thanh Long là cây ăn quả đặc sản của tỉnh Bình Thuận. Năm 2024, diện tích trồng Thanh Long toàn Tỉnh khoảng 32.700ha, sản lượng đạt 698.000 tấn, chiếm hơn 60% diện tích và 62% sản lượng Thanh Long cả nước. Ngành hàng Thanh Long đã mang lại thu nhập và giải quyết việc làm cho khoảng 30.000 hộ và 80.000 lao động, góp phần quan trọng trong việc thúc đẩy chuyển đổi cơ cấu cây trồng và ổn định cuộc sống cho người nông dân trên địa bàn Tỉnh (Sở NN&PTNT tỉnh Bình Thuận, 2024).

Tuy nhiên, trong những năm gần đây, diện tích trồng Thanh Long tăng nhanh, phát triển rầm rộ, bất hợp lý và ngoài quy hoạch; một số vùng, hiệu quả kinh tế cây Thanh Long mang lại thấp, thậm chí thua lỗ (Sở NN&PTNT tỉnh Bình Thuận, 2024). Bài toán đặt ra đối với phát triển cây Thanh Long trên địa bàn tỉnh Bình Thuận đến năm 2030 là “*diện tích bao nhiêu và trồng ở đâu?*”. Theo đó, đánh giá thích nghi đất đai cây Thanh Long là nội dung cực kỳ quan trọng, cung cấp thông tin khoa học hỗ trợ người ra quyết định (nhà quản lý, nhà quy hoạch,...) trong việc xác định phương án tốt nhất (bao gồm: diện tích và bản đồ vùng sản xuất) cho phát triển Thanh Long trên địa bàn tỉnh Bình Thuận đến năm 2030.

Đánh giá thích nghi đất đai cây Thanh Long liên quan đến nhiều lĩnh vực (kinh tế, xã hội, môi trường,...), để giảm tính chủ quan, tranh thủ được tri thức của nhiều chuyên gia trong từng lĩnh vực, cần thiết phải ứng dụng mô hình AHP nhóm để tính trọng số các yếu tố; ứng dụng phương pháp trung bình trọng số (WAM) để tính toán và phân vùng thích nghi (Thapa và Murayama, 2008; Lê Cảnh Định, 2011).

Le Canh Dinh và Tran Trong Duc (2012) đã xây dựng mô hình tích hợp GIS, AHP nhóm và TOPSIS trong đánh giá thích nghi đất đai bền vững. Trong đó, TOPSIS (Hwang và Yoon, 1981) được thiết kế để tính toán phân loại giá trị vùng thích nghi (Si), giá trị gần nhất với điểm lý tưởng (PIS) và xa nhất với điểm tiêu cực (NIS) gọi là cấp thích nghi (S); ngược lại gần với NIS và xa PIS gọi là cấp không thích nghi (N). Mô hình được ứng dụng cho đánh giá thích nghi đất đai huyện Đức Trọng, tỉnh Lâm Đồng (cũ), kết quả đã đánh giá thích nghi đất đai cho 7 cây: đất chuyên lúa (2 vụ lúa): thích nghi (S): 3.634ha, không thích nghi (N): 83.800ha; 2 lúa - 1 vụ màu, S: 6.307ha, N: 81.127ha; đất rau – hoa, S: 39.445ha, N: 47.989ha; đất chuyên màu, S1: 26.395ha, N: 61.039ha; đất dâu tằm, S: 23.587ha, N: 63.847ha; đất cà phê, S: 668ha, S: 21.456ha, N: 65.978ha; đất trồng chè, S: 24.869ha, N: 62.565ha. Từ đó đề xuất sử dụng đất cho 7 loại cây trồng, phù hợp với xu thế phát triển của huyện Đức Trọng và yêu cầu của người dân.

Mô hình tích hợp GIS, AHP nhóm và TOPSIS góp phần quan trọng trong giải quyết bài toán quyết định đa tiêu chuẩn không gian (spatial MCDM) trong lựa chọn vùng sản xuất cây Thanh Long. Trong đó, GIS đóng vai trò phân tích không gian, AHP nhóm xác định trọng số các yếu tố, TOPSIS phân hạng và xác định mức độ ưu tiên của các vùng thích nghi. Khả năng kết hợp giữa GIS, AHP nhóm và TOPSIS đem lại lợi ích vô cùng to lớn trong nhiều lĩnh vực, trong đó có lĩnh vực đánh giá khả năng thích nghi đất đai cây Thanh Long, tỉnh Bình Thuận.

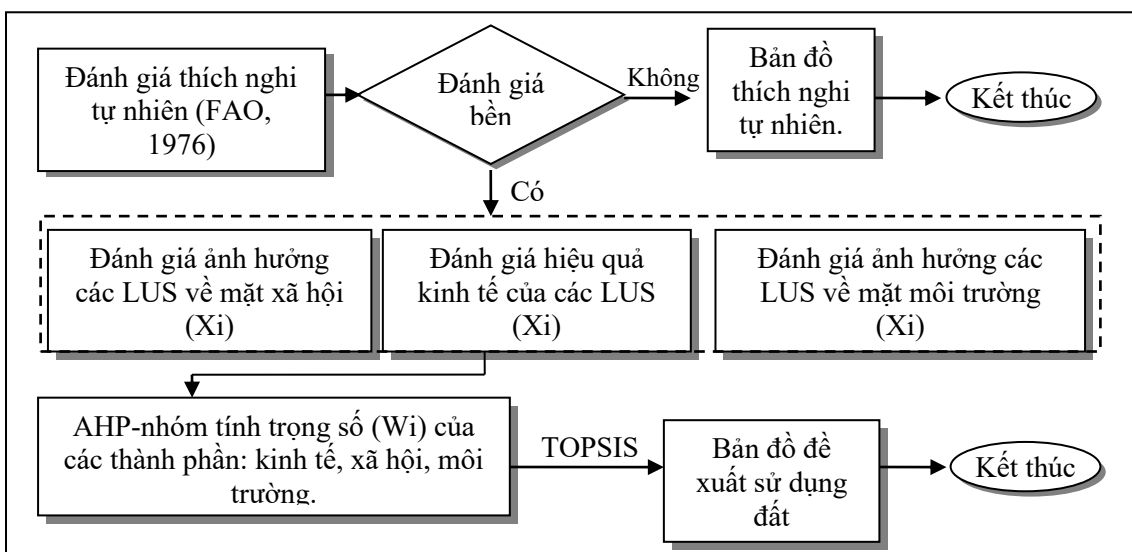
2. Mô hình đánh giá đất đai

2.1. Mô hình

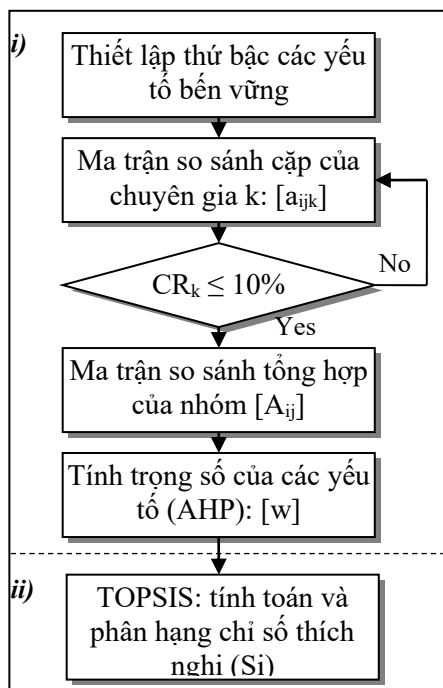
Ứng dụng mô hình tích hợp GIS, AHP nhóm và TOPSIS trong đánh giá đất đai (Le Canh Dinh, Tran Trong Duc, 2012), trường hợp nghiên cứu cho cây Thanh Long (hình 1):

Bước 1 (đánh giá thích nghi tự nhiên): Ứng dụng mô hình tích hợp GIS và ALES (automated land evaluation system) trong đánh giá thích nghi đất đai (Lê Cảnh Định, 2005) để đánh giá thích nghi tự nhiên, chỉ những LUS thích nghi tự nhiên (S1, S2, S3) mới được chọn để đánh giá thích nghi kinh tế và tính bền vững.

Bước 2 (đánh giá thích nghi bền vững): Gồm 2 công đoạn: *i)* xác định các yếu tố (indicators) ảnh hưởng đến tính bền vững của các LUS và tính trọng số các yếu tố bằng kỹ thuật AHP-nhóm (Jaskowski và cs., 2010; Lu và cs., 2007); *ii)* xây dựng các lớp thông tin chuyên đề trong hệ GIS, chồng xếp các lớp thông tin về kinh tế, xã hội, môi trường với bản đồ thích nghi tự nhiên (kết quả bước 1) và tính giá trị thích nghi (Si) bằng kỹ thuật TOPSIS (Hwang and Yoon, 1981) (hình 2).



Hình 1. Mô hình GIS, AHP nhóm và TOPSIS trong đánh giá đất đai



Hình 2. Mô hình phân hạng thứ tự ưu tiên vùng thích nghi

i) Xác định trọng số các yếu tố bằng kỹ thuật AHP nhóm (AHP-GDM):

– Thiết lập thứ bậc các yếu tố, các chuyên gia đánh giá riêng rẽ (k ma trận so sánh cặp của k chuyên gia). Tính tỷ số nhất quán (CR) của từng ma trận so sánh, những ma trận so sánh của các chuyên gia có tỷ số nhất quán (CR) ≤ 10% thì đưa vào tính toán tổng hợp.

– Tổng hợp các ma trận so sánh cặp của các chuyên gia (K.Goepel, 2018):

$$A_{ij} = \left(\prod_{k=1}^n a_{ijk} \right)^{1/n} .$$

– Trên cơ sở ma trận so sánh tổng hợp của k chuyên gia [A_{ij}], tính trọng số các yếu tố [w] theo phương pháp vector riêng (eigen vector).

ii) Phân hạng thứ tự ưu tiên bằng kỹ thuật TOPSIS (Hwang and Yoon, 1981): Giả sử k phương án A={A_k k=1,2,...,n}, j tiêu chuẩn (các

yếu tố bền vững) $C = \{C_j\}$ trọng số các tiêu chuẩn $W = \{w_j | j=1,2,\dots,m\}$, W đã $j=1,2,\dots,m\}$; giá trị đánh giá của được tính ở bước i); Thông tin về ma trận quyết phương án k so với tiêu chuẩn j: X định –TOPSIS gồm 4 thành phần I (A,C,X,W); các $=\{x_{kj} | k=1,2,\dots,n; j=1,2,\dots, m\}$; bước tính toán để phân hạng như sau:

	C ₁	C ₂	...	C _m
A ₁	x ₁₁	x ₁₂		x _{1m}
A ₂	x ₂₁	x ₂₂		x _{2m}
...				
A _n	x _{n1}	x _{n2}		x _{nm}
W	w ₁	w ₂		w _m

– **Bước a:** Chuẩn hóa các ma trận R, V

$$r_{kj}(x) = \frac{x_{kj}}{\sqrt{\sum_{k=1}^n x_{kj}^2}}, \quad k = 1, \dots, n; \quad j = 1, \dots, m; \quad (1)$$

$$v_{kj}(x) = w_j \times r_{kj}(x), \quad k = 1, \dots, n; \quad j = 1, \dots, m; \quad (2)$$

– **Bước b:** Xác định điểm lý tưởng (PIS: positive ideal solution) và điểm tiêu cực (NIS: negative ideal solution):

$$PIS = A^+ = \{v_1^+(x), v_2^+(x), \dots, v_m^+(x)\} = \{(\max_k v_{kj}(x) | j \in J_1), (\min_k v_{kj}(x) | j \in J_2) | k = 1, \dots, n\} \quad (3)$$

$$NIS = A^- = \{v_1^-(x), v_2^-(x), \dots, v_m^-(x)\} = \{(\min_k v_{kj}(x) | j \in J_1), (\max_k v_{kj}(x) | j \in J_2) | k = 1, \dots, n\} \quad (4)$$

Trong đó: J₁, J₂ là các thuộc tính có lợi (càng lớn càng tốt) và bất lợi (càng nhỏ càng tốt).

– **Bước c:** Tính khoảng cách mỗi phương án đến PIS, NIS:

$$D_k^* = \sqrt{\sum_{j=1}^m [v_{kj}(x) - v_j^+(x)]^2}, \quad k=1, \dots, n; \quad (5)$$

$$D_k^- = \sqrt{\sum_{j=1}^m [v_{kj}(x) - v_j^-(x)]^2}, \quad k=1, \dots, n; \quad (6)$$

– **Bước d:** Tính tỷ số $C_k^* = \frac{D_k^-}{D_k^* + D_k^-}$; trong đó $C_k^* \in [0,1] \quad \forall k = 1, \dots, n;$ (7)

– **Bước e:** Xếp hạng thứ tự ưu tiên $PIS(C_k^*)$ từ lớn đến nhỏ tương ứng với cấp thích nghi từ cao (S1) đến không thích nghi (N).

2.2. Phương pháp điều tra

a) Điều tra sản xuất Thanh Long phục vụ đánh giá thích nghi đất đai ở bước 1 (mục 2.1). Số mẫu điều tra được xác định theo Yamane (1967):

$$n = \frac{N}{1 + N \times e^2}$$

Trong đó:

N: Tổng số hộ trồng Thanh Long trên địa bàn tỉnh Bình Thuận là 30.000 hộ,

e: Sai số chấp nhận là 5%, độ chính xác mong muốn là 95%,

n: Số hộ trồng Thanh Long cần được điều tra trong vùng nghiên cứu (tỉnh Bình Thuận), kết quả tính toán được $n=395$ (hộ), phân bố hộ cần điều tra theo tỷ lệ diện tích và số hộ trồng Thanh Long ở các huyện.

b) Điều tra, tham vấn ý kiến đánh giá của các chuyên gia theo phương thức so sánh từng cặp (Saaty, 1996) các yếu tố ảnh hưởng đến sản xuất bền vững cây Thanh Long trên địa bàn Tỉnh (bước 2, mục 2.1). Chuyên gia tham gia đánh giá gồm 3 nhóm đối tượng: *i*). Người sản xuất: 395 hộ; *ii*). Kinh doanh (tiêu thụ): Điều tra 3 chuyên gia sở Công Thương và 24 thương lái (8 huyện, mỗi huyện 3 người); *iii*). Quản lý: Điều tra 3 chuyên gia sở Nông nghiệp và 24 chuyên gia phòng Nông nghiệp (8 huyện, mỗi huyện 3 người).

c) Sau khi các chuyên gia đánh giá các yếu tố ảnh hưởng đến sản xuất Thanh Long theo AHP nhóm, tính được trọng số; tiến hành phân loại vùng thích nghi (Si) theo kỹ thuật TOPSIS, vùng gần nhất với điểm lý tưởng (PIS) là vùng thích nghi (S), vùng gần nhất với điểm tiêu cực (NIS) là vùng không thích nghi (N).

3. Ứng dụng mô hình vào đánh giá đất đai cây thanh long tỉnh Bình Thuận

Đất trồng Thanh Long phân bố nhiều nhất ở huyện Hàm Thuận Nam: 41,2% diện tích, kế đến là huyện Hàm Thuận Bắc: 29,1%, Bắc Bình: 13,6%, Hàm Tân: 6,4%, Thị xã La Gi: 4,9%, Tuy Phong: 2,6%, khoảng 2,3% diện tích phân bố rải rác ở Thành Phố Phan Thiết, Đức Linh, Tánh Linh.

3.1. Đánh giá thích nghi đất đai tự nhiên (FAO, 1976):

Qua khảo sát thực tế kết hợp với yêu cầu sử dụng đất (LUR) cây Thanh Long, chọn 8 tính chất đất đai (LC) để xây dựng bản đồ đơn vị đất đai (LMU), bao gồm: loại đất (ký hiệu So), độ dày tầng đất mặt (De), thành phần cơ giới tầng đất mặt (Co), độ sâu và mức độ tầng kết von- đá lẫn (Cd), độ dốc địa hình (Sl), khả năng tưới (Ir), độ sâu ngập (Fl), thời gian ngập (Tf). Xây dựng các lớp thông tin tính chất đất đai trong hệ GIS, chồng xếp 8 lớp thông tin tính chất đất đai, kết quả bản đồ đơn vị đất đai gồm 63 đơn vị đất đai (LMU).

Tham khảo ý kiến các chuyên gia nông nghiệp thuộc Phân viện Quy hoạch và Thiết kế Nông nghiệp để xác định yêu cầu sử dụng đất trồng cây Thanh Long. Ứng dụng mô hình tích hợp ALES và GIS (Lê Cảnh Định, 2005) trong đánh giá thích nghi đất đai cây Thanh Long. Kết quả thích nghi S1: 34.854 ha, chiếm 4,45%; S2: 184.706ha, 23,58%; S3: 131.223ha, 16,75%; N: 432.519ha, 55,22%. Các hệ thống sử dụng đất (LUS) thuộc bộ thích nghi (S1, S2, S3) tự nhiên thì tiếp tục phân tích đánh giá về yếu tố kinh tế, xã hội để đề xuất sử dụng đất bền vững (mục 3.2).

3.2. Đánh giá thích nghi đất đai phục vụ quản lý sử dụng đất bền vững (FAO, 1993b)

a) Theo hướng dẫn của FAO (1993, 2007) kết hợp với phân tích điều kiện tự nhiên, kinh tế, xã hội tỉnh Bình Thuận, chọn 7 yếu tố (indicators) ảnh hưởng đến tính bền vững cây Thanh Long thể hiện trong bảng 4. Số lượng phiếu điều tra là 395 phiếu, phân bố theo địa bàn sản xuất Thanh Long, thể hiện ở bảng 1.

Bảng 1. Diện tích Thanh Long năm 2024 và số phiếu điều tra, Tỉnh Bình Thuận

Địa phương thuộc tỉnh Bình Thuận	Tổng cộng	Hàm Thuận Nam	Hàm Thuận Bắc	Bắc Bình	Hàm Tân	La Gi	Tuy Phong	Phan Thiết	Các địa phương khác
1). Diện tích Thanh Long (ha)	32.665	13.464	9.517	4.436	2.082	1.603	836	576	150
2). Số phiếu điều tra (phiếu)	395	163	115	54	25	19	10	7	2

b) Điều tra, tham vấn ý kiến đánh giá của các chuyên gia

– Đối với các yếu tố cấp 1: Gồm yếu tố kinh tế, xã hội, tài nguyên thiên nhiên (TNTN) (bảng 2). Điều tra 449 chuyên gia (mục 2.2, b), phân loại theo kết quả đánh giá (ma trận so sánh cặp), có 7 nhóm (KQ1-KQ7, bảng 2), 100% chuyên gia (CG) đánh giá mức độ quan trọng yếu tố kinh tế \geq xã hội $>$ tự nhiên, trong đó các CG là cán bộ quản lý nhà nước (Sở Nông nghiệp và Sở Công thương) đánh giá mức độ quan trọng của các yếu tố kinh tế bằng xã hội (KQ1, bảng 2); hầu hết các CG nhóm kinh doanh (tiêu thụ sản phẩm) đều đánh giá cao đến rất cao yếu tố kinh tế và xã hội quan trọng hơn 2-3 lần tự nhiên (KQ5, 6, 7- bảng 2); nhóm sản xuất đánh giá cho kết quả (KQ2-6, bảng 1), ngoài việc thống nhất kinh tế \geq xã hội $>$ tự nhiên, chưa thể hiện sự khác biệt kết quả đánh giá giữa 3 nhóm hộ sản xuất cho hiệu quả cao, trung bình, thấp và 2 nhóm hộ ở vùng đô thị (thị xã, thành phố) và nông thôn (các huyện).

Bảng 2. Kết quả so sánh cặp các yếu tố cấp 1 của các chuyên gia

Yếu tố		Phân loại kết quả đánh giá của các Chuyên gia							A _{ij}
I	j	KQ1	KQ2	KQ3	KQ4	KQ5	KQ6	KQ7	
Kinh tế (KT)	Xã hội (XH)	1	2	3	4	5	6	8	31/9
	Tự nhiên (TN)	3	3	5	6	7	8	6	189/37
Xã hội (XH)	Tự nhiên (TN)	2	3	4	5	3	3	2	3/1
Tỷ số nhất quán-CR (%)		4,6	6,3	2,5	0,8	7,4	4,6	9,3	
Chuyên gia (người)		6	128	81	82	72	76	4	
Tỷ lệ Chuyên gia (%)		1,3	28,5	18,0	18,3	16,0	16,9	0,9	

KQ: kết quả so sánh cặp các yếu tố.

Đối với từng nhóm kết quả, tính trung bình nhân từng tham số a_{ij}. Xét nhóm kết quả thứ nhất (KQ1, bảng 2): 6 chuyên gia đánh giá yếu tố kinh tế quan trọng gấp 3 tự nhiên, trung bình nhân: $a_{ij.1} = a_{KT-TN.KQ1} = \left(\prod_{k=1}^6 a_{ijk} \right)^{1/6} = \sqrt[6]{3 \times 3 \times 3 \times 3 \times 3 \times 3} = 3$; (k=6 là số chuyên gia trong nhóm KQ1). Tương tự, tính cho các nhóm khác (KQ2-KQ7, bảng 2).

Tiếp theo, xác định ma trận so sánh tổng của 7 nhóm kết quả (KQ1-KQ7), A_{ij} $= \left(\prod_{k=1}^7 a_{ijk} \right)^{1/7}$ (k=7 nhóm kết quả, bảng 2) trên cơ sở đó, tính trọng số các yếu tố theo phương pháp vector riêng, kết quả như bảng 3:

Bảng 3. Ma trận so sánh tổng hợp các yếu tố cấp 1 và trọng số các yếu tố

Yếu tố	Kinh tế	Xã hội	Tự nhiên	Trọng số (W)
Kinh tế (KT)	1/1	31/9	189/37	0,6571
Xã hội (XH)	9/31	1/1	3/1	0,2411
Tự nhiên (TN)	37/189	1/3	1/1	0,1018

Kết quả (bảng 3), vector trọng số theo mức độ quan trọng từ cao đến thấp như sau: $[W_{KT}; W_{XH}; W_{TN}] = [0,6571; 0,2411; 0,1018]$; $CR = 4,76\%$.

Với phương pháp tương tự, trọng số của các yếu tố cấp 2 được xác định như sau:

- Đối với các yếu tố cấp 2:

+ Yếu tố cấp 2 thuộc nhóm kinh tế gồm 3 yếu tố: Tổng giá trị sản xuất (GO), lãi thuần (GM), giá trị sản xuất/chi phí sản xuất (B/C). 449 CG tham gia đánh giá, phân loại kết quả đánh giá có 8 nhóm kết quả, trong đó: 151 CG (có 24/24 thương lái) chiếm 33,6% tổng CG, đánh giá GM quan trọng hơn GO ($GM > GO$), họ quan tâm đến lợi nhuận (GM) và cho rằng giá trị sản xuất (GO) có thể thấp nhưng chi phí thấp, lợi nhuận cao; 66,4% CG đánh giá $GO \geq GM > B/C$, chỉ số B/C được đánh giá thấp nhất, do đa số người sản xuất (khoảng 85%) đều sử dụng vốn sẵn có nên sẵn sàng đầu tư sản xuất để mang lại giá trị sản xuất (GO) và lợi nhuận (GM) cao. Từ đó tính vector trọng số theo mức độ quan trọng từ cao đến thấp như sau: $[W_{GO}; W_{GM}; W_{B/C}] = [0,5276; 0,3423; 0,1301]$.

+ Yếu tố cấp 2 thuộc nhóm xã hội gồm 3 yếu tố: Phù hợp với chính sách của Nhà nước (CS), mức độ chấp nhận của người dân (CN), phù hợp với khả năng vốn (KNV) đầu tư sản xuất. 449 CG tham gia đánh giá, phân loại kết quả đánh giá có 11 nhóm kết quả. 100% chuyên gia (CG) đánh giá yếu tố CS quan trọng nhất; so với yếu tố CN, yếu tố CS quan trọng ít nhất là 3 lần, cao nhất là 8 lần; so với yếu tố KNV, CS quan trọng ít nhất 2 lần, cao nhất từ 7-9 lần. Gần 85% CG đánh giá yếu tố CN quan trọng hơn KNV, khoảng 15% nông dân thiếu vốn sản xuất đánh giá KNV quan trọng hơn yếu tố CN (XH 5,6,7,9). Tính được vector trọng số theo mức độ quan trọng từ cao đến thấp như sau: $[W_{CS}; W_{CN}; W_{KNV}] = [0,7396; 0,1326; 0,1278]$. Trọng số toàn cục (bảng 4).

Bảng 4. Cấu trúc thứ bậc và trọng số các yếu tố bền vững

Yếu tố cấp 1		Yếu tố cấp 2		Trọng số toàn cục	
Yếu tố	w_1	Yếu tố	w_2	$w = w_1 * w_2$	xếp hạng
Kinh tế	0,6571	Tổng giá trị sản xuất (GO)	0,5276	0,3467	1
		Lãi thuần (GM)	0,3423	0,2249	2
		Giá trị sản xuất/Chi phí sản xuất (B/C)	0,1301	0,0855	5
Xã hội	0,2411	Phù hợp với chính sách (CS)	0,7396	0,1783	3
		Mức độ chấp nhận của người dân (CN)	0,1326	0,0320	6
		Phù hợp với khả năng vốn (KNV)	0,1278	0,0308	7
Tự nhiên	0,1018	Thích nghi tự nhiên (TN)	1,0000	0,1018	4

Hiện nay, trong phát triển sản xuất nông nghiệp (cũng như sản xuất cây Thanh Long), hầu hết các nhà nghiên cứu xây dựng chính sách, quản lý nhà nước, kinh doanh (tiêu thụ sản phẩm), người sử dụng đất đều quan tâm đến tính bền vững (xem xét đồng thời các lĩnh vực kinh tế, xã hội, tự nhiên môi trường), do vậy trọng số các yếu tố đều lớn hơn không (bảng 4). Hiệu quả kinh tế được chú trọng, trong đó, quan tâm nhất là tổng giá trị sản xuất ($w_{GO}=0,3467$, xếp thứ nhất - bảng 4), kế đến là lãi ($w_{GM}=0,2249$);

B/C ($w_{BC} = 0,0855$) được đánh giá thấp hơn chính sách ($w_{CS} = 0,1783$) và tự nhiên ($w_{TN} = 0,1018$), người dân quan tâm đến giá trị (tuyệt đối) của GO, GM mang lại, ít quan tâm đến hiệu suất đồng vốn, miễn sao có lãi ($B/C > 1,0$) là đầu tư sản xuất. Trong sản xuất cây Thanh Long, người dân luôn tuân thủ quy hoạch (chính sách) và quan tâm đến điều kiện tự nhiên (thích nghi đất đai), nếu thỏa hai điều kiện này mới tiếp tục xem xét đến mức độ chấp nhận ($w_{CN} = 0,0320$) và khả năng vốn ($w_{KNV} = 0,0308$).

c) Phân hạng thứ tự ưu tiên bằng kỹ thuật TOPSIS:

Mỗi yếu tố là một lớp thông tin, chèn xếp 3 lớp thông tin về kinh tế, xã hội, với lớp thích nghi tự nhiên để tính chỉ số thích nghi (Si) bền vững bằng phương pháp TOPSIS.

Thông tin về ma trận quyết định –TOPSIS (Le Canh Dinh, Tran Trong Duc, 2012) gồm 4 thành phần: (1). Số phương án bằng số LMU (bản đồ đơn vị đất đai tỉnh Bình Thuận có 63 LMU): $A = \{A_k | k=1,2,...,63\}$; (2). Số lượng yếu tố bền vững $C = \{C_j | j=1,2,...,7\}$, (3). Trọng số các yếu tố (W) thể hiện ở bảng 4; (4). Giá trị đánh giá của phương án k so với yếu tố j được tính trên cơ sở giá trị phân cấp các yếu tố (bảng 5), $X = \{x_{kj} | k=1,...,63; j=1,...,7\}$ thể hiện ở bảng 5, trong đó hệ thống (LUS) không thích nghi tự nhiên (N) thì không đánh giá bền vững nên $x_{kj} = 0$.

Bảng 5. Ma trận quyết định –TOPSIS đối với cây Thanh Long

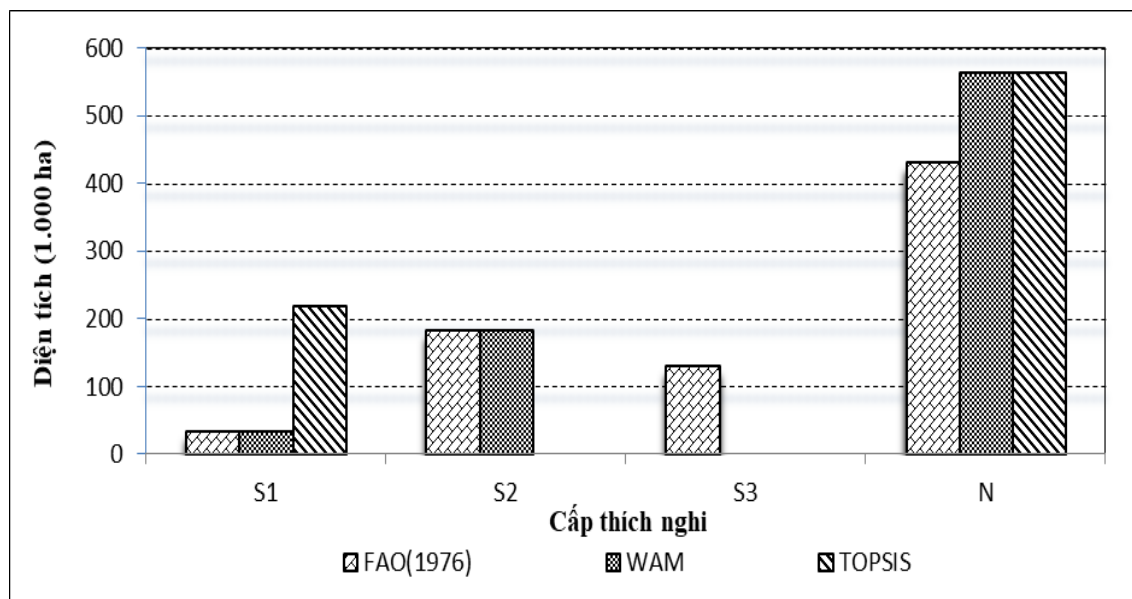
LMU-number (LMU)	Thích nghi tự nhiên	Tự nhiên	Kinh tế			Xã hội		
			GO	GM	B/C	CS	CN	KNV
W =		0,1018	0,3467	0,2249	0,0855	0,1783	0,0320	0,0308
1	S1	9	9	7	5	9	7	5
2	N	0	0	0	0	0	0	0
3	S2	7	7	7	5	9	7	5
...
12	S3	5	5	5	3	3	3	1
...
63	N	0	0	0	0	0	0	0

Từ bảng 5, tính được $r_{kj}(x)$, $v_{kj}(x)$, PIS, NIS, D_k^* , D_k^- , C_k^* . Xếp hạng C_k^* từ lớn đến nhỏ tương ứng với mức thích nghi từ cao đến thấp (S1 đến N); tỉnh Bình Thuận, có thể phân loại như sau: $C_k^* \geq 0,7$ thì rất thích nghi (S1); $0,55 < C_k^* < 0,7$ thì thích nghi trung bình (S2); $0,4 \leq C_k^* < 0,55$ thì ít thích nghi (S3), $0 \leq C_k^* < 0,4$ thì không thích nghi (N). Kết quả như bảng 6:

Bảng 6. Kết quả tính toán phân hạng bằng kỹ thuật TOPSIS (đối với cây Thanh Long)

Đơn vị đất đai (LMU)	D_k^*	D_k^-	C_k^*	Phân loại thích nghi		
				TOPSIS	FAO(1976)	WAM
1	0,1202	1,0330	0,8958	S1	S1	S1
2	0	0	0	N	N	N
3	0,2122	0,9171	0,8121	S1	S2	S2
...
12	0,7481	0,3444	0,3152	N	S3	N
...
63	1,0828	0	0	N	N	N

So sánh 3 phương pháp tính tham số thích nghi (Si): hạn chế lớn nhất của FAO(1976), trung bình trọng số (WAM) và TOPSIS (hình 3).



Hình 3. So sánh kết quả 3 phương pháp FAO (1976), WAM và TOPSIS.

– Đối với vùng rất thích nghi (S1): Diện tích S1 cả 2 phương pháp hạn chế lớn nhất (FAO, 1976) và WAM bằng nhau (34.854ha); nhưng do thích nghi trung bình (S2) được chọn cho sản xuất Thanh Long nên khi dùng kỹ thuật TOPSIS phát huy yếu tố trội, do vậy cả phần S2 được tính gần với điểm lý tưởng (PIS) có tỷ số $C_k^* \geq 0,7$, nên cuối cùng phân loại bằng S1, diện tích S1 bằng diện tích (S1+S2) của cả 2 phương pháp hạn chế lớn nhất và WAM (219.560ha).

– Đối với vùng thích nghi trung bình (S2): Diện tích cả hai phương pháp hạn chế lớn nhất (FAO, 1976) và WAM bằng nhau (184.706ha), do S2 được chọn cho sản xuất Thanh Long nên TOPSIS phân loại về S1, do đó đối với TOPSIS thì S2 bằng không do chuyển lên S1.

– Đối với vùng ít thích nghi (S3): Diện tích thích nghi tự nhiên tính theo phương pháp hạn chế lớn nhất (FAO, 1976) là 131.223ha, chiếm 16,5% diện tích tự nhiên; phương pháp trung bình trọng số (WAM) và TOPSIS đều bằng 0 (không), cả hai phương pháp này đã chuyển S3 sang không thích nghi (N) do S3 không chọn cho sản xuất Thanh Long nên các chuyên gia (thuộc phương pháp WAM) cho điểm thấp, TOPSIS tính $0 \leq C_k^* < 0,4$, nên cuối cùng cả 2 phương pháp đều phân loại không thích nghi (N).

– Đối với vùng không thích nghi (N): Diện tích không thích nghi theo FAO(1976) là 432.519ha ít hơn so với phương pháp WAM và TOPSIS là 131.223ha, do cả hai phương pháp này đã chuyển S3 sang không thích nghi (563.742ha).

3.3. Đề xuất vùng trồng cây Thanh Long trên địa bàn tỉnh Bình Thuận:

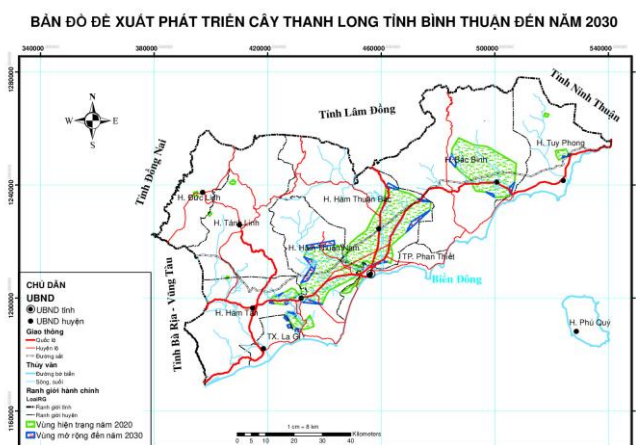
Chồng xếp bản đồ thích nghi đất đai bền vững cây Thanh Long theo kỹ thuật TOPSIS và bản đồ hiện trạng sử dụng đất năm 2024, từ đó đề xuất vùng phát triển Thanh Long đến năm 2030 theo hướng phù hợp với quy hoạch, nâng cao hiệu quả kinh tế và sự đồng thuận của người dân (hình 4), cụ thể như sau:

– Cây Thanh Long phát triển chủ yếu ở các huyện ven biển (thích nghi bền vững S1) với tổng diện tích khoảng 36.000ha (Hàm Tân: 2.500ha, La Gi: 2.000ha, Hàm Thuận Nam: 15.000ha, Hàm Thuận Bắc: 10.000ha, Phan Thiết: 500ha, Bắc Bình: 5.000ha, Tuy Phong: 1.000ha.

– Vùng Tây Nam của Tỉnh, các huyện Tánh Linh và Đức Linh, hiện nay có khoảng 150ha cây Thanh Long, thích nghi tự nhiên S2, nhưng do hạ tầng sản xuất kém, đầu tư cao, hiệu quả kinh tế thấp, người dân ít chấp nhận đầu tư trồng Thanh Long ở khu vực này (thích nghi bền vững N theo TOPSIS), đề xuất chuyển sang trồng cây hàng năm khác.

– Trong sản xuất Thanh Long chú trọng nâng cao chất lượng và giá trị cây Thanh Long,

nâng cao tỷ trọng cơ giới hóa ở các khâu (sản xuất, thu hoạch) nhằm giảm giá thành sản xuất, tăng lợi nhuận, tăng khả năng chịu đựng của người sản xuất, thích ứng với những năm rớt giá sâu (dưới 6.000 đồng/kg); hiện nay, giá bằng 6.000đồng/kg, năng suất khoảng 25 tấn/ha, vừa đủ hòa vốn; nếu làm nghịch vụ (từ tháng 10 đến tháng 4 âm lịch năm sau) chi phí cao hơn (do chong đèn, phân bón cao) thường bán được giá hơn chính vụ, mùa này giá dưới 10.000 đồng/kg là lỗ.



Hình 4. Vùng phát triển cây Thanh Long

4. Kết luận

Ứng dụng mô hình tích hợp GIS, AHP nhóm và TOPSIS trong đánh giá thích nghi đất đai phục vụ phát triển bền vững cây Thanh Long trên địa bàn tỉnh Bình Thuận là hợp lý, kết quả tính toán phân loại thích nghi bằng TOPSIS, nhóm rất thích nghi (S1) gần với điểm lý tưởng (PIS) và nhóm không thích nghi (N) gần với điểm tiêu cực (NIS) nên dễ lựa chọn, không bị nhầm lẫn. Do đó, hỗ trợ hữu hiệu người ra quyết định (nhà quản lý, nhà quy hoạch,...) quyết định chọn vùng phát triển Thanh Long đến năm 2030 trên địa bàn tỉnh Bình Thuận.

Tỉnh Bình Thuận, hiện trạng sản xuất Thanh Long: 32.700 ha, phân bố tập trung ở các huyện ven biển (99,5% diện tích). Từ nay đến năm 2030, tiếp tục phát triển và mở rộng diện tích (3.600ha) ở các vùng thích nghi bền vững S1 tại các huyện ven biển; chuyển 150ha Thanh Long sang cây hàng năm khác ở các huyện Tánh Linh, Đức Linh; tổng diện tích trồng Thanh Long toàn Tỉnh khoảng 36.000ha (năm 2030). Kết quả đề xuất phát triển Thanh Long phù hợp với xu thế phát triển (quy hoạch) và được sự đồng thuận cao (chấp nhận) của người sản xuất, nên có thể sử dụng kết quả của nghiên cứu này (gồm: tài liệu và bản đồ) trong công tác quản lý và sử dụng đất trên địa bàn tỉnh Bình Thuận.

Ứng dụng AHP nhóm hạn chế được tính chủ quan, tranh thủ tri thức của nhiều chuyên gia tham gia đánh giá; hạn chế là trình độ của từng chuyên gia khác nhau, hiểu biết khác nhau, nhưng trọng số đánh giá bằng nhau, vấn đề này cần phải được nghiên cứu để khắc phục; ứng dụng FAHPG cho phép mô tả chính xác hơn, từ đó ưu tiên thực hiện đúng hơn các giải pháp có trọng số từ cao xuống thấp. Mặt khác, TOPSIS riêng rẽ (môt

người dùng) đơn giản, trực quan dễ áp dụng nhưng kết quả mang tính chủ quan; để khắc phục tình trạng này cần nghiên cứu, chuyển sang ứng dụng TOPSIS nhóm để giảm được tính chủ quan, sai số từ một cá nhân sẽ được trung hòa nhờ nhiều người cùng tham gia.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

- [1] C. L. Hwang & K. Yoon (1981). *Multiple Attribute Decision Making: Methods and Applications - A State-of-the-Art Survey*. Springer-Verlag, Berlin /New York.
- [2] FAO (1993). *FESLM: An international framework for evaluating sustainable land management*. Rome, Italy.
- [3] FAO (2007). *Land evaluation: Towards a revised framework*. Rome, Italy.
- [4] G.H. Tzeng, J.J. Huang (2011). *Multiple attribute decision making: Methods and Application*. CRC Press Taylor and Francis group, USA.
- [5] J. Lu, G. Zhang, D. Ruan, F. Wu (2007). *Multi-Objective Group Decision Making: Method, software, and application with fuzzy techniques*. World scientific Publishing, Singapore.
- [6] K.Goepel (2018). Implementation of an online software tool for the Analytic Hierarchy Process (AHP-OS). *International Journal of the Analytic Hierarchy Process*, 10(3), 469-487. <https://doi.org/10.13033/ijahp.v10i3.590>.
- [7] Lê Cảnh Định (2005). *Tích hợp GIS và ALES trong đánh giá thích nghi đất đai* (luận văn Thạc sĩ). Trường Đại học Bách khoa – VNU HCM.
- [8] Lê Cảnh Định (2011). Tích hợp GIS và phân tích quyết định nhóm đa tiêu chuẩn trong đánh giá thích nghi đất đai. *Tạp chí Nông nghiệp và Phát triển Nông thôn*, trang 82-89.
- [9] Le Canh Dinh, Tran Trong Duc (2012). *Integration of GIS, group AHP and TOPSIS in evaluating sustainable land-use management*. Presented at the GIS-IDEAS 2012 conference, 16-20 October 2012, Ho Chi Minh city University of Technology. Scientific conference proceedings, pp 302-307.
- [10] R.B.Thapa, Y.Murayama (2008). Land evaluation for peri-urban agriculture using analytical hierarchical process and geographic information system techniques: A case study of Hanoi. *Land use policy*, 25(2), 225-239, Elsevier.
- [11] T. Yamane (1967). *Statistics, an introductory analysis*. Harper & Row, third edition, New York, USA.
- [12] T.L. Saaty (1996). *The Analytic Hierarchy Process*. Pittsburgh: RWS Publications.