

PHÂN TÍCH SO SÁNH MỘT SỐ MÔ HÌNH MCDM VÀ ỨNG DỤNG TRONG HỆ THỐNG TIN RA QUYẾT ĐỊNH

Nguyễn Thị Lan*, Ngọc Minh Châu, Nguyễn Xuân Thảo

Khoa Công nghệ thông tin, Học viện Nông nghiệp Việt Nam

*Tác giả liên hệ: ngtlan@vnua.edu.vn

Ngày nhận bài: 20.07.2020

Ngày chấp nhận đăng: 30.11.2020

TÓM TẮT

Trong thực tế, người ra quyết định (DM) thường phải đối mặt với vấn đề chọn phương án thay thế tốt nhất từ các lựa chọn có sẵn dựa trên các tiêu chuẩn cho trước, bài toán đó gọi là bài toán ra quyết định đa tiêu chí (MCDM). Có nhiều mô hình được nghiên cứu và sử dụng để giải quyết bài toán MCDM. Tuy nhiên, có thể sai lầm khi tuyên bố rằng có một phương pháp nào đó là tốt nhất hiện có. Mục tiêu của bài báo này là phân tích đánh giá một số phương pháp giải bài toán ra quyết định đa tiêu chí như phương pháp SAW, phương pháp MOORA và ứng dụng chúng vào giải quyết một số bài toán trong nông nghiệp. Để làm được việc đó, chúng tôi đã phân tích các phương pháp SAW, MOORA và đề ra các hướng cải tiến trong bước chuẩn hóa dữ liệu và dùng entropy mờ để tính trọng số cho các tiêu chí của mô hình. Sau đó, chúng ta áp dụng các mô hình đã được cải tiến vào giải quyết một số bài toán trong nông nghiệp, như bài toán lựa chọn công thức trồng nấm, bài toán lựa chọn phân bón cho cây điều nước. Kết quả thu được sau khi cải tiến được đánh giá là tốt hơn.

Từ khóa: SAW, MOORA, Entropy, MCDM.

Comparison Analysis of some MCDM Models and Applying in Decision Information System

ABSTRACT

Practically, a decision-maker (DM) often faces the problem of choosing the best optimal from the alternatives based on given criteria, which is called the multiple criteria decision-making problem (MCDM). Many models have been studied and used to solve MCDM problems. However, it is wrong to declare that there is a certain method that is the best one. The main objective of this study was to analyze and evaluate some methods of solving multi-criteria decision-making problems such as the SAW (Simple Additive Weighting), and MOORA (multi-objective optimization based on ratio analysis) method, and apply them to solve some problems in agriculture. To do that, we analyzed the SAW and MOORA methods and proposed improvement directions in the data normalization step and used fuzzy entropy to calculate weights for the model's criteria. After that, the improved models used to solve some problems in agriculture, such as the problem of choosing a mushroom cultivation formula, the problem of choosing a fertilizer for cashew trees. The results obtained after improvement were considered to be better.

Keywords: SAW, MOORA, Entropy, MCD.

1. ĐẶT VẤN ĐỀ

Mô hình ra quyết định đa tiêu chí (MCDM) giúp chúng ta lựa chọn phương án tốt nhất từ tập các phương án $A = \{A_1, A_2, \dots, A_m\}$ dựa trên tập các tiêu chí $C = \{C_1, C_2, \dots, C_n\}$. Trong đó, mỗi

tiêu chí C_j được gán với một trọng số $w_j \in [0,1]$, ($j = 1, 2, \dots, n$) sao cho $\sum_{j=1}^n w_j = 1$. Một bài toán

MCDM có thể được biểu diễn bởi một hệ thống tin hai chiều: một chiều (các hàng) biểu diễn các phương án, chiều còn lại (các cột) biểu diễn các

tiêu chí để đánh giá các phương án. Hệ thông tin ra quyết định này cũng còn được gọi là ma trận trận ra quyết định $D = [d_{ij}]_{m \times n}$ như sau:

$$D = \begin{matrix} & C_1 & C_2 & \dots \\ A_1 & \left[\begin{matrix} d_{11} & d_{12} & \dots \end{matrix} \right. \\ A_2 & \left[\begin{matrix} d_{21} & d_{22} & \dots \end{matrix} \right. \\ \vdots & \left[\begin{matrix} \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \end{matrix} \right. \\ A_m & \left[\begin{matrix} d_{m1} & d_{m2} & \dots \end{matrix} \right. \end{matrix}$$

trong đó: $d_{ij} \in \mathbb{R}$ với mọi $i = 1, 2, \dots, m$ và $j = 1, 2, \dots, n$.

Hệ thông tin ra quyết định này cũng được biểu diễn bởi ma trận ra quyết định đã được chuẩn hóa $X = [x_{ij}]_{m \times n}$ như sau:

$$X = \begin{matrix} & C_1 & C_2 & \dots \\ A_1 & \left[\begin{matrix} x_{11} & x_{12} & \dots \end{matrix} \right. \\ A_2 & \left[\begin{matrix} x_{21} & x_{22} & \dots \end{matrix} \right. \\ \vdots & \left[\begin{matrix} \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \end{matrix} \right. \\ A_m & \left[\begin{matrix} x_{m1} & x_{m2} & \dots \end{matrix} \right. \end{matrix}$$

trong đó $x_{ij} \in [0,1]$ với mọi $i = 1, 2, \dots, m$ và $j = 1, 2, \dots, n$.

Để giải quyết bài toán này, có nhiều phương pháp được đề xuất. Ta có thể kể ra một số phương pháp như: phương pháp SAW, phương pháp MOORA, phương pháp COPRAS (complex rate assessment), phương pháp TOPSIS (technique for order preference by similarity to ideal solution) (Bhowmik & cs., 2018; Chakraborty & Chatterjee, 2013; Gadakh & cs., 2016; Jayakrishna & Vinodh, 2017; Karande & Chakraborty, 2012; Mayyas, 2016). Trong các phương pháp này, dữ liệu phải ở dạng chuẩn hóa, tức là các giá trị của dữ liệu phải là số thuộc $[0,1]$. Nhưng do đặc điểm của các phương pháp trên là khác nhau, cho nên khi chuẩn hóa dữ liệu cũng cần chú ý chuẩn hóa bằng công thức phù hợp. Chẳng hạn, trong bài toán ra quyết định đa tiêu chí (MCDM), người ta thường xem xét đến 2 nhóm tiêu chí: nhóm tiêu chí lợi ích (benefit) và nhóm tiêu chí phi lợi ích (non-benefit). Trong cùng một phương pháp, có thể công thức chuẩn hóa cho nhóm tiêu chí lợi ích phải khác với công thức chuẩn hóa cho nhóm tiêu chí phi lợi ích (như phương pháp SAW sẽ

được phân tích ở phần 2 của bài báo này). Có công thức phù hợp cho nhóm tiêu chí lợi ích khi sử dụng phương pháp này, nhưng lại không phù hợp khi sử dụng cho nhóm lợi ích khi sử dụng phương pháp khác. Điều này cũng xảy ra tương tự cho nhóm tiêu chí phi lợi ích.

Sau đây, ta nghiên cứu một số mô hình ra quyết định đa tiêu chí, phân tích những nhược điểm của nó và ứng dụng trong một số bài toán trong nông nghiệp. Đồng thời trong quá trình ra quyết định đa tiêu chí, các tiêu chí có thể sẽ ảnh hưởng đến vấn đề quyết định với những trọng số khác nhau. Giả sử $w_j \in [0,1]$ là trọng số của tiêu chí C_j ($j = 1, 2, \dots, n$) và $\sum_{j=1}^n w_j = 1$. Trong nghiên

cứu này, chúng tôi sử dụng độ đo Entropy mờ để xác định các trọng số vì nó cung cấp độ chính xác cao trong việc xác định các trọng số của các tiêu chí trong các mô hình ra quyết định đa tiêu chí (Singh & Sharma, 2019). Đóng góp chính của bài báo này là phân tích so sánh ưu điểm nhược điểm của một số phương pháp giải bài toán ra quyết định đa tiêu chí, chủ yếu là ở khâu chuẩn hóa dữ liệu, như phương pháp SAW, phương pháp MOORA và đưa ra giải pháp khắc phục nhược điểm của nó. Trong bài báo này, chúng tôi cũng đưa thêm việc đánh giá tỷ lệ phần trăm của các phương án tối ưu khi lựa chọn các phương pháp khác nhau.

2. PHƯƠNG PHÁP NGHIÊN CỨU

2.1. Phương pháp SAW

Phương pháp SAW được Hwang đề xuất vào những năm 1981 (Hwang, Yoon 1981), gồm các bước sau:

Bước 1: Tính ma trận chuẩn hóa X.

Bước 2: Chuẩn hóa ma trận X tích hợp với trọng số ta thu được ma trận $S = [s_{ij}]$ trong đó:

$$s_{ij} = x_{ij} \times w_j \tag{1}$$

với mọi $i = 1, 2, \dots, m$ và $j = 1, 2, \dots, n$.

Bước 3: Với mỗi phương án A_i ta tính:

$$S_i = \sum_{j=1}^n s_{ij} \tag{2}$$

với mọi $i = 1, 2, \dots, m$

Bước 4: Chọn phương án i^* thỏa mãn $S_{i^*} = \max\{S_i \mid i = 1, 2, \dots, m\}$.

Phương pháp SAW xét đến tổng của các tiêu chí (có tích hợp với các trọng số) cho từng phương án. Sau đó chọn phương án có tổng lớn nhất là phương án tối ưu nhất. SAW có thể được sử dụng tốt nếu tất cả các tiêu chí là tiêu chí lợi ích. Đây là một nhược điểm của phương pháp này.

Trong các bài toán ra quyết định, các tiêu chí chi phối quyết định thường bị ảnh hưởng bởi hai nhóm tiêu chí là nhóm các tiêu chí lợi ích và nhóm các tiêu chí không lợi ích. Để khắc phục tình trạng này, một số tác giả sử dụng công thức (3) cho các tiêu chí phi lợi ích, và công thức (4) sau cho các tiêu chí lợi ích, với mọi $i = 1, 2, \dots, m$ và $j = 1, 2, \dots, n$ (Zavadskas & Kaklauskas, 1994; Podvezko, 2011).

$$x_{ij} = \frac{\min_{i=1,2,\dots,m} d_{ij}}{d_{ij}} \quad (3)$$

$$x_{ij} = \frac{d_{ij}}{\max_{i=1,2,\dots,m} d_{ij}} \quad (4)$$

Một trong những nhược điểm nữa của phương pháp SAW là do yêu cầu các x_{ij} trong ma trận chuẩn hóa X phải là giá trị thuộc đoạn $[0, 1]$. Khi đó, các công thức (3), (4) bên trên không bảo đảm được điều này, nếu như có giá trị $d_{ij} < 0$ với $i = 1, 2, \dots, m$; $j = 1, 2, \dots, n$. Khi đó một số tác giả (Ginevicius & Podvezko, 2007) đề xuất cải tiến đưa ma trận $X = [x_{ij}]_{m \times n}$ thành ma trận chuẩn hóa $\bar{X} = [\bar{x}_{ij}]_{m \times n}$ bởi công thức (5) sau, với mọi với mọi $i = 1, 2, \dots, m$ và $j = 1, 2, \dots, n$

$$\bar{x}_{ij} = x_{ij} + \left| \min_{i=1,2,\dots,m} x_{ij} \right| + 1 \quad (5)$$

Tuy nhiên, công thức (5) lại xảy ra nhược điểm là \bar{x}_{ij} có thể lớn hơn 1. Tức là nó trái với điều kiện $\bar{X} = [\bar{x}_{ij}]_{m \times n}$ là ma trận chuẩn hóa. Hiển nhiên, với công thức 5, giá trị âm nhỏ nhất lại được biến đổi thành 1. Để khắc phục tình trạng này chúng tôi đề xuất công thức biến đổi mờ hóa sử dụng cho việc biến đổi ma trận ra quyết định $[d_{ij}]_{m \times n}$ thành ma trận được chuẩn hóa $X = [x_{ij}]_{m \times n}$ như sau:

$$x_{ij} = \frac{d_{ij} - \min_{i=1,2,\dots,m} d_{ij}}{\max_{i=1,2,\dots,m} d_{ij} - \min_{i=1,2,\dots,m} d_{ij}} \quad (6)$$

hoặc

$$x_{ij} = \frac{\max_{i=1,2,\dots,m} d_{ij} - d_{ij}}{\max_{i=1,2,\dots,m} d_{ij} - \min_{i=1,2,\dots,m} d_{ij}} \quad (7)$$

Trong đó, công thức (6) dùng cho các tiêu chí lợi ích, công thức (7) dùng cho các tiêu chí phi lợi ích. Trong công thức (6), (7) việc chứng minh các giá trị $x_{ij} \in [0, 1]$ là điều dễ thấy.

Trong bài báo này, chúng tôi đề xuất thêm đánh giá tỉ lệ (%) chấp nhận giữa các phương án A_i khi sử dụng phương pháp SAW thông qua các giá trị S_i ($i = 1, 2, \dots, m$) ở bước thứ 3 như sau:

$$\text{Per}(A_i) = \frac{S_i}{S} \times 100(\%) \quad (8)$$

với mọi $i = 1, 2, \dots, m$ và $S = S_1 + S_2 + \dots + S_m$.

2.2. Phương pháp MOORA

Phương pháp MOORA, được giới thiệu lần đầu tiên bởi Brauers (2004), là kỹ thuật tối ưu hóa đa mục tiêu có thể áp dụng thành công để giải quyết các loại vấn đề ra quyết định phức tạp trong môi trường sản xuất, trong đó các mục tiêu có thể xung đột nhau. Phương pháp tối ưu hóa đa mục tiêu trên cơ sở phương pháp phân tích tỷ lệ (MOORA) gồm các bước sau:

Bước 1: Tính ma trận ra quyết định được chuẩn hóa $X = [x_{ij}]_{m \times n}$ với:

$$x_{ij} = \frac{d_{ij}}{\sqrt{\sum_{i=1}^m d_{ij}^2}} \quad (9)$$

với mọi $i = 1, 2, \dots, m$ và $j = 1, 2, \dots, n$.

Bước 2: Với mọi $i = 1, 2, \dots, m$ và $j = 1, 2, \dots, n$, tính các ma trận ra quyết định sau khi đã chuẩn hóa với các trọng số $W = [W_{ij}]_{m \times n}$ trong đó:

$$W_{ij} = w_j \times x_{ij} \quad (10)$$

Bước 3: Tính toán:

$$P_i = \frac{1}{|B|} \sum_{j \in B} W_{ij} \quad (11)$$

$$\text{Và: } R_i = \frac{1}{|NB|} \sum_{j \in NB} W_{ij} \quad (12)$$

Trong đó, B là tập hợp các tiêu chí lợi ích và NB là tập hợp các tiêu chí không lợi ích, với mọi $i = 1, 2, \dots, m$.

Bước 4: Tính toán các giá trị ưu tiên:

$$Q_i = \exp(P_i - R_i) \quad (13)$$

với mọi $i = 1, 2, \dots, m$

Bước 5: Xếp hạng các phương án $A_k > A_i$ nếu $Q_k \geq Q_i$ với mọi $k = 1, 2, \dots, m$.

Cũng giống như phương pháp SAW, phương pháp MOORA có những hạn chế, chẳng hạn, công thức (9) sẽ không cho giá trị $x_{ij} \in [0,1]$ nếu tồn tại $d_{ij} \leq 0$. Đặc điểm của phương pháp MOORA là xét giá trị ưu tiên là hiệu của tổng các tiêu chí lợi ích với tổng các tiêu chí phi lợi ích. Cho nên, các công thức chuẩn hóa phương pháp này dùng chung một kiểu công thức chuẩn hóa. Do đó, chúng tôi đề nghị dùng công thức chuẩn hóa (6) khi chuẩn hóa dữ liệu cho phương pháp MOORA.

Nếu dùng công thức chuẩn hóa (7) để chuẩn hóa dữ liệu thì sẽ chuyển các tiêu chí phi lợi ích ban đầu thành các tiêu chí lợi ích sau khi chuẩn hóa. Tức là kết hợp công thức (6) để chuẩn hóa dữ liệu cho các tiêu chí lợi ích, công thức (7) để chuẩn hóa các tiêu chí phi lợi ích thì kết quả thu được ma trận chuẩn hóa có thể xem các tiêu chí lúc này đều là các tiêu chí lợi ích. Kết quả sẽ hoàn toàn giống với kết quả xếp hạng của phương pháp SAW.

Chúng tôi đề xuất thêm đánh giá tỉ lệ (%) chấp nhận giữa các phương án A_i khi sử dụng phương pháp MOORA thông qua các giá trị Q_i ($i = 1, 2, \dots, m$) ở bước thứ 4 như sau:

$$\text{Per}(A_i) = \frac{Q_i}{Q} \times 100(\%) \quad (14)$$

với mọi $i = 1, 2, \dots, m$

và $Q = Q_1 + Q_2 + \dots + Q_m$.

2.3. Phương pháp đánh giá trọng số dùng Entropy mờ

Trong vấn đề ra quyết định đa tiêu chí, các tiêu chí sẽ ảnh hưởng đến quyết định với trọng số khác nhau. Các trọng số này có thể do người ra quyết định lựa chọn. Khi đó, các trọng số này sẽ

chịu ảnh hưởng bởi tâm lý của người ra quyết định. Để tránh điều đó, có thể sử dụng các entropy mờ để tính trọng số cho từng tiêu chí. Entropy đo giá trị thông tin, trong vấn đề ra quyết định, thông tin càng nhiều (không rõ ràng) thì giá trị của nó có lợi cho quyết định càng yếu, tức là nó sẽ ít ảnh hưởng đến kết quả ra quyết định. Nếu như thuộc tính C_j ($j = 1, 2, \dots, n$) có mức độ nhiễu của thông tin cao thì giá trị entropy của nó sẽ cao, khi đó thuộc tính C_j ($j = 1, 2, \dots, n$) được đánh giá là ít có giá trị và sẽ có trọng số thấp hơn các thuộc tính khác. Trong bài báo này chúng tôi sử dụng một độ đo entropy mờ được đề xuất bởi Singh & Sharma vào năm 2019.

Định nghĩa 1 (Singh & Sharma, 2019): Giả sử $A = \{\mu_A(x_i) | x_i \in X\}$ là một tập mờ trên không gian nền $X = \{x_1, x_2, \dots, x_m\}$. Khi đó, entropy của tập mờ A xác định bởi công thức:

$$E(A) = \frac{1}{m} \sum_{i=1}^m 4\mu_A(x_i) - (1 - \mu_A(x_i)) \quad (15)$$

Áp dụng công thức entropy (14) để tính entropy của tiêu chí C_j ($j = 1, 2, \dots, n$) bằng cách coi mỗi tiêu chí C_j ($j = 1, 2, \dots, n$) là tập mờ trên không gian nền là tập các phương án $A = \{A_1, A_2, \dots, A_m\}$ trên ma trận được chuẩn hóa, tức là $C_j = \{C_j(A_i) = x_{ij} | A_i \in A\}$ ($j = 1, 2, \dots, n$).

Việc tính trọng số của các tiêu chí được thực hiện qua các bước sau:

Bước 1: Chuẩn hóa dữ liệu theo công thức (6).

Bước 2: Tính entropy của từng tiêu chí C_j ($j = 1, 2, \dots, n$) bởi công thức:

$$e_j = E(C_j) = \frac{4}{m} \sum_{i=1}^m x_{ij} (1 - x_{ij}) \quad (16)$$

Bước 3: Tính trọng số của từng tiêu chí C_j ($j = 1, 2, \dots, n$) bởi công thức:

$$w_j = \frac{1 - e_j}{n - \sum_{j=1}^n e_j} \quad (17)$$

3. CÁC TRƯỜNG HỢP NGHIÊN CỨU

Trong phần này chúng tôi ứng dụng hai phương pháp SAW và MOORA cho một số bài toán ra quyết định trong nông nghiệp như bài

toán lựa chọn các công thức trồng nấm, hay bài toán lựa chọn phân bón cho trồng cây ăn quả.

3.1. Ví dụ 1

Để trồng nấm sò vua, chúng ta thường sử dụng rơm, lõi ngô, mùn cưa, cám gạo, CaCO₃. Chúng được pha trộn theo tỷ lệ nhất định, chúng tôi coi mỗi công thức pha trộn là một phương án.

Công thức A₁: 40% rơm + 30% lõi ngô + 29% mùn cưa + 0% cám gạo + 1% CaCO₃

Công thức A₂: 40% rơm + 27% lõi ngô + 27% mùn cưa + 5% cám gạo + 1% CaCO₃

Công thức A₃: 40% rơm + 25% lõi ngô + 24% mùn cưa + 10% cám gạo + 1% CaCO₃

Công thức A₄: 40% rơm + 22% lõi ngô + 22% mùn cưa + 15% cám gạo + 1% CaCO₃

Công thức A₅: 40% rơm + 20% lõi ngô + 19% mùn cưa + 20% cám gạo + 1% CaCO₃

Công thức A₆: 40% rơm + 17% lõi ngô + 17% mùn cưa + 25% cám gạo + 1% CaCO₃

Đánh giá tác động của thành phần nguyên liệu thô ứng với các công thức khác nhau đối với sự tăng trưởng và năng suất của nấm sò vua. Chúng tôi xem xét các tiêu chí (C₁) đường kính của mũ nấm (mm), (C₂) đường kính của thân nấm (mm), (C₃) chiều dài của thân nấm (mm), (C₄) năng suất sinh học (%) và (C₅) tỷ lệ lây nhiễm (%). Trong đó, tiêu chí C₁, C₂, C₃ và C₄ là tiêu chí cho lợi ích và tiêu chí C₅ là tiêu chí không có lợi. Dữ liệu về tác động của thành phần nguyên liệu thô ứng với các công thức khác nhau đối với sự tăng trưởng và năng suất của nấm sò vua (Nguyen & cs., 2016) chỉ ra bảng 1.

3.1.1. Tính trọng số của các tiêu chí

Bước 1: Chuẩn hóa dữ liệu theo công thức (6), ta thu được kết quả như trong bảng 2.

Bước 2: Tính entropy của từng tiêu chí theo công thức (16) (Bảng 3).

Bước 3: Tính trọng số của từng tiêu chí theo công thức (17) (Bảng 3).

Bảng 1. Ảnh hưởng của công thức trộn đến kích thước quả thể, năng suất sinh học và tỷ lệ nhiễm của nấm sò vua

	C ₁	C ₂	C ₃	C ₄	C ₅
A ₁	27,7	20,1	96,5	33,5	6,6
A ₂	35,2	24,3	102,6	41,7	7,1
A ₃	40,4	27,9	120,1	46,8	8,3
A ₄	46,8	30,4	132,4	51,4	9,4
A ₅	50,4	32,6	146,2	59,4	9,9
A ₆	50,3	32,5	143,4	59,1	10,8

Bảng 2. Bảng giá trị của các x_{ij} trong ví dụ 1 để tính trọng số và dùng cho phương pháp MOORA

x _{ij}	C ₁	C ₂	C ₃	C ₄	C ₅
A1	0	0	0	0	0
A2	0,3304	0,3360	0,1227	0,3166	0,1190
A3	0,5595	0,6240	0,4748	0,5135	0,4048
A4	0,8414	0,8240	0,7223	0,6911	0,6667
A5	1	1	1	1	0,7857
A6	0,9956	0,9920	0,9437	0,9884	1

Bảng 3. Trọng số của các tiêu chí trong ví dụ 1

	C ₁	C ₂	C ₃	C ₄	C ₅
Entropy	0,4037	0,4071	0,4071	0,4608	0,4909
Trọng số	0,2106	0,2095	0,2095	0,1905	0,1799

Bảng 4. Ma trận được chuẩn hóa ở ví dụ 1

	C ₁	C ₂	C ₃	C ₄	C ₅
A ₁	0	0	0	0	1
A ₂	0,3304	0,3360	0,1227	0,3166	0,8810
A ₃	0,5595	0,6240	0,4748	0,5135	0,5952
A ₄	0,8414	0,8240	0,7223	0,6911	0,3333
A ₅	1	1	1	1	0,2143
A ₆	0,9956	0,9920	0,9437	0,9884	0

Bảng 5. Ma trận được chuẩn hóa kết hợp với trọng số trong mô hình SAW ở ví dụ 1

	C ₁	C ₂	C ₃	C ₄	C ₅
A ₁	0	0	0	0	0,1799
A ₂	0,0696	0,0704	0,0257	0,0603	0,1585
A ₃	0,1179	0,1307	0,0995	0,0978	0,1071
A ₄	0,1772	0,1726	0,1513	0,1317	0,6000
A ₅	0,2107	0,2095	0,2095	0,1905	0,0386
A ₆	0,2098	0,2078	0,1977	0,1883	0

Bảng 6. Các kết quả tính toán S_i và xếp hạng của ví dụ 1 theo mô hình SAW

	S _i	Tỷ lệ (%)	Xếp hạng
A ₁	0,1799	5,18	6
A ₂	0,3845	11,07	5
A ₃	0,5530	15,92	4
A ₄	0,6928	19,95	3
A ₅	0,8588	24,74	1
A ₆	0,8036	23,73	2

3.1.2. Sử dụng phương pháp SAW

Bước 1: Chuẩn hóa dữ liệu. Sử dụng công thức (6) cho các tiêu chí lợi ích C₁, C₂, C₃, C₄; sử dụng công thức (7) cho tiêu chí không có lợi ích (C₅) (Bảng 4).

Bước 2: Sử dụng công thức (1) để tính ma trận được chuẩn hóa kết hợp với trọng số (Bảng 5).

Bước 3: Tính các hệ số S_i của từng phương án A_i (i = 1, 2, ..., 6) theo công thức (2) (Bảng 6).

Trong phương pháp này, chúng tôi cũng thấy rằng A₅ là công thức tốt nhất với tỷ lệ 24,74 (%) trong tổng số 6 phương án. Nó cũng phù hợp với các kết quả thử nghiệm được thể hiện trong Nguyen & cs. (2016). Nhưng trong Nguyen & cs. (2016), các tác giả xếp hạng chủ yếu dựa trên bốn tiêu chí ban đầu chỉ là tiêu chí lợi ích, mà không xem xét tiêu chí phi lợi ích C₅. Trong nhiều trường hợp, tỷ lệ nhiễm bệnh có thể ảnh hưởng đến lợi nhuận cuối cùng của việc

trông nắm. Do đó, việc sử dụng mô hình ra quyết định của MOORA trong việc đánh giá lựa chọn tùy chọn có các thuộc tính xung đột là có ý nghĩa. Trong thử nghiệm, chúng tôi thấy rằng sự thay đổi tỷ lệ cám gạo giữa các công thức A_5 và A_6 cũng dẫn đến không có nhiều thay đổi trên hầu hết các chỉ số, trong mô hình này, trọng số tương ứng giữa A_5 và A_6 cũng chỉ là một sự khác biệt nhỏ khi chúng tôi xem xét các tiêu chí đó là mâu thuẫn.

3.1.3. Sử dụng phương pháp MOORA

Bây giờ, chúng tôi trình bày các bước của phương pháp đề xuất để đánh giá tác động của thành phần nguyên liệu thô ứng với các công thức khác nhau đối với sự tăng trưởng và năng suất của nấm sò vua.

Bước 1. Tính toán ma trận được chuẩn hóa $X = [x_{ij}]_{m \times n}$ bằng việc sử dụng công thức (6), kết quả ghi lại trong bảng 2.

Bước 2. Tính các ma trận ra quyết định sau khi đã chuẩn hóa với các trọng số W theo công thức 10 (Bảng 7).

Bước 3. Tính các giá trị P_i và R_i với $i = 1, 2, \dots, 6$, theo công thức (11), (12), kết quả ghi lại trong bảng 8.

Bước 4. Tính các giá trị Q_i với $i = 1, 2, \dots, 6$, theo công thức (13), kết quả ghi lại trong Bảng 8.

Bước 5. Xếp hạng các phương án, kết quả ghi lại trong bảng 8.

Kết quả này chỉ ra rằng công thức A_5 là lựa chọn tốt nhất với tỷ lệ chấp nhận chiếm 22,68% trong tổng số 6 phương án. Nó cũng phù hợp với các kết quả thử nghiệm được thể hiện trong Nguyen & cs. (2016).

Ở đây chúng tôi so sánh kết quả đạt được khi sử dụng phương pháp cải tiến với các phương pháp đã có trước đó như phương pháp MOORA1, COPRAS1 của Trần Trung Hiếu & cs. (2019); các phương pháp FMOORA (Fuzzy MOORA) và FMCDM (Fuzzy MCDM) của Hieu & Thao (2019), phương pháp thực nghiệm của Nguyen & cs. (2016). Kết quả so sánh (Bảng 17) chỉ ra rằng các kết quả xếp hạng sử dụng theo phương pháp đề xuất ở đây cũng cho kết quả xếp hạng trùng với các kết quả xếp hạng khi sử dụng các phương pháp trước đó. Điều này góp phần chứng tỏ ngoài ý nghĩa cải tiến hoàn chỉnh về mặt lí thuyết (khi xuất hiện dữ liệu âm) thì phương pháp đề xuất ở đây cũng áp dụng tốt với một số bài toán thực tế đã được kiểm chứng bằng thực nghiệm.

Bảng 7. Ma trận được chuẩn hóa kết hợp với trọng số ở bảng 3 trong ví dụ 1

	C_1	C_2	C_3	C_4	C_5
A_1	0	0	0	0	0
A_2	0,0696	0,0704	0,0257	0,0603	0,0214
A_3	0,1179	0,1307	0,0995	0,0978	0,0728
A_4	0,0586	0,0580	0,0186	0,0417	0,0143
A_5	0,2107	0,2095	0,2095	0,1905	0,1413
A_6	0,2098	0,2078	0,1977	0,1883	0,1799

Bảng 8. Các kết quả tính toán P_i, R_i, Q_i và xếp hạng của ví dụ 1 theo mô hình MOORA

	P_i	R_i	Q_i	Tỷ lệ (%)	Xếp hạng
A_1	0	0	0	11,50	6
A_2	0,2260	0,0214	0,2046	14,11	5
A_3	0,4459	0,0728	0,3731	16,71	4
A_4	0,1768	0,0143	0,1626	13,53	3
A_5	0,8202	0,1414	0,6789	22,68	1
A_6	0,8036	0,1799	0,6237	21,46	2

3.2. Ví dụ 2

Chọn phân bón tốt nhất là trách nhiệm đối với người trồng cây ăn quả. Trong ví dụ này chúng tôi xem xét các phương pháp SAW và MOORA cho bài toán ra quyết định đa tiêu chí là lựa chọn phân bón tốt nhất cho cây điều nước (water cashew fruit plants). Trong đó có 4 loại phân bón UREA,NPK, KCl, STP-46, có thể được xem xét lựa chọn để bón cho cây điều nước dựa trên các tiêu chí: Giá cả (C_1), kích thước cây (C_2), kích thước quả (C_3), hương vị (C_4) và số lượng quả (C_5). Giá trị được cho bởi thang điểm từ 1 đến 5, trong đó (1: Very Low; 2: Low; 3: Enough; 4: Hight; 5: Very Hight). Dữ liệu được lấy từ (Indahingwati & cs., 2018) và mô tả trong bảng 9.

3.2.1. Tính trọng số của các tiêu chí

Bước 1. Chuẩn hóa dữ liệu theo công thức (6), ta thu được kết quả ở bảng 10.

Bước 2. Tính entropy của từng tiêu chí theo công thức (16) (Bảng 11).

Bước 3. Tính trọng số của từng tiêu chí theo công thức (17) (Bảng 3).

3.2.2. Sử dụng phương pháp SAW

Bước 1: Chuẩn hóa dữ liệu. Sử dụng công thức (6) cho các tiêu chí lợi ích C_2, C_3, C_4, C_5 ; sử dụng công thức (7) cho tiêu chí không có lợi ích (C_1) (Bảng 12).

Bước 2: Sử dụng công thức (1) để tính ma trận được chuẩn hóa kết hợp với trọng số (Bảng 13).

Bước 3: Tính các hệ số S_i của từng phương án A_i ($i = 1, 2, \dots, 6$) theo công thức (2) (Bảng 14).

Trong phương pháp này, chúng tôi cũng thấy rằng A_2 (NPK) là phương án tốt nhất với tỷ lệ 59,04 (%) trong tổng số 4 phương án. Kết quả xếp hạng này cũng phù hợp với kết quả xếp hạng của Indahingwati & cs. (2018).

3.2.3. Sử dụng phương pháp MOORA

Bây giờ, chúng tôi trình bày các bước của phương pháp đề xuất để đánh giá tác động của thành phần nguyên liệu thô ứng với các công thức khác nhau đối với sự tăng trưởng và năng suất của nấm sò vua.

Bảng 9. Mối quan hệ giữa các công thức trộn nguyên liệu và các tiêu chí trong ví dụ 2

	C_1	C_2	C_3	C_4	C_5
UREA (A_1)	4	3	3	3	1
NPK (A_2)	2	5	5	5	5
KCl (A_3)	3	5	3	3	1
TSP-46 (A_4)	5	3	3	4	5

Bảng 10. Bảng giá trị của các x_{ij} trong ví dụ 2 để tính trọng số và dùng cho phương pháp MOORA

x_{ij}	C_1	C_2	C_3	C_4	C_5
A_1	0,6667	0	0	0	0
A_2	0	1	1	1	1
A_3	0,3333	1	0	0	0
A_4	1	0	0	0,5	1

Bảng 11. Trọng số của các tiêu chí trong ví dụ 2

	C_1	C_2	C_3	C_4	C_5
Entropy	0,3555	0	0	0,4	0
Trọng số	0,1518	0,2356	0,2356	0,1414	0,2356

Bước 1: Tính toán ma trận được chuẩn hóa $X = [x_{ij}]_{m \times n}$ bằng việc sử dụng công thức (6), kết quả ghi lại trong bảng 10.

Bước 2: Tính các ma trận ra quyết định sau khi đã chuẩn hóa với các trọng số W theo công thức 10 (Bảng 15).

Bước 3: Tính các giá trị P_i và R_i với $i = 1, 2, \dots, 6$ theo công thức (11), (12), kết quả ghi lại trong bảng 8.

Bước 4: Tính các giá trị Q_i với $i = 1, 2, \dots, 6$, theo công thức (13), kết quả ghi lại trong bảng 16.

Bước 5: Xếp hạng các phương án, kết quả ghi lại trong bảng 8.

Kết quả này chỉ ra rằng công thức A_2 là lựa

chọn tốt nhất với tỷ lệ chấp nhận chiếm 22,68% trong tổng số 4 phương án.

So sánh kết quả đạt được khi sử dụng phương pháp cải tiến với các phương pháp đã có trước đó như phương pháp MOORA1, COPRAS1 của Trần Trung Hiếu & cs. (2019); các phương pháp FMOORA (Fuzzy MOORA) và FMCDM (Fuzzy MCDM) của Hieu & Thao (2019), phương pháp TOPSIS và phương pháp FLM (Fuzzy Logic Method) của Indahingwati & cs. (2018). Kết quả so sánh (Bảng 18) chỉ ra rằng các kết quả xếp hạng sử dụng theo phương pháp đề xuất ở đây cũng cho kết quả xếp hạng trùng với các kết quả xếp hạng khi sử dụng các phương pháp trước đó. Tất cả các phương pháp này đều chỉ ra A_2 là lựa chọn tốt nhất.

Bảng 12. Ma trận được chuẩn hóa ở ví dụ 2

	C_1	C_2	C_3	C_4	C_5
A_1	0,3333	0	0	0	0
A_2	1	1	1	1	1
A_3	0,6667	1	0	0	0
A_4	0	0	0	0,5	1

Bảng 13. Ma trận được chuẩn hóa kết hợp với trọng số trong mô hình SAW ở ví dụ 2

	C_1	C_2	C_3	C_4	C_5
A_1	0,0506	0	0	0	0
A_2	0,1518	0,2356	0,2356	0,1414	0,2356
A_3	0,1012	0,2356	0	0	0
A_4	0	0	0	0,0707	0,2356

Bảng 14. Các kết quả tính toán S_i và xếp hạng của ví dụ 2 theo mô hình SAW

	S_i	Tỷ lệ %	Xếp hạng
A_1	0,0506	2,99	4
A_2	1	59,04	1
A_3	0,3368	19,89	2
A_4	0,3063	18,08	3

Bảng 15. Ma trận được chuẩn hóa kết hợp với trọng số ở bảng 3 trong ví dụ 2

	C_1	C_2	C_3	C_4	C_5
A_1	0,1012	0	0	0	0
A_2	0	0,1518	0,1518	0,1518	0,1518
A_3	0,0506	0,1518	0	0	0
A_4	0,1518	0	0	0,0759	0,1518

Bảng 16. Kết quả tính toán P_i , R_i , Q_i và xếp hạng của ví dụ 2 theo mô hình MOORA

	P_i	R_i	Q_i	Tỷ lệ %	Xếp hạng
A_1	0	0,1012	0,9038	18,35	4
A_2	0,6072	0	1,8353	37,27	1
A_3	0,1518	0,0506	1,1064	22,47	2
A_4	0,2277	0,1518	1,0789	21,91	3

Bảng 17. Kết quả xếp hạng của ví dụ 1 theo các phương pháp khác nhau

Phương án	SAW (cải tiến)	MOORA (cải tiến)	MOORA	COPRAS	FMOORA	FCOPRAS	TOPSIS	Thực nghiệm
A_1	6	6	6	6	6	6	6	6
A_2	5	5	5	5	5	5	5	5
A_3	4	4	4	4	4	4	4	4
A_4	3	3	3	3	3	3	3	3
A_5	1	1	1	1	1	1	1	1
A_6	2	2	2	2	2	2	2	2

Bảng 18. Kết quả xếp hạng của ví dụ 2 theo các phương pháp khác nhau

Phương án	SAW (cải tiến)	MOORA (cải tiến)	MOORA	COPRAS	FMOORA	FCOPRAS	TOPSIS	FLM
A_1	4	4	4	4	4	4	4	4
A_2	1	1	1	1	1	1	1	1
A_3	2	2	2	3	2	3	3	2
A_4	3	3	3	2	3	2	2	3

4. KẾT LUẬN

Trong bài nghiên cứu này, chúng tôi đã phân tích đánh giá các mô hình ra quyết định đa tiêu chí SAW và MOORA. Mỗi mô hình đều có ưu điểm và nhược điểm riêng. Với mô hình SAW, các bước tính toán đơn giản hơn mô hình MOORA. Mô hình SAW có thuận lợi là dễ tính toán và áp dụng được nếu như các tiêu chí trong mô hình chỉ có các tiêu chí lợi ích. Do đó, trong bước chuẩn hóa cần chú ý đến tiêu chí lợi ích và phi lợi ích. Các phương pháp cải tiến sự chuẩn hóa và áp dụng của mô hình SAW đã khắc phục được vấn đề này nếu dữ liệu là không âm. Mô hình MOORA có các bước tính toán phức tạp hơn mô hình SAW, nhưng khi chuẩn hóa chưa cần quan tâm đến các tiêu chí lợi ích hay phi lợi ích. Các tiêu chí này được xem xét ở bước đánh giá các giá trị ưu tiên (P và R). Với dữ liệu của

bài toán MCDM có giá trị âm, thì các kết quả chuẩn hóa sử dụng cho các mô hình này (trong các tài liệu trước đó) không đảm bảo các giá trị nằm trong [0,1] sau khi thực hiện các bước chuẩn hóa. Đây là điểm cần lưu ý khi áp dụng các mô hình SAW và MOORA để giải quyết các bài toán MCDM. Chúng tôi cũng phân tích các nhược điểm này ở các bước chuẩn hóa dữ liệu của các phương pháp SAW và MOORA, đồng thời đề xuất sử dụng các công thức chuẩn hóa để tránh được các hạn chế đó. Trong các ứng dụng, chúng tôi cũng đề xuất thêm các tỷ lệ chấp nhận cho các phương án lựa chọn, khi sử dụng các mô hình khác nhau. Đó chính là những đóng góp mới của bài báo này. Trong tương lai, chúng tôi cũng nghiên cứu phân tích các mô hình khác và ứng dụng chúng vào trong các bài toán ra quyết định đa tiêu chí trong thực tế, nhất là bài toán ứng dụng trong nông nghiệp.

LỜI CẢM ƠN

Để hoàn thành nghiên cứu này, các tác giả xin bày tỏ lòng biết ơn đến đề tài cấp Học viện Nông nghiệp Việt Nam, mã số T2020-10-48.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

- Bhowmik C., Gangwar S., Bhowmik S. & Ray A. (2018). Selection of Energy-Efficient Material: An Entropy-TOPSIS Approach. In *Soft Computing: Theories and Applications*. 584: 31-39.
- Brauers W.K.M. (2004). Optimization methods for a stakeholder society. A revolution in economic thinking by multi-objective optimization. Boston: Kluwer Academic Publishers.
- Chakraborty S. & Chatterjee P. (2013). Selection of materials using multi-criteria decision-making methods with minimum data. *Decision Science Letters*. 2(3): 135-148.
- Gadakh V.S., Shinde V.B., Khemnar N.S. & Kumar A. (2016). Application of MOORA Method for Friction Stir Welding Tool Material Selection. In *Techno-Societal 2016, International Conference on Advanced Technologies for Societal Applications*. pp. 845-854.
- Ginevicius R. & Podvezko V. (2007). Some problems of evaluating multicriteria decision methods. *International Journal of Management and Decision Making*. 8(5/6): 527-539.
- Hieu T.T. & Thao N.X. (2019). Fuzzy entropy based MOORA model for selecting material for mushroom in Viet Nam. *IJ. Information Engineering and Electronic Business*. 5: 1-10.
- Hwang C.L. & Yoon K. (1981). *Multiple Attribute Decision Making-Methods and Applications, A State of the Art Survey*. Springer Verlag, Berlin, Heidelberg, New York.
- Indahingwati A., Barid M., Wajdi N., Susilo D.E., Kurniasih N. & Rahim R. (2018). Comparison Analysis of TOPSIS and Fuzzy Logic Methods On Fertilizer Selection. *Int. J. Eng. Technol.* 7(2-3): 109-114.
- Jayakrishna K. & Vinodh S. (2017). Application of grey relational analysis for material and end of life strategy selection with multiple criteria. *International Journal of Materials Engineering Innovation*. 8(3-4): 250-272.
- Karande P. & Chakraborty S. (2012). Application of multi-objective optimization on the basis of ratio analysis (MOORA) method for materials selection. *Materials and Design*. 37: 317-324.
- Mayyas A., Omar M.A. & Hayajneh M.T. (2016). Eco-material selection using fuzzy TOPSIS method. *International Journal of Sustainable Engineering*. 9(5): 292-304.
- Nguyen T.B.T., Ngo X.N., Nguyen T.T., Tran D.A., Nguyen X.C., Nguyen V.G. & Tran T.D. (2016). Evaluating the Growth and Yield of King Oyster Mushroom (*Pleurotus eryngii* (DC.:Fr.) Qué) on Different Substrates. *Vietnam J. Agri. Sci.* 14(5): 816-823.
- Podvezko V. (2011). Comparative analysis of MCDA methods SAW and COPRAS. *Inginerinė ekonomika*. pp. 134-146.
- Singh S. & Sharma S. (2019). On Generalized Fuzzy Entropy and Fuzzy Divergence Measure with Applications. *International Journal of Fuzzy System Applications (IJFSA)*. 8(3): 47-69.
- Trần Trung Hiếu, Nguyễn Xuân Thảo, Phan Trọng Tiến & Lê Thị Minh Thùy (2019). Áp dụng mô hình MOORA và COPRAS để lựa chọn nguyên liệu trồng nấm. *Tạp chí Khoa học Nông nghiệp Việt Nam*. 17(4): 322-331.
- Zavadskas E.K., Kaklauskas A. & Sarka V. (1994). The new method of multicriteria complex proportional assessment of projects. *Technological and economic development of economy*. 1(3): 131-139.