

NGHIÊN CỨU ỨNG DỤNG MÔ HÌNH NHẬN DẠNG BIẾN MỜ XÁC ĐỊNH TRỌNG SỐ THÀNH PHẦN TÍNH DỄ BỊ TỔN THƯƠNG XÂM NHẬP MẶN MỘT SỐ XÃ VÙNG VEN BIỂN SÔNG MÃ

Lê Thị Thường, Trần Quốc Việt

Trường Đại học Tài Nguyên và Môi Trường Hà Nội

Tóm tắt

Trong những năm gần đây, vấn đề về rủi ro thiên tai, trong đó có tính dễ bị tổn thương được nhiều nhà khoa học quan tâm nghiên cứu theo hướng đánh giá định lượng bằng phương pháp chỉ số. Đồng thời vấn đề trọng số là một trong những yếu tố quan trọng để xác định mức độ quan trọng của các tiêu chí thành phần trong khi tính toán tính dễ bị tổn thương. Tuy nhiên đa phần các nghiên cứu thường chỉ áp dụng các phương pháp tính trọng số chủ quan hoặc trọng số khách quan. Trọng số chủ quan có hạn chế là phụ thuộc vào phán đoán và nhận thức chủ quan của người đánh giá, trong khi trọng số khách quan lại phụ thuộc nhiều vào dữ liệu của mẫu. Trọng số kết hợp được lồng ghép trong mô hình nhận dạng biến mờ, nhằm hạn chế các nhược điểm của hai phương pháp trên, làm cho kết quả đánh giá gần với thực tế hơn. Bài báo này tập trung nghiên cứu tính toán trọng số kết hợp giữa trọng số chủ quan (phương pháp AHP và phương pháp so sánh nhị phân) và trọng số khách quan (phương pháp Entropy và phương pháp biến mờ) dựa trên nguyên tắc thông tin nhận dạng tối thiểu. Từ đó áp dụng tính trọng số tính dễ bị tổn thương xâm nhập mặn tại một số xã vùng ven biển sông Mã. Kết quả tính toán tại các xã vùng ven biển sông Mã phản ánh rõ mức độ tổn thương trước thiên tai xâm nhập mặn, phù hợp với tình hình thực tế. Điều này chứng tỏ việc áp dụng trọng số kết hợp trong quá trình tính toán là hướng tiếp cận phù hợp.

Từ khóa: Mô hình nhận dạng biến mờ; Trọng số kết hợp; Tính dễ bị tổn thương; Xâm nhập mặn.

Abstract

Research on application of fuzzy variables identification patterns to determine the salinity intrusion vulnerability components in some communes in coastal areas of Ma river

In recent years, using index method for quantitative assessment of natural disaster risks, especially vulnerability has been applied by many scientists. Weighting of criteria is the key issue to determine the importance level of the component criteria in calculating vulnerability. However, most of studies usually apply subjective or objective weight calculation methods. The limited subjective weight is dependent on the assessor's judgment and subjective perception, while the objective weight is highly dependent on the pattern data. Combined weights are integrated in the fuzzy variables identification patterns, in order to limit the disadvantages of the two above methods, leading to higher the assessment results. This paper focuses on calculating the combination of subjective weights (AHP method and binary comparison method) and objective weights (Entropy method and fuzzy variables method) based on the

Nghiên cứu

principle of minimum identity message and then applying to weight for saline intrusion vulnerability in some communes along Ma river. The results showed that the coastal communes of Ma River clearly reflected saline intrusion vulnerability against disasters, consistent with actual situation. This proves that the application of combined weights in the calculation process is the appropriate approach.

Keywords: Fuzzy variables identification patterns; Combined weights; Vulnerability; Saline intrusion.

1. Mở đầu

Trong điều kiện ảnh hưởng của biến đổi khí hậu hiện nay, vấn đề về rủi ro thiên tai được các nhà khoa học quan tâm nghiên cứu, trong đó rủi ro xâm nhập mặn luôn là vấn đề trọng tâm trong công tác phòng chống thiên tai đối với những vùng tiếp giáp với biển. Tính dễ bị tổn thương là một trong những thành phần chiếm tỷ trọng lớn biểu thị mức độ rủi ro thiên tai. Các phương pháp để tính toán trọng số các thành phần của tính dễ bị tổn thương phần lớn chủ yếu tập trung vào việc sử dụng trọng số chủ quan hoặc trọng số khách quan. Các nghiên cứu đã bước đầu đáp ứng được một phần yêu cầu của việc tính toán trọng số trong việc đánh giá tính dễ bị tổn thương. Tuy nhiên, việc áp dụng chỉ riêng cách tính trọng số chủ quan hay trọng số khách quan vẫn còn những tồn tại nhất định như: trọng số chủ quan phụ thuộc vào nhận thức chủ quan, phán đoán và kinh nghiệm của con người còn trọng số khách quan lại phụ thuộc vào dữ liệu của mẫu. Nếu dữ liệu mẫu thay đổi thì trọng số khách quan cũng thay đổi theo. Chính vì vậy cần có mô hình tính toán kết hợp để khắc phục được nhược điểm của cách tính trọng số khách quan hay trọng số chủ quan. Mô hình nhận dạng biến mờ tính toán cân nhắc đến việc kết hợp cả trọng số chủ quan và trọng số khách quan nhằm giảm thiểu sai số để kết quả đánh giá có thể gần với thực tế nhất. Do đó bài báo này với mục tiêu đưa ra cơ sở

lý thuyết của mô hình nhận dạng biến mờ, các bước tính toán để xác định trọng số kết hợp. Từ đó ứng dụng thử nghiệm vào tính toán trọng số tính dễ bị tổn thương hạn - mặn tại một số xã vùng ven biển sông Mã.

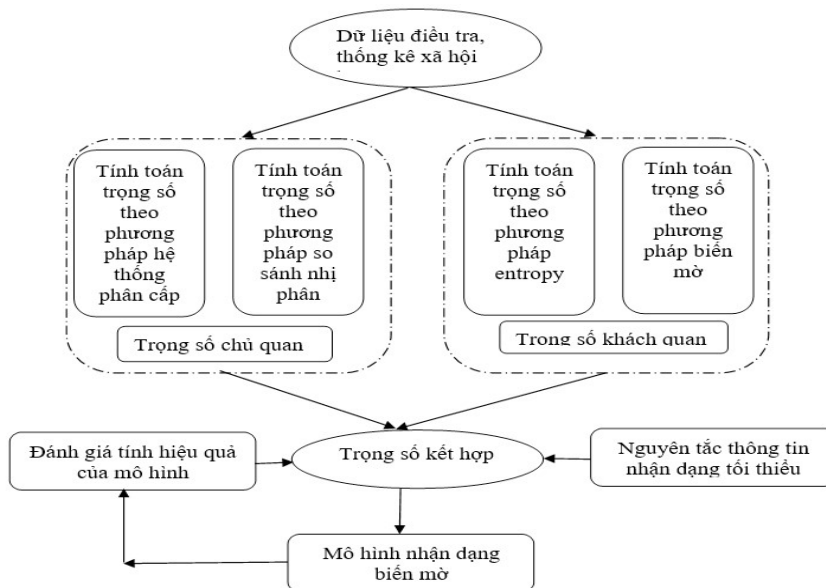
2. Giới thiệu vùng nghiên cứu

Vùng đồng bằng sông Mã nhỏ, hẹp chạy dọc ven biển bị ảnh hưởng của thủy triều, mặn xâm nhập sâu vào nội đồng nhất là về mùa cạn. Chính vì vậy hệ thống kinh tế - xã hội vùng này rất dễ bị tổn thương trước thiên tai xâm nhập mặn. Đặc biệt một số xã ven biển đã và đang bị ảnh hưởng nặng nề bởi xâm nhập mặn đến các hoạt động sản xuất nông nghiệp như các xã: Đa Lộc, Hải Lộc (Hậu Lộc); Hoàng Phụ, Hoàng Hải (Hoàng Hóa); Nga Thủy, Nga Bạch (Nga Sơn). Đây là những vùng có mức độ phơi lộ cao trước thiên tai xâm nhập mặn. Do vậy, phạm vi áp dụng tính toán sẽ là các xã bị nhiễm mặn điển hình. Tính dễ bị tổn thương có rất nhiều định nghĩa, tuy nhiên trong bài báo này, tác giả sử dụng dựa trên quan điểm của IPCC, UNESCO-IHE: *“Tính dễ bị tổn thương là mức độ mà ở đó một hệ thống dễ bị ảnh hưởng và khó có thể chống chịu với các tác động tiêu cực của thiên tai. Nó được xác định trong điều kiện tự nhiên, kinh tế - xã hội và môi trường thông qua độ phơi nhiễm, tính nhạy và khả năng chống chịu trước nguy cơ xảy ra thiên tai”*.

3. Phương pháp tính toán và cơ sở lý thuyết

Nghiên cứu tiến hành so sánh các kết quả đánh giá trọng số chủ quan (phương pháp phân tích thứ bậc (Analytic Hierachy Process - AHP) và phương pháp so sánh nhị phân) và trọng số khách quan (phương pháp entropy và phương pháp biến mờ),

kết hợp trọng số chủ quan và trọng số khách quan sử dụng nguyên tắc xác định tối thiểu. Sau đó đưa trọng số vào mô hình nhận dạng biến mờ và xác minh tính hiệu quả của mô hình thông qua việc tính toán trọng số tính để bị tổn thương tại một số xã ven biển sông Mã (Hình 1)



Hình 1: Sơ đồ nghiên cứu của bài toán

3.1. Phương pháp tính toán trọng số chủ quan

3.1.1. Phương pháp hệ thống phân cấp (AHP)

Phương pháp tính trọng số AHP [1] được Thomas L, Saaty đề xuất (1980) được dùng như một công cụ để phân tích quyết định với nhiều tiêu chí. Nó là một cấu trúc mô hình hóa với các quyết định chủ quan, gồm: mục tiêu tổng quát, các nhóm tùy chọn/lựa chọn thay thế để đạt được mục tiêu và nhóm các yếu tố hoặc các tiêu chuẩn có liên quan đến lựa chọn/thay thế ấy. Sử dụng AHP với mục đích định lượng các ưu tiên và chất lượng giữa các thành phần cũng như các chỉ số, So sánh cặp của một tập các tiêu chí được sử dụng để xác định trọng số của các thành

phần. Quá trình thực hiện tính trọng số theo phương pháp AHP bao gồm 6 bước:

- (1) Phân chia một tình huống/bài toán thành các chỉ tiêu thành phần nhỏ
- (2) Xây dựng cây phân cấp AHP
- (3) Gán trị số cho những so sánh chủ quan về mức độ quan trọng của các chỉ tiêu trong việc ra quyết định
- (4) Tính toán trọng số các chỉ tiêu
- (5) Kiểm tra tỉ số nhất quán
- (6) Tổng hợp kết quả đưa ra đánh giá cuối cùng,

Để tính toán trọng số cho các chỉ tiêu, AHP có thể sử dụng các phương pháp khác nhau, tuy nhiên được sử dụng rộng rãi nhất là Lambda Max (λ_{max}) [1].

Nghiên cứu

Kiểm tra tính nhất quán: Theo Saaty, ta có thể sử dụng tỷ số nhất quán của dữ liệu (Consistency Ratio - CR). Tỷ số này so sánh mức độ nhất quán với tính khách quan (ngẫu nhiên) của dữ liệu:

$CR = \frac{CI}{RI}$	CI: Chỉ số nhất quán (Consistency Index) RI: Chỉ số ngẫu nhiên (Random Index)
$CI = \frac{\lambda_{max} - n}{n - 1}$	n: số chỉ tiêu

Đối với mỗi một ma trận so sánh cấp n, Saaty [1] đã thử nghiệm tạo ra các ma trận ngẫu nhiên và tính ra chỉ số RI (chỉ số ngẫu nhiên) tương ứng với các cấp ma trận như Bảng 1

Bảng 1. Chỉ số ngẫu nhiên RI

n	1	2	3	4	5
RI	0	0	0,52	0,90	1,12
n	6	7	8	9	10
RI	1,24	1,32	1,41	1,45	1,49

Nếu giá trị tỷ số nhất quán $CR < 10\%$ là chấp nhận được, nếu lớn hơn đòi hỏi người ra quyết định thu giảm sự không đồng nhất bằng cách thay đổi giá trị mức độ quan trọng giữa các cặp chỉ tiêu.

Tổng hợp kết quả: Sau khi đã tính toán được trọng số của các chỉ tiêu cũng như của các phương án đối với từng chỉ tiêu, các giá trị trên sẽ được tổng hợp lại để thu được chỉ số thích hợp của từng phương án theo công thức sau:

$$W_i^s = \sum_{j=1}^m w_{ij}^s * w_j^a \quad (i=1,2, \dots, n) \quad (3-1)$$

Trong đó: w_{ij}^s : trọng số của phương án i tương ứng với chỉ tiêu j.

w_j^a : trọng số của chỉ tiêu j;

n: số các phương án; m: số các chỉ tiêu.

3.1.2. Phương pháp so sánh nhị phân

Trong một tập hợp các phương án: $D=\{d_p, d_2, \dots, d_k, d_n\}$ với các mục tiêu

tương ứng với từng phương án là: $O=\{O_p, O_2, \dots, O_k, O_p, O_m\}$ và vector trọng số của các mục tiêu lần lượt: $\omega=\{\omega_p, \omega_2, \dots, \omega_k, \omega_p, \omega_m\}$. Để đánh giá về mức độ quan trọng của các mục tiêu trong từng phương án, tiến hành thực hiện một so sánh nhị phân giữa O_k và O_L với giả thiết: $O_1 > O_2 > \dots > O_k > O_1 > O_m$ ($k=1, 2, \dots, m; l = 1, 2, \dots, m$). Gọi β_{kl} là hệ số thể hiện mức độ quan trọng tương đối giữa các mục tiêu kề cận O_k và O_L . Khi đó áp dụng phương pháp so sánh nhị phân theo các bước sau:

Bước 1: Nếu O_k quan trọng hơn O_L thì khi đó: $0,5 \leq \beta_{kl} \leq 1$

Bước 2: Nếu O_L quan trọng hơn O_k thì khi đó: $0 \leq \beta_{kl} \leq 0,5$ và $\beta_{kl} = 1 - \beta_{lk}$

Bước 3: Nếu O_k quan trọng như O_L thì khi đó: $\beta_{kl} = 0,5$

Bước 4: Xác định trọng số của các mục tiêu theo công thức:

$$\omega_k = 2 \frac{\sum_{l=1}^m \beta_{kl}}{m(m-1)} \quad (k, l = 1, 2, \dots, m; k \neq l) \quad (3-2)$$

3.2. Phương pháp tính toán trọng số khách quan

3.2.1. Phương pháp Entropy

Phương pháp này mô tả mức độ rời rạc của dữ liệu mẫu, mức độ rời rạc càng lớn thì càng ảnh hưởng đến kết quả đánh giá dữ liệu mẫu. Các bước tính toán trọng số theo phương pháp Entropy được thực hiện như sau:

Bước 1: Chuẩn hóa dữ liệu ban đầu

Bước 2: Xác định chỉ số entropy theo công thức:

$$h_j = -k \sum_i^m f_{ij} \ln(f_{ij}) \quad (3-3)$$

Bước 3: Tính trọng số entropy:

$$w_j = \frac{d_j}{\sum_{j=1}^n d_j}; \quad 0 < w_j < 1, \sum_{j=1}^n w_j = 1 \quad (3-4)$$

3.2.2. Phương pháp biến mờ

Bước 1: Xác định mức độ sai số giữa các lần lặp là ε

Bước 2: Đặt vector trọng số ban đầu (coi như đều ở trạng thái bình đẳng, không có sự nhân mạnh):

$$w^0 = (w_1^0, w_2^0, \dots, w_n^0), \sum_{i=1}^n w_i^0 = 1$$

Bước 3: Đặt w^0 vào phương trình:

$$u_{hj} = \frac{1}{\sum_{k=1}^c \frac{\sum_{i=1}^m [w_i(r_{ij} - s_h)]^p}{\sum_{i=1}^m [w_i(r_{ij} - s_k)]^p}} \quad (3-5)$$

và xác định được ma trận ban đầu u_{hj}^0

Bước 4: Đặt ma trận (u_{hj}^0) vào phương trình:

$$w_i = \frac{1}{\sum_{l=1}^m \frac{\sum_{j=1}^n \sum_{h=1}^c [u_{hj}(r_{ij} - s_h)]^p}{\sum_{j=1}^n \sum_{h=1}^c [u_{hj}(r_{ij} - s_h)]^p}} \quad (3-6)$$

để xác định w^1 . Sau đó so sánh w^1 và w^0 , nếu $\max |w_i^1 - w_i^0| \leq \varepsilon$ thì kết thúc quá trình tính toán và w^1 chính là vector trọng số cần tìm. Nếu không thỏa mãn, cần tiếp tục các lần lặp khác.

3.3. Mô hình tính toán trọng số kết hợp [2].

Bước 1: Giả sử vector trọng số chủ quan được tính bằng phương pháp entropy là w_1 , vector trọng số được tính bằng phương pháp biến mờ là: w_1' , vector trọng số khách quan bởi AHP là w_2 , vector trọng số khách quan được tính bằng phương pháp so sánh nhị phân là w_2' và vector trọng số kết hợp là w .

Bước 2: Sử dụng nguyên tắc nhận dạng tối thiểu xác định được trọng số kết hợp (w) theo phương trình:

$$w_i = \frac{[w_1(i).w_2(i)]^{0.5}}{\sum_{i=1}^m [w_1(i).w_2(i)]^{0.5}} \quad (3-7)$$

Bước 3: Đặt vector trọng số w_i vào phương trình

$$V_A(u_h') = \frac{1}{1 + \left\{ \frac{\sum_{i=1}^m [w_i(1 - u_A(u)_{ih})]^p}{\sum_{i=1}^m [w_i.u_A(u)_{ih}]^p} \right\}^{\frac{\alpha}{\beta}}} \quad (3-8)$$

để tính mức độ tương đối của thành phần: $V_A(u_h')$ ở tất cả các lớp. Sau đó đánh giá giá trị đặc trưng của các lớp thông qua phương trình: $H = (1, 2, \dots, c) * V_A(u_h')$ (3-9). Trong đó: c là số lớp đánh giá.

Bước 4: Thay đổi các hệ số α, β : ($\alpha = 1, \beta = 1$), ($\alpha = 1, \beta = 2$), ($\alpha = 2, \beta = 1$) và ($\alpha = 2, \beta = 2$) để đánh giá mức độ ổn định của mô hình. Nếu các phương án kết hợp trên cho kết quả ổn định, sai khác không lớn thì giá trị trọng số $w(i)$ là trọng số cần tìm.

4. Tính toán trọng số tính dễ bị tổn thương xâm nhập mặn

4.1. Các bước tính toán trọng số tính dễ bị tổn thương

Nghiên cứu lựa chọn các xã chịu ảnh hưởng nhiều của thiên tai xâm nhập mặn thuộc các huyện: Nga Sơn (Nga Thủy, Nga Bạch), Hậu Lộc (Đa Lộc, Hải Lộc), Hoàng Hóa (Hoàng Phụ, Hoàng Hải) và Quảng Xương (Quảng Thái, Quảng Hải). Quá trình tính toán trọng số thành phần tính dễ bị tổn thương tại các xã vùng ven biển sông Mã như sau:

Bước 1: Xác định các thành phần của tính dễ bị tổn thương. Trên cơ sở nghiên cứu đặc điểm khu vực nghiên cứu và khả năng

Nghiên cứu

nguồn số liệu, trong nghiên cứu này sẽ sử dụng phương pháp đánh giá tính dễ bị tổn thương thông qua bộ chỉ số. Với cách tiếp cận về tính dễ bị tổn thương đã nêu tại mục 2, chỉ số này được xem như là hàm số của các tiêu chí độ phơi nhiễm, tính nhạy và khả năng chống chịu theo công thức sau:

$$V = f(E, S, A) \quad (4-1)$$

Trong đó: V- chỉ số dễ bị tổn thương xâm nhập mặn (Vulnerability); E - Độ phơi nhiễm (Exposure); S - Tính nhạy cảm (Sensitivity) và A - Khả năng thích ứng (Adaptive Capacity).

Theo những phân tích đã chỉ ra trong các nghiên cứu [3, 4], bài báo sẽ sử dụng công thức cộng để xác định chỉ số dễ bị tổn thương xâm nhập mặn, trong đó sẽ sử dụng trọng số để xác định mức độ quan trọng của các chỉ số thành phần và chỉ số phụ. Cụ thể như sau:

$$V_j = E_j \times w_E + S_j \times w_S - A_j \times w_A \quad (4-2)$$

V_j : chỉ số tổn thương hạn - mặn; E_j : giá trị tiêu chí độ phơi nhiễm; S_j : giá trị tiêu chí tính nhạy; A_j : giá trị tiêu chí khả năng chống chịu; w_E ; w_S ; w_A - trọng số của 3 tiêu chí (tổng giá trị của 3 tiêu chí bằng 1),

- *Độ phơi nhiễm (E):*

$$E_j = E_{1j} * w_{E1j} + E_{2j} * w_{E2j} + E_{3j} * w_{E3j} \quad (4-3)$$

Trong đó: E_{1j} , E_{2j} : Các giá trị đặc trưng của mặn được đưa vào tính toán: nồng độ mặn, vị trí nhiễm mặn. Các giá trị của các đặc trưng này xác định bằng kết quả mô phỏng mô hình thủy lực; E_{3j} : Giá trị chỉ số hiện trạng sử dụng đất lấy theo bản đồ sử dụng đất hiện trạng, được phân gán giá trị từ 1 đến 5 tương ứng với mức độ dễ bị tổn thương do xâm nhập mặn.

- *Tính nhạy cảm (S):*

$$S_j = S_{skj} * w_{S.skj} + S_{csj} * w_{S.csj} + S_{mtj} * w_{S.mtj} \quad (4-4)$$

Trong đó: + S_j : tham số tính nhạy xã j, + S_{skj} ; S_{csj} ; S_{mtj} : lần lượt là giá trị các chỉ số thành phần: sinh kế, cơ sở hạ tầng, môi trường xã j.

+ $w_{S.skj}$; $w_{S.csj}$; $w_{S.mtj}$: lần lượt là trọng số của 3 thành phần

- *Khả năng chống chịu (A):*

$$A_j = A_{dkj} \times w_{A.dkj} + A_{knj} \times w_{A.knj} + A_{htj} \times w_{A.htj} + A_{phj} \times w_{A.phj} \quad (4-5)$$

Trong đó: + A_j : giá trị tiêu chí khả năng chống chịu xã j.

+ A_{dkj} ; A_{knj} ; A_{htj} ; A_{phj} : lần lượt là giá trị các chỉ số thành phần điều kiện chống chịu, kinh nghiệm, sự hỗ trợ và khả năng phục hồi.

+ $w_{A.dkj}$; $w_{A.knj}$; $w_{A.htj}$; $w_{A.phj}$: lần lượt là trọng số của 4 thành phần.

Bước 2: Chuẩn hóa dữ liệu: Các dữ liệu của từng nhóm tiêu chí được thực hiện bằng các phương pháp khác nhau. Tiêu chí phụ: nồng độ và vị trí nhiễm mặn thu được từ kết quả mô phỏng xâm nhập mặn vùng hạ lưu sông Mã [5]; các tiêu chí phụ của tính nhạy và khả năng chống chịu (điều kiện, kinh nghiệm, khả năng phục hồi,...) được thu thập từ kết quả thống kê theo phương pháp điều tra xã hội học, thông qua hình thức ghi âm, ghi hình, phỏng vấn và niên giám thống kê các huyện (2019). Dữ liệu sau khi thu thập sẽ được chuẩn hóa theo các công thức:

+ Hàm quan hệ thuận với tính dễ bị tổn thương và chuẩn hóa theo công thức [6]:

$$r_{ij} = [R_{ij} - \min\{R_{ij}\}] / [\max\{R_{ij}\} - \min\{R_{ij}\}] \quad (4-6)$$

+ Hàm quan hệ nghịch với tính dễ bị tổn thương và chuẩn hóa theo công thức [6]:

$$r_{ij} = [\max\{R_{ij}\} - R_{ij}] / [\max\{R_{ij}\} - \min\{R_{ij}\}] \quad (4-7)$$

Trong đó: r_{ij} - giá trị điểm thứ j thuộc biến thứ i đã chuẩn hóa; R_{ij} - giá trị điểm thứ j thuộc biến thứ i chưa chuẩn hóa; $\max\{R_{ij}\}$ - giá trị lớn nhất thuộc biến thứ i chưa chuẩn hóa; $\min\{R_{ij}\}$ - giá trị nhỏ nhất thuộc biến thứ i chưa chuẩn hóa. Các giá trị của các biến sau khi được chuẩn hóa sẽ nằm trong khoảng từ 0 - 1.

Bước 3: Tính trọng số các tiêu chí thành phần và tiêu chí phụ: Các dữ liệu sau khi được chuẩn hóa sẽ được tính toán theo các phương pháp trọng số chủ quan: phương pháp hệ thống phân cấp (AHP), phương pháp so sánh nhị phân; trọng số khách quan (phương pháp entropy, phương pháp biến mờ),

Bước 4: Xác định mô hình trọng số

kết hợp: Các trọng số chủ quan và khách quan sau khi được xác định ở bước 3, tiến hành đưa vào mô hình nhận dạng biến mờ theo nguyên tắc nhận dạng thông tin tối thiểu, xác định được trọng số kết hợp tương ứng.

Bước 5: Kiểm tra tính ổn định của mô hình: Tiến hành thay đổi các thông số của mô hình α, β và tính mức độ tương đối của thành phần: $V_A(u_h')$ ở tất cả các lớp.

4.2. Kết quả tính toán theo phương pháp trọng số chủ quan

Dựa trên các bước tính trọng số đã trình bày ở mục 4.1, nghiên cứu tính toán được các trọng số thành phần tương ứng với mỗi nhóm tiêu chí tương ứng với từng phương pháp như bảng sau:

Bảng 2. Trọng số thành phần theo phương pháp AHP

Độ phơi nhiễm (E)	E_1	E_2	E_3	
	0,539	0,297	0,164	
Tính nhạy (S)	S_1	S_2	S_3	
	0,623	0,239	0,137	
Khả năng chống chịu (A)	A_1	A_2	A_2	A_4
	0,466	0,277	0,161	0,096
Tính dễ bị tổn thương (V)	E	S	A	
	0,590	0,162	0,248	

Bảng 3. Trọng số thành phần theo phương pháp so sánh nhị phân

Độ phơi nhiễm (E)	E_1	E_2	E_3	
	0,532	0,193	0,275	
Tính nhạy (S)	S_1	S_2	S_3	
	0,563	0,217	0,220	
Khả năng chống chịu (A)	A_1	A_2	A_2	A_4
	0,295	0,355	0,185	0,165
Tính dễ bị tổn thương (V)	E	S	A	
	0,516	0,183	0,301	

4.3. Kết quả tính toán theo phương pháp trọng số khách quan

Dựa trên các bước tính trọng số đã trình bày ở trên, nghiên cứu tính toán được các trọng số thành phần tương ứng với mỗi nhóm tiêu chí tương ứng với từng phương pháp như bảng sau:

Nghiên cứu

Bảng 4. Trọng số thành phần theo phương pháp Entropy

Độ phơi nhiễm (E)	E ₁	E ₂	E ₃	
	0,660	0,133	0,207	
Tính nhạy (S)	S ₁	S ₂	S ₃	
	0,382	0,191	0,427	
Khả năng chống chịu (A)	A ₁	A ₂	A ₂	A ₄
	0,180	0,153	0,312	0,385
Tính dễ bị tổn thương (V)	E	S	A	
	0,359	0,456	0,185	

Bảng 5. Trọng số thành phần theo phương pháp Biến mờ

Độ phơi nhiễm (E)	E ₁	E ₂	E ₃	
	0,638	0,243	0,119	
Tính nhạy (S)	S ₁	S ₂	S ₃	
	0,420	0,317	0,257	
Khả năng chống chịu (A)	A ₁	A ₂	A ₂	A ₄
	0,216	0,153	0,422	0,209
Tính dễ bị tổn thương (V)	E	S	A	
	0,427	0,384	0,189	

4.4. Kết quả tính toán trọng số kết hợp

Dựa trên các bước tính trọng số đã trình bày ở trên, nghiên cứu tính toán được các trọng số thành phần tương ứng với mỗi nhóm tiêu chí tương ứng với từng phương pháp như Bảng 6:

Bảng 6. Trọng số kết hợp theo mô hình nhận dạng biến mờ

Tiêu chí thành phần	Loại trọng số	Phương pháp AHP	Phương pháp so sánh nhị phân
Độ phơi nhiễm	Phương pháp Entropy	(0,610; 0,201; 0,190)	(0,596; 0,161; 0,244)
	Phương pháp biến mờ	(0,590; 0,270; 0,140)	(0,593; 0,222; 0,185)
Tính nhạy	Phương pháp Entropy	(0,517; 0,226; 0,256)	(0,476; 0,209; 0,315)
	Phương pháp biến mờ	(0,525; 0,282; 0,193)	(0,493; 0,266; 0,241)
Khả năng chống chịu	Phương pháp Entropy	(0,318; 0,226; 0,246; 0,211)	(0,241; 0,244; 0,251; 0,264)
	Phương pháp biến mờ	(0,343; 0,222; 0,282; 0,153)	(0,266; 0,245; 0,294; 0,195)
Tính dễ bị tổn thương	Phương pháp Entropy	(0,486; 0,289; 0,226)	(0,450; 0,305; 0,245)
	Phương pháp biến mờ	(0,519; 0,256; 0,225)	(0,482; 0,272; 0,245)

Sau khi tính toán các trọng số kết hợp của các tiêu chí thành phần, đặt các trọng số vào công thức (3-8) tiến hành thay đổi các thông số của mô hình và tính toán mức độ tương đối của các trọng số theo phương trình (3-9), kết quả như Bảng 7 cho thấy: quá trình thay đổi các thông số của mô hình nhưng giá trị về mức độ tương đối thay đổi không nhiều, kết quả đều thống nhất, thể hiện sự ổn định của mô hình nhận dạng biến mờ. Điều này chứng tỏ, các trọng số đã tính toán theo mô hình nhận dạng biến mờ đạt yêu cầu.

Bảng 7. Kết quả đánh giá về giá trị đặc trưng của các lớp tại một số xã vùng nghiên cứu

Giá trị thông số	Đa Lộc	Hải Lộc	Hoàng Phụ	Hoàng Hải	Quảng Thái	Quảng Hải	Nga Thủy	Nga Bạch
$\alpha = 1; \beta = 1$	3,877	3,789	3,862	3,293	3,742	3,332	3,869	3,472
$\alpha = 1; \beta = 2$	3,967	3,753	3,742	3,156	3,786	3,122	3,857	3,362
$\alpha = 2; \beta = 1$	3,857	3,849	3,857	3,368	3,694	3,237	3,764	3,442
$\alpha = 2; \beta = 2$	3,794	3,859	3,843	3,245	3,713	3,345	3,913	3,437
Đánh giá TB	3,874	3,813	3,826	3,266	3,734	3,259	3,851	3,428

5. Phân tích, đánh giá và lựa chọn kết quả

Từ kết quả tính toán các trọng số theo các phương pháp khác nhau (mục 4.2, 4.3 và 4.4) cho thấy: kết quả tính bằng phương pháp trọng số chủ quan cho giá trị thiên lớn so với trọng số kết hợp và phương pháp trọng số khách quan lại cho kết quả thiên nhỏ. Do vậy, nghiên cứu sử dụng kết quả tính trọng số kết hợp để tiến hành tính toán giá trị các tiêu chí thành phần tính dễ bị tổn thương xâm nhập mặn tại các xã ven biển sông Mã được kết quả như Bảng 8 đến Bảng 11.

Bảng 8. Giá trị độ phơi nhiễm tại các xã tính theo trọng số kết hợp

STT	Xã	Tiêu chí phụ			AHP & Entropy	AHP & Biến mờ	Nhị phân & Entropy	Nhị phân & biến mờ
		E1	E2	E3				
1	Đa Lộc	0,64	0,57	0,83	0,66	0,65	0,68	0,66
2	Hải Lộc	0,65	0,46	0,56	0,59	0,59	0,60	0,59
3	Hoàng Phụ	0,54	0,49	0,68	0,56	0,55	0,57	0,55
4	Hoàng Hải	0,32	0,5	0,83	0,45	0,44	0,47	0,45
5	Quảng Thái	0,39	0,38	0,63	0,43	0,42	0,45	0,43
6	Quảng Hải	0,4	0,45	0,87	0,50	0,48	0,52	0,50
7	Nga Thủy	0,39	0,64	0,84	0,53	0,52	0,54	0,53
8	Nga Bạch	0,54	0,5	0,66	0,55	0,55	0,56	0,55

Bảng 9. Giá trị tính nhạy tại các xã tính theo trọng số kết hợp

STT	Xã	Tiêu chí phụ			AHP & Entropy	AHP & Biến mờ	Nhị phân & Entropy	Nhị phân & biến mờ
		S1	S2	S3				
1	Đa Lộc	0,51	0,53	0,55	0,52	0,52	0,53	0,52
2	Hải Lộc	0,50	0,58	0,58	0,54	0,54	0,54	0,54
3	Hoàng Phụ	0,59	0,63	0,58	0,60	0,60	0,60	0,60
4	Hoàng Hải	0,45	0,48	0,4	0,44	0,45	0,44	0,45
5	Quảng Thái	0,53	0,6	0,54	0,55	0,55	0,55	0,55
6	Quảng Hải	0,43	0,44	0,39	0,42	0,43	0,42	0,42
7	Nga Thủy	0,55	0,55	0,50	0,54	0,54	0,53	0,54
8	Nga Bạch	0,45	0,38	0,43	0,43	0,43	0,43	0,43

Bảng 10. Giá trị khả năng chống chịu tại các xã tính theo trọng số kết hợp

STT	Xã	Tiêu chí phụ				AHP & Entropy	AHP & Biến mờ	Nhị phân & Entropy	Nhị phân & biến mờ
		A1	A2	A3	A4				
1	Đa Lộc	0,53	0,58	0,52	0,6	0,64	0,55	0,56	0,55
2	Hải Lộc	0,54	0,51	0,54	0,55	0,63	0,53	0,54	0,53
3	Hoàng Phụ	0,53	0,5	0,61	0,55	0,64	0,55	0,55	0,55

Nghiên cứu

4	Hoàng Hải	0,41	0,44	0,47	0,45	0,56	0,44	0,44	0,44
5	Quảng Thái	0,54	0,52	0,64	0,6	0,66	0,57	0,58	0,58
6	Quảng Hải	0,44	0,41	0,47	0,48	0,56	0,45	0,45	0,45
7	Nga Thủy	0,51	0,52	0,57	0,58	0,63	0,54	0,55	0,54
8	Nga Bạch	0,46	0,45	0,48	0,43	0,58	0,46	0,45	0,46

Bảng 11. Giá trị tính dễ bị tổn thương xâm nhập mặn cho các xã tính theo trọng số kết hợp

STT	Xã	Tiêu chí thành phần			AHP & Entropy	AHP & Biến mờ	Nhị phân & Entropy	Nhị phân & biến mờ
		E	S	A				
1	Đa Lộc	0,66	0,52	0,57	0,60	0,61	0,60	0,60
2	Hải Lộc	0,59	0,54	0,56	0,57	0,57	0,57	0,57
3	Hoàng Phụ	0,56	0,60	0,57	0,57	0,57	0,57	0,57
4	Hoàng Hải	0,46	0,44	0,47	0,46	0,46	0,46	0,46
5	Quảng Thái	0,43	0,55	0,60	0,50	0,50	0,51	0,50
6	Quảng Hải	0,50	0,42	0,48	0,47	0,48	0,47	0,47
7	Nga Thủy	0,53	0,54	0,56	0,54	0,54	0,54	0,54
8	Nga Bạch	0,55	0,43	0,49	0,50	0,51	0,50	0,50

Nhận xét: Bài báo này sử dụng các phương pháp truyền thống của việc xác định trọng số chủ quan và khách quan, kết hợp chúng theo đúng thứ tự để hình thành bốn loại trọng số kết hợp theo nguyên tắc thông tin nhận dạng tối thiểu, sau đó tiến hành đánh giá biến mờ. Từ Bảng 2 đến 5, chúng ta có thể thấy rằng chỉ đơn giản áp dụng các trọng số chủ quan, các kết quả đánh giá được tính bằng AHP và phương pháp so sánh nhị phân là không nhất quán. Do trọng số chủ quan dễ bị ảnh hưởng bởi sở thích và kinh nghiệm của các chuyên gia nên kết quả đánh giá không đáng tin cậy. Trong khi chỉ áp dụng các trọng số khách quan, nguyên tắc và cơ chế khác nhau của phương pháp entropy và phương pháp biến mờ dẫn đến kết quả đánh giá khác nhau mặc dù cùng một dữ liệu ban đầu. Bởi vì các trọng số khách quan bị ảnh hưởng bởi tính chính xác của lập và các dữ liệu đã thu thập, kết quả đánh giá cũng không được tính. Tuy nhiên, sau khi hai loại trọng số khách quan được điều chỉnh bởi AHP hoặc phương pháp so sánh nhị phân, kết quả đánh giá dựa trên trọng số kết hợp đều nhất quán. Do đó, chỉ cần

dựa vào trọng số chủ quan hoặc trọng số khách quan sẽ không mô tả chính xác kết quả đánh giá và trọng số kết hợp có khả năng phù hợp hơn.

Từ kết quả tính toán Bảng 11 cho thấy: giá trị tính dễ bị tổn thương xâm nhập mặn không chênh lệch nhau nhiều giữa các phương án kết hợp giữa trọng số chủ quan và trọng số khách quan với giá trị tính dễ bị tổn thương dao động từ 0,60 đến 0,61 (Đa Lộc), 0,47 đến 0,48 (Quảng Hải),... Những xã có chỉ số dễ bị tổn thương lớn hơn 0,5 là những vùng chịu ảnh hưởng nặng nề của xâm nhập mặn, ảnh hưởng lớn đến quá trình khai thác sử dụng nước. Những xã có giá trị của tính dễ tổn thương nhỏ hơn 0,5 là những vùng tuy có độ mặn cao nhưng khả năng thích ứng của hệ thống kinh tế - xã hội và cộng đồng dân cư tốt hơn nên mức độ tổn thương giảm so với những vùng khác. Họ đã biên thách thức thành cơ hội, tận dụng độ mặn trong nước để nuôi trồng thủy hải sản, áp dụng khoa học kỹ thuật trong việc lai tạo, cắt ghép tạo thành những giống cây chịu được độ mặn cao thay vì chỉ trồng lúa theo cách truyền thống trước đây.

6. Kết luận

Bài báo đã đưa ra phương pháp luận và cơ sở lý thuyết của các phương pháp trọng số chủ quan, trọng số khách quan và trọng số kết hợp. Đồng thời sử dụng mô hình nhận dạng biến mờ dựa trên nguyên tắc thông tin nhận dạng tối thiểu để xác định được trọng số của các tiêu chí phụ, tiêu chí thành phần của tính dễ bị tổn thương xâm nhập mặn và áp dụng tính toán tính dễ bị tổn thương một số xã vùng ven biển sông Mã. Kết quả cho thấy, khi tính toán trọng số các tiêu chí bằng mô hình nhận dạng biến mờ khác phục được nhược điểm khi chỉ áp dụng phương pháp trọng số chủ quan hoặc trọng số khách quan. Các chỉ số tính dễ bị tổn thương lớn hơn 0,5 thuộc những xã bị ảnh hưởng nặng nề của xâm nhập mặn, còn lại những xã có giá trị nhỏ hơn 0,5 thuộc những xã bị xâm nhập mặn ảnh hưởng nhưng khả năng thích ứng của hệ thống kinh tế - xã hội và người dân tốt hơn nên mức độ tổn thương thấp hơn. Kết quả nghiên cứu có thể phục vụ cho quá trình đánh giá rủi ro thiên tai xâm nhập mặn cũng như trong công tác phòng tránh và giảm nhẹ thiên tai vùng ven biển sông Mã.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

- [1]. L.T Saaty (1980). *The Analytic Hierachy process*. New York, McGraw-Hill, International.
- [2]. Yudan Dou, Xiaolong Xue, Wenbo Huangfu, Shu Shang (2018). *Multi-index Evaluation for Flood Disaster Based on Fuzzy Variable Recognition Model*. International Journal of Environmental research and public health, 15(9), doi: 10.3390/ijerph15091983.
- [3]. Lê Thị Thường (2016). *Các phương pháp đánh giá tính dễ bị tổn thương - Khả năng áp dụng tính dễ bị tổn thương hạn - mặn khu vực đồng bằng ven biển sông Mã*. Tạp chí Khí tượng Thủy văn, No 672, pp: 41 - 45.
- [4]. Lê Thị Thường (2017). *Nghiên cứu tính toán giá trị độ phơi nhiễm tính dễ bị tổn thương xâm nhập mặn vùng ven biển sông Mã*. Hội nghị khoa học Thủy lợi toàn quốc (11/2017), NXB Xây dựng, pp. 95 - 97.
- [5]. Lê Thị Thường, Trương Văn Hùng (2018). *Nghiên cứu tính toán phân vùng hạn - mặn đồng bằng ven biển sông Mã*. Tạp chí Khí tượng Thủy văn, No. 693, pp: 23 - 29.
- [6]. Cẩn Thu Văn (2015). *Nghiên cứu xác lập cơ sở khoa học đánh giá tính dễ bị tổn thương do lũ lụt lưu vực sông Vu Gia - Thu Bồn phục vụ quy hoạch phòng chống thiên tai*. Luận án Tiến sĩ, Đại học quốc gia Hà Nội.
BBT nhận bài: 28/8/2020; Phản biện xong: 12/10/2020; Chấp nhận đăng: 09/11/2020