

PHƯƠNG PHÁP LUẬN ĐÁNH GIÁ ĐA THIÊN TAI VEN BIỂN XẢY RA ĐỒNG THỜI HOẶC NỐI TIẾP

Trần Thục, Huỳnh Thị Lan Hương, Trần Thanh Thủy
Viện Khoa học Khí tượng Thủy văn và Biến đổi khí hậu

Ngày nhận bài 15/8/2019; ngày chuyển phản biện 16/8/2019; ngày chấp nhận đăng 5/9/2019

Tóm tắt: Đánh giá, phân vùng thiên tai tại Việt Nam chủ yếu tập trung đánh giá từng thiên tai đơn lẻ, không xem xét đến các thiên tai xảy ra đồng thời hoặc nối tiếp. Tuy nhiên, thiên tai thường có mối liên hệ mật thiết với nhau, thường xảy ra đồng thời hoặc nối tiếp. Bài báo phân tích phương pháp luận đánh giá, phân vùng đa thiên tai xảy ra đồng thời hoặc nối tiếp dựa trên lý thuyết xác suất. Phương pháp luận cho phép đánh giá mức độ tác động tổng hợp do việc xảy ra đồng thời hoặc nối tiếp của các thiên tai. Quy trình đánh giá, phân vùng đa thiên tai gồm 10 bước: (i) Xác định mục đích, phạm vi không gian nghiên cứu; (ii) Xác định các thiên tai nghiên cứu; (iii) Xây dựng bộ chỉ số đánh giá đa thiên tai; (iv) Thu thập số liệu, tính toán chỉ số thiên tai đơn; (v) Tính chỉ số tác động của thiên tai đơn; (vi) Tính trọng số tác động giữa các thiên tai đơn; (vii) Tính chỉ số tác động đa thiên tai (chưa xét đến XSSH vượt ngưỡng); (viii) Tính XSSH vượt ngưỡng của thiên tai đơn; (ix) Tính tổ hợp xác suất xảy ra đa thiên tai; (x) Đánh giá và phân vùng đa thiên tai.

Từ khóa: Đa thiên tai, giảm nhẹ rủi ro thiên tai, xác suất xuất hiện

1. Mở đầu

Việt Nam là một trong những quốc gia chịu ảnh hưởng nặng nề của thiên tai. Trung bình mỗi năm 6-7 cơn bão ảnh hưởng đến Việt Nam, gây thiệt hại nặng nề về người và tài sản. Lũ lụt, hạn hán, xâm nhập mặn và nhiều thiên tai khác đã và đang tác động đến đời sống, sự phát triển kinh tế - xã hội của đất nước [2]. Đánh giá, phân vùng thiên tai là một trong những nội dung quan trọng trong công tác phòng chống và giảm nhẹ rủi ro thiên tai. Cho đến nay, phần lớn các nghiên cứu trong nước và quốc tế đều tập trung đánh giá các thiên tai đơn lẻ, không xem xét đến các thiên tai xảy ra đồng thời hoặc nối tiếp. Cách tiếp cận đơn thiên tai chỉ xem xét nguy cơ ảnh hưởng của một thiên tai đối với khu vực/đối tượng chịu tác động, không đánh giá được tác động tăng thêm do việc xảy ra đồng thời hoặc nối tiếp của các thiên tai. Trong thực tế, các thiên tai có quan hệ chặt chẽ với nhau. Nhiều thiên tai là hệ quả của

các thiên tai khác. Ví dụ, bão có thể gây ra lũ, ngập lụt, sạt lở bờ biển; hạn hán và nước biển dâng dẫn đến xâm nhập mặn; động đất có thể gây sóng thần,... các thiên tai cũng có thể xảy ra đồng thời như bão và động đất,... Khi các thiên tai xảy ra đồng thời hoặc nối tiếp, mức độ tác động của chúng đến cộng đồng sẽ gia tăng. Do đó, để hỗ trợ các nhà ra quyết định thực hiện công tác quản lý và giảm nhẹ thiên tai tốt hơn, cần tiếp cận đánh giá, phân vùng đa thiên tai xảy ra đồng thời hoặc nối tiếp. Kế thừa các nghiên cứu trong nước và quốc tế, bài báo xây dựng phương pháp luận đánh giá, phân vùng đa thiên tai xảy ra đồng thời hoặc nối tiếp cho Việt Nam. Phương pháp luận được xây dựng dựa trên lý thuyết xác suất, cho phép đánh giá, phân vùng các thiên tai xảy ra đồng thời hoặc nối tiếp theo một quy trình thống nhất, logic và có cơ sở khoa học vững chắc.

2. Phương pháp luận đánh giá, phân vùng đa thiên tai

Phương pháp luận đánh giá, phân vùng đa thiên tai (ĐTT) xảy ra đồng thời hoặc nối tiếp

Liên hệ tác giả: Trần Thanh Thủy
Email: thuybk77@gmail.com

phải đánh giá, phân vùng được nguy cơ tác động của các thiên tai xảy ra đồng thời hoặc nối tiếp trong khoảng thời gian, không gian xác định.

Nghiên cứu đã xây dựng được quy trình đánh giá, phân vùng ĐTT xảy ra đồng thời hoặc nối tiếp gồm 10 bước (Hình 1).



Hình 1. Quy trình đánh giá, phân vùng đa thiên tai

Bước 1: Xác định mục đích và phạm vi không gian nghiên cứu

Mục đích đánh giá ĐTT sẽ quyết định phạm vi không gian, thời gian và các thiên tai nghiên cứu. Các mục đích đánh giá ĐTT có thể là để: Xác định các hành động giảm nhẹ rủi ro thiên tai ưu tiên; thực hiện các hành động ứng cứu trong trường hợp khẩn cấp; để phục vụ quy hoạch sử dụng đất; phục vụ phòng chống và giảm nhẹ thiên tai,... [4]. Do đó, bước đầu tiên trong quy trình đánh giá ĐTT là xác định mục đích và phạm vi đánh giá.

Bước 2: Xác định các thiên tai nghiên cứu

Các thiên tai được lựa chọn để đánh giá đa thiên tai phải là những thiên tai đại diện cho khu vực nghiên cứu. Dựa vào chuỗi số liệu thống kê lịch sử về các thiên tai và thiệt hại của chúng đến khu vực nghiên cứu, cho phép xác định được các thiên tai cần nghiên cứu. Tiêu chí lựa

chọn dựa trên mức độ thiệt hại hoặc khả năng tác động (tần suất lặp lại). Việc lựa chọn thiên tai đại diện cho khu vực nghiên cứu cũng có thể dựa trên kết quả điều tra, khảo sát thực tế hoặc nhu cầu của địa phương. Tùy thuộc vào nguồn lực sẵn có, việc đánh giá đa thiên tai có thể thực hiện cho 2, 3 hoặc nhiều thiên tai khác nhau có ảnh hưởng đến khu vực nghiên cứu trong cùng khung thời gian, không gian nhất định.

Bước 3: Xác định chỉ số đánh giá thiên tai đơn và biến đổi khí hậu

Mỗi thiên tai có một hoặc một số các chỉ số đặc trưng, phản ánh mức độ nguy hiểm hay nguy cơ ảnh hưởng của chúng đến khu vực nghiên cứu. Do đó, trước khi thực hiện đánh giá, cần lựa chọn chỉ số đánh giá. Ví dụ: Đối với bão, các chỉ số đánh giá có thể là tốc độ gió và cường độ mưa trong bão, đối với ngập lụt, chỉ số đánh giá có thể là diện tích, độ sâu, thời gian ngập,...

Bước 4: Thu thập số liệu và tính toán các chỉ số

(i) *Thu thập số liệu*: Số liệu cần thu thập gồm số liệu về các chỉ số đánh giá đã được xác định ở bước 3. Số liệu có thể được thu thập từ các nguồn sơ cấp hoặc thứ cấp.

(ii) *Xây dựng bộ số liệu theo từng đơn vị nghiên cứu*: Số liệu lịch sử thu thập được cần nội suy theo không gian hoặc tính toán theo từng đơn vị nghiên cứu (từng huyện hoặc từng xã,...). Tùy thuộc chỉ số đánh giá, lựa chọn phương pháp tính toán, nội suy phù hợp, ví dụ: Kriging cho các yếu tố khí tượng; các mô hình thủy văn - thủy lực mô phỏng diện ngập,...

(iii) *Sắp xếp số liệu*: Bộ số liệu theo từng đơn vị nghiên cứu được xếp thành ma trận 2 chiều $X = \{x_{ij}\}_{m \times n}$ ($i = 1, 2, \dots, m; j = 1, 2, \dots, n$). Trong đó, m là số lượng các đơn vị nghiên cứu và n là số lượng các chỉ số đại diện của từng thiên tai.

Bước 5: Tính chỉ số tác động của thiên tai đơn

(i) *Chuẩn hóa các chỉ số thiên tai đơn*

Do các chỉ số có đơn vị đo khác nhau, nên để so sánh giá trị chỉ số giữa các đơn vị nghiên cứu, cần chuẩn hóa các giá trị này về không thứ nguyên trong khoảng từ 0 đến 1. Ta chuẩn hóa ma trận X thành ma trận $Y = \{y_{ij}\}_{m \times n}$ ($i = 1, 2, \dots, m; j = 1, 2, \dots, n$) theo công thức (1).

$$y_{ij} = \frac{x_{ij} - \min_i \{x_{ij}\}}{\max_i \{x_{ij}\} - \min_i \{x_{ij}\}} \quad (1)$$

Trong đó: y_{ij} : Giá trị chỉ số thứ j của đơn vị nghiên cứu thứ i đã được chuẩn hóa; x_{ij} : Giá trị chỉ số thứ j của đơn vị nghiên cứu thứ i ; $\min_i \{x_{ij}\}$: Giá trị chỉ số thứ j nhỏ nhất theo đơn vị nghiên cứu; $\max_i \{x_{ij}\}$: Giá trị chỉ số thứ j lớn nhất theo đơn vị nghiên cứu

(ii) *Tính trọng số các chỉ số thiên tai đơn*

Như đã phân tích ở trên, mỗi thiên tai được đánh giá thông qua 1 hoặc nhiều chỉ số đại diện. Ví dụ bão được đại diện bởi gió và mưa, lũ lụt được đại diện bởi diện tích, độ sâu, thời gian ngập,... Mức độ đóng góp của các chỉ số đại diện đối với nguy cơ tác động của thiên tai đến khu vực nghiên cứu khác nhau. Do đó, để đánh giá thiên tai đơn, cần xác định trọng số cho từng chỉ số.

Đến nay phương pháp tính trọng số theo phương pháp trọng số không cân bằng do

Iyengar và Sudarshan xây dựng năm 1982 được coi là phù hợp và được sử dụng nhiều trong các nghiên cứu về đánh giá rủi ro. Do đó, phương pháp tính trọng số không cân bằng do Iyengar và Sudarshan đề xuất năm 1982 được lựa chọn để tính trọng số cho các chỉ số [8].

Trọng số của từng chỉ số được xác định bởi công thức:

$$w_j = \frac{C}{\sqrt{\text{Var}(y_j)}} \quad (2)$$

Trong đó, w_j : Trọng số của chỉ số thứ j ; y_j : Giá trị đã được chuẩn hóa ở công thức (1); C : Hằng số chuẩn hóa, được xác định bởi công thức sau:

$$C = \left[\sum_{j=1}^n \frac{1}{\sqrt{\text{Var}(y_j)}} \right]^{-1} \quad (3)$$

(iii) *Tính chỉ số tác động của thiên tai đơn*

Sau khi xác định được trọng số, giá trị chỉ số thiên tai đơn tại từng đơn vị nghiên cứu được tính theo công thức sau:

$$h_g = \frac{\sum_{j=1}^n w_j y_j}{n} \quad (4)$$

Trong đó, h_g : Giá trị chỉ số thiên tai đơn g của đơn vị nghiên cứu thứ i ; w_j : Trọng số của chỉ số thứ j , được xác định theo công thức ((2); y_j : Giá trị của chỉ số j , được xác định theo công thức (1); n : Số các chỉ số đánh giá đơn thiên tai.

Với những thiên tai có 1 chỉ số đại diện thì bỏ qua bước tính trọng số các chỉ số nêu trên.

Bước 6: Tính trọng số tác động giữa các thiên tai đơn

1) *Đánh giá định tính*

Sau khi xác định được các thiên tai ảnh hưởng đến từng đơn vị nghiên cứu, đánh giá định tính về tác động giữa từng cặp thiên tai cho từng đơn vị nghiên cứu. Phương pháp phỏng vấn nhóm (Focus group discussion-FGD) có thể được sử dụng để đánh giá định tính tác động của từng cặp thiên tai. Đối tượng được phỏng vấn là các chuyên gia về thiên tai. Tác động giữa từng cặp thiên tai được đánh giá theo 4 mức độ tác động: Không tác động, tác động vừa, tác động trung bình và tác động mạnh [4], [10].

2) *Đánh giá bán định lượng*

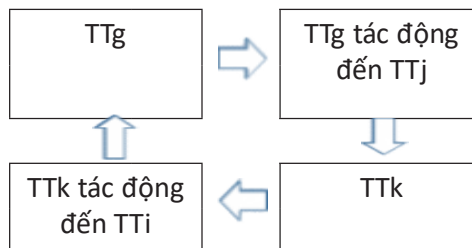
Phương pháp trọng số được sử dụng để đánh

giá bán định lượng mức độ tác động giữa các thiên tai cho từng đơn vị nghiên cứu (Hình 2), được kế thừa từ nghiên cứu [3], [10]. Mức độ tác động giữa các thiên tai được đánh giá theo thang trọng số từ 0 đến 3, ứng với 4 mức độ tác động định tính đã xác định (Hình 2b). Các ô màu

TT1	w12	w13
w21	TT2	w22
w31	w32	TTn

- 0- không có tác động
1- tác động yếu
2- tác động trung bình
3- tác động mạnh

là các thiên tai được đánh giá, được xếp theo đường chéo của ma trận (Hình 2a). Các thiên tai tác động đến nhau theo chiều kim đồng hồ (Hình 2c). Trọng số tương ứng với mức độ tác động giữa từng cặp thiên tai được điền vào các ô màu trắng (Hình 2a).



a)

b)

c)

Hình 2. Ma trận và trọng số đánh giá tác động giữa các thiên tai [10]

Tổng các giá trị theo từng hàng là điểm số về mức độ tác động của từng thiên tai đến các thiên tai còn lại. Ngược lại, tổng các giá trị theo từng cột là điểm số về mức độ các thiên tai khác tác động lên thiên tai đó. Điểm số tối đa của mỗi hàng hoặc cột là $3(n-1)$. Trong đó, n là số thiên tai được nghiên cứu, 3 là giá trị trọng số tối đa (Hình 2b). Như vậy mỗi thiên tai sẽ có trọng số

$$W_g = \frac{\sum_{k=1, k \neq g}^n w_{g,k} \varnothing(g) + \sum_{k=1, k \neq g}^n w_{g,k} \varnothing(g)}{6(n-1)}; \quad (g, k = 1, 2, \dots, n) \quad (5)$$

Trong đó, w_g = Trọng số tác động của thiên tai g đến các thiên tai khác và ngược lại, có giá trị từ 0-1; $w_{g,k}$ = Trọng số mức độ tác động của thiên tai g đến các thiên tai khác; $w_{k,g}$ = Trọng số mức độ tác động của các thiên tai khác đến thiên tai g ; n = Số thiên tai tác động đến từng đơn vị nghiên cứu; $\varnothing(h_k)$ = hàm số, có giá trị = 1 nếu thiên tai k tác động đến khu vực nghiên cứu và = 0 nếu thiên tai k không tác động đến khu vực nghiên cứu).

Do tổng điểm tối đa của ma trận ở Hình 1 là $6(n-1)$, để w_g có giá trị từ 0-1, ta có công thức (5). Nếu ở đơn vị nghiên cứu, các thiên tai không có quan hệ với nhau thì $w_g = 0$.

Bước 7: Tính chỉ số tác động đa thiên tai (chưa xét đến XSSH vượt ngưỡng)

Tại mỗi đơn vị nghiên cứu, nguy cơ tác động của thiên tai đơn có xét đến quan hệ với các thiên tai khác được xác định theo công thức sau:

$$H = \sum_{g=1}^n \frac{h_g * (1 + W_g)}{2n} \quad (6)$$

tác động tối đa là $6(n-1)$.

3) Đánh giá định lượng

Dựa trên ma trận đánh giá tương tác giữa các thiên tai (Hình 2) tại từng đơn vị nghiên cứu, trọng số tác động giữa các thiên tai đơn trong hệ thống được xác định theo công thức (5). Công thức được kế thừa có chỉnh sửa từ các nghiên cứu [3, 10].

Trong đó: H = Chỉ số tác động của đa thiên tai chưa xét đến XSSH, được chuẩn hóa về khoảng giá trị 0-1; h_g = Mức độ tác động của thiên tai đơn g ; W_g = Trọng số tác động của thiên tai g đến các thiên tai khác và ngược lại, được xác định theo công thức (5); n = Số thiên tai tác động đến đơn vị nghiên cứu. Do h và W_g có giá trị tối đa = 1, nên để chuẩn hóa H về khoảng từ 0-1, ta có công thức (6).

Bước 8: Tính xác suất xuất hiện vượt ngưỡng của thiên tai đơn

Xác suất xuất hiện (XSSH) thiên tai có mối quan hệ tuyến tính với độ lớn của thiên tai [5]. Dưới đây sẽ phân tích phương pháp luận xác định được xác suất xuất hiện vượt ngưỡng hiệp biến của thiên tai [3].

Phương pháp khuếch tán thông tin đa chiều do Huang (1997) phát triển, dựa trên lý thuyết khuếch tán phân tử [6]. Phương pháp này có thể áp dụng trong trường hợp hạn chế về số liệu lịch sử hoặc với những thiên tai có tần suất

lập lại thấp [5]. Phương pháp này cho phép ước tính xác suất xuất hiện sự kiện có độ chính xác cao hơn so với các phương pháp khác như ước tính mật độ Kernel hay ước tính mật độ biểu đồ

$$f_x(x_1, x_2, \dots, x_n) = \frac{1}{(2\pi)^{\frac{N}{2}} |\Sigma|^{\frac{1}{2}}} \exp \left[-\frac{1}{2} (x - \mu)^T \Sigma^{-1} (x - \mu) \right] f \quad (7)$$

Trong đó: μ là giá trị trung bình và Σ là ma trận hiệp phương sai. Giả sử ta có 1 tập hợp mẫu $X_i = (x_1, x_2, \dots, x_m)$. Xét tập hợp giá trị giả định

$$f_i(u_j) = \frac{1}{h\sqrt{2\pi}} \exp \left[-\frac{(x_i - u_j)^2}{2h^2} \right] \quad (i = 1, 2, \dots, m; j = 1, 2, \dots, n) \quad (8)$$

Giả sử ta có 2 tập hợp mẫu $X_i, Y_i = \{(x_1, y_1), (x_2, y_2), \dots, (x_m, y_m)\}$. Xét tập hợp giá trị giả định $U_j = (u_1, u_2, \dots, u_n)$; $V_k = (v_1, v_2, \dots, v_t)$ tương ứng với X_i và Y_i . Tập

$$f_i(u_j, v_k) = \frac{1}{2\pi h_x h_y \sqrt{1-r^2}} \exp \left[-\frac{1}{2(1-r^2)} \left[\frac{(x_i - u_j)^2}{h_x^2} - 2r \frac{(x_i - u_j)(y_i - v_k)}{h_x h_y} + \frac{(y_i - v_k)^2}{h_y^2} \right] \right] \quad (9)$$

$(i = 1, 2, \dots, m; j = 1, 2, \dots, n; k = 1, 2, \dots, t)$

Trong đó: u_j = Giá trị thứ j trong khoảng giá trị U_j ; v_k = Giá trị thứ k trong khoảng giá trị V_k ; x_i = Giá trị mẫu thu được thứ i ; y_j = Giá trị mẫu thu được thứ j ; h_x = Hệ số khuếch tán của X ; h_y = Hệ số khuếch tán của Y ; r = Hệ số tương quan giữa X và Y , được xác định theo công thức (10):

$$r_{x,y} = \frac{\frac{1}{m} \sum_{i=1}^m (x_i - \bar{x})(y_i - \bar{y})}{\sqrt{\frac{1}{m} \sum_{i=1}^m (x_i - \bar{x})^2} \sqrt{\frac{1}{m} \sum_{i=1}^m (y_i - \bar{y})^2}} \quad (10)$$

Huang 1997 đã đưa ra công thức (11) để tính hệ số khuếch tán. Tùy thuộc số lượng mẫu thu được, h được xác định theo công thức (11) [5]:

$$h = \begin{cases} \frac{1,6987(b-a)}{n-1}, & 1 < n \leq 5, \\ \frac{1,4456(b-a)}{n-1}, & 6 \leq n \leq 7, \\ \frac{1,4230(b-a)}{n-1}, & 8 \leq n \leq 9, \\ \frac{1,408(b-a)}{n-1}, & 10 \leq n \end{cases} \quad (11)$$

Trong đó, a, b là giá trị nhỏ nhất và lớn nhất trong các mẫu thu được, n là số lượng mẫu.

(histogram density estimation) [7].

Dựa vào phân bố chuẩn đa chiều, phân bố của $x_1, \dots, x_n$ được xác định theo hàm phân bố hiệp biến sau:

$U_j = (u_1, u_2, \dots, u_n)$. Tập hợp giá trị U_j bao trùm toàn bộ giá trị của tập mẫu X . Khi đó phân bố của u_j được xác định theo hàm phân bố sau:

hợp giá trị U_j, V_k bao phủ rộng hơn toàn bộ giá trị của tập mẫu XY . Khi đó phân bố của u_j, v_k được xác định theo hàm phân bố chuẩn hai biến sau:

Phân bố $\mu(u_j, v_k)$ được xác định từ các công thức (12), (13):

$$C_i = \sum_{j=1}^n \sum_{k=1}^t f_i(u_j, v_k) \quad (12)$$

$$\mu_i(u_j, v_k) = \frac{f_i(u_j, v_k)}{C_i} \quad (13)$$

Phân bố xác suất $p(u_j, v_k)$ của u_j, v_k được xác định theo các công thức (14), (15):

$$q(u_j, v_k) = \sum_{i=1}^m \mu_i(u_j, v_k) \quad (14)$$

$$p(u_j, v_k) = \frac{q(u_j, v_k)}{\sum_{j=1}^n \sum_{k=1}^t q(u_j, v_k)}$$

Xác suất xuất hiện vượt ngưỡng của u_j, v_k được xác định theo công thức (16):

$$EP(u_j, v_k) = \sum_{g=j}^n \sum_{h=k}^t p(u_g, v_h) \quad (15)$$

Bước 9: Tính tổ hợp xác suất xảy ra đa thiên tại

Khi các thiên tai xuất hiện đồng thời hoặc nối tiếp ở khu vực nghiên cứu, thì tại mỗi đơn vị nghiên cứu có thể chịu tác động của tất cả các

thiên tai đó hoặc chịu tác động của ít nhất một trong số các thiên tai đó. Với đặc thù này, để tính xác suất xuất hiện đa thiên tai tại mỗi đơn vị nghiên cứu, ta tính tổ hợp xác suất xuất hiện các thiên tai đơn [3]. Điều này đảm bảo kịch bản xem xét càng nhiều thiên tai thì giá trị tổ hợp xác

$$P = p\left(\bigcup_{g=1}^n H_g\right) = \sum_{k=1}^n (-1)^{k+1} \sum_{g_1, g_2, \dots, g_k} p(h_{g_1} \cap H_{g_2} \cap H_{g_k}); 1 \leq g_1, g_2, \dots, g_k \leq n \quad (17)$$

Trong đó: P = Xác suất xuất hiện đa thiên tai có giá trị từ 0-1; H_g = Tập hợp các thiên tai tác động đến đơn vị nghiên cứu; P = Hàm tổ hợp xác suất (disjunctive probability); n = Số thiên tai được xem xét trong kịch bản đa thiên tai.

Tùy thuộc vào quan hệ giữa các thiên tai, xác định được xác suất xảy ra đồng thời của n thiên tai. Các thiên tai có thể có các quan hệ sau [5], [9], [10]:

- *Quan hệ đối lập*: Các thiên tai có quan hệ đối lập khi chúng không thể xuất hiện cùng một lúc. Ví dụ hạn hán và lũ lụt. Nếu thiên tai h_1, h_2 và

suất càng lớn; đơn vị nghiên cứu nào chịu tác động của càng nhiều thiên tai thì giá trị tổ hợp xác suất càng lớn.

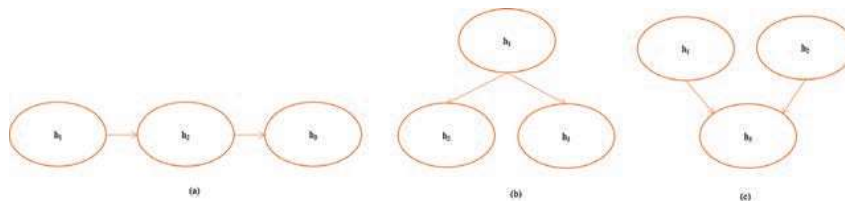
Coi H_g là tập hợp các thiên tai ($h_1, h_2, \dots, h_n$) xem xét, khi đó ta có xác suất xuất hiện đa thiên tai được xác định theo công thức (17):

thiên tai h_3 đối lập, ta có xác suất xuất hiện đồng thời các thiên tai bằng 0 (18):

$$p(h_1 \cap h_2 \cap h_3) = 0 \quad (18)$$

- *Quan hệ độc lập*: Các thiên tai có quan hệ độc lập khi sự xuất hiện của thiên tai này không ảnh hưởng đến sự xuất hiện của thiên tai của thiên tai khác. Ví dụ bão và động đất. Nếu thiên tai h_1, h_2 và thiên tai h_3 độc lập, ta có xác suất xuất hiện đồng thời các thiên tai được tính theo công thức sau:

$$p(h_1 \cap h_2 \cap h_3) = p(h_1) * p(h_2) * p(h_3) \quad (19)$$



Hình 3. Quan hệ giữa các thiên tai (a: Nối tiếp; b: Hội tụ; c: Phân kỳ)

- *Quan hệ nối tiếp*: Các thiên tai có quan hệ nối tiếp khi sự xuất hiện của thiên tai này dẫn đến sự xuất hiện của thiên tai khác. Ví dụ, động đất gây sóng thần và gây ngập lụt. Giả sử thiên tai h_1, h_2 và h_3 có quan hệ nối tiếp (Hình 3a), ta có xác suất xuất hiện đồng thời các thiên tai được tính theo công thức sau:

$$p(h_1 \cap h_2 \cap h_3) = p(h_1) * p(h_2/h_1) * p(h_3/h_2) \quad (20)$$

- *Quan hệ phân kỳ*: Các thiên tai có quan hệ phân kỳ khi các thiên tai là hệ quả của một thiên tai. Ví dụ, bão gây nước dâng, đồng thời bão cũng gây sạt lở bờ biển. Giả sử h_1, h_2, h_3 có quan hệ phân kỳ (Hình 3b), ta có xác suất xuất hiện đồng thời các thiên tai được tính theo công thức sau:

$$p(h_1 \cap h_2 \cap h_3) = p(h_1) * p(h_2/h_1) * p(h_3/h_1) \quad (21)$$

- *Quan hệ hội tụ*: Các thiên tai có quan hệ hội tụ khi các thiên tai độc lập xảy ra gây ra sự xuất hiện của thiên tai khác. Ví dụ sóng thần và mưa lớn gây ngập lụt. Giả sử h_1, h_2, h_3 có quan hệ hội

tụ (Hình 3c), ta có xác suất xuất hiện đồng thời các thiên tai được tính theo công thức sau:

$$p(h_1 \cap h_2 \cap h_3) = p(h_1) * p(h_2) * p(h_3/h_1 h_2) \quad (22)$$

Bước 10: Đánh giá và phân vùng đa thiên tai

Tại mỗi đơn vị nghiên cứu, nguy cơ tác động của đa thiên tai được xác định thông qua chỉ số đa thiên tai tổng hợp MH , được tính theo công thức sau:

$$MH = H * P \quad (23)$$

Trong đó: MH = Chỉ số đa thiên tai tổng hợp, có giá trị từ 0-1; h = Chỉ số đa thiên tai và BĐKH, xác định theo công thức (6); P = Xác suất xuất hiện đa thiên tai (xác định theo công thức (17);

Chỉ số đa thiên tai (có giá trị từ 0-1) được sử dụng để xây dựng bản đồ phân vùng đa thiên tai theo 5 cấp độ: Rất thấp ($0 - \leq 0,2$), thấp ($0,2 - \leq 0,4$), trung bình ($0,4 - \leq 0,6$), cao ($0,6 - \leq 0,8$) và rất cao ($0,8 - \leq 1$) [3]. Các phần mềm xây dựng bản đồ được sử dụng để xây dựng bản đồ phân

vùng đa thiên tai.

3. Kết luận

Phương pháp luận đánh giá, phân vùng đa thiên tai được trình bày trong nghiên cứu này, bao gồm 10 bước: (i) Xác định mục đích, phạm vi không gian nghiên cứu; (ii) Xác định các thiên tai nghiên cứu; (iii) Xây dựng bộ chỉ số đánh giá đa thiên tai; (iv) Thu thập số liệu, tính toán chỉ số thiên tai đơn; (v) Tính chỉ số tác động của thiên tai đơn; (vi) Tính trọng số tác động giữa các thiên tai đơn; (vii) Tính chỉ số tác động

đa thiên tai (chưa xét đến XSXH vượt ngưỡng); (viii) Tính XSXH vượt ngưỡng của thiên tai đơn; (ix) Tính tổ hợp xác suất xảy ra đa thiên tai; (x) Đánh giá và phân vùng đa thiên tai. Phương pháp luận cho phép đánh giá, nhận định được những khu vực có nguy cơ bị tác động bởi các thiên tai ven biển xảy ra đồng thời hoặc nối tiếp. Mức độ tác động gia tăng do các thiên tai xảy ra đồng thời hoặc nối tiếp được đánh giá dựa trên lý thuyết xác suất, cho phép có được cái nhìn tổng hợp và có độ tin cậy cao hơn so với các phương pháp khác.

Tài liệu tham khảo

Tài liệu tiếng Việt

1. Cấn Thu Văn, Nguyễn Thanh Sơn (2016), “Nghiên cứu thiết lập phương pháp cơ bản đánh giá rủi ro lũ lụt ở đồng bằng sông Cửu Long”, *Tạp chí Khoa học ĐHQGHN, Khoa học Tự nhiên và Công nghệ* 32 (2016): 264-270.
2. IMHEN và UNDP (2015), *Báo cáo đặc biệt của Việt Nam về Quản lý rủi ro thiên tai và hiện tượng cực đoan nhằm thúc đẩy thích ứng với biến đổi khí hậu* [Trần Thục, Koos Neefjes, Tạ Thị Thanh Hương, Nguyễn Văn Thắng, Mai Trọng Nhuận, Lê Quang Trí, Lê Đình Thành, Huỳnh Thị Lan Hương, Võ Thanh Sơn, Nguyễn Thị Hiền Thuận, Lê Nguyên Tường], NXB Tài nguyên Môi trường và Bản đồ, Hà Nội.

Tài liệu tiếng Anh

3. Gallina, V. (2015), *An advanced methodology for the multi-risk assessment: An application for climate change impacts in the North Adriatic case study (Italy)*, PhD Thesis, University of Vienna.
4. Gallina, V., Torresan, S., Critto, A., Sperotto, A., Glade, T., & Marcomini (2016), *A review of multi-risk methodologies for natural hazards: Consequences and challenges for a climate change impact assessment*, *Journal of environmental management* 168: 123-132.
5. Liu, Baoyin (2015), *Modelling multi-hazard risk assessment: A case study in the Yangtze River Delta, China*, PhD diss., University of Leeds.
6. Huang, C. F. (1997), *Principle of information diffusion. Fuzzy Sets and Systems*, 91(1), 69-90.
7. Huang, C. and Shi, Y. (2012), *Towards efficient fuzzy information processing: Using the principle of information diffusion (Vol. 99)*. Physica.on (Book).
8. Ranganathan, C. R., Singh, N. P., Bantilan, M. C. S., Padmaja, R., & Rupsha, B. (2009), *Quantitative assessment of Vulnerability to Climate Change: Computation of Vulnerability indices*, Unpublished.
9. Liu, Baoyin, Yim Ling Siu, and Gordon Mitchell (2017), *A quantitative model for estimating risk from multiple interacting natural hazards: An application to northeast Zhejiang, China*, *Stochastic Environmental Research and Risk Assessment* 31.6: 1319-1340.
10. Liu, Z., Nadim, F., Garcia-Aristizabal, A., Mignan, A., Fleming, K., & Luna, B. Q. (2015), *A three-level framework for multi-risk assessment” Georisk: Assessment and Management of Risk for Engineered Systems and Geohazards* 9.2: 59-74.

COASTAL MULTI-HAZARD OCCURING SIMULTANEOUSLY OR CASCADINGLY: ASSESSMENT METHODOLOGY

Tran Thanh Thuy, Huynh Thi Lan Huong, Tran Thuc

Viet Nam Institute of Meteorology, Hydrology and Climate Change

Received: 15/8/2019; Accepted: 5/9/2019

Abstract: *Natural hazard assessment and zoning in Viet Nam mainly focuses on assessing single hazard without the consideration given to simultaneously or continuously occurring hazards. However, natural hazards are often closely related to each other and may occur simultaneously or cascading over time. This paper provides the assessment and zoning methodology for multi-hazard that occurs simultaneously or cascading based on probability theory. The methodology enables scholars to obtain a synthesis assessment of aggregated impacts due to simultaneously, cascading or cumulatively occurrence of natural disasters. Multi-hazard assessment and zoning process consists of 10 steps: (i) Definition of assessment goal and spatial domain; (ii) Identification of multi-hazard scenario; (iii) Development of a set of multi-hazard assessment indicators; (iv) Data collection and calculation of single hazard indicators; (v) Calculation of the impact index of a single hazard; (vi) Weighting the impacts of cross-hazard interaction; (vii) Calculation of multi-hazard impact index (without considering exceedance probability); (viii) Calculation of exceedance probability of a single hazard; (ix) Calculation of joint probability of multi-hazard; (x) Multi-hazard assessment and zoning.*

Keywords: *Multi-hazards, disaster risk reduction, occurrence probability.*