

ỨNG DỤNG EFA VÀ PLS-SEM TRONG KIỂM ĐỊNH VÀ XÁC ĐỊNH TRỌNG SỐ BỘ CHỈ SỐ RỦI RO KHÍ HẬU CẤP XÃ

Hoàng Thanh Hùng^{1*}, Lê Thị Hoa Sen¹, Trần Anh Tuấn², Hoàng Dũng Hà¹

¹Trường Đại học Nông Lâm, Đại học Huế,

²Trường Đại học Khoa học, Đại học Huế.

*Tác giả liên hệ: hthung.dhnl24@hueuni.edu.vn

Nhận bài: 15/04/2026 Hoàn thành phản biện: 25/06/2026 Chấp nhận bài: 27/06/2026

TÓM TẮT

Trong bối cảnh biến đổi khí hậu và phát triển nông thôn bền vững, đánh giá rủi ro khí hậu cấp xã đóng vai trò quan trọng trong hỗ trợ ra quyết định và xây dựng giải pháp thích ứng. Tuy nhiên, các bộ chỉ số hiện nay vẫn thiếu kiểm định đầy đủ về độ tin cậy và giá trị đo lường. Nghiên cứu này kiểm định độ tin cậy, giá trị và xác định trọng số của bộ chỉ số rủi ro khí hậu cấp xã bằng cách kết hợp Phân tích nhân tố khám phá (EFA) và mô hình PLS-SEM, dựa trên dữ liệu khảo sát từ 145 chuyên gia và đại diện cộng đồng với 45 chỉ số. Kết quả nghiên cứu cho thấy các thang đo đáp ứng các yêu cầu về độ tin cậy, giá trị hội tụ và giá trị phân biệt. Trọng số các chỉ số được xác định từ hệ số tải ngoài trong mô hình PLS-SEM. Bộ chỉ số có cơ sở khoa học và tính ứng dụng cao, góp phần nâng cao độ tin cậy trong đánh giá rủi ro khí hậu cấp xã và hỗ trợ xây dựng giải pháp thích ứng dựa trên bằng chứng.

Từ khóa: Bộ chỉ số, Cấp xã, EFA, PLS-SEM, Rủi ro khí hậu

AN APPLICATION OF EFA AND PLS-SEM IN VALIDATING AND WEIGHTING A COMMUNE-LEVEL CLIMATE RISK INDEX

Hoang Thanh Hung^{1*}, Le Thi Hoa Sen¹, Tran Anh Tuan², Hoang Dung Ha¹

¹University of Agriculture and Forestry, Hue University;

²University of Sciences, Hue University.

*Corresponding author: hthung.dhnl24@hueuni.edu.vn

Received: 15/04/2026

Revised: 25/06/2026

Accepted: 27/06/2026

ABSTRACT

In the context of climate change and the growing need for sustainable rural development, assessing climate risk at the commune level plays a critical role in supporting decision-making and informing adaptation strategies. However, existing indicator sets still lack adequate validation of their reliability and measurement validity. This study aims to assess the reliability and validity, and to determine the weights of a commune-level climate risk index by integrating Exploratory Factor Analysis (EFA) and Partial Least Squares Structural Equation Modeling (PLS-SEM), based on survey data collected from 145 experts and community representatives across 45 indicators. The findings show that the measurement scales exhibit satisfactory reliability and adequate convergent and discriminant validity. Indicator weights are derived from outer loadings in the PLS-SEM model, reflecting their relative contributions to the overall climate risk construct. The validated index demonstrates strong scientific robustness and practical applicability, thereby enhancing the reliability of climate risk assessment at the commune level and supporting evidence-based adaptation planning.

Keywords: Climate risk, Set of indicators, Commune level, EFA, PLS-SEM

1. MỞ ĐẦU

Biến đổi khí hậu (BĐKH) làm gia tăng các hiện tượng cực đoan, từ đó khuếch đại rủi ro đối với hệ thống tự nhiên – xã hội, đặc biệt ở khu vực nông thôn vốn phụ thuộc tài nguyên và có khả năng thích ứng hạn chế (Adger, 2006; Cutter và cs., 2008). Các hiện tượng như bão, lũ, hạn hán và xâm nhập mặn gây thiệt hại kinh tế, suy giảm sinh kế, làm gia tăng bất bình đẳng và cản trở phát triển bền vững ở địa phương (de Sherbinin và cs., 2019; Hinkel, 2011). Theo Ủy ban Liên chính phủ về BĐKH (IPCC), rủi ro khí hậu (RRKH) được hình thành từ sự kết hợp giữa hiểm họa, mức độ phơi nhiễm và tính dễ bị tổn thương, trong đó bao gồm cả mức độ nhạy cảm năng lực thích ứng (IPCC, 2014; IPCC, 2022; Füssel, 2007). Do đó, việc lượng hóa các thành phần này bằng chỉ số định lượng có vai trò quan trọng trong đánh giá và hỗ trợ ra quyết định.

Mặc dù đã có nhiều nghiên cứu về xây dựng bộ chỉ đánh giá tính dễ bị tổn thương, rủi ro khí hậu, việc áp dụng ở cấp xã vẫn còn hạn chế về độ tin cậy, tính nhất quán và giá trị đo lường. Nhiều bộ chỉ số chưa được kiểm định thống kê chặt chẽ, đồng thời thường sử dụng trọng số bằng nhau hoặc dựa vào ý kiến chuyên gia, dẫn đến nguy cơ thiên lệch và chưa phản ánh đúng mức độ đóng góp thực tế của từng biến (Cutter và cs., 2008; Hinkel, 2011; Tate, 2012). Sự khác biệt bối cảnh tự nhiên – kinh tế – xã hội giữa các địa phương cũng đòi hỏi bộ chỉ số phải được hiệu chỉnh phù hợp. Trong bối cảnh đó, các phương pháp định lượng như Phân tích nhân tố khám phá (EFA) và Mô hình phương trình cấu trúc bình phương tối thiểu từng phần (PLS-SEM) được sử dụng ngày càng nhiều để kiểm định thang đo và cấu trúc tiềm ẩn, đồng thời hỗ trợ xác định trọng số dựa trên dữ liệu thay vì suy đoán chủ quan (Hair và cs., 2017; Henseler và cs., 2009; Sohail và

Chen, 2022). Tại Việt Nam, các phương pháp này đã được áp dụng trong một số nghiên cứu môi trường và kinh tế – xã hội, cho thấy hiệu quả trong kiểm định thang đo, nhưng ứng dụng trong đánh giá rủi ro khí hậu cấp địa phương vẫn còn hạn chế (Simpson và cs., 2021; Imran và cs., 2019). Trong PLS-SEM, hệ số tải ngoài có thể được sử dụng để xác định mức độ đóng góp của các biến quan sát, qua đó làm cơ sở xây dựng trọng số chỉ số khách quan hơn (Hair và cs., 2017).

Trong quy trình nghiên cứu, bộ chỉ số rủi ro khí hậu cấp xã được xây dựng dựa trên tổng quan tài liệu và phương pháp Fuzzy Delphi, với dữ liệu tham vấn từ chuyên gia vòng 1. Tiếp theo, bộ chỉ số được kiểm định bằng EFA và PLS-SEM nhằm đánh giá cấu trúc đo lường, xác định trọng số và kiểm định độ tin cậy, giá trị của thang đo theo khung rủi ro IPCC, trên cơ sở dữ liệu tham vấn từ chuyên gia và cộng đồng vòng 2. Kết quả nghiên cứu góp phần cung cấp một bộ chỉ số có cơ sở khoa học, nâng cao độ tin cậy trong đánh giá rủi ro khí hậu và hỗ trợ hoạch định các giải pháp thích ứng hướng tới phát triển nông thôn bền vững.

2. NỘI DUNG VÀ PHƯƠNG PHÁP NGHIÊN CỨU

2.1. Khung phân tích và cách tiếp cận nghiên cứu

Nghiên cứu tiếp cận theo khung rủi ro khí hậu của IPCC, trong đó rủi ro là kết quả tương tác giữa hiểm họa khí hậu (H), phơi nhiễm (E) và tính dễ bị tổn thương (V). Trong đó, V được xác định bởi độ nhạy cảm (S) và năng lực thích ứng (AC) (IPCC, 2014; Adger, 2006; Füssel, 2007). Nhằm phản ánh tính động và phức hợp của rủi ro khí hậu, nghiên cứu bổ sung thành phần phản ứng thích ứng (AR), qua đó tiếp cận rủi ro theo 5 yếu tố: H, E, S, AC và AR (IPCC, 2022; Sohail và Chen, 2022). Trên

cơ sở tổng quan tài liệu, nghiên cứu xây dựng ban đầu 50 chỉ số phản ánh các thành phần rủi ro khí hậu ở cấp xã. Bộ chỉ số này sau đó được tham vấn 31 chuyên gia đa lĩnh vực và sàng lọc bằng phương pháp Fuzzy Delphi nhằm đánh giá mức độ phù hợp và mức độ đồng thuận giữa các chuyên gia, qua đó lựa chọn 45 chỉ số cuối cùng. Tuy nhiên, bộ 45 chỉ số này mới được xác định dựa trên mức độ đồng thuận chuyên gia và chưa

được kiểm định đầy đủ về đặc tính đo lường. Tiếp theo, nghiên cứu sử dụng EFA để khám phá cấu trúc tiềm ẩn của 45 chỉ số này và PLS-SEM để kiểm định mô hình đo lường cũng như các mối quan hệ giữa các biến (Hair và cs., 2017; Imran và cs., 2019). Đồng thời, hệ số tải ngoài trong mô hình PLS-SEM được sử dụng để xác định trọng số các chỉ số, nhằm đảm bảo tính khách quan và độ tin cậy của bộ chỉ số nghiên cứu.

Bảng 1. Cấu trúc và số lượng chỉ số rủi ro khí hậu cấp xã

Thành phần rủi ro khí hậu	Số chỉ số	Mã số
Hiểm họa (H)	10	H1-H10
Phơi nhiễm (E)	8	E1-E8
Độ nhạy cảm (S)	8	S1-S8
Năng lực Thích ứng (AC)	9	AC1-AC9
Phản ứng Thích ứng (AR)	10	AR1-AR10
Tổng cộng	45	

2.2. Phương pháp nghiên cứu

2.2.1. Khảo sát tham vấn chuyên gia và cộng đồng

Nghiên cứu tiến hành khảo sát chuyên gia và đại diện cộng đồng địa phương nhằm thu thập dữ liệu phục vụ kiểm định thang đo và mô hình đo lường bộ chỉ số rủi ro khí hậu cấp xã, qua đó bảo đảm tính khả thi, phù hợp với bối cảnh thực tiễn và phản ánh tri thức bản địa. Phương pháp chọn mẫu có chủ đích (purposive sampling) được áp dụng do mục tiêu của nghiên cứu là thu thập ý kiến từ những người có kiến thức chuyên môn và kinh nghiệm thực tiễn liên quan trực tiếp đến thích ứng với biến đổi khí hậu và đánh giá rủi ro khí hậu, thay vì suy rộng kết quả cho toàn bộ dân số. Nhóm chuyên gia bao gồm các nhà nghiên cứu, nhà quản lý trong lĩnh vực môi trường, biến đổi khí hậu, quản lý tài nguyên và phát triển bền vững, có trình độ từ thạc sĩ trở lên và tối thiểu 10 năm kinh nghiệm. Nhóm đại diện cộng đồng gồm cán bộ lãnh đạo, cán bộ chuyên môn cấp xã, đại diện các tổ chức đoàn thể và hộ dân tại 16 xã thuộc thành phố Huế, đại diện cho các vùng sinh thái đồng

bằng, ven biển, đầm phá, trung du và miền núi. Tổng số mẫu khảo sát hợp lệ là 145. Do các phân tích EFA và PLS-SEM được thực hiện riêng cho từng hợp phần rủi ro khí hậu với 8–10 biến quan sát/hợp phần, tỷ lệ mẫu trên biến quan sát đạt khoảng 14,5–18,1:1. Tỷ lệ này vượt mức khuyến nghị đối với phân tích nhân tố, thường dao động từ 5–10 quan sát cho mỗi biến đo lường (Comrey và Lee, 1992; Tabachnick và Fidell, 2007; Hair và cs., 2010; Kline, 2016). Bên cạnh đó, cỡ mẫu 145 cũng vượt ngưỡng tối thiểu theo quy tắc 10 lần số chỉ báo của cấu trúc có số lượng biến quan sát lớn nhất trong PLS-SEM (Hair và cs., 2022), qua đó bảo đảm độ tin cậy cho việc đánh giá mô hình đo lường và chuẩn hóa các thang đo thành phần. Các đối tượng đánh giá mức độ quan trọng của các chỉ số thành phần của các hợp phần rủi ro bao gồm H, E, S, AC và AR và mức rủi ro tổng hợp (R) theo thang Likert 5 mức. Bảng hỏi được thiết kế trên KoBo Toolbox và gửi qua email, Zalo. Dữ liệu được xử lý bằng phần mềm SPSS 20.0 và mô hình đo lường được kiểm định bằng PLS-SEM trên SmartPLS 3.

2.2.2 Đánh giá độ tin cậy và phân tích nhân tố khám phá (EFA)

Trước hết, độ tin cậy thang đo được kiểm định bằng Cronbach's Alpha và hệ số tương quan biến–tổng hiệu chỉnh. Thang đo đạt yêu cầu khi Cronbach's Alpha $\geq 0,70$ (Hair và cs., 2010; Nunnally và Bernstein, 1994). Các biến có tương quan biến–tổng $< 0,30$ hoặc làm giảm độ tin cậy khi loại bỏ sẽ bị xem xét loại khỏi thang đo (Nunnally và Bernstein, 1994; Hoàng và Chu, 2008), nhằm đảm bảo tính nhất quán nội tại. Tiếp theo, EFA được sử dụng để xác định cấu trúc tiềm ẩn và nhóm biến quan sát thành các nhân tố phù hợp. Điều kiện kiểm định gồm: chỉ số KMO (Kaiser–Meyer–Olkin) $\geq 0,50$; kiểm định Bartlett có ý nghĩa ($p < 0,05$); và định thức ma trận tương quan $> 0,00001$ (Hair và cs., 2010; Kaiser và Rice, 1974; Tabachnick và Fidell, 2007; Hoàng và Chu, 2008). Phân tích sử dụng Phân tích thành phần chính (Principal Component Analysis-PCA) kết hợp quay Varimax, với tiêu chí giữ nhân tố gồm: tải nhân tố $\geq 0,50$, Eigenvalue > 1 và tổng phương sai trích $\geq 50\%$ (Hair và cs., 2010; Watkins, 2018; Finch, 2023). EFA được thực hiện riêng cho từng nhóm chỉ số thuộc 5 hợp phần rủi ro khí hậu (H, E, S, AC và AR) nhằm hoàn thiện cấu trúc thang đo trước khi phân tích mô hình đo lường bằng PLS-SEM.

2.2.3 Mô hình Phương trình cấu trúc bình phương tối thiểu từng phần (PLS-SEM)

Phương pháp PLS-SEM được sử dụng để kiểm định mô hình đo lường và phân tích các biến tiềm ẩn, phù hợp với nghiên cứu khám phá, dữ liệu không chuẩn và cỡ mẫu nhỏ (Hair và cs., 2017; Henseler và cs., 2009). Mô hình đo lường sử dụng trong nghiên cứu này được xây dựng theo dạng phản xạ (reflective) nhằm đánh giá mô hình đo lường phản xạ (reflective measurement model) và xác định trọng số chỉ số rủi ro khí hậu thông qua hệ số tải

ngoài (outer loadings). Việc đánh giá mô hình đo lường chú trọng vào các tiêu chí sau: (i) độ tin cậy qua Cronbach's Alpha và CR ($\geq 0,70$) (Hair và cs., 2017); (ii) giá trị hội tụ dựa trên outer loadings ($\geq 0,70$; chấp nhận $0,40\text{--}0,70$ nếu AVE $\geq 0,50$) và AVE $\geq 0,50$ (Hair và cs., 2017); (iii) giá trị phân biệt qua chỉ số Heterotrait–Monotrait Ratio (HTMT) ($< 0,85$ hoặc $< 0,90$ tùy mức độ liên hệ) (Henseler và cs., 2015). Ngoài ra, hệ số tải ngoài (outer loading) được dùng để xác định trọng số các chỉ số, phản ánh mức đóng góp của từng biến quan sát, giúp tăng tính khách quan so với phương pháp chuyên gia (Hair và cs., 2017; Lowry và Gaskin, 2014). Nghiên cứu không xây dựng và không kiểm định mô hình cấu trúc (structural model), cũng như không kiểm định các mối quan hệ nhân quả giữa các biến tiềm ẩn.

3. KẾT QUẢ VÀ THẢO LUẬN

3.1. Khảo sát tham vấn chuyên gia và cộng đồng

Tổng cộng có 145 người tham gia khảo sát, gồm 27 chuyên gia (18,6%) và 118 đại diện cộng đồng (81,4%), đảm bảo kết hợp giữa góc nhìn chuyên môn và thực tiễn địa phương. Tỷ lệ nam chiếm 63,4%, nữ 36,6%; độ tuổi trung bình 43 (SD = 7,28), dao động từ 22–69 tuổi. Trình độ học vấn chủ yếu là đại học (67,6%), tiếp đến thạc sĩ (13,1%) và tiến sĩ/phó giáo sư (11,7%), cho thấy chất lượng dữ liệu tương đối cao. Phần lớn người tham gia thuộc chính quyền và cộng đồng cơ sở (81,4%), còn lại từ trường đại học và viện nghiên cứu (13,1%). Nhóm chuyên gia tập trung vào các lĩnh vực Môi trường – BĐKH (40,7%), Quản lý tài nguyên – Rủi ro thiên tai (37,0%) và Phát triển bền vững (22,2%). Nhóm cộng đồng gồm cán bộ lãnh đạo cấp xã (14,5%), cán bộ chuyên môn (40,0%), đại diện đoàn thể (16,6%) và hộ dân (10,3%), phân bố tại 16 xã, trong đó Phú Hồ, Đan Điền và Vinh Lộc

chiếm tỷ lệ cao. Theo vùng sinh thái, mẫu bao phủ đồng bằng trũng thấp (28%), đồng bằng ven đầm phá (39,8%), ven biển – đầm phá (17,8%) và miền núi – trung du (14,4%), đảm bảo tính đại diện không gian và phù hợp cho đánh giá rủi ro khí hậu toàn diện.

3.2. Kiểm định độ tin cậy nội tại của thang đo

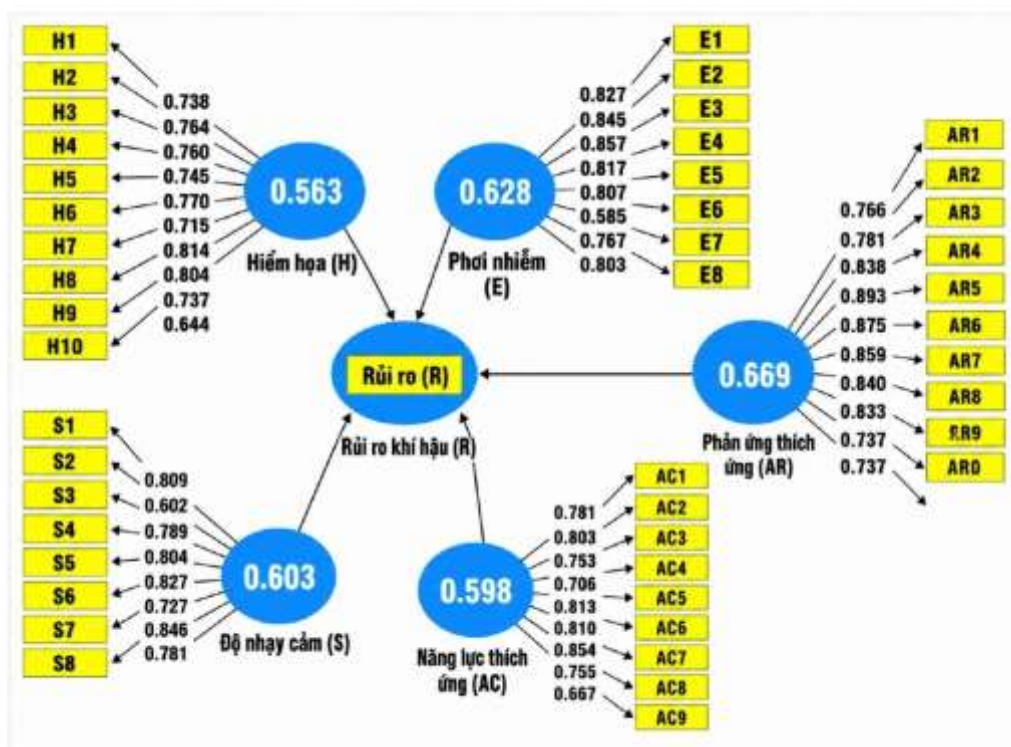
Kết quả kiểm định độ tin cậy cho thấy thang đo Hiểm họa (H) có hệ số Cronbach's Alpha đạt 0,921 ($>0,7$), thể hiện mức độ nhất quán nội tại rất tốt. Tất cả các biến quan sát H1–H10 đều đạt hệ số tương quan biến–tổng hiệu chỉnh lớn hơn 0,3 (dao động từ 0,641 đến 0,797) và có bình phương hệ số tương quan bội trong khoảng 0,517–0,779. Bên cạnh đó, giá trị Cronbach's Alpha nếu loại từng biến (0,907–0,917) không cho thấy sự cải thiện đáng kể, do đó không có biến quan sát nào bị loại bỏ. Tương tự, các thang đo Phơi nhiễm (E), Độ nhạy cảm (S), Năng lực thích ứng (AC) và Phản ứng thích ứng (AR) đều đạt mức độ tin cậy cao, với hệ số Cronbach's Alpha lần lượt là 0,911; 0,915; 0,924 và 0,949 (đều vượt ngưỡng 0,7). Các biến quan sát trong từng thang đo đều đảm bảo yêu cầu về hệ số tương quan biến–tổng hiệu chỉnh ($>0,3$), giá trị bình phương hệ số tương quan bội ở mức phù hợp, đồng thời Cronbach's Alpha nếu loại biến không cải thiện đáng kể độ tin cậy chung. Ngoài ra, các chỉ số trung bình và phương sai giữa các thang đo tương đối ổn định, cho thấy không có biến nào gây sai lệch đáng kể trong cấu trúc đo lường. Nhìn chung, toàn bộ các thang đo H, E, S, AC và AR đều đáp ứng tốt yêu cầu về độ tin cậy nội tại, vì vậy tất cả biến quan sát được giữ lại để tiếp tục đưa vào phân tích nhân tố khám phá (EFA).

3.3. Kiểm định tính hợp lệ thang đo bằng Phân tích nhân tố khám phá

Kết quả phân tích nhân tố khám phá cho thấy các thang đo rủi ro khí hậu đều đạt điều kiện phân tích. Chỉ số KMO nằm trong khoảng 0,846–0,927 ($>0,6$), Bartlett's Test đều có ý nghĩa thống kê (Sig. = 0,000 $< 0,05$) và định thức ma trận tương quan $> 0,00001$, chứng tỏ dữ liệu phù hợp và không có đa cộng tuyến (Hair và cs., 2010; Bartlett, 1954). Kết quả trích nhân tố cho thấy tất cả thang đo đều đơn hướng, mỗi nhóm chỉ trích được một nhân tố với Eigenvalue > 1 (5,066–6,871) và tổng phương sai trích đạt 50,66%–68,71%, phản ánh khả năng giải thích tốt biến thiên dữ liệu. Các hệ số tải nhân tố đều đạt yêu cầu (0,551–0,882), thể hiện mức độ hội tụ tốt của các biến quan sát. Cụ thể, các thang đo Hiểm họa (0,721–0,831), Phơi nhiễm (0,551–0,861), Độ nhạy cảm (0,746–0,854), Năng lực thích ứng (0,715–0,831) và Phản ứng thích ứng (0,778–0,882) đều cho thấy mức độ liên kết chặt chẽ và phù hợp. Nhìn chung, kết quả EFA xác nhận các thang đo đạt giá trị hội tụ sơ bộ, cấu trúc đơn hướng rõ ràng và đủ điều kiện để tiếp tục phân tích PLS-SEM ở bước tiếp theo.

3.4. Kết quả đánh giá mô hình đo lường theo phương pháp PLS-SEM

Trong nghiên cứu này, các cấu trúc tiềm ẩn được mô hình hóa theo dạng phản xạ (reflective), trong đó các biến quan sát phản ánh các khái niệm tiềm ẩn tương ứng. Mô hình được sử dụng để đánh giá mô hình đo lường và xác định trọng số các chỉ báo, không nhằm kiểm định các quan hệ cấu trúc giữa các cấu trúc tiềm ẩn (Hình 1).



Hình 1. Kết quả phân tích mô hình đo lường phản xạ bằng PLS-SEM

Vì vậy, việc đánh giá mô hình đo lường tập trung vào các khía cạnh độ tin cậy, giá trị hội tụ và giá trị phân biệt, dựa trên các chỉ số như hệ số tải ngoài, Cronbach's Alpha, độ tin cậy tổng hợp (CR), phương sai trích trung bình (AVE) và chỉ số Heterotrait–Monotrait Ratio (HTMT). Hệ số đường dẫn (path coefficients)-sử dụng để đánh giá mô hình cấu trúc và kiểm định giả thuyết nghiên cứu (Hair và cộng sự, 2017- không được trình bày trong Hình 1 do nghiên cứu này chỉ nhằm mục đích xác định trọng số chỉ số rủi ro khí hậu mà không kiểm định mối quan hệ giữa các biến tiềm ẩn.

3.4.1 Đánh giá độ tin cậy và mức độ hội tụ của thang đo

Kết quả đánh giá mô hình đo lường được tổng hợp tại Bảng 2. Kết quả cho thấy các thang đo đạt độ tin cậy cao, với Cronbach's Alpha từ 0,905–0,945 và độ tin cậy tổng hợp (CR) từ 0,918–0,947, đều vượt ngưỡng khuyến nghị 0,70. Giá trị phương

sai trích trung bình (AVE) dao động từ 0,554–0,671 ($> 0,50$), cho thấy các thang đo đạt giá trị hội tụ tốt. Hệ số tải ngoài nằm trong khoảng 0,585–0,893 và đều có ý nghĩa thống kê ($p < 0,001$), trong đó thang đo Phản ứng thích ứng (AR) đạt mức hội tụ cao nhất ($AVE = 0,671$). Có 4 chỉ số (H10, E6, S2 và AC9) có hệ số tải ngoài nhỏ hơn 0,70. Tuy nhiên, theo Hair và cs (2017), các chỉ số có hệ số tải ngoài từ 0,40 đến dưới 0,70 vẫn có thể được giữ lại nếu việc loại bỏ không cải thiện đáng kể độ tin cậy tổng hợp (CR) và phương sai trích trung bình (AVE). Trong nghiên cứu này, các hợp phần tương ứng đều đạt $CR > 0,90$ và $AVE > 0,50$). Đồng thời, các chỉ số này phản ánh đầy đủ các khía cạnh quan trọng của các hợp phần rủi ro khí hậu theo khung rủi ro của IPCC, góp phần bảo đảm giá trị nội dung của bộ chỉ số, bao gồm hiểm họa sạt lở/xói lở (H10), phơi nhiễm hệ sinh thái rừng (E6), tính dễ bị tổn thương của nhóm dân tộc thiểu số (S2) và năng lực ứng phó thiên tai của hộ gia đình (AC9). Do đó, các chỉ số

được giữ lại nhằm bảo đảm cả chất lượng đo lường và tính đầy đủ của bộ chỉ số đánh giá rủi ro khí hậu. Kết quả kiểm tra đa cộng tuyến cho thấy các giá trị hệ số phóng đại phương sai (VIF) của các cấu trúc khái niệm H, E, S và AC dao động từ 1,551–3,763 (< 5), không có hiện tượng đa cộng tuyến đáng kể (Hair và cs., 2017). Đối với thang đo AR, VIF nằm trong khoảng 2,460–5,960; mặc

dù một số biến vượt nhẹ ngưỡng 5, các biến này vẫn được giữ lại do có hệ số tải ngoài cao ($> 0,70$) và AVE của thang đo đạt trên 0,50, bảo đảm giá trị hội tụ theo khuyến nghị của Hair và cs (2017). Nhìn chung, hiện tượng đa cộng tuyến không ảnh hưởng đáng kể đến chất lượng của mô hình đo lường.

Bảng 2. Kết quả đánh giá độ tin cậy và giá trị hội tụ của các thang đo

Chỉ số	Các biến quan sát	Khoảng hệ số tải ngoài *	Cronbach's Alpha	Độ tin cậy tổng hợp (CR)	Phương sai trích trung bình (AVE)	Khoảng VIF
Hiểm họa	H1–H10	0,644 – 0,814	0,910	0,918	0,554	2,242 – 3,763
Phơi nhiễm	E1–E8	0,585 – 0,857	0,914	0,928	0,628	1,551 – 3,569
Độ nhạy cảm	S1–S8	0,602 – 0,846	0,905	0,925	0,602	1,785 – 3,369
Năng lực thích ứng	AC1–AC9	0,667 – 0,854	0,917	0,923	0,601	2,097 – 3,187
Phản ứng thích ứng	AR1–AR10	0,737 – 0,893	0,945	0,947	0,671	2,460 – 5,960

* Hệ số tải ngoài của tất cả các biến đều có ý nghĩa thống kê ở mức $p < 0,001$, ước lượng qua bootstrapping 5.000 mẫu

4.4.2 Đánh giá giá trị phân biệt của các thang đo

Giá trị phân biệt của mô hình đo lường được đánh giá bằng chỉ số HTMT với khoảng tin cậy 95% (CI) ước lượng qua bootstrapping 5.000 mẫu. Kết quả phân tích cho thấy mô hình đạt giá trị phân biệt khi $HTMT < 0,85$ (chấp nhận $\leq 0,90$) và khoảng tin cậy không chứa giá trị 1 (Henseler và cs, 2015). Kết quả kiểm định cho thấy tất cả các cặp biến tiềm ẩn có HTMT từ 0,603–0,884, không có khoảng tin cậy nào chứa giá trị 1, khẳng định mô hình lường đạt giá trị phân biệt. Cụ thể, các cặp liên quan đến Hiểm họa (H) – Phản ứng thích ứng (AR), Năng lực thích ứng (AC) – Phơi nhiễm (E) có HTMT thấp (0,603–0,720), thể hiện sự khác biệt khái niệm rõ ràng. Một số cặp có HTMT cao hơn như Độ nhạy cảm (S) – AC (0,884), S – E (0,869), H – E (0,839) vẫn

nằm dưới ngưỡng chấp nhận và phản ánh mối quan hệ lý thuyết gần gũi giữa các khái niệm trong nghiên cứu rủi ro khí hậu. Như vậy, kết quả cho thấy mô hình đo lường đáp ứng yêu cầu về giá trị phân biệt, qua đó khẳng định các thang đo có khả năng phân biệt rõ ràng giữa các khái niệm tiềm ẩn và phù hợp với cơ sở lý thuyết.

4.5. Xác định trọng số các chỉ số trong mô hình đo lường PLS-SEM

Trọng số được xác định bằng cách bình phương hệ số tải nhằm phản ánh mức độ giải thích phương sai của biến, sau đó chuẩn hóa theo tổng. Cách này đảm bảo các trọng số nằm trong khoảng từ 0 đến 1 và có tổng bằng 1 (Hair và cs, 2017; Nardo và cs, 2008). Cách tiếp cận này giúp phản ánh mức độ đóng góp thực tế của từng chỉ số, qua đó nâng cao tính khách quan và độ tin cậy của bộ chỉ số.

Bảng 3. Bộ chỉ số đánh giá rủi ro khí hậu cấp xã và trọng số chỉ số

	Chi số thành phần và tổng hợp	Đơn vị	Hướng	Hệ số tải ngoài	Trọng số
1	Chỉ số Hiểm họa (H)				
H1	Số cơn bão/áp thấp nhiệt đới ảnh hưởng	cơn/năm	+	0,738	0,097
H2	Số cơn bão $\geq$ cấp 8 (theo thang Beaufort)	cơn/năm	+	0,764	0,104
H3	Số ngày trung bình mỗi cơn bão	ngày/cơn	+	0,760	0,103
H4	Số trận lũ	trận/năm	+	0,745	0,099
H5	Số ngày ngập trung bình mỗi trận lũ	ngày/trận	+	0,770	0,105
H6	Số vụ lũ quét	vụ/năm	+	0,715	0,091
H7	Số đợt hạn hán xảy ra	đợt/năm	+	0,814	0,118
H8	Trung bình số ngày hạn hán mỗi đợt	ngày/đợt	+	0,804	0,115
H9	Số đợt xâm nhập mặn	đợt/năm	+	0,737	0,097
H10	Số đợt sạt lở đất/xói lở ven biển	đợt/năm	+	0,644	0,074
2	Chỉ số Phơi nhiễm (E)				
E1	Tổng dân số	người	+	0,827	0,136
E2	Mật độ dân số	người/km ²	+	0,845	0,142
E3	Số thôn, tổ thường bị ảnh hưởng thiên tai	thôn, tổ/xã	+	0,857	0,146
E4	Tỷ lệ dân ở khu vực nông thôn	%	+	0,817	0,133
E5	Tỷ lệ diện tích đất nông nghiệp trong tổng diện tích tự nhiên	%	+	0,807	0,130
E6	Tỷ lệ diện tích rừng trong tổng diện tích tự nhiên	%	+	0,585	0,068
E7	Tỷ lệ diện tích nuôi trồng thủy sản trong tổng diện tích tự nhiên	%	+	0,767	0,117
E8	Số công trình hạ tầng xã hội nằm trong vùng bị ảnh hưởng do thiên tai	công trình/xã	+	0,803	0,129
3	Chỉ số Độ nhạy cảm (S)				
S1	Tỷ lệ hộ nghèo	%	+	0,809	0,137
S2	Tỷ lệ hộ dân tộc thiểu số	%	+	0,602	0,076
S3	Tỷ lệ hộ có thành viên nhóm dễ bị tổn thương	%	+	0,789	0,130
S4	Tỷ lệ hộ có nhà tạm/bán kiên cố	%	+	0,804	0,135
S5	Tỷ lệ hộ phụ thuộc sinh kế nông nghiệp	%	+	0,827	0,143
S6	Tỷ lệ hộ phụ thuộc sinh kế lâm nghiệp	%	+	0,727	0,111
S7	Tỷ lệ hộ phụ thuộc ngư nghiệp	%	+	0,846	0,149
S8	Cơ cấu lao động (nông nghiệp, lâm nghiệp, ngư nghiệp)	%	+	0,781	0,127
4	Chỉ số Năng lực thích ứng (AC)				
AC1	Diện tích đất tự nhiên (ha)	ha	-	0,781	0,116
AC2	Tổng giá trị sản xuất (nông nghiệp, lâm nghiệp, ngư nghiệp)	triệu đồng	-	0,803	0,123
AC3	Tỷ lệ hộ đa dạng sinh kế (≥ 2 nguồn thu nhập)	%	-	0,753	0,108
AC4	Tỷ lệ lao động có việc làm	%	-	0,706	0,095
AC5	Số hợp tác xã, tổ hợp tác	số HTX/xã	-	0,813	0,126
AC6	Số tổ chức xã hội nghề nghiệp	số tổ chức/xã	-	0,810	0,125
AC7	Tỷ lệ có thành viên tham gia tổ chức, nhóm cộng đồng	%	-	0,854	0,139
AC8	Tỷ lệ hộ tiếp cận và sử dụng thông tin dự báo & cảnh báo	%	-	0,755	0,109
AC9	Tỷ lệ hộ có kiến thức về ứng phó với thiên tai	%	-	0,667	0,085

5	Chỉ số Phản ứng thích ứng (AR)				
AR1	Tỷ lệ thôn, bản có hệ thống loa truyền thanh	%	-	0,766	0,089
AR2	Xã có xây dựng và thực hiện hệ thống cảnh báo thiên tai	1=có; 0=không	-	0,781	0,093
AR3	Xã có Ban chỉ huy Phòng thủ dân sự	1=có; 0=không	-	0,838	0,107
AR4	Xã tổ chức thực hiện hiệu quả công tác sơ tán, cứu hộ phòng chống thiên tai	Likert 1-5	-	0,893	0,122
AR5	Xã có lực lượng xung kích phòng, chống thiên tai được huy động	1=có; 0=không	-	0,875	0,117
AR6	Tỷ lệ hộ thực hiện các biện pháp ứng phó thiên tai (sửa chữa, gia cố nhà,...)	%	-	0,859	0,113
AR7	Tỷ lệ hộ thực hiện dự trữ nước, lương thực, vật tư thiết yếu	%	-	0,840	0,107
AR8	Tỷ lệ hộ tuân theo quy định và hướng dẫn về phòng, chống của Ủy ban Nhân dân xã	%	-	0,833	0,105
AR9	Tỷ lệ hộ áp dụng thực hành nông nghiệp thích ứng	%	-	0,737	0,073
AR10	Tỷ lệ hộ tham gia xây dựng, vận hành hệ thống cảnh báo thiên tai	%	-	0,737	0,073

Bảng 3 cho thấy sự khác biệt rõ rệt về mức độ đóng góp của các nhóm chỉ số trong việc hình thành rủi ro khí hậu. Đối với chỉ số Hiểm họa (H), hạn hán (H7, H8) có trọng số cao nhất (0,115–0,118), cho thấy vai trò nổi bật của các hiện tượng khô hạn kéo dài. Các nhóm bão (H1–H3) và lũ lụt (H4–H6) có mức đóng góp trung bình (0,091–0,105), phản ánh tính thường xuyên nhưng mức độ ảnh hưởng phân tán hơn. xâm nhập mặn (H9) cũng có ảnh hưởng đáng kể (0,097), trong khi sạt lở/xói lở (H10) thấp hơn (0,074), mang tính cục bộ. Nhìn chung, kết quả cho thấy rủi ro hiểm họa không phân bố đồng đều giữa các loại hình mà chịu chi phối mạnh bởi các hiện tượng khí hậu cực đoan. Đối với chỉ số Phơi nhiễm (E), mật độ dân số (E2) và tỷ lệ dân nông thôn (E4) là những yếu tố quan trọng nhất (0,142 và 0,133), cho thấy rủi ro tập trung nhiều ở các khu vực có mật độ dân cư cao và phụ thuộc vào nông nghiệp. Chỉ số về tỷ lệ diện tích rừng (E6) có trọng số thấp nhất (0,068), phản ánh ảnh hưởng gián tiếp hơn đến phơi nhiễm. Trong chỉ số Độ nhạy cảm (S), các yếu tố kinh tế – xã hội như nhà ở không kiên cố (S4), hộ nghèo (S1) và sinh kế phụ thuộc

nông – ngư nghiệp (S5, S7) chiếm trọng số cao (0,135–0,149), nhấn mạnh vai trò của điều kiện sống và sinh kế trong việc xác định mức tổn thương. Tỷ lệ dân tộc thiểu số (S2) có trọng số thấp hơn (0,076), cho thấy mức độ ảnh hưởng không đồng đều. Đối với chỉ số Năng lực thích ứng (AC), sự tham gia cộng đồng (AC7) và các tổ chức địa phương (AC5, AC6) có trọng số cao nhất (0,125–0,139), cho thấy vai trò quan trọng của vốn xã hội. Cuối cùng, chỉ số Phản ứng thích ứng (AR) cho thấy công tác sơ tán và cứu hộ phòng chống thiên tai (AR4) có trọng số cao nhất (0,122), tiếp theo là lực lượng xung kích phòng chống thiên tai (AR5) (0,117) và các biện pháp ứng phó của hộ gia đình như sửa chữa, gia cố nhà cửa (AR6) (0,113). Điều này cho thấy cả năng lực tổ chức ở cấp địa phương và các hành động chủ động của hộ gia đình đều có vai trò quan trọng trong giảm thiểu rủi ro khí hậu. Kết quả xác định trọng số dựa trên hệ số tải ngoài trong mô hình đo lường PLS-SEM thay vì phương pháp gán trọng số bằng nhau hoặc dựa trên ý kiến chuyên gia (Nardo và cs., 2008; Greco và cs., 2019; Hair và cs., 2017) giúp phản ánh chính xác hơn mức độ đóng góp

tương đối của từng chỉ số trong cấu trúc rủi ro khí hậu. Phân tích trọng số cho thấy các yếu tố có ảnh hưởng lớn tập trung chủ yếu vào cường độ và thời gian của hiểm họa, mức độ phân bố dân cư, các điều kiện kinh tế – xã hội dễ bị tổn thương, cũng như năng lực tổ chức và mức độ liên kết cộng đồng. Trong đó, vốn xã hội và chất lượng quản trị địa phương nổi lên như những yếu tố then chốt quyết định khả năng hình thành và giảm thiểu rủi ro khí hậu ở cấp cộng đồng.

4. KẾT LUẬN VÀ KIẾN NGHỊ

Nghiên cứu đã kiểm định và đánh giá bộ chỉ số rủi ro khí hậu cấp xã gồm năm thành phần: Hiểm họa (H), Phơi nhiễm (E), Độ nhạy cảm (S), Năng lực thích ứng (AC) và Phản ứng thích ứng (AR), dựa trên dữ liệu khảo sát 145 chuyên gia và đại diện cộng đồng với 45 chỉ số. Trong quy trình nghiên cứu xây dựng và chuẩn hoá bộ chỉ số, kết quả phân tích EFA và PLS-SEM được sử dụng như một bước quan trọng để kiểm định cấu trúc đo lường, đánh giá độ tin cậy và giá trị của thang đo, trước khi áp dụng bộ chỉ số vào dữ liệu thực tế nhằm đánh giá rủi ro khí hậu tại thành phố Huế. Kết quả cho thấy mô hình đạt độ tin cậy và giá trị đo lường tốt, đồng thời đảm bảo giá trị hội tụ và giá trị phân biệt. Việc xác định trọng số dựa trên hệ số tải ngoài trong PLS-SEM giúp nâng cao tính khách quan so với phương pháp gán trọng số truyền thống. Bộ chỉ số này có thể ứng dụng trong đánh giá, giám sát và so sánh rủi ro khí hậu cấp xã, qua đó hỗ trợ ra quyết định và tích hợp thích ứng biến đổi khí hậu vào quy hoạch phát triển nông thôn bền vững. Kết quả cũng nhấn mạnh vai trò của năng lực thể chế, vốn xã hội và sự tham gia của cộng đồng trong nâng cao hiệu quả thích ứng ở cấp địa phương. Tuy nhiên, nghiên cứu còn hạn chế do phụ thuộc vào dữ liệu khảo sát tham vấn và phạm vi kiểm định tại thành phố Huế, do đó các trọng số có thể mang tính đặc thù địa

phương. Trong tương lai, cần mở rộng nghiên cứu sang các khu vực khác, ứng dụng và tích hợp dữ liệu khách quan như thống kê thiên tai, bản đồ nguy cơ và dữ liệu viễn thám, đồng thời khuyến nghị phân tích không gian – thời gian nhằm nâng cao độ chính xác, tính ổn định và khả năng ứng dụng thực tiễn của bộ chỉ số.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

1. Tài liệu tiếng Việt

Hoàng Trọng và Chu Nguyễn Mộng Ngọc (2008). *Phân tích dữ liệu nghiên cứu với SPSS: Tập 1*, Nhà xuất bản Hồng Đức.

2. Tài liệu tiếng nước ngoài

- Adger, W. N. (2006). Vulnerability. *Global Environmental Change*, 16(3), 268–281. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.gloenvch.2006.02.006>
- Bartlett, M. S. (1954). A note on the multiplying factors for various chi square approximations. *Journal of the Royal Statistical Society: Series B*, 16(2), 296–298. DOI: <https://doi.org/10.1111/j.2517-6161.1954.tb00174.x>
- Cohen, J., Cohen, P., West, S. G., & Aiken, L. S. (2003). *Applied multiple regression/correlation analysis for the behavioral sciences* (3rd ed.). Lawrence Erlbaum Associates.
- Comrey, A. L., & Lee, H. B. (1992). *A first course in factor analysis* (2nd ed.). Lawrence Erlbaum Associates. Retrieved from <https://www.routledge.com/A-First-Course-in-Factor-Analysis/Comrey-Lee/p/book/9781138965454>
- Cutter, S. L., Boruff, B. J., & Shirley, W. L. (2008). Social vulnerability to environmental hazards. *Social Science Quarterly*, 84(2), 242–261. DOI: <https://doi.org/10.1111/1540-6237.8402002>
- de Sherbinin, A., Bukvic, A., Rohat, G., Gall, M., McCusker, B., Preston, B., Apotsos, A., Fish, C., Kienberger, S., Muhonda, P., Wilhelmi, O., & Macharia, D. (2019). Climate vulnerability mapping: A systematic review and future prospects. *WIREs Climate Change*, 10(5), e600. DOI: <https://doi.org/10.1002/wcc.600>
- FAO. (2017). *Climate-smart agriculture sourcebook*. Food and Agriculture

- Organization of the United Nations. Retrieved from <https://www.fao.org/climate-smart-agriculture-sourcebook>
- Finch, W. H. (2023). A comparison of methods for determining the number of factors to retain with exploratory factor analysis of dichotomous data. *Psych*, 5(3), 1004–1018. DOI: <https://doi.org/10.3390/psych5030067>
- Füssel, H. M. (2007). Vulnerability: A generally applicable conceptual framework for climate change research. *Global Environmental Change*, 17(2), 155–167. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.gloenvcha.2006.05.002>
- Greco, S., Ishizaka, A., Tasiou, M., & Torrisi, G. (2019). On the methodological framework of composite indices: A review of the issues of weighting, aggregation, and robustness. *Social Indicators Research*, 141, 61–94. DOI: <https://doi.org/10.1007/s11205-017-1832-9>
- Hair, J. F., Black, W. C., Babin, B. J., & Anderson, R. E. (2010). *Multivariate data analysis* (7th ed.). Prentice Hall. Retrieved from https://pdfroom.com/books/multivariate-data-analysis-7th-edition/andLVlXK2e3?utm_source
- Hair, J. F., Jr., Hult, G. T. M., Ringle, C. M., & Sarstedt, M. (2017). *A primer on partial least squares structural equation modeling (PLS-SEM)* (2nd ed.). SAGE Publications.
- Henseler, J., Ringle, C. M., & Sarstedt, M. (2015). A new criterion for assessing discriminant validity in variance-based structural equation modelling. *Journal of the Academy of Marketing Science*, 43(1), 115–135. DOI: <https://doi.org/10.1007/s11747-014-0403-8>
- Henseler, J., Ringle, C. M., & Sinkovics, R. R. (2009). The use of partial least squares path modeling in international marketing. *Advances in International Marketing*, 20, 277–319. DOI: [https://doi.org/10.1108/S1474-7979\(2009\)0000020014](https://doi.org/10.1108/S1474-7979(2009)0000020014)
- Hinkel, J. (2011). Indicators of vulnerability and adaptive capacity. *Global Environmental Change*, 21(1), 198–208. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.gloenvcha.2010.08.002>
- Imran, M., Hossain, M. S., Kabir, M. H., & Rahman, M. T. (2019). Mapping flood vulnerability using PLS-SEM. *International Journal of Disaster Risk Reduction*, 41, 101288. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.ijdr.2019.101288>
- Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC). (2014). *Climate Change 2014: Impacts, adaptation and vulnerability*. Cambridge University Press. DOI: <https://doi.org/10.1017/CBO9781107415379>
- Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC). (2022). *Climate Change 2022: Impacts, adaptation and vulnerability*. Cambridge University Press. DOI: <https://doi.org/10.1017/9781009325844>
- Kaiser, H. F., & Rice, J. (1974). Little Jiffy, Mark IV. *Educational and Psychological Measurement*, 34(1), 111–117. DOI: <https://doi.org/10.1177/001316447403400115>
- Kline, R. B. (2016). *Principles and practice of structural equation modeling* (4th ed.). Guilford Press. Retrieved from <https://www.guilford.com/books/Principles-and-Practice-of-Structural-Equation-Modeling/Rex-Kline/9781462523344>
- Lowry, P. B., & Gaskin, J. (2014). Partial least squares (PLS) structural equation modeling (SEM) for building and testing behavioral causal theory. *IEEE Transactions on Professional Communication*, 57(2), 123–146. DOI: <https://doi.org/10.1109/TPC.2014.2312452>
- Nardo, M., Saisana, M., Saltelli, A., Tarantola, S., Hoffmann, A., & Giovannini, E. (2008). *Handbook on constructing composite indicators*. OECD. DOI: <https://doi.org/10.1787/9789264043466-en>
- Nunnally, J. C., & Bernstein, I. H. (1994). *Psychometric theory* (3rd ed.). McGraw-Hill. Retrieved from https://openlibrary.org/books/OL1413455M/Psychometric_theory
- Simpson, N. P., Mach, K. J., Constable, A., Hess, J., Hogarth, R., Howden, M., et al. (2021). A framework for complex climate change risk assessment. *One Earth*, 4(4), 489–501. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.oneear.2021.03.005>

- Sohail, M. T., & Chen, S. (2022). A systematic PLS-SEM approach on assessment of indigenous knowledge in adapting to floods. *Frontiers in Plant Science*, 13, 990785. DOI: <https://doi.org/10.3389/fpls.2022.990785>
- Tabachnick, B. G., & Fidell, L. S. (2007). *Using multivariate statistics* (5th ed.). Pearson Education. Retrieved from https://openlibrary.org/books/OL18267755M/Using_multivariate_statistics
- Tate, E. (2012). Social vulnerability indices: A comparative assessment using uncertainty and sensitivity analysis. *Natural Hazards*, 63, 325–347. DOI: <https://doi.org/10.1007/s11069-012-0152-2>
- Watkins, M. W. (2018). Exploratory factor analysis: A guide to best practice. *Journal of Personality Assessment*. DOI: <https://doi.org/10.1177/0095798418771807>