

PHÂN TÍCH XU THẾ VÀ MỐI LIÊN HỆ GIỮA PHÁT THẢI KHÍ NHÀ KÍNH, BIẾN ĐỔI KHÍ HẬU VÀ THIÊN TAI KHÍ HẬU TẠI MỘT SỐ QUỐC GIA Ở ĐÔNG NAM Á GIAI ĐOẠN 1983-2022

Đặng Thị Như Ý

Viện Nghiên cứu và Đào tạo Việt-Anh, Đại học Đà Nẵng

Ngày nhận bài: 28/11/2025; ngày chuyển phản biện: 2/12/2025; ngày chấp nhận đăng: 9/3/2026

Tóm tắt: Biến đổi khí hậu (BĐKH) đang gia tăng nhanh chóng trên toàn cầu và tác động đáng kể đến kinh tế-xã hội, môi trường và con người. Đông Nam Á (ĐNA) được xem là một trong những khu vực chịu ảnh hưởng nặng nề của BĐKH do đặc thù về vị trí địa lý và điều kiện kinh tế-xã hội. Nghiên cứu này được thực hiện nhằm đánh giá xu hướng, tác động của BĐKH và một số yếu tố có liên quan tại một số quốc gia ở ĐNA trong giai đoạn 1983-2022. Dữ liệu được thu thập gồm phát thải khí nhà kính (KNK), nhiệt độ trung bình năm, biến đổi nhiệt độ trung bình năm (TBN), tần suất thiên tai khí hậu (TTKH); thiệt hại về người và kinh tế; và các chỉ số rủi ro và năng lực ứng phó. Phân tích thống kê mô tả và phân tích tương quan được áp dụng nhằm định lượng mối liên hệ giữa phát thải KNK, nhiệt độ và TTKH ở một số quốc gia ĐNA. Kết quả nghiên cứu cho thấy, nhiệt độ trung bình tăng khoảng $0,34^{\circ}\text{C}$, biến đổi nhiệt độ TBN tăng khoảng $0,84^{\circ}\text{C}$ và tần suất TTKH tăng gấp 2,3 lần trong giai đoạn 1983-2022. Các quốc gia chịu tác động mạnh bao gồm Philippines, Indonesia và Việt Nam. Mối tương quan có ý nghĩa giữa phát thải KNK và sự gia tăng nhiệt độ được ghi nhận ở 6/8 quốc gia nghiên cứu, trong khi đó mối quan hệ có ý nghĩa giữa nhiệt độ và tần suất TTKH được ghi nhận ở 3/8 quốc gia nghiên cứu ($p < 0,05$) cho thấy sự khác biệt về điều kiện tự nhiên, kinh tế - xã hội và năng lực ứng phó. Trung bình đối với 8 quốc gia nghiên cứu, có khoảng 2.507 người/100.000 người bị ảnh hưởng bởi TTKH với thiệt hại kinh tế trung bình khoảng $0,42\%$ GDP. Nghiên cứu góp phần làm rõ mối liên hệ giữa phát thải KNK, gia tăng nhiệt độ không khí và tần suất TTKH tại 8 quốc gia ĐNA trong giai đoạn 40 năm qua. Minh chứng từ nghiên cứu này là cơ sở cho việc phát triển các chính sách thiết yếu như cắt giảm phát thải KNK, tăng cường năng lực ứng phó nhằm giảm thiểu tác động của BĐKH và thiên tai liên quan.

Từ khóa: Biến đổi khí hậu, thiên tai khí hậu, phát thải khí nhà kính, Đông Nam Á.

1. Mở đầu

Trong những thập kỷ gần đây, BĐKH đã và đang được ghi nhận ở nhiều khu vực trên thế giới. Nhiệt độ trung bình toàn cầu đã tăng hơn 1°C so với thời kỳ tiền công nghiệp [1]. BĐKH được xem là yếu tố thúc đẩy sự gia tăng tần suất và cường độ của các thảm họa tự nhiên như bão, lũ lụt, hạn hán và sóng nhiệt trên phạm vi toàn cầu [2]. Do đó, hàng triệu người có nguy cơ bị ảnh hưởng trực tiếp và gián tiếp đến sự an toàn, sức khỏe, phát triển kinh tế và giáo dục.

ĐNA là một trong những khu vực dễ bị tổn

thương do BĐKH do đặc thù về địa hình và điều kiện kinh tế-xã hội. Khu vực này có nguy cơ phơi nhiễm cao đối với các hiểm họa thời tiết và khí hậu cực đoan, đặc biệt là các vùng thấp trũng ven biển, hải đảo, khu vực đông dân cư và đô thị hóa [3-4]. Hơn nữa, BĐKH có thể thúc đẩy nước biển dâng, xâm nhập mặn và gây bất lợi cho nông nghiệp cũng như đa dạng sinh học [5]. Theo thống kê của Ngân hàng phát triển Châu Á, có hơn 60% dân số ở khu vực ĐNA chịu tác động trực tiếp của BĐKH và TTKH [6]. Qua đó, BĐKH dường như làm tăng tính tổn thương của cơ sở hạ tầng, các hệ sinh thái và tài nguyên quan trọng phục vụ phát triển dân sinh ở khu vực này. Vì vậy, việc phân tích, đánh giá nguyên nhân, xu hướng và tác động của BĐKH theo

Tác giả liên hệ: Đặng Thị Như Ý
Email: y.dang@vnuk.udn.vn

không gian và thời gian có tầm quan trọng trong việc đánh giá vai trò của phát thải KNK, xác định khu vực dễ bị tổn thương để xây dựng kế hoạch hành động hiệu quả. Tuy nhiên, các nghiên cứu, đánh giá BĐKH đồng thời xác định mối quan hệ giữa các yếu tố liên quan đến BĐKH tại một số quốc gia ở ĐNA, đặc biệt là sự gia tăng nhiệt độ và tần suất TTKH còn khá hạn chế. Nghiên cứu này nhằm phân tích và đánh giá dữ liệu liên quan đến BĐKH bao gồm (i) Khuynh hướng của BĐKH và tần suất TTKH; (ii) Tương quan giữa phát thải KNK, BĐKH và TTKH; và (iii) Tác động của BĐKH đến con người và kinh tế. Kết quả nghiên cứu cung cấp minh chứng khoa học về BĐKH và các tác động liên quan để phát triển chính sách giảm nhẹ và thích ứng với BĐKH tại một số quốc gia ĐNA.

2. Số liệu và phương pháp nghiên cứu

2.1. Đối tượng nghiên cứu

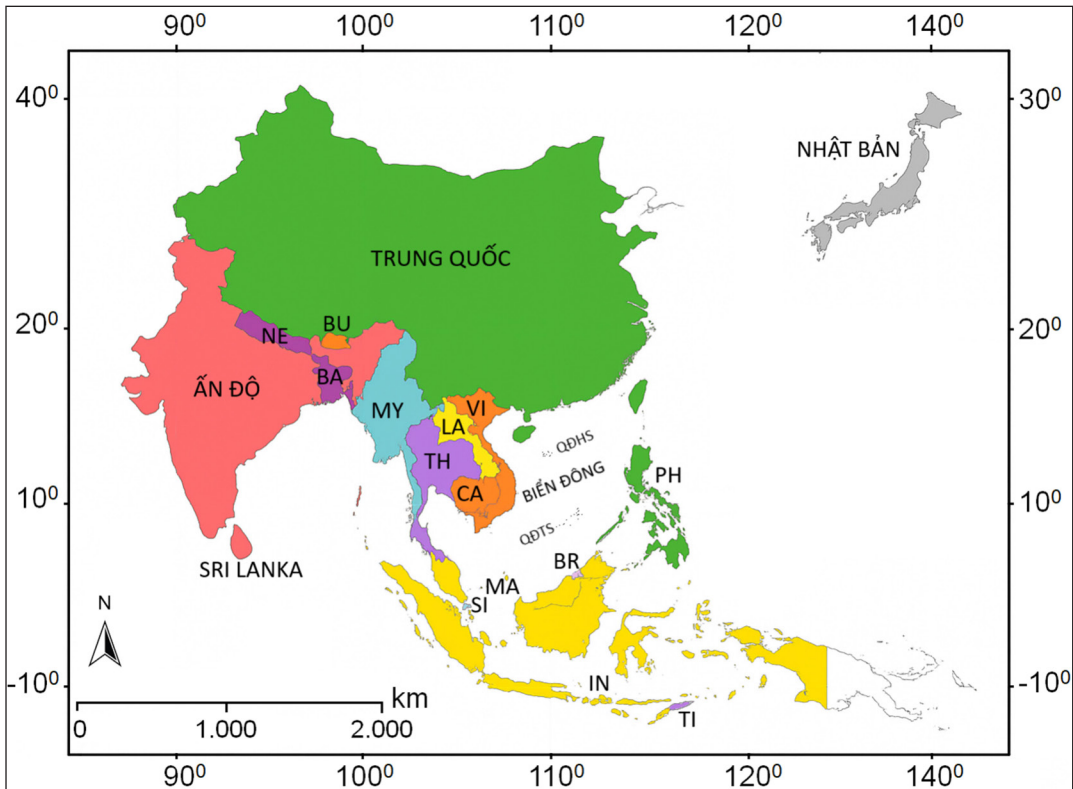
Đối tượng nghiên cứu bao gồm: (i) BĐKH (nhiệt độ không khí và biến đổi nhiệt độ TBN);

(ii) TTKH (các sự kiện tự nhiên bất thường liên quan đến BĐKH bao gồm nhóm hiện tượng khí tượng như bão và hạn hán và nhóm hiện tượng thủy văn như lũ lụt); (iii) Tác động của BĐKH và TTKH (số liệu tử vong, thương tích, mất nơi ở, thiệt hại về kinh tế); (iv) Số liệu về kinh tế - xã hội (dân số, GDP, phát thải KNK).

2.2. Phạm vi nghiên cứu

- Vị trí địa lý: Nghiên cứu được thực hiện tại một số quốc gia thuộc khu vực ĐNA, có tốc độ phát triển kinh tế tương đối nhanh đi kèm với xu hướng gia tăng phát thải KNK. Phạm vi nghiên cứu bao gồm Campuchia, Indonesia, Lào, Malaysia, Myanmar, Philippines, Thái Lan, Việt Nam (Hình 1). Các quốc gia Singapore, Brunei và Timor-Leste có diện tích lãnh thổ khá nhỏ và có sự không đồng nhất về dữ liệu nên không được xem xét trong nghiên cứu này.

- Thời gian nghiên cứu: Dữ liệu phục vụ nghiên cứu được thu thập trong giai đoạn từ năm 1983-2022.



Hình 1. Vị trí địa lý của các quốc gia ở ĐNA và một số quốc gia lân cận: CA: Campuchia; IN: Indonesia; LA: Lào; MA: Malaysia; MY: Myanmar; PH: Philippines; TH: Thái Lan; VI: Việt Nam (QĐHS: Quần đảo Hoàng Sa; QĐTS: Quần đảo Trường Sa); SI: Singapore; BR: Brunei; TI: Đông Timor; NE: Nepal; BU: Bhutan; và BA: Bangladesh

2.3. Thu thập dữ liệu

- Nhiệt độ trung bình và biến đổi nhiệt độ TBN (Annual Surface Temperature Change) được thu thập từ Bảng thông tin về biến đổi khí hậu của Quỹ Tiền tệ Quốc tế với thời kỳ chuẩn là giai đoạn 1951-1980 [7].

- Số liệu tử vong, thương tích, mất nơi ở, tổng số người bị ảnh hưởng, tổng thiệt hại về kinh tế được thu thập từ Cơ sở dữ liệu sự kiện khẩn cấp [8].

- Số liệu dân số, GDP, phát thải KNK được thu thập từ trang web của Our World in Data [9].

- Điểm đánh giá Nguy cơ và phơi nhiễm do khí hậu, Thiếu năng lực ứng phó và Tính tổn thương được thu thập từ Trung tâm Kiến thức Quản lý Rủi ro Thiên tai. Thang điểm đánh giá gồm: Rất thấp (từ 0 đến < 2,0); Thấp (từ 2,0 đến < 4,0); Trung bình (từ 4,0 đến < 6,0); Cao (từ 6,0 đến < 8,0); và Rất cao (từ 8,0 đến ≤10) [10].

2.4. Xử lý số liệu

Thống kê mô tả được sử dụng để đánh giá khuynh hướng BĐKH và dữ liệu liên quan trong giai đoạn từ 1983-2022. Phân tích phương sai một yếu tố (One way - ANOVA) và Tukey HSD ($p < 0,05$) được sử dụng để kiểm định sự khác biệt dữ liệu giữa các giai đoạn nghiên cứu. Phân tích tương quan ($p < 0,05$) được sử dụng để đánh giá mối quan hệ có ý nghĩa giữa KNK và nhiệt độ; giữa nhiệt độ và TTKH. Trước khi thực hiện phân tích thống kê, số liệu được kiểm tra tính đồng nhất phương sai bằng kiểm định Levene ($p > 0,05$) và chuyển đổi logarit khi cần thiết; Dữ liệu khuyết đã được xác định và loại khỏi nghiên cứu. Số liệu được xử lý và phân tích bằng Microsoft Excel 2016 và R phiên bản 4.4.3 RStudio [11].

3. Kết quả và thảo luận

3.1. Khuynh hướng biến đổi khí hậu và thiên tai khí hậu ở Đông Nam Á

Nhiệt độ, tần suất TTKH và KNK có sự biến động đáng kể theo thời gian từ năm 1983-2022. Nhiệt độ trung bình tăng khoảng $0,34^{\circ}\text{C}$ và ghi nhận mức tăng đáng kể ($p < 0,05$) ở hầu hết các quốc gia nghiên cứu, đặc biệt là tại Indonesia, Lào, Malaysia và Việt Nam (Bảng 1). Đối với Thái Lan, nhiệt độ trung bình có xu hướng ổn

định từ năm 1983-2002 và biến động nhẹ trong giai đoạn 2003-2022 (Bảng 1). Tương tự, biến đổi nhiệt độ TBN có xu hướng tăng mạnh với biên độ gia tăng biến đổi nhiệt độ TBN khoảng $0,84^{\circ}\text{C}$ giai đoạn 1983-2002 và có sự gia tăng đáng kể theo thời gian ($p < 0,05$) (Bảng 1). Đặc biệt, từ năm 2013-2022, tại một số quốc gia như Philippines và Việt Nam đã ghi nhận mức tăng biến đổi nhiệt độ TBN lên đến khoảng 1°C . Sự gia tăng đáng kể nhiệt độ trung bình và biến đổi nhiệt độ TBN cho thấy sự ấm lên liên tục của các quốc gia nghiên cứu nói riêng và khu vực ĐNA nói chung trong 4 thập kỷ qua và phù hợp với ghi nhận về khuynh hướng ấm lên chung của toàn cầu [1], [12].

Song song với sự gia tăng về nhiệt độ, tần suất TTKH từ 1983-2022 cũng được ghi nhận tăng gấp 2,3 lần (Bảng 1). Các quốc gia có tần suất TTKH tăng cao như Việt Nam (tăng khoảng 2 lần), Indonesia (tăng khoảng 4 lần), Malaysia (tăng khoảng 9 lần) (Bảng 1). Riêng đối với tần suất thiên tai khí hậu ghi nhận mức cao qua hầu hết các giai đoạn nghiên cứu (Bảng 1).

Nhìn chung, nhiệt độ trung bình, biến đổi nhiệt độ TBN và tần suất thiên tai gia tăng đáng kể tại các quốc gia nghiên cứu trong 4 thập kỷ qua. Biến đổi nhiệt độ TBN đã tăng đáng kể từ năm 1983-2022, đặc biệt tăng mạnh trong 20 năm gần đây cùng với sự gia tăng tần suất TTKH. Philippines và Việt Nam được ghi nhận là một trong những quốc gia chịu ảnh hưởng nặng nề của BĐKH trong khu vực và trên toàn cầu [13].

Trên toàn khu vực nghiên cứu cũng có sự gia tăng đáng kể lượng KNK phát thải trong 40 năm qua với tốc độ tăng trung bình khoảng $1,69\%/năm$. Quốc gia được ghi nhận có mức phát thải lớn nhất là Indonesia, trong khi các quốc gia có mức phát thải thấp hơn nhưng cũng đã ghi nhận tăng gấp đôi trong giai đoạn nghiên cứu gồm Lào và Việt Nam (Bảng 1). Kết quả này phù hợp với thực tế gia tăng tiêu thụ năng lượng, chuyển đổi sử dụng đất và phát triển công nghiệp ở ĐNA [6], [14]. Hơn nữa, ĐNA được xem là khu vực phát thải khí nhà kính tương đối nhanh ở Châu Á, chỉ đứng sau khu vực Nam Á [15]. Như vậy, cùng với sự gia tăng của BĐKH, các nước ĐNA là khu vực có lượng KNK phát thải khá cao và đang có xu hướng gia tăng.

Bảng 1. Sự biến động nhiệt độ và các yếu tố có liên quan từ năm 1983-2022 ở một số quốc gia ĐNA (giá trị trung bình/năm ± độ lệch chuẩn). Các giá trị có ký tự khác nhau (a, b, c, d) biểu thị cho sự khác biệt có ý nghĩa thống kê giữa các giai đoạn nghiên cứu (phân tích ANOVA một yếu tố và kiểm định Tukey HSD với $p<0,05$). Các giá trị có cùng ký tự (ns) thì không có sự khác biệt có ý nghĩa thống kê [7], [8], [10]

Quốc gia	Thông số	Giai đoạn (10 năm)			
		1983-1992	1993-2002	2003-2012	2013-2022
Campuchia	Nhiệt độ trung bình (°C)	27,14±0,42b	27,27±0,32ab	27,25±0,29ab	27,55±0,30a
	Biến đổi nhiệt độ TBN (°C)	0,34±0,19b	0,50±0,31b	0,63±0,24b	0,99±0,28a
	Tần suất TTKH (đợt)	1,00±0,00ab	1,57±0,53b	1,38±0,52ab	1,67±1,00a
	Phát thải KNK (x 10 ⁷ tấn)	7,35±3,05ab	4,89±0,50c	5,49±0,82bc	8,43±0,44a
Indonesia	Nhiệt độ trung bình (°C)	25,73±0,16c	25,90±0,13b	25,91±0,10b	26,09±0,09a
	Biến đổi nhiệt độ TBN (°C)	0,15±0,19c	0,44±0,22b	0,50±0,17b	0,96±0,20a
	Tần suất TTKH (đợt)	3,20±1,55b	4,00±2,21b	7,20±2,74b	11,70±6,06a
	Phát thải KNK (x 10 ⁷ tấn)	116,8±20,4b	166,5±58,9a	153,8±24,7ab	188,7±26,6a
Lào	Nhiệt độ trung bình (°C)	23,86±0,35b	24,04±0,32ab	24,10±0,38ab	24,40±0,30a
	Biến đổi nhiệt độ TBN (°C)	0,35±0,28b	0,53±0,39b	0,70±0,38b	1,18±0,39a
	Tần suất TTKH (đợt)	1,60±0,89c	1,25±0,71b	1,67±0,58a	1,60±0,70a
	Phát thải KNK (x 10 ⁷ tấn)	2,35±0,10c	3,37±0,67b	5,76±0,73a	5,42±0,45a
Malaysia	Nhiệt độ trung bình (°C)	26,04±0,24c	26,31±0,23b	26,29±0,12b	26,59±0,18a
	Biến đổi nhiệt độ TBN (°C)	0,27±0,21c	0,46±0,27bc	0,62±0,14b	1,11±0,20a
	Tần suất TTKH (đợt)	1,00±0,00b	1,89±1,05b	2,75±1,28b	3,60±2,17a
	Phát thải KNK (x 10 ⁷ tấn)	27,7±6,8c	26,3±1,2c	36,3±6,0b	43,9±5,4a
Myanmar	Nhiệt độ trung bình (°C)	23,57±0,24b	23,74±0,23ab	23,93±0,26a	23,99±0,16a
	Biến đổi nhiệt độ TBN (°C)	0,24±0,18c	0,53±0,33bc	0,73±0,24b	1,29±0,27a
	Tần suất TTKH (đợt)	1,00±0,00ns	1,00±0,00ns	1,57±1,13ns	2,22±1,20ns
	Phát thải KNK (x 10 ⁷ tấn)	14,5±0,8d	18,5±1,7c	24,4±2,1b	22,3±1,6a
Philippines	Nhiệt độ trung bình (°C)	26,11±0,18b	26,25±0,21b	26,19±0,13b	26,53±0,18a
	Biến đổi nhiệt độ TBN (°C)	0,42±0,18c	0,64±0,27bc	0,78±0,14b	1,25±0,20a
	Tần suất TTKH (đợt)	6,80±1,75b	9,10±3,87b	15,10±6,64ab	10,60±2,99a
	Phát thải KNK (x 10 ⁷ tấn)	21,8±1,4c	18,4±1,5d	23,8±1,8b	26,3±1,0a
Thái Lan	Nhiệt độ trung bình (°C)	26,60±0,42b	26,73±0,34a	26,69±0,32a	26,11±0,30a
	Biến đổi nhiệt độ TBN (°C)	0,38±0,22b	0,49±0,38b	0,64±0,30b	1,17±0,32a
	Tần suất TTKH (đợt)	1,70±1,25b	4,67±1,87a	3,90±1,79a	5,22±2,82a
	Phát thải KNK (x 10 ⁷ tấn)	28,9±2,2c	33,1±1,6b	42,5±3,7a	44,8±1,9a
Việt Nam	Nhiệt độ trung bình (°C)	24,49±0,31b	24,65±0,28ab	24,68±0,28ab	24,97±0,24a
	Biến đổi nhiệt độ TBN (°C)	0,18±0,36c	0,49±0,38bc	0,66±0,34ab	1,08±0,33a
	Tần suất TTKH (đợt)	3,30±1,49c	4,90±2,18bc	6,70±2,67ab	7,70±2,31a
	Phát thải KNK (x 10 ⁷ tấn)	12,3±1,5d	23,2±5,6c	31,8±3,1b	48,9±5,67a

Quốc gia	Thông số	Giai đoạn (10 năm)			
		1983-1992	1993-2002	2003-2012	2013-2022
Trung bình	Nhiệt độ trung bình (°C)	25,44±1,31ns	25,49±1,28ns	25,63±1,24ns	25,78±1,21ns
	Biến đổi nhiệt độ TBN (°C)	0,29±0,10d	0,51±0,06c	0,66±0,08b	1,13±0,12a
	Tần suất TTKH (đợt)	2,45±1,99ns	3,55±2,74ns	5,03±4,66ns	5,54±4,03ns
	Phát thải KNK (x 10 ⁷ tấn)	29,0±36,7ns	36,8±53,4ns	40,5±47,7ns	48,6±59,0ns

3.2. Mối quan hệ giữa phát thải khí nhà kính, biến đổi khí hậu và thiên tai khí hậu

Mối liên hệ giữa phát thải KNK, nhiệt độ trung bình và TTKH được ghi nhận một số quốc gia nghiên cứu, chỉ ra sự khác biệt theo không gian. Phát thải KNK có tương quan chặt chẽ với nhiệt độ và được ghi nhận ở 6/8 quốc gia nghiên cứu bao gồm Indonesia, Lào, Malaysia, Myanmar, Philippines và Việt Nam ($p < 0,05$, Hình 2b, 2c, 2d, 2đ, 2e, 2h). Ngoài ra, nhiệt độ và tần suất TTKH cũng có tương quan có ý nghĩa và được ghi nhận ở 3/8 quốc gia nghiên cứu bao gồm Indonesia, Malaysia và Việt Nam ($p < 0,05$, Hình 3b, 3d, 3h).

Các quốc gia có mức phát thải KNK tương đối lớn đều ghi nhận tương quan có ý nghĩa như Indonesia, Malaysia, Myanmar và Việt Nam (Hình 2b, 2d, 2đ, 2h). Trong khi đó, quốc gia có mức độ phát thải thấp hơn thể hiện tương quan yếu hoặc không có tương quan như Campuchia, Lào, Philippines và Thái Lan (Hình 2a, 2c, 2e, 2g). Xu hướng tăng dần của TTKH trong giai đoạn 2013-2022 phản ánh sự tác động của BĐKH trong thời gian gần đây. Mối tương quan thuận giữa phát thải KNK và nhiệt độ tại Việt Nam, Myanmar, Indonesia và Malaysia cho thấy tốc độ phát thải KNK cao dẫn đến xu thế BĐKH gia tăng [1]. Trong bối cảnh BĐKH toàn cầu không ngừng gia tăng, Việt Nam vẫn đang là quốc gia có tốc độ phát thải KNK khá nhanh trong những thập kỷ gần đây cùng với sự gia tăng nhanh chóng của nhiệt độ không khí.

Mối tương quan giữa nhiệt độ trung bình và TTKH cũng được ghi nhận và có khác biệt giữa các quốc gia nghiên cứu. Tại Indonesia và Malaysia, quan hệ tương đối chặt chẽ cho thấy nhiệt độ trung bình hằng năm gia tăng cùng với tần suất TTKH (Hình 3b, 3d). Tương tự, mối tương quan có ý nghĩa nhưng yếu hơn được quan sát ở Việt

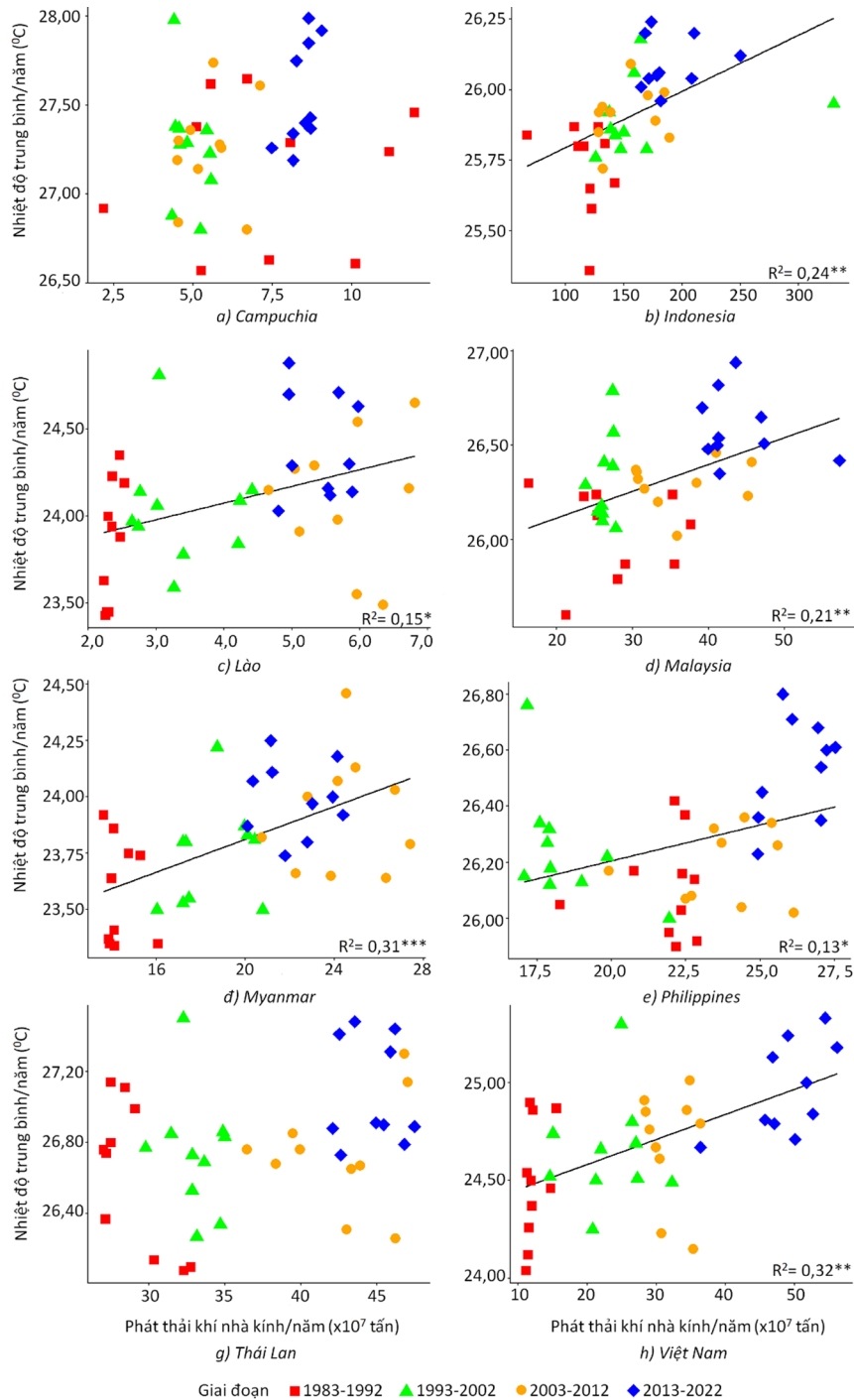
Nam cho thấy nhiệt độ có thể góp phần thúc đẩy TTKH. Sự gia tăng nhiệt độ và TTKH ở Indonesia, Malaysia, Myanmar và Việt Nam phù hợp với nghiên cứu tương tự trong khu vực với nhận định rằng sự gia tăng của BĐKH có thể làm gia tăng tần suất TTKH như lũ lụt [3], [16], [17]. Tuy nhiên, Campuchia, Lào, Myanmar và Thái Lan chưa thể hiện mối tương quan rõ rệt. Tại một số quốc gia, El Niño có xu hướng kéo dài hơn kể từ năm 1980 dẫn đến giảm lượng mưa và các thiên tai liên quan đồng thời làm gia tăng nhiệt độ không khí [18], [19]. Tại Campuchia và Thái Lan chưa ghi nhận mối quan hệ giữa phát thải KNK, gia tăng nhiệt độ và TTKH và phù hợp với kết quả nghiên cứu [20] vì có thể cơ chế gió mùa ảnh hưởng đến quan hệ tuyến tính giữa nhiệt độ và TTKH. Ngoài ra, trong khoảng 100 năm qua, sự biến động bất thường của El Niño, La Niña ở khu vực cũng có thể được xem là nhân tố đóng vai trò quan trọng trong việc điều tiết tần suất thiên tai cũng như khuynh hướng biến động nhiệt độ khí quyển [21], [22]. Như vậy, ngoài nhiệt độ, một số yếu tố tự nhiên khác có thể làm nhiễu động khuynh hướng của BĐKH và điều biến các TTKH liên quan.

Trong nghiên cứu này, các quốc gia ĐNA dường như có mức độ phát thải KNK và mức độ tác động của TTKH khác nhau và từ đó cho thấy đặc điểm địa hình, khí hậu, điều kiện kinh tế-xã hội khác biệt của các quốc gia. Mức độ phát thải KNK có tương quan thuận với sự gia tăng nhiệt độ ở nhiều quốc gia. Tuy nhiên, cần tiếp tục nghiên cứu quan hệ nhân quả giữa phát thải KNK và sự gia tăng nhiệt độ khí quyển ở quy mô lớn hơn.

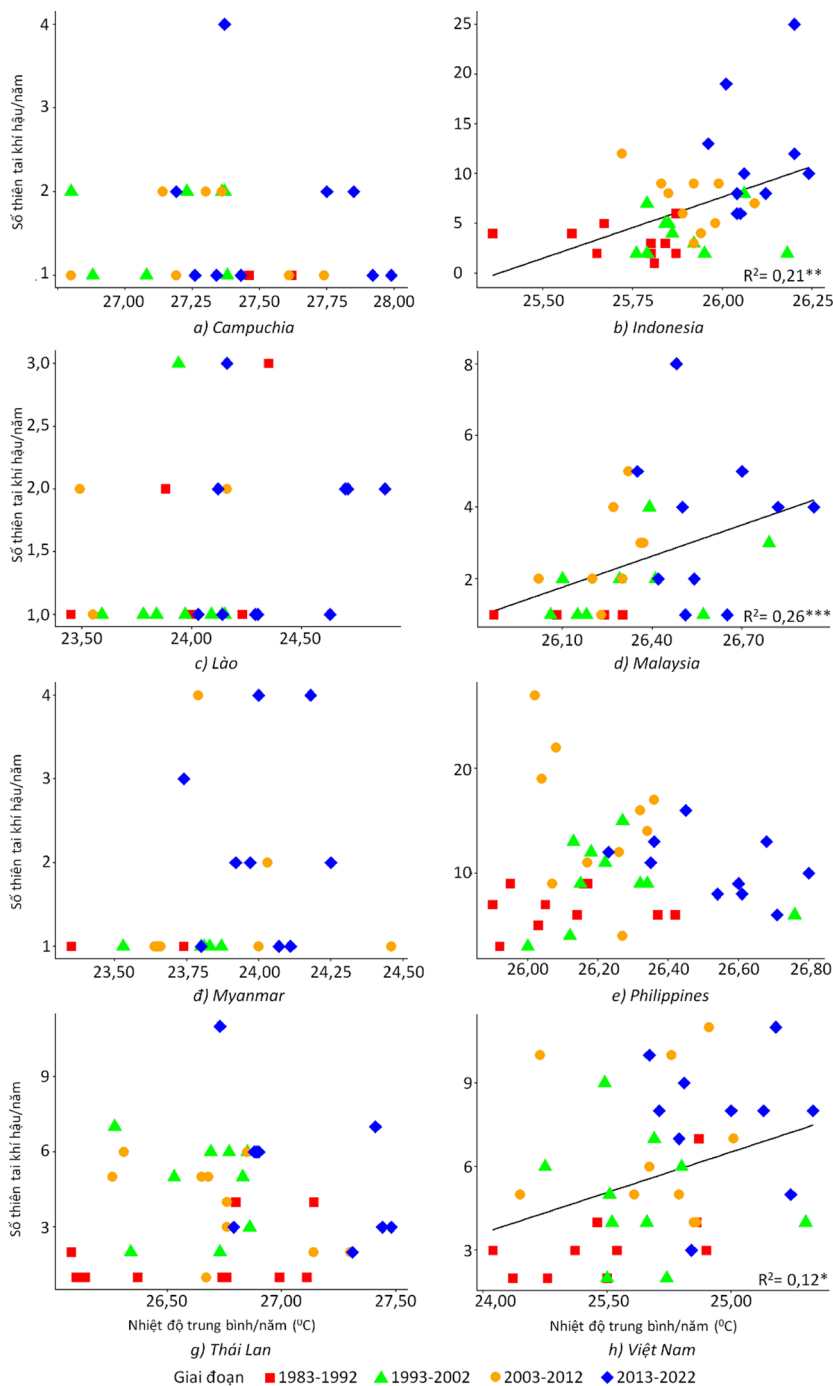
Trong nghiên cứu này, tác động của BĐKH và TTKH đến con người thể hiện thông qua mối tương quan yếu hoặc không có ý nghĩa thống kê. Do đó, từ kết quả nghiên cứu này KNK có thể được xem là yếu tố quan trọng việc làm trầm

trọng thêm tình trạng BĐKH ở các nước ĐNA đồng thời phù hợp với đánh giá về tác động và tính tổn thương [12]. Vai trò của BĐKH trong việc thúc đẩy sự gia tăng tần suất TTKH và ảnh hưởng tiêu cực đến con người có thể phức tạp

và phụ thuộc vào vị trí địa lý, kinh tế - xã hội của từng quốc gia. Tuy vậy, cắt giảm phát thải KNK cần được xem xét ưu tiên trong các chiến lược giảm thiểu BĐKH phù hợp với đặc thù của từng quốc gia và toàn khu vực.



Hình 2. Tương quan giữa sự gia tăng phát thải KNK và số lượng TTKH hằng năm tại các quốc gia ĐNA, mức ý nghĩa thống kê: *: $p < 0,05$; **: $P < 0,01$; ***: $p < 0,001$ [7], [10]



Hình 3. Tương quan giữa sự gia tăng nhiệt độ trung bình và số lượng TTKH hằng năm tại các quốc gia ĐNA, mức ý nghĩa thống kê: *: $p < 0,05$; **: $P < 0,01$; ***: $p < 0,001$ [7], [10]

3.3. Loại hình thiên tai khí hậu chính và một số tác động chính

Loại hình TTKH và thiệt hại liên quan trong giai đoạn nghiên cứu được thể hiện ở Bảng 2. Tổng số TTKH và loại hình TTKH phổ biến (bão,

lũ lụt và hạn hán) có sự chênh lệch giữa các quốc gia nghiên cứu (Bảng 2). Các quốc gia ghi nhận số lượng TTKH cao hơn số TTKH trung bình trong khu vực bao gồm Philippines, tiếp theo là Indonesia và Việt Nam (Bảng 2). Trong

khí đó, các quốc gia ghi nhận ít TTKH hơn bao gồm như Lào, Malaysia (Bảng 2). Trên toàn ĐNA, lũ lụt chiếm tỷ lệ lớn nhất (57%), tiếp theo là bão (38%) (Bảng 2). Bão xuất hiện nhiều nhất ở chiếm hơn 50% tổng số trận bão của khu vực nghiên cứu, tiếp theo là Việt Nam (25%). Trong

khí đó, lũ lụt xuất hiện phổ biến ở nhiều quốc gia và ghi nhận cao nhất tại Indonesia (33%) (Bảng 2). Các quốc gia này có vị trí địa lý thuộc khu vực chịu tác động mạnh của BĐKH ở Tây Thái Bình Dương và có số lượng bão xuất hiện nhiều nhất thế giới, đặc biệt là Philippines [22-23].

Bảng 2. Ước tính tổng số TTKH và tác động đến một số quốc gia ĐNA trong 40 năm từ năm 1983-2022 [8-10]

Thông số	Campu- chia	Indone- sia	Lào	Malay- sia	Myan- mar	Philip- pines	Thái Lan	Việt Nam	Trung bình*
Các loại hình TTKH chính trong 40 năm									
Tổng số TTKH	39	261	39	79	39	416	145	226	156
Lũ lụt (đợt)	25	237	23	66	30	136	91	97	88
Bão (đợt)	8	7	11	7	9	270	40	121	59
Hạn hán (đợt)	6	6	5	2	0	8	12	7	5,8
Tác động đến con người trong 40 năm									
Tử vong (người)	1.773	7.364	397	602a	139.508	38.472	4.664	16.300	26.135
Bị thương (người)	168	256.471	542	29	20.226	65.385	3.498	13.601	44.990
Mất nơi ở (x10 ³ người)	334	326	1.000	55	143	4.735	286	3.922	1.350
Bị ảnh hưởng (x10 ³ người)	23.914	17.062	7.490	3.501	6.997	223.199	103.112	75.388	57.583
Dân số bị ảnh hưởng (người/100.000 người)	3.329	192	3.088	279	355	6.345	164	2.452	2.507
Thiệt hại kinh tế trong 40 năm									
Thiệt hại kinh tế (x10 ⁶ đô la Mỹ)	2.498	31.506	1.283	4.235	6.224	39.486	73.046	32.785	23.883
Thiệt hại theo GDP (%)	0,46	0,15	0,41	0,06	0,54	0,51	0,68	0,59	0,42
Nguy cơ và rủi ro ước tính trong năm 2022									
Nguy cơ và phơi nhiễm TTKH	6,9	6,1	6,0	4,5	7,0	7,6	6,8	8,2	6,6
Thiếu năng lực ứng phó	5,9	4,4	5,9	3,0	6,1	4,1	3,9	4,0	4,7
Dễ bị tổn thương	4,0	3,3	3,5	3,0	5,5	4,4	2,9	2,0	3,6

* Số liệu trung bình của 08 quốc gia nghiên cứu ở ĐNA từ năm 1983-2022.

Mức độ thương vong cũng có sự phân hóa giữa các quốc gia nghiên cứu trong đó ghi nhận số lượng tử vong cao tại Myanmar và Philippines, số người bị thương và bị ảnh hưởng cũng được ghi nhận cao ở Philippines và Indonesia (Bảng 2). Theo đó, tỷ lệ dân số bị ảnh hưởng cao nhất cũng được ghi nhận ở Philippines (Bảng 2). Tuy nhiên, tỷ lệ dân số bị ảnh hưởng bởi TTKH thấp hơn mức trung bình của khu vực được ghi nhận tại Việt Nam và Malaysia. Theo nghiên cứu, đánh giá [25], Philippines là quốc gia có rủi ro TTKH cao trong khi Myanmar thuộc nhóm quốc gia có mức độ dễ bị tổn thương phản ánh hạn chế về cơ sở hạ tầng cũng như năng lực ứng phó. Bên cạnh tính chất cực đoan của thiên tai, thiệt hại về người có thể do thiếu năng lực quản lý của một số quốc gia [1], cụ thể là thiệt hại về người được ghi nhận qua cơn bão Nargis ở Myanmar năm 2008 với số lượng tử vong lớn (khoảng 138.366 người). Tại Việt Nam, có số lượng thương vong tương đối thấp hơn so với các quốc gia có cùng rủi ro do cải thiện chính sách quản lý thiên tai theo thời gian [22].

Thiệt hại kinh tế cũng phân bố không đồng đều giữa các quốc gia nghiên cứu. Thái Lan, Việt Nam và Indonesia ghi nhận thiệt hại khá lớn so với các quốc gia khác phản ánh mức độ ảnh hưởng của TTKH đến nền kinh tế (Bảng 2). Sự tương phản giữa thiệt hại và năng lực kinh tế tại Malaysia và Thái Lan cho thấy mức độ dễ bị tổn thương đối với TTKH. Thiệt hại kinh tế nặng nề được quan sát tại Thái Lan với trận lũ lịch sử năm 2011, do đó, dẫn đầu khu vực về thiệt hại kinh tế (khoảng 54.183×10^6 đô la Mỹ) [6]. Một số quốc gia có GDP cao cũng đã được ghi nhận có mức thiệt hại kinh tế lớn như Malaysia, Thái Lan và Việt Nam.

Nguy cơ phơi nhiễm với TTKH ở các quốc gia dao động từ mức trung bình (4,5) đến mức cao (8,2), trong đó Việt Nam ở mức rất cao và ở mức cao (Bảng 2). Các quốc gia có năng lực ứng phó thấp được ghi nhận tại Lào và Myanmar, năng lực ứng phó cao hơn được ghi nhận tại Malaysia và Thái Lan. Việt Nam được xếp vào danh sách 15 quốc gia

có mức độ rủi ro TTKH cao do mức độ phơi nhiễm cao và vị trí địa lý đặc thù [22]. Năng lực ứng phó thấp có thể liên quan đến điều kiện cơ sở hạ tầng và nguồn lực đầu tư cho quản lý rủi ro [25]. Từ đó dẫn đến mức độ thiệt hại đáng kể về nhân mạng và kinh tế. Đối với chỉ số dễ bị tổn thương, các quốc gia ĐNA có mức trung bình, thấp nhất là Việt Nam cho thấy nỗ lực trong giảm thiểu rủi ro mặc dù nguy cơ chịu tác động khá lớn.

4. Kết luận

Từ năm 1983-2022, một số quốc gia ở ĐNA ghi nhận xu hướng gia tăng của BĐKH thông qua sự gia tăng nhiệt độ trung bình $0,34^{\circ}\text{C}$ và biến đổi nhiệt độ TBN khoảng $0,84^{\circ}\text{C}$ đồng thời với sự gia tăng của BĐKH và tần suất TTKH. Phân tích đồng thời tương quan giữa phát thải KNK, nhiệt độ và tần suất TTKH cho thấy tính không đồng nhất giữa một số quốc gia do đặc thù về vị trí địa lý, điều kiện tự nhiên, kinh tế-xã hội và khả năng ứng phó. Ước tính có trung bình khoảng 2.507 người/100.000 người bị ảnh hưởng bởi TTKH và thiệt hại kinh tế trung bình do TTKH khoảng $0,42\%$ GDP. Trên cơ sở đó, cần có mục tiêu và lộ trình cắt giảm KNK đồng thời tăng cường năng lực ứng phó với TTKH theo hướng tiếp cận đặc thù của từng quốc gia ở ĐNA. Bên cạnh đó, các quốc gia cần xem xét tăng cường hệ thống cảnh báo, phát triển cơ sở hạ tầng, chuyển đổi năng lượng để giảm thiểu tác động của BĐKH. Tuy nhiên, nghiên cứu này vẫn có một số tồn tại như chưa thể tích hợp đầy đủ các yếu tố tự nhiên cũng như phân tích đa biến. Vì vậy, kết quả nghiên cứu chưa thể khẳng định đầy đủ mối quan hệ nhân quả giữa hoạt động con người, BĐKH và thiên tai liên quan. Trong tương lai, mối quan hệ giữa nguyên nhân gây ra BĐKH, tác động và hậu quả cần được tiếp tục nghiên cứu và mở rộng quy mô nghiên cứu. Đồng thời, phát triển nghiên cứu, đánh giá các chính sách giảm phát thải KNK để xây dựng chiến lược giảm thiểu BĐKH phù hợp với từng quốc gia, trên phạm vi khu vực và toàn cầu.

Lời cảm ơn: Tác giả xin chân thành cảm ơn Quý phản biện ẩn danh đã dành thời gian xem xét và đưa ra những nhận xét, góp ý sâu sắc nhằm giúp cải thiện chất lượng nội dung, phương pháp và cách trình bày của bài báo. Bài báo là sản phẩm khoa học thuộc đề tài KHCN cấp cơ sở Viện Nghiên cứu và Đào tạo Việt-Anh, Đại học Đà Nẵng (mã số T2024-VNUK-01).

Lời cam đoan: Tác giả cam đoan bài báo này là công trình nghiên cứu của tác giả, chưa được công bố, không sao chép, không có sự tranh chấp lợi ích tác giả.

Tài liệu tham khảo

- [1] Intergovernmental Panel on Climate Change, *Climate Change 2021: The Physical Science Basis. Contribution of Working Group I to the Sixth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change*. Cambridge University Press, Cambridge, UK and New York, NY, USA, 2021.
- [2] J. Rocklöv et al., "Local research evidence for public health interventions against climate change in Viet Nam," *Global Health Action*, vol. 7, no. 1, article 26552, 2014, doi: 10.3402/gha.v7.26552.
- [3] T. T. T. Hanh et al., *Viet Nam Climate Change and Health Vulnerability and Adaptation Assessment 2018*. Viet Nam, 2020.
- [4] J. Sentian et al., "Climate change scenarios over Southeast Asia," *APN Science Bulletin*, vol. 12, no. 1, pp. 102–122, 2022.
- [5] M. T. Nguyen et al., "Understanding and assessing flood risk in Viet Nam: Current status, persisting gaps, and future directions," *Journal of Flood Risk Management*, vol. 14, e12689, 2021.
- [6] Asian Development Bank, *Southeast Asia and Climate Change: Risks, Vulnerability, and Adaptation*. Asian Development Bank, Manila, 2023.
- [7] International Monetary Fund, "Annual Surface Temperature Change," 2025. [Online]. Available: <https://climatedata.imf.org/pages/country-data>. Accessed: Jan. 01, 2025.
- [8] Centre for Research on the Epidemiology of Disasters (CRED), "EM-DAT: The International Disaster Database," 2025. [Online]. Available: <https://www.emdat.be/>. Accessed: Jan. 01, 2025.
- [9] Our World in Data, "Our World in Data," 2025. [Online]. Available: <https://ourworldindata.org/>. Accessed: Jan. 01, 2025.
- [10] European Commission Disaster Risk Management Knowledge Centre, "Risk Data Hub," 2022. [Online]. Available: <https://drmkc.jrc.ec.europa.eu/risk-data-hub>. Accessed: Jan. 01, 2025.
- [11] R Core Team, *R: A Language and Environment for Statistical Computing (Version 4.4.3)*. R Foundation for Statistical Computing, 2024.
- [12] Intergovernmental Panel on Climate Change, *Climate Change 2022: Impacts, Adaptation and Vulnerability. Contribution of Working Group II to the Sixth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change*. Cambridge University Press, Cambridge, UK and New York, NY, USA, 2022.
- [13] D. Eckstein et al., *Global Climate Risk Index 2021*. Germanwatch, 2021.
- [14] V. T. Nguyen et al., "Greenhouse gas emissions and energy transition in Viet Nam," *Energy Policy*, vol. 164, pp. 112-128, 2022.
- [15] J. G. J. Olivier et al., *Trends in Global CO₂ and Total Greenhouse Gas Emissions: 2021 Report*. PBL Netherlands Environmental Assessment Agency, The Hague, Netherlands, 2021.
- [16] S. Supari et al., "Projected future changes in extreme rainfall events over Indonesia," *Climate Dynamics*, vol. 54, pp. 1247-1267, 2020.
- [17] F. Tangang et al., "Climate change and extreme weather in Malaysia," *International Journal of Climatology*, vol. 42, pp. 5634-5650, 2022.
- [18] T. A. Cinco et al., "Observed trends and impacts of climate change in the Philippines," *Weather and Climate Extremes*, vol. 11, pp. 31-41, 2016.
- [19] S. Lin et al., "Enhanced impacts of ENSO on the Southeast Asian summer monsoon under global warming and associated mechanisms," *Geophysical Research Letters*, 2024, doi:10.1029/2023GL106437.
- [20] A. Limsakul et al., "Long-term trends and variability of total and extreme precipitation in Thailand," *Atmospheric Research*, vol. 169, pp. 301-317, 2016.

- [21] P. P. H. Danh et al., "Impact of El Nino phenomenon on drought characteristic in Thailand over the period of 20 years from 2002 to 2022," *Environmental Sustainability and Resilience*. Springer, Singapore, 2024, doi:10.1007/978-981-97-6639-0_7.
- [22] V. Moron, "Predictability of the onset of the rainy season across Thailand: Mechanisms and non-stationary behaviour," *International Journal of Climatology*, vol. 45, e8884, 2025, doi:10.1002/joc.8884.
- [23] UNDRR, *GAR Special Report 2021: Widening the Lens-Climate Change and the Sendai Framework*. United Nations Office for Disaster Risk Reduction, Geneva, Switzerland, 2021.
- [24] UNDP, *Human Development Report 2020: The Next Frontier-Human Development and the Anthropocene*. United Nations Development Programme, New York, NY, USA, 2020.
- [25] Bündnis Entwicklung Hilft và Ruhr University Bochum - Institute for International Law of Peace and Armed Conflict (IFHV), *World Risk Report 2022*. Bündnis Entwicklung Hilft, Bonn, Germany, 2022.

ANALYSING TRENDS AND RELATIONSHIPS BETWEEN GREENHOUSE GAS EMISSIONS, CLIMATE CHANGE, AND CLIMATE-DRIVEN DISASTERS IN SELECTED SOUTHEAST ASIAN COUNTRIES DURING 1983-2022

Dang Thi Nhu Y

The University of Danang - VN-UK Institute for Research and Executive

Received: 28/11/2025; Accepted: 9/3/2026

Abstract: *Climate change has intensified significantly on a global scale and substantially affected socio-economic, environmental, and human impacts. Southeast Asia is considered one of the regions most impacted by climate change due to its specific geographical characteristics and socio-economic conditions. This study aims to assess trends, impacts of climate change, and associated factors in selected Asian countries during the period 1983-2022. The collected data include greenhouse gas emission, average temperature, annual surface temperature change, the frequency of climate-driven disasters, human casualties, economic losses, and related risk indicators. Descriptive statistics and correlation analyses were applied to quantify the relation of GHG emissions, average temperature and frequency of climate-driven disasters. The findings indicated that the average temperature increased by approximately 0.34°C, annual mean temperature anomalies increased by around 0.84°C, and the frequency of climate-driven disasters multiplied by 2.3 times during the past 40 years. The most severely affected nations include Philippines, Indonesia, and Viet Nam. Significant correlations between GHG emissions and atmospheric temperature were observed in 6 out of 8 studied countries; meanwhile, significant correlations between atmospheric temperature and climate-driven disasters were identified in 3 out of 8 studied countries ($p < 0.05$), suggesting the specifics in natural conditions, socio-economic and adaptive capacity across studied countries. On average, there were 2,507 people per 100,000 people affected by climate-driven disasters with an average economic loss of approximately 0.42% of GDP. This study clarifies the relationship between GHG emissions, and the average temperature rise during the past 40 years. Empirical findings provide a fundamental background for crucial policy development, such as cutting down GHG emissions, and enhancing adaptive capacity to mitigate the impacts of climate change and climate-driven disasters in Southeast Asian countries.*

Keywords: *Climate change, climate-driven disasters, greenhouse gas emissions, Southeast Asia.*