



Original Article

Trends and Return Frequencies of Hot and Cold Extreme Events in Northern Vietnam from 1961–2018

Ngo Duc Thanh^{1,*}, Bui Thi Khanh Hoa²

¹*University of Science and Technology of Hanoi, Vietnam Academy of Science and Technology,
18 Hoang Quoc Viet, Cau Giay, Hanoi, Vietnam*

²*Vietnam Meteorological and Hydrological Administration, 8 Phao Dai Lang, Dong Da, Hanoi, Vietnam*

Received 31 January 2023

Revised 29 March 2023; Accepted 19 April 2023

Abstract: This study used observed data of maximum daily temperature (T_x) and average daily temperature (T_{2m}) from 48 meteorological stations to investigate hot (SU35, $T_x \geq 35$ °C), severe hot (SU37, $T_x \geq 37$ °C), cold (FD15, $T_{2m} \leq 15$ °C), and severe cold (FD13, $T_{2m} \leq 13$ °C) events in Northern Vietnam from 1961 to 2018. Trends and frequency characteristics of SU35, SU37, FD15, and FD13 were calculated and discussed. Results showed a significant increase in the number of hot and severe hot days, while there was a notable decrease in the number of cold and severe cold days in the northern region of Vietnam. The North Central region experienced the highest increase in the number of severe hot days, ranging from 2 to 5 days per decade. In contrast, the Northwest and Northeast regions had the highest decline in the number of cold days, with a rate of 3.5 to 4.5 days per decade for cold and 1 to 3 days per decade for severe cold days. The return values of T_x for the SU35 and SU37 thresholds for 10-year and 50-year return periods exceeded 41 °C in the Northern Delta and North Central regions, which was higher than other regions (37–40 °C). Meanwhile, the return values of T_{2m} for the FD15 and FD13 thresholds were the lowest in the Northeast, typically ranging from 3 to 7 °C for a 50-year return period. These results highlight the necessity of planning adaptation measures to address changes in hot and cold extreme events, particularly in the key industrial areas of Northern Vietnam, in the context of climate change.

Keywords: Climate change, extreme hot and cold events, generalized Pareto distribution, trend analysis.

* Corresponding author.

E-mail address: ngo-duc.thanh@usth.edu.vn

<https://doi.org/10.25073/2588-1094/vnuees.4934>

Xu thế và tần suất lặp lại của hiện tượng nóng và lạnh cực đoan trên khu vực miền Bắc Việt Nam giai đoạn 1961–2018

Ngô Đức Thành^{1,*}, Bùi Thị Khánh Hoà²

¹Trường Đại học Khoa học và Công nghệ Hà Nội, Viện Hàn lâm Khoa học và Công nghệ Việt Nam
18 Hoàng Quốc Việt, Cầu Giấy, Hà Nội, Việt Nam

²Tổng cục Khí tượng Thủy văn, 8 Pháo Đài Láng, Đống Đa, Hà Nội, Việt Nam

Nhận ngày 31 tháng 01 năm 2023

Chỉnh sửa ngày 29 tháng 3 năm 2023; Chấp nhận đăng ngày 19 tháng 4 năm 2023

Tóm tắt: Nghiên cứu này sử dụng số liệu quan trắc nhiệt độ cực đại ngày (Tx) và nhiệt độ trung bình ngày (T2m) của 48 trạm khí tượng để nghiên cứu về hiện tượng nắng nóng (SU35, $T_x \geq 35$ °C), nắng nóng gay gắt (SU37, $T_x \geq 37$ °C), rét đậm (FD15, $T_{2m} \leq 15$ °C), và rét hại (FD13, $T_{2m} \leq 13$ °C) trên khu vực miền Bắc Việt Nam giai đoạn 1961-2018. Các đặc điểm về xu thế và tần suất lặp lại của SU35, SU37, FD15, và FD13 được tính toán và thảo luận. Kết quả nhận được cho thấy xu thế tăng lên rõ rệt của các ngày nắng nóng và nắng nóng gay gắt, đối lập với xu thế giảm rõ rệt của các ngày rét đậm và rét hại trên khu vực phía Bắc của Việt Nam. Khu vực Bắc Trung Bộ là khu vực có số ngày nắng nóng gay gắt tăng lên nhiều nhất từ 2–5 ngày/thập kỷ. Trong khi đó số ngày rét giảm mạnh nhất ở khu vực Tây Bắc và Đông Bắc với tốc độ từ 3,5-4,5 ngày/thập kỷ cho rét đậm và từ 1-3 ngày/thập kỷ cho rét hại. Khu vực Đông bằng Bắc Bộ và Bắc Trung Bộ có giá trị lặp lại của nhiệt độ cực đại ngày đạt ngưỡng SU35, SU37 với chu kỳ 10 năm và 50 năm đạt phổ biến trên 41 °C, cao hơn so với các khu vực khác (37-40 °C). Đối với hiện tượng rét đậm và rét hại, giá trị lặp lại thấp nhất trên khu vực Đông Bắc, thường đạt 3-7 °C với chu kỳ lặp lại 50 năm. Các kết quả nhận được cho thấy sự cần thiết trong việc lập các kế hoạch thích ứng với sự biến đổi của các hiện tượng cực đoan nóng và rét trong bối cảnh biến đổi khí hậu (BĐKH), đặc biệt tại các khu công nghiệp trọng điểm miền Bắc Việt Nam.

Từ khóa: BĐKH, các hiện tượng nóng và lạnh cực đoan, phân bố suy rộng Pareto, phân tích xu.

1. Mở đầu

Với địa hình phức tạp nhiều đồi núi và đường bờ biển dài, lại nằm trong khu vực nhiệt đới gió mùa, Việt Nam là một trong những quốc gia chịu nhiều tác động bởi BĐKH [1, 2]. Báo cáo Kịch bản BĐKH của Bộ Tài nguyên và Môi trường (2020) [3] chỉ ra rằng nhiệt độ trung bình năm tăng trên toàn Việt Nam giai đoạn 1958–2018 là ~0,89 °C, riêng giai đoạn 1986–2018 tăng

~0,74 °C. Espagne và cộng sự (2021) [4] đã chỉ ra mức tăng nhiệt độ trung bình trên các trạm quan trắc của Việt Nam là ~0,78 °C cho giai đoạn gần đây 1981–2018 (~0,205 °C/thập kỷ).

Thông tin về sự biến đổi của các yếu tố và hiện tượng cực đoan (hay cực trị) đóng vai trò rất quan trọng trong các nghiên cứu đánh giá tác động, từ đó góp phần xây dựng các chiến lược, kế hoạch ứng phó với BĐKH ở các cấp. Các hiện tượng cực đoan, nhất là các cực đoan liên quan

* Tác giả liên hệ.

Địa chỉ email: ngo-duc.thanh@usth.edu.vn

<https://doi.org/10.25073/2588-1094/vnuees.4934>

đến nhiệt độ đã có sự gia tăng rõ rệt trong những thập kỷ qua trên thế giới [5] và ở Việt Nam [3, 6]. Báo cáo đánh giá lần thứ 6 của Ban Liên Chính Phủ về BĐKH [5] đã chỉ ra rằng một sự kiện cực đoan nóng hiếm xuất hiện trong thời kỳ tiền công nghiệp 1850–1900 sẽ xuất hiện thường xuyên hơn trong bối cảnh nóng lên toàn cầu. Cụ thể là một sự kiện xuất hiện 10 năm một lần trong thời kỳ tiền công nghiệp sẽ xuất hiện trung bình 4,1 lần, 5,6 lần, và thậm chí 9,4 lần mỗi 10 năm khi nhiệt độ toàn cầu nóng lên tương ứng là 1,5 °C, 2 °C, và 4 °C. Bên cạnh đó, một sự kiện xuất hiện 50 năm một lần trong thời kỳ tiền công nghiệp sẽ xuất hiện trung bình 8,6 lần, 13,9 lần, và lên tới 39,2 lần mỗi 50 năm khi nhiệt độ toàn cầu nóng lên tương ứng là 1,5 °C, 2 °C, và 4 °C [5]. Các nghiên cứu về cực đoan ở Việt Nam cho đến nay cũng đã phân tích xu thế và mức độ biến đổi của một số hiện tượng cực đoan liên quan tới nhiệt độ [1, 3, 7-9]. Chẳng hạn Báo cáo Kịch bản BĐKH của Bộ Tài nguyên và Môi trường (2020) [3] đã chỉ ra xu thế tăng trên hầu khắp cả nước của nhiệt độ cao nhất năm (TXx) với mức tăng phổ biến từ 0,2 đến 1,7 °C giai đoạn 1961–2018. Nhiệt độ thấp nhất năm (TNn) cũng có xu thế tăng với mức tăng từ 1,0 đến 1,5 °C ở các khu vực phía Bắc và có thể tăng lên đến 1,8 °C trên khu vực Tây Nguyên. Báo cáo cũng đưa ra nhận định là số ngày nắng nóng (ngày có giá trị nhiệt độ cực đại ngày $T_x \geq 35$ °C) có xu thế tăng trên hầu hết các vùng khí hậu, trong khi số ngày rét đậm (ngày có giá trị nhiệt độ trung bình ngày $T_{2m} \leq 15$ °C), rét hại (ngày có giá trị nhiệt độ trung bình ngày $T_{2m} \leq 13$ °C) có xu thế giảm rõ rệt. Tuy nhiên cũng cần lưu ý rằng độ dài chuỗi số liệu tại các trạm quan trắc của Việt Nam được sử dụng trong một số nghiên cứu trước [1, 3, 9] là không đồng đều. Trong mạng lưới trạm quan trắc khí tượng của Việt Nam, các trạm có chuỗi số liệu dài từ những năm 1960 thường tập trung nhiều hơn ở phía Bắc, trong khi nhiều trạm quan trắc khí tượng thủy văn phía Nam thường được vận hành từ những năm cuối thập niên 70 của thế kỷ XX. Việc dùng các chuỗi số liệu có độ dài khác nhau để tính toán mức độ BĐKH trung bình trên một khu vực có thể dẫn đến các sai số trong kết quả. Do vậy các nghiên cứu đánh giá xu thế,

mức độ biến đổi của các yếu tố và hiện tượng khí hậu trên Việt Nam cần phải chú ý đầu tiên đến sự đồng nhất về giai đoạn của số liệu.

Bên cạnh đó, theo hiểu biết của các tác giả, chưa có nghiên cứu đề cập sâu đến phân bố xác suất của các giá trị cực đoan tại Việt Nam. Các hàm phân bố này được mô tả bởi Lý thuyết Giá trị Cực trị (Extreme Value Theory - EVT) [10]. EVT dựa trên sự phân tích các giá trị cực đại, cực tiểu hoặc các giá trị vượt một ngưỡng nhất định trong một khoảng thời gian đã chọn. Nói chung EVT cho phép tính xác suất của các yếu tố, hiện tượng cực đoan cũng như chu kỳ lặp lại của các hiện tượng đó. Trong các yếu tố và hiện tượng cực đoan thường được xem xét, nhiệt độ cực đoan đóng vai trò quan trọng vì nó có ảnh hưởng tới nhiều mặt của các hoạt động kinh tế xã hội. Nhiệt độ quá cao, các đợt nắng nóng kéo dài, hoặc nhiệt độ quá thấp với các đợt rét đậm, rét hại có thể gây thiệt hại cho sản xuất nông nghiệp và ảnh hưởng xấu đến đời sống, sức khỏe con người. Vì vậy việc hiểu biết và chuẩn bị ứng phó cho các sự kiện nhiệt độ cực đoan là rất cần thiết cho các lĩnh vực khác nhau như hoạch định chính sách, nông nghiệp, xây dựng, y tế,...

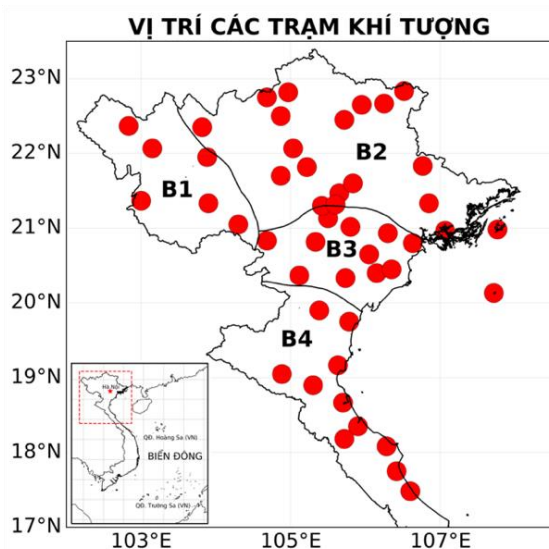
Trong nghiên cứu này chúng tôi sẽ tập trung vào bốn chỉ số khí hậu cực đoan nhiệt độ ở Việt Nam. Đó là các chỉ số SU35, SU37, FD15, FD13 (xem định nghĩa tại mục 2) biểu diễn tương ứng số ngày nắng nóng, nắng nóng gay gắt, rét đậm, và rét hại trong năm. Nghiên cứu sẽ đánh giá xu thế và tần suất lặp lại của các hiện tượng cực đoan này dựa trên các hàm phân bố thống kê toán học; từ đó đưa ra một số thảo luận về sự cần thiết phải có các kế hoạch thích ứng trong bối cảnh BĐKH trên miền Bắc Việt Nam.

2. Khu vực, nguồn số liệu và phương pháp nghiên cứu

2.1. Nguồn số liệu và khu vực nghiên cứu

Nguồn số liệu nhiệt độ sử dụng trong nghiên cứu này là các số liệu nhiệt độ cực đại ngày (T_x) và nhiệt độ trung bình ngày (T_{2m}) thu thập được từ mạng lưới trạm quan trắc khí tượng thuộc

phạm vi quản lý nhà nước của Tổng cục Khí tượng Thủy văn. Lưu ý rằng giai đoạn có dữ liệu của các trạm trên Việt Nam là khác nhau, đặc biệt là đa số trạm khu vực phía Nam có số liệu khá muộn, thường là sau ngày thống nhất đất nước 30/4/1975. Do vậy trong nghiên cứu này, chúng tôi đã chọn lọc ra được 48 trạm khí tượng khu vực phía Bắc có số liệu cho thời kỳ dài là 1961–2018 (Hình 1). Trong 48 trạm khí tượng này thì có 06 trạm thuộc vùng khí hậu Tây Bắc (B1), 18 trạm thuộc vùng khí hậu Đông Bắc (B2), 11 trạm thuộc vùng khí hậu Đồng bằng Bắc Bộ (B3), và 13 trạm thuộc vùng khí hậu Bắc Trung Bộ (B4). Lưu ý rằng ranh giới các vùng khí hậu được phân định theo tiêu chuẩn của Nguyễn Đức Ngữ và Nguyễn Trọng Hiệu (2004) [11].



Hình 1. Vị trí của 48 trạm khí tượng được sử dụng trong nghiên cứu thuộc 4 phân vùng khí hậu Việt Nam.

Dữ liệu từ các trạm quan trắc được lựa chọn trước khi đưa vào sử dụng được đánh giá, kiểm soát chất lượng sử dụng chương trình Climpack trên nền tảng ngôn ngữ R [12].

Từ chuỗi số liệu ngày của T_x và T_{2m} , 4 chỉ số cực đoan liên quan đến nhiệt độ được xác định gồm:

- SU35: số ngày nắng nóng, là số ngày trong năm có nhiệt độ cực đại ngày lớn hơn 35 °C;

- SU37: số ngày nắng nóng gay gắt, là số ngày trong năm có nhiệt độ cực đại ngày lớn hơn 37 °C;

- FD15: số ngày rét đậm, là số ngày trong năm có nhiệt độ trung bình ngày nhỏ hơn 15 °C;

- FD13: số ngày rét hại, là số ngày trong năm có nhiệt độ trung bình ngày nhỏ hơn 13 °C.

Các tiêu chí xác định SU35, SU37, FD15 và FD13 ở trên là các tiêu chí thường được sử dụng trong các nghiên cứu tại Việt Nam [1, 3]. Tiêu chí của SU35 và FD13 được nêu rõ trong Quyết định số 03/2020/QĐ-TTg ký ngày 13/01/2020 về Quy định về dự báo, cảnh báo và truyền tin thiên tai.

2.2. Phương pháp nghiên cứu

2.2.1. Tính toán và kiểm định thống kê xu thế

Trong nghiên cứu này phương pháp tính toán xu thế phi tham số Sen [13] được áp dụng kết hợp với kiểm định thống kê Mann-Kendall [14]. Ưu điểm của xu thế Sen so với xu thế tuyến tính là dựa trên việc so sánh độ lớn tương đối của các phần tử trong chuỗi số liệu, do đó tránh được xu thế giả nếu xuất hiện giá trị ngoại lai trong chuỗi. Bên cạnh đó, kiểm định Mann-Kendall có ưu điểm là không cần biết tập mẫu tuân theo phân bố nào.

Các bước tính toán xu thế Sen (gọi là Q) và kiểm định xu thế của một chuỗi $\{x_i\}$ được sắp xếp theo thứ tự thời gian, $i=1 \dots n$, được tóm lược như sau:

Q được tính là trung vị của dãy gồm $n(n-1)/2$ phân tử $\{\frac{x_j - x_k}{j - k}, \text{ với } k=1, 2, \dots, n-1; j > k\}$

$$Q = \text{median} \left\{ \frac{x_j - x_k}{j - k}, \forall j > k \right\} \quad (1)$$

Giá trị thống kê Mann-Kendall (S) được tính dựa trên việc so sánh độ lớn tương đối của 2 phần tử bất kỳ trong chuỗi:

$$S = \sum_{k=1}^{n-1} \sum_{j=k+1}^n \text{sign}(x_j - x_k) \quad (2)$$

Trong đó:

$$\text{sign}(x_j - x_k) = \begin{cases} 1 & \text{với } x_j > x_k \\ 0 & \text{với } x_j = x_k \\ -1 & \text{với } x_j < x_k \end{cases} \quad (3)$$

Đại lượng kiểm định thống kê z được tính như sau:

$$z = \begin{cases} \frac{S-1}{\sigma_s} & \text{với } S > 0 \\ 0 & \text{với } S = 0 \\ \frac{S+1}{\sigma_s} & \text{với } S < 0 \end{cases} \quad (4)$$

Với σ_s^2 là phương sai của S , được tính theo công thức sau:

$$\sigma_s^2 = \frac{1}{18} \left[n(n-1)(2n+5) - \sum_{p=1}^g m_p(m_p-1)(2m_p+5) \right] \quad (5)$$

Trong đó n là dung lượng mẫu, g là số nhóm mà mỗi nhóm là một tập hợp các phần tử của chuỗi $\{x_i\}$ có cùng giá trị, và m_p là số các phần tử thuộc nhóm p .

Nếu $z > 0$ thì chuỗi có xu thế Q dương, $z < 0$ thì chuỗi có xu thế Q âm. Do z có phân bố chuẩn hóa nên ta có thể kiểm định mức ý nghĩa thống kê của xu thế của chuỗi theo kiểm định Z . Xác suất phạm sai lầm loại 1 được sử dụng xuyên suốt trong nghiên cứu này với mức ý nghĩa $\alpha = 0,05$.

2.2.2. Tính toán tần suất lặp lại của chỉ số cực đoan

4 chỉ số cực đoan sử dụng trong nghiên cứu này đều có dạng cực trị theo ngưỡng. Vì vậy nên hàm phân bố xấp xỉ được áp dụng cho chuỗi giá trị nhiệt độ cực đại của các ngày trong năm lớn hơn các ngưỡng 35°C và 37°C , là dạng hàm phân bố suy rộng Pareto [10, 15]. Dạng hàm tích lũy của phân bố suy rộng Pareto có dạng như sau:

$$H(x) = 1 - \left[1 + \zeta \left(\frac{x-\mu}{\sigma} \right) \right]^{-1/\zeta} \quad (6)$$

Trong đó có 3 tham số bao gồm tham số số ngưỡng μ , tham số quy mô σ , và tham số hình dạng ζ . Phân bố suy rộng Pareto có dạng hàm mũ với ζ tiến tới 0, dạng phân bố Beta với $\zeta < 0$ và dạng phân bố Pareto với $\zeta > 0$.

Tương tự, đối với các giá trị ngưỡng rét đậm (rét hại) $T2m$, nghĩa là chuỗi giá trị nhiệt độ trung bình ngày $T2m$ nhỏ hơn 15°C (13°C), khi đó chuỗi giá trị $15^\circ\text{C}-T2m$ ($13^\circ\text{C}-T2m$) cũng có dạng hàm phân bố suy rộng Pareto. Với mỗi ngưỡng cực đoan, việc tính toán các tham số μ , σ , và ζ cho mỗi trạm được thực hiện dựa vào việc xấp xỉ tốt nhất chuỗi số liệu cực đoan này về dạng hàm phân bố suy rộng Pareto, sử dụng chương trình genpareto thuộc gói scipy.stats với Python phiên bản 3.8.

Dựa vào hàm phân bố suy rộng Pareto, giá trị lặp lại x_T của hiện tượng cực đoan theo ngưỡng được tính toán. x_T là giá trị được dự kiến sẽ bị vượt qua trung bình khoảng một lần trong mỗi khoảng thời gian T (T được gọi là chu kỳ lặp lại). Khi đó x_T phải thỏa mãn điều kiện sau:

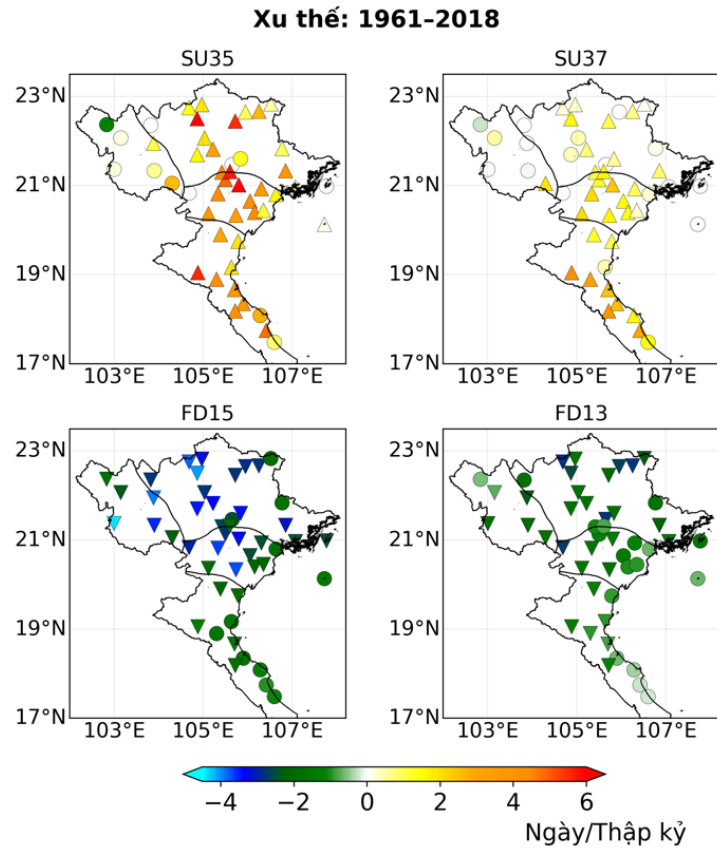
$$H(x_T) = 1 - 1/T \quad (7)$$

3. Kết quả và thảo luận

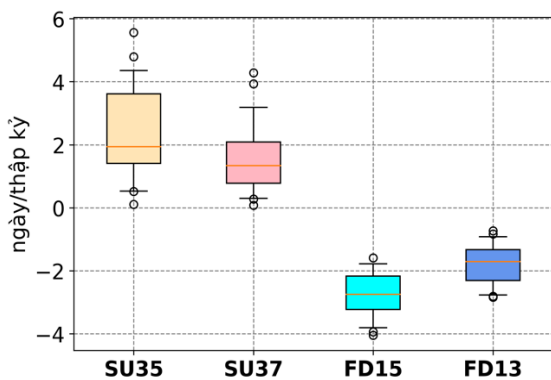
3.1. Xu thế biến đổi của các ngày nóng và rét

Xu thế của các chỉ số cực đoan SU35, SU37, FD15, và FD13 được biểu diễn ở Hình 2. Với các ngày nắng nóng SU35 và nắng nóng gay gắt SU37, xu thế tăng là rõ rệt trên hầu khắp các trạm. Chỉ một số ít trạm như Mộc Châu và Mường Tè, có thể là do có địa hình núi cao, có xu thế giảm nhẹ nhưng không mang ý nghĩa thống kê. Số lượng ngày nắng tăng không đồng đều giữa các trạm và giữa các vùng khí hậu. Mức tăng cao hơn nhận được trên một số trạm nằm ở khu vực Đông Bắc Bộ, Đồng bằng Bắc Bộ, Bắc Trung Bộ. Khu vực Bắc Trung Bộ là khu vực có số ngày nắng nóng gay gắt tăng lên nhiều nhất từ 2–5 ngày/thập kỷ; sau đó tới khu vực Đồng bằng Bắc Bộ với số ngày nắng nóng gay gắt tăng từ 1–3 ngày/thập kỷ.

Trong khi đó, xu thế biến đổi của các ngày rét đậm và rét hại lại có hướng ngược lại. Số ngày rét đậm giảm rõ rệt ở các vùng khí hậu phía Bắc của Việt Nam, đặc biệt là khu vực Tây Bắc và Đông Bắc với tốc độ từ 3,5–4,5 ngày/thập kỷ. Số ngày rét hại có xu hướng giảm ở khu vực Tây Bắc và Đông Bắc rõ rệt nhất với tốc độ từ 1–3 ngày/thập kỷ. Số ngày rét đậm và rét hại ở hầu hết các trạm ven biển có xu thế giảm nhưng không mang ý nghĩa thống kê. Tốc độ giảm số ngày rét đậm và rét hại ở các trạm thuộc phần phía Đông có xu thế thấp hơn so với các trạm ở phần phía Tây của cả khu vực miền Bắc Việt Nam. Tốc độ giảm số ngày rét hại là tương đối đồng đều hơn giữa các vùng khí hậu so với số ngày rét đậm.



Hình 2. Xu thế biến đổi của các chỉ số SU35, SU37, FD15, FD13 giai đoạn 1961–2018. Hình tròn: xu thế tăng hoặc giảm nhưng không có ý nghĩa thống kê. Hình tam giác xuôi (ngược): xu thế tăng (giảm) có ý nghĩa thống kê. Đơn vị: ngày/thập kỷ.



Hình 3. Biểu đồ hộp của xu thế các chỉ số khí hậu cực đoan trong giai đoạn 1961–2018 với các trạm mà xu thế có ý nghĩa thống kê.

Hình 3 biểu diễn biểu đồ hộp của 4 chỉ số khí hậu cực đoan đối với các trạm có ý nghĩa thống

kê với mức ý nghĩa là 0,05; trong đó trục tung là giá trị thể hiện mức độ tăng giảm của các chỉ số khí hậu cực đoan trong từng thập kỷ. Số ngày nắng nóng và nắng nóng gay gắt của tất cả các trạm đều có xu thế tăng nhỏ hơn 6 ngày/thập kỷ. Có 75% các trạm có số ngày nắng nóng tăng từ 1,8 ngày/thập kỷ trở lên; ít nhất 50% các trạm có số ngày nắng nóng tăng nhiều hơn 2 ngày/thập kỷ. Đối với số ngày nắng nóng gay gắt SU37, ngoại trừ trạm Hương Khê có mức độ tăng là 4 ngày/thập kỷ, còn 75% các trạm khác có xu thế tăng dưới 2 ngày/thập kỷ, trong khi ít nhất 50% số trạm có số ngày nắng nóng gay gắt tăng lớn hơn 1,5 ngày/thập kỷ. Đối với các chỉ số khí hậu cực đoan FD15 và FD13 liên quan đến số ngày rét đậm và số ngày rét hại thì xu thế giảm chiếm ưu thế và đều mang ý nghĩa thống kê. Mức độ tăng giảm giữa các trạm thay đổi không đáng kể.

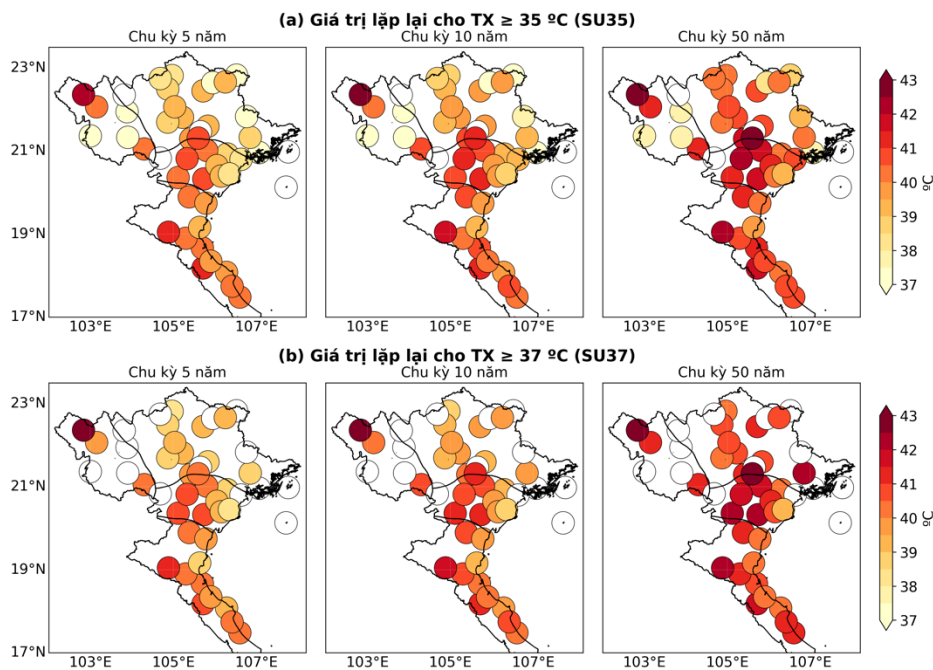
Số ngày rét đậm giảm nhỏ hơn 4 ngày/thập kỷ đối với tất cả các trạm; có ít nhất 75% các trạm có số ngày rét đậm giảm từ 2 ngày/thập kỷ trở lên. Trong khi đó, đa số các trạm có số ngày rét hại giảm trong khoảng 1,5-2,2 ngày/thập kỷ.

3.2. Chu kỳ lặp lại của các giá trị cực đoan

Hình 4 và Hình 6 biểu diễn giá trị lặp lại của chuỗi các giá trị nhiệt độ vượt ngưỡng xác định SU35, SU37, FD15, và FD13 với các chu kỳ lặp lại khác nhau là 5 năm, 10 năm, và 50 năm. Với hàm phân bố suy rộng Pareto được xấp xỉ cho mỗi trạm, ta có thể tính toán giá trị lặp lại của chuỗi giá trị cực đoan cho bất kỳ một chu kỳ nào dựa trên phương trình (7). Ở đây, chúng tôi lựa chọn những chu kỳ 5 năm, 10 năm, và 50 năm để minh họa và thảo luận. Đây là những chu kỳ

thường được quan tâm trong việc lập kế hoạch, xây dựng các chiến lược thích ứng của các bộ, ngành và địa phương.

Có thể thấy kết quả giá trị lặp lại của SU35 (Hình 4a) và SU37 (Hình 4b) là hầu như tương tự nhau. Lý do là chuỗi các giá trị đáp ứng ngưỡng SU37 thì đều đáp ứng ngưỡng SU35, do đó nếu số lượng các phần tử của 2 chuỗi không quá khác biệt thì xấp xỉ suy rộng Pareto của 2 chuỗi này sẽ gần tương tự nhau. Một số khác biệt có thể thấy ở một số trạm có địa hình cao (ví dụ trạm Điện Biên và trạm Sơn La) nơi chuỗi các giá trị đáp ứng ngưỡng SU35 và SU37 không có hoặc có ít, dẫn đến việc không xấp xỉ được các phân bố này hoặc các tham số của hàm phân bố suy rộng Pareto sẽ khác nhau đáng kể giữa ngưỡng SU35 và ngưỡng SU37.



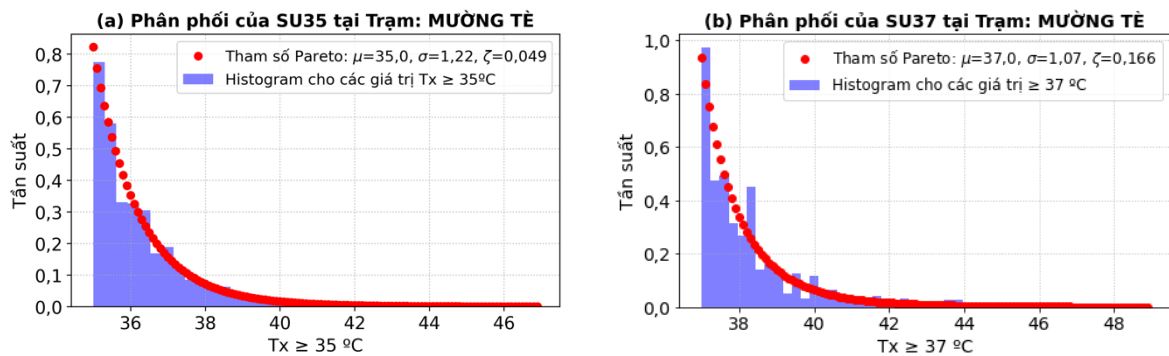
Hình 4. Giá trị lặp lại cho các ngưỡng (a) SU35 và (b) SU37, ứng với các chu kỳ 2 năm, 5 năm, 10 năm, và 50 năm. Các trạm không hiển thị giá trị nhiệt độ (được tô màu trắng) là các trạm có số lượng giá trị đạt ngưỡng SU35 hoặc SU37 ít (nhỏ hơn 50) trong cả giai đoạn 1961–2018, do đó không được dùng để thực hiện xấp xỉ suy rộng Pareto.

Giá trị nhiệt độ lặp lại đối với hiện tượng nắng nóng và nắng nóng gay gắt ở các trạm quan trắc có sự tăng lên theo chu kỳ lặp lại. Khu vực Đồng bằng Bắc Bộ và Bắc Trung Bộ là khu vực

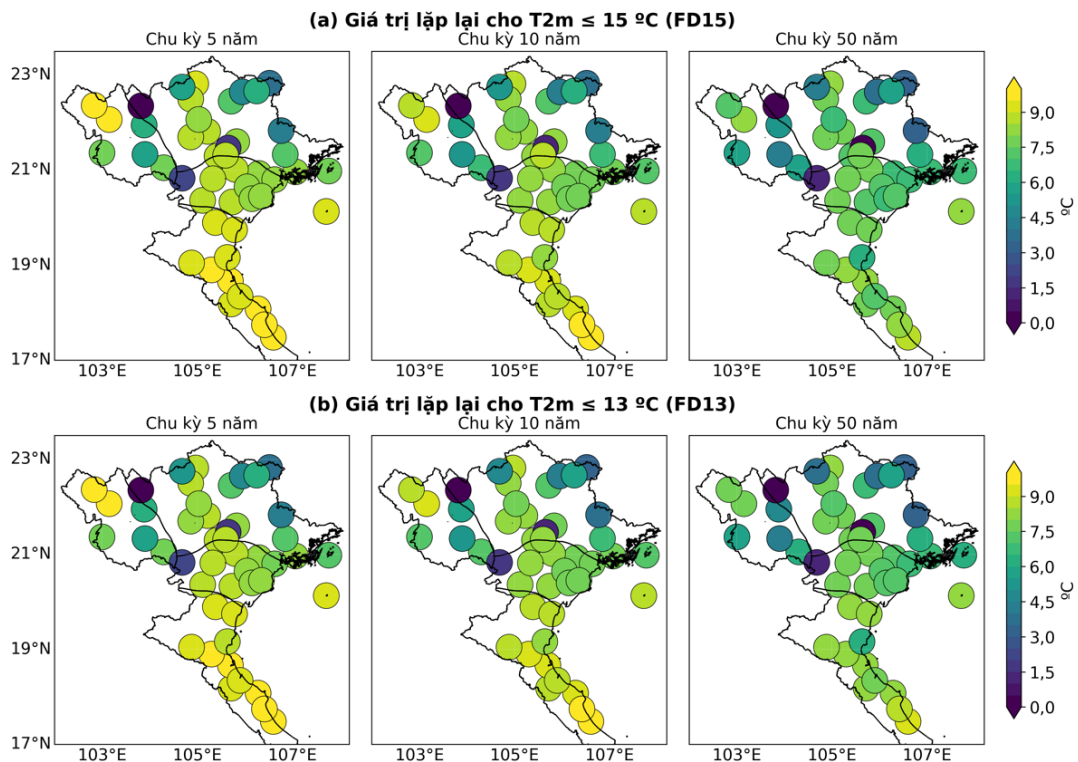
có giá trị nhiệt độ cực đại ngày lặp lại với chu kỳ 10 năm và 50 năm đạt trên 41 °C, cao hơn so với các khu vực còn lại (dao động từ 37–40 °C). Giá trị nhiệt độ cực đại lặp lại với chu kỳ 50 năm cao

nhất tại trạm Mùng Tè (khu vực Tây Bắc), đạt $\sim 46,2\text{ }^{\circ}\text{C}$ với SU35 và $\sim 48,2\text{ }^{\circ}\text{C}$ với SU37. Giá trị đạt được cao như vậy một phần có thể được lý giải là do ở khu vực này có biên độ dao động nhiệt ngày đêm lớn với giá trị nhiệt độ cực đại ngày cao, một phần là do sai số có thể có khi xấp xỉ hàm phân bố suy rộng Pareto. Hình 5 biểu diễn tần suất của chuỗi các giá trị đạt ngưỡng SU35

và SU37 tại trạm Mùng Tè và phân bố xấp xỉ của 2 chuỗi này với các tham số ngưỡng, tham số quy mô, và tham số hình dạng tương ứng cho ngưỡng SU35 là $\mu=35, \sigma=1,22$ và $\zeta=0,049$ và cho ngưỡng SU37 là $\mu=37, \sigma=1,07$ và $\zeta=0,166$. Do $\zeta>0$ nên ta có dạng phân bố xấp xỉ này là phân bố Pareto.



Hình 5. Tần suất xuất hiện của nhiệt độ cực đại các ngày SU35 và SU37 tại trạm Mùng Tè giai đoạn 1961–2018 (biểu đồ cột màu xanh) được xấp xỉ bởi hàm phân bố suy rộng Pareto (các chấm đỏ).

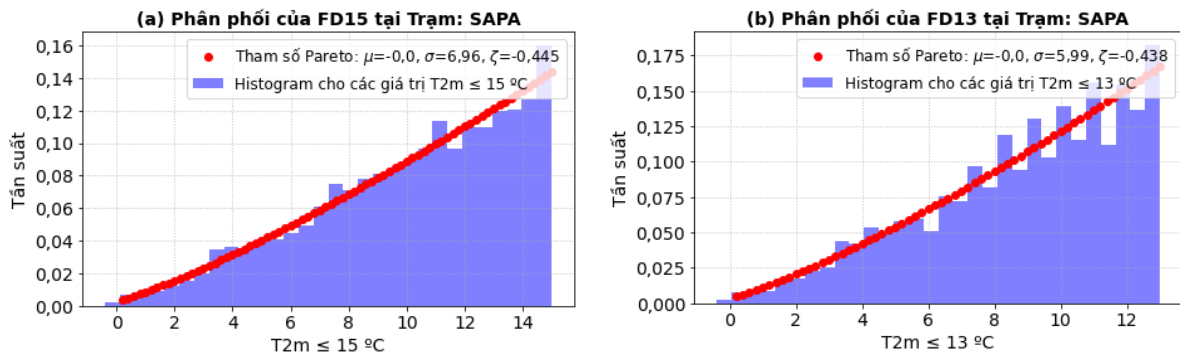


Hình 6. Như Hình 4 nhưng cho ngưỡng (a) FD15 và (b) FD13.

Tương tự như hiện tượng nắng nóng, kết quả giá trị lặp lại của FD15 (Hình 6a) và FD13 (Hình 6b) cũng gần tương tự nhau, do chuỗi các giá trị đáp ứng ngưỡng FD13 thì đều đáp ứng ngưỡng FD15.

Giá trị nhiệt độ lặp lại đối với hiện tượng rét đậm và rét hại ở các trạm quan trắc giảm đi khi chu kỳ lặp lại tăng lên. Khu vực Đông Bắc nơi vĩ độ cao có giá trị lặp lại là thấp nhất, dao động phổ biến trong khoảng 3-7 °C với chu kỳ lặp lại 50 năm và đạt giá trị cao hơn với các chu kỳ lặp lại ngắn hơn. Giá trị lặp lại cho ngưỡng FD15 (FD13) thấp nhất là tại trạm Sapa, đạt giá trị 0,2 °C, -0,02 °C, và -0,33 °C (0,2 °C, -0,03 °C,

-0,4 °C) cho các chu kỳ lặp lại tương ứng là 5 năm, 10 năm và 50 năm. Sự khác biệt nhỏ trong các giá trị lặp lại của FD15 và FD13 là do xấp xỉ suy rộng Pareto có khác biệt trên 2 tập mẫu khác nhau. Hình 7 biểu diễn tần suất của chuỗi các giá trị T2m đạt ngưỡng FD15 và FD13 tại trạm Sapa và phân bố xấp xỉ của 2 chuỗi (15-T2m) và (13-T2m) với các tham số ngưỡng, tham số quy mô, và tham số hình dạng tương ứng là $\mu=0$, $\sigma=6,96$ và $\zeta=-0,445$ cho ngưỡng FD15 và $\mu=0$, $\sigma=5,99$ và $\zeta=-0,438$ cho ngưỡng FD13. Do $\zeta < 0$ nên ta có dạng phân bố xấp xỉ này là phân bố Beta.



Hình 7. Tần suất xuất hiện của nhiệt độ trung bình các ngày FD15 và FD13 tại trạm Sapa giai đoạn 1961-2018 (biểu đồ cột màu xanh) được xấp xỉ bởi hàm phân bố suy rộng Pareto (các chấm đỏ).

Nhằm đánh giá liệu tần suất xuất hiện của các sự kiện cực đoan nóng, rét gia tăng hay giảm đi trong những thập kỷ gần đây, trước tiên giá trị lặp lại 5 năm một lần của các sự kiện SU35, SU37, FD15, và FD13 được tính toán cho cả giai đoạn nghiên cứu 1961–2018. Sau đó tần suất xuất hiện của các giá trị lặp lại 5 năm này được tính toán cho mỗi 5 năm của 3 thập kỷ gần đây nhất là 1989–2018 (Hình 8). Nếu giá trị này lớn hơn 1 (nhỏ hơn 1) nghĩa là có sự gia tăng (giảm đi) về tần suất xuất hiện của một ngưỡng cực đoan trong 3 thập kỷ gần đây so với các thập kỷ trước. Kết quả từ Hình 8 cho thấy sự gia tăng rõ rệt của tần suất xuất hiện các giá trị lặp lại 5 năm một lần giai đoạn 1961–2018 của nhiệt độ cực đại các ngày SU35 và SU37 trên khu vực miền Bắc Việt Nam, ngoại trừ một số ít trạm thuộc khu vực Tây Bắc và duyên hải Bắc Trung Bộ. Như

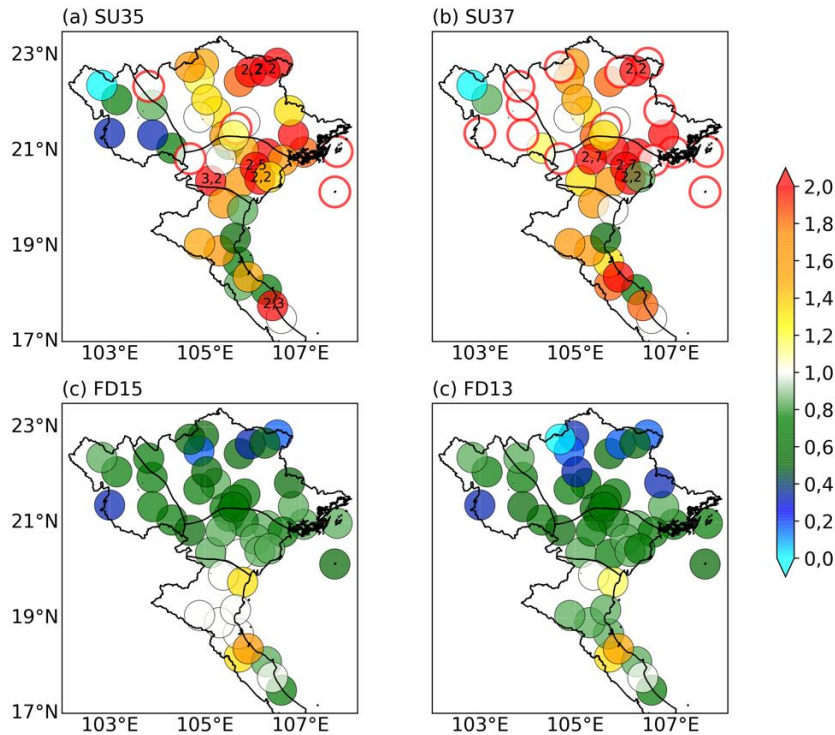
vậy, không chỉ số ngày SU35 và SU37 gia tăng rõ rệt tại đa số các trạm quan trắc trên khu vực miền Bắc Việt Nam (xem Hình 2, 3), giá trị nhiệt độ cực đại ngày lặp lại 5 năm một lần giai đoạn 1961–2018 xuất hiện thường xuyên hơn, phổ biến từ 1,2 đến hơn 2,5 lần, trong mỗi 5 năm của 3 thập kỷ gần nhất.

Hình 8c,d cũng cho thấy sự giảm đi của tần suất xuất hiện các giá trị lặp lại 5 năm một lần giai đoạn 1961–2018 của nhiệt độ trung bình các ngày FD15 và FD13 trên khu vực miền Bắc Việt Nam, ngoại trừ ba trạm thuộc khu vực Bắc Trung Bộ. Cùng với việc suy giảm rõ rệt của số ngày rét đậm và rét hại tại các trạm quan trắc trên khu vực miền Bắc Việt Nam (xem Hình 2, 3), giá trị nhiệt độ trung bình ngày lặp lại 5 năm một lần giai đoạn 1961–2018 ít xuất hiện hơn, phổ biến từ 0,3 đến hơn 0,8 lần, trong mỗi 5 năm của 3

thập kỷ gần nhất. Tóm lại, kết quả Hình 8 đã chỉ ra các sự kiện cực đoan nóng đã xuất hiện ngày càng nhiều hơn, trong khi các sự kiện cực đoan

lạnh đã xuất hiện ngày càng ít đi trong những thập kỷ gần đây.

Tần suất xuất hiện chu kỳ 5 năm: 1989–2018 so với 1961–2018



Hình 8. Tần suất xuất hiện mỗi 5 năm một lần giai đoạn 30 năm gần nhất (1989–2018) của các giá trị lặp lại 5 năm một lần thời kỳ 1961–2018. Các trạm có tần suất lớn hơn 2 sẽ được hiển thị số. Các trạm được khoanh bởi đường tròn màu đỏ là các trạm có số lượng giá trị đạt ngưỡng cực đoan ít (nhỏ hơn 50) trong cả giai đoạn 1961–2018, do đó không được dùng để thực hiện xấp xỉ suy rộng Pareto.

3.3. Sự cần thiết phải có các kế hoạch thích ứng ở các khu công nghiệp

Theo “Báo cáo Tình hình thành lập và phát triển khu công nghiệp, khu kinh tế 9 tháng năm 2021”, tính đến cuối tháng 9 năm 2021, trên phạm vi cả nước có 563 khu công nghiệp [16]. Các khu công nghiệp trọng điểm ở miền Bắc Việt Nam được phân bố chủ yếu tại các tỉnh, thành phố như Hà Nội, Vĩnh Phúc, Quảng Ninh, Bắc Ninh, Hải Phòng, Hưng Yên, Hải Dương, Hà Nam, Bắc Giang, Nam Định.

Theo TCVN 5508:2009 về “Không khí vùng làm việc - Yêu cầu về điều kiện vi khí hậu và phương pháp đo” [17], tại mục 4.2 đã quy định

như sau “Ở những nơi sản xuất trong điều kiện nóng, nhiệt độ tối đa không được quá 37 °C”. Bên cạnh đó, TCVN 5508:2009 cũng nêu rõ yêu cầu điều kiện nhiệt độ với các loại lao động nhẹ, trung bình và nặng lần lượt là từ 20-34 °C, 18-32 °C và 16-30 °C. Như vậy có thể thấy tầm quan trọng của việc kiểm soát nhiệt độ nơi làm việc trong các khu công nghiệp, do yếu tố này ảnh hưởng trực tiếp tới năng suất lao động và sức khoẻ của người lao động.

Các phân tích từ số liệu khí tượng tại các trạm điển hình ở các mục trên cho thấy xu thế ngày càng tăng của số ngày nắng nóng và nắng nóng gay gắt trong năm ở miền Bắc Việt Nam. Tần suất xuất hiện của các ngày có nhiệt độ vượt

một ngưỡng nhất định (như 35 °C hay 37 °C, hay giá trị lặp lại mỗi 5 năm một lần giai đoạn 1961–2018) cũng ngày càng nhiều hơn. Do đó, để duy trì môi trường làm việc phù hợp cho người lao động, các khu công nghiệp, khu kinh tế cần có những kế hoạch thích ứng hợp lý ngay từ hiện tại, chẳng hạn như trong việc lên kế hoạch sản xuất, thiết kế hạ tầng nơi làm việc, hoặc thiết kế các hệ thống làm mát tiết kiệm điện năng nhưng vẫn đảm bảo vận hành tốt trong tương lai khi số ngày nắng nóng và mức độ nắng nóng tăng lên.

4. Kết luận

Trong nghiên cứu này, sử dụng các chuỗi số liệu nhiệt độ cực đại ngày và nhiệt độ trung bình ngày thời kỳ 1961–2018 từ 48 trạm quan trắc khí tượng bề mặt thuộc khu vực miền Bắc Việt Nam, chúng tôi đã tiến hành xác định xu thế biến đổi của các chỉ số khí hậu cực đoan liên quan đến nhiệt độ, bao gồm SU35 (số ngày nắng nóng), SU37 (số ngày nắng nóng gay gắt), FD15 (số ngày rét đậm), FD13 (số ngày rét hại); đồng thời cũng tính toán giá trị lặp lại theo các ngưỡng tương ứng với các chu kỳ lặp lại khác nhau, từ đó thảo luận về sự cần thiết của các kế hoạch thích ứng tại các khu công nghiệp miền Bắc Việt Nam.

Kết quả nhận được cho thấy số ngày nắng nóng và nắng nóng gay gắt ở Việt Nam đang có xu hướng gia tăng trong những thập kỷ qua, với tốc độ gia tăng khác nhau giữa các khu vực. Khu vực Bắc Trung Bộ được xem là khu vực có mức độ gia tăng nhiều nhất. Trong khi đó, số ngày rét đậm và rét hại đang có chiều hướng giảm rõ rệt, đặc biệt là trên vùng khí hậu Tây Bắc và Đông Bắc.

Giá trị lặp lại về nhiệt độ cho các ngưỡng nắng nóng và nắng nóng gay gắt tăng lên khi chu kỳ lặp lại tăng lên. Khu vực Đồng bằng Bắc Bộ và Bắc Trung Bộ có giá trị nhiệt độ cực đại ngày lặp lại cao hơn so với các khu vực khác. Ở chiều ngược lại, giá trị nhiệt độ lặp lại đối với các ngưỡng rét đậm và rét hại giảm đi khi chu kỳ lặp lại tăng lên. Khu vực Đông Bắc nhìn chung có giá trị lặp lại là thấp nhất so với các khu vực còn lại. Tần suất xuất hiện của các ngày nóng có nhiệt độ cực đại vượt một ngưỡng nhất định cũng ngày càng nhiều hơn, trong khi tần suất xuất hiện

của các ngày lạnh có nhiệt độ trung bình ngày dưới một ngưỡng nhất định lại ngày càng ít hơn trong những thập kỷ gần đây.

Nghiên cứu này cũng khuyến nghị sự cần thiết cho các bên liên quan, các nhà hoạch định chính sách về việc cần lập kế hoạch hợp lý ngay từ hiện tại để thích ứng với sự biến đổi rõ rệt của các hiện tượng nắng nóng, nắng nóng gay gắt, rét đậm, và rét hại tại miền Bắc Việt Nam trong bối cảnh BĐKH trong tương lai.

Lời cảm ơn

Nghiên cứu này được tài trợ bởi Quỹ Phát triển Khoa học và Công nghệ Quốc gia (NAFOSTED) mã số 105.06-2021.14.

Tài liệu tham khảo

- [1] MONRE, Climate Change and Sea Level Rise Scenarios for Vietnam, Vietnam Natural Resources, Environment and Mapping Publishing House, 2016, 188pp (in Vietnamese).
- [2] P. V. Tan, N. D. Thanh, Climate Change in Vietnam: Some Research Results, Challenges and Opportunities in International Integration, VNU Journal of Science: Earth Sciences and Environment, Vol. 29, No. 1, 2013, pp. 1-10 (in Vietnamese).
- [3] MONRE, Climate Change Scenarios, Vietnam Natural Resources, Environment and Mapping Publishing House, 2020, 286pp (in Vietnamese).
- [4] E. Espagne et al., Climate Change in Vietnam; Impacts and Adaptation. A COP26 Assessment Report of the GEMMES Vietnam Project, Paris, 2021, [Online] Available: <https://www.afd.fr/en/ressources/gemmes-vietnam-climate-change-impacts-and-adaptation> (accessed on: December 1st, 2022).
- [5] IPCC, 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, United Kingdom and New York, NY, USA: Cambridge University Press, 2021, <https://doi.org/10.1017/9781009157896>.
- [6] IMHEN and UNDP, Vietnam Special Report on Managing the Risks of Extreme Events and Disasters to Advance Climate Change

- Adaptation [T. Thuc, K. Neefjes, T. T. T. Huong, N. V. Thang, M. T. Nhuan, L. Q. Tri, L. D. Thanh, H. T. L. Huong, V. T. Son, N. T. H. Thuan, L. N. Tuong], Vietnam Natural Resources, Environment and Mapping Publishing House, 2015, 451pp (in Vietnamese).
- [7] P. V. Tan, Study of the Impacts of Climate Changes on Extreme Events in Vietnam, Predictability and Response Strategies, Final Report of the National Project Code KC08.29/06-10, Ministry of Science and Technology, 2010. (in Vietnamese).
- [8] N. D. Thanh, P. V. Tan, Non-Parametric Test for Trend Detection of Some Meteorological Elements for the Period 1961-2007, VNU Journal of Science: Natural Sciences and Technology, Vol. 28, No. 3S, 2012, pp. 129-135 (in Vietnamese).
- [9] MONRE, Climate Change and Sea Level Rise Scenarios for Vietnam, Vietnam Natural Resources, Environment and Mapping Publishing House, 2012 (in Vietnamese).
- [10] J. Beirlant, Y. Goegebeur, J. Teugels, J. Segers, Statistics of Extremes: Theory and Applications. Wiley, 2004, <https://doi.org/10.1002/0470012382>.
- [11] N. D. Ngu, N. T. Hieu, Climate and Climate Resources of Vietnam, Agriculture Publishing House, 2004, 230pp (in Vietnamese).
- [12] L. Alexander, N. Herold, Climact2: Indices and Software, Github. Com, ARCCSS-Extremes/Climact2, 2016.
- [13] P. K. Sen, Estimates of the Regression Coefficient Based on Kendall's Tau', J. Am Stat Assoc, 1968, <https://doi.org/10.1080/01621459.1968.10480934>.
- [14] M. G. Kendall, Rank Correlation Methods, 4th Ed. Griffin, London., 1975.
- [15] N. D. Thanh, Climate Change Assessment, Hanoi: VNU Publisher, 2021, 247pp (in Vietnamese).
- [16] Department of Economic Zone Management – Ministry of Planning and Investment, Report on Establishment and Development of Industrial Zones and Economic Zones in 9 Months of 2021, <https://www.mpi.gov.vn/pages/tinbai.aspx?idtin=51938&idcm=207>, 2021 (accessed on: December 1st, 2022) (in Vietnamese).
- [17] Board of National Technical Standards TCVN/TC 146, TCVN 5508:2009 (ISO:2009): Work Zone's Air – Requirements for Microclimate Conditions and Methods of Measurement, 2009 (in Vietnamese).