

CƠ CHẾ ẢNH HƯỞNG TỚI GIÓ MÙA TÂY NAM MẠNH Ở PHÚ QUỐC

Phạm Hồng Đức⁽¹⁾, Trần Quang Đức⁽¹⁾, Lê Văn Phong⁽²⁾, Trịnh Hoàng Dương⁽²⁾

⁽¹⁾Đại học Khoa học tự nhiên, Đại học Quốc gia Hà Nội

⁽²⁾Viện Khoa học Khí tượng Thủy văn và Biến đổi Khí hậu

Ngày nhận bài: 17/4/2025; ngày chuyển phản biện: 18/4/2025; ngày chấp nhận đăng: 09/5/2025

Tóm tắt: Nghiên cứu này nhằm làm rõ thêm nhận định của các chuyên gia về ảnh hưởng của bão đến gió mạnh ở Phú Quốc thông qua việc xác định các trung tâm tác động và cơ chế khí tượng điều khiển gió mùa Tây Nam mạnh trong tháng 7 tại khu vực đảo Phú Quốc. Số liệu tái phân tích ERA5 với độ phân giải $0,25^\circ$ về các chỉ số khí áp mực biển trung bình (mslp) đại diện cho năm trung tâm khí quyển lớn về áp cao Mascarene, áp cao cận nhiệt Châu Úc, áp thấp Ấn Độ, áp cao cận nhiệt Tây Bắc Thái Bình Dương và vùng dải hội tụ nhiệt đới (ITCZ)/áp thấp nhiệt đới (ATNĐ) được tính toán và phân tích hệ số tương quan với chỉ số gió vĩ hướng trung bình (Upq) gió vĩ hướng mực 850 mb tại Phú Quốc. Kết quả cho thấy cả hoạt động của dải hội tụ nhiệt đới trong năm không có bão, cũng như sự xuất hiện bão trên Biển Đông đều có khả năng làm gia tăng đáng kể cường độ gió tại Phú Quốc. Yếu tố quyết định đến gió mạnh là gradient khí áp giữa khu vực Phú Quốc và Bắc Biển Đông. Mức độ ảnh hưởng có thể xảy ra đồng thời hoặc trễ từ 1-2 ngày, tùy thuộc vào vị trí và cường độ của các hệ thống khí quyển.

Từ khóa: Chỉ số gió Tây Nam, bão Biển Đông, ATNĐ, ITCZ, các trung tâm khí quyển.

1. Mở đầu

Hoàn lưu gió mùa mùa hè ở khu vực Việt Nam mà có ảnh hưởng chủ yếu tới khu vực Tây Nguyên và Nam Bộ là có hướng Tây Nam. Theo nhiều nhà nghiên cứu, hoàn lưu gió Tây Nam này là một thành phần của hệ thống gió mùa Châu Á rộng lớn có nguồn gốc từ Nam Bán cầu. Trên đường di chuyển, dòng khí chịu thêm các tác động khác nhau và biến tính, dòng khí này có thể mạnh lên, có thể yếu đi và khi tới Việt Nam có tính nóng, ẩm và gây mưa.

Phú Quốc nằm ở phía Tây Nam của vùng Nam Bộ, là cửa ngõ đón gió mùa mùa hè. Theo Đài khí tượng thủy văn khu vực Nam bộ, trong năm 2023, do ảnh hưởng hoàn lưu bão Talim, sáng ngày 16/7, vùng biển phía Tây Nam ở khu đảo Phú Quốc gió mùa hoạt động mạnh làm ngừng hoạt động của các phương tiện ra vào đảo như: Tàu, phà, máy bay,... do thời tiết xấu. Trong các ngày tiếp theo, gió mùa tiếp tục hoạt

động mạnh đạt cấp 5, giật cấp 6 gây thời tiết xấu cho khu vực như: Gió mạnh, sóng lớn và những cơn mưa kéo dài gây ra rất nhiều thiệt hại về kinh tế - xã hội cho khu vực này.

Theo nhận định của nhà khí tượng Lê Thị Xuân Lan về gió khu vực Phú Quốc (KVPQ): "Cơn bão Talim hoạt động trên Bắc Biển Đông trong giai đoạn là trung tâm hút gió khiến gió mạnh lên trong khu vực mặc dù nơi này khá xa tâm bão". Nhà khí tượng Nguyễn Ngọc Huy cũng chỉ ra rằng dù cách xa tâm bão, bão Talim hình thành đã kích thích gió Tây Nam mạnh hơn, mang theo hơi ẩm từ vịnh Thái Lan qua các tỉnh thành Nam Bộ để "cung cấp năng lượng cho bão" [1]. Trong một trường hợp khác, đợt gió mùa mạnh tháng 8/2019, chuyên gia khí tượng Trần Quang Năng (Cục Khí tượng Thủy văn) nhận định gió mùa ở khu vực Phú Quốc mạnh lên một phần là do sự hoạt động mạnh của áp cao cận nhiệt Châu Úc [2].

Cho đến nay, nhiều công trình nghiên cứu trong và ngoài nước đã chỉ ra vai trò quan trọng của gió mùa mùa hè đối với điều kiện

Liên hệ tác giả: Trần Quang Đức

Email: tranquangduc@hus.edu.vn

khí hậu, thời tiết Việt Nam cũng như đối với đảo Phú Quốc:

Tác giả Nguyễn Thị Hiền Thuận (2001) nghiên cứu thời kỳ bùng nổ gió mùa Tây Nguyên và Nam Bộ, và đã chỉ ra thời kỳ này sẽ bắt đầu sớm nhất ở KVPQ [3].

Tác giả Chu Thị Thu Hường và Trần Đình Linh (2019) với những kết quả chỉ ra rằng, gió mùa trên miền khí hậu phía Nam thường bắt đầu sớm và kết thúc muộn hơn so với miền khí hậu phía Bắc, cường độ của gió mùa trên các vùng khí hậu phía Nam cũng mạnh hơn khoảng 2 lần so với các vùng khí hậu phía Bắc [4]. Tác giả Trần Đình Linh và cộng sự (2018) đã xem xét đặc điểm của tốc độ gió ở ba mực đẳng áp chuẩn 1.000 mb, 850 mb và 700 mb trên khu vực 1: (0 - 100°N; 105 - 110°E) để nghiên cứu đặc điểm của dòng gió có nguồn gốc từ áp cao Châu Úc, còn khu vực 2: (5 - 150°N; 90 - 105°E) đại diện cho dòng gió từ áp cao Mascarene [5].

Tác giả Nguyễn Đăng Mậu và cộng sự (2021) với nghiên cứu của mình đã chỉ ra: Mưa lớn tại Phú Quốc gắn liền với sự tăng cường mạnh mẽ của gió mùa mùa hè Châu Á, có mối liên hệ chặt chẽ với chỉ số VSMI (chỉ số gió mùa, trung bình gió vĩ hướng trong khu vực 5°N-15°N; 100°E-110°E, mực 850 mb) [6].

Theo Nie và cộng sự (2024) [7], dao động theo hướng Tây-Đông của áp cao cận nhiệt Tây Bắc Thái Bình Dương (WPSH) có ảnh hưởng đáng kể đến sự phát triển của gió mùa mùa hè châu Á. Khi WPSH mở rộng về phía Tây, nó tăng cường vận chuyển độ ẩm và thúc đẩy đối lưu ở khu vực phía Đông của áp cao Nam Á (SAH), dẫn đến sự thiết lập của dòng khí gió Tây ở tầng thấp. Ngoài ra trong nghiên cứu này dao động theo hướng Tây-Đông của WPSH có ảnh hưởng đáng kể đến sự phát triển của gió mùa mùa hè châu Á. Khi WPSH mở rộng về phía Tây, nó tăng cường vận chuyển độ ẩm và thúc đẩy đối lưu ở khu vực phía Đông của SAH, dẫn đến sự thiết lập của dòng khí gió Tây ở tầng thấp.

Với những kết quả nghiên cứu và một số ý kiến đã được chỉ ra ở trên, theo nhận định của chúng tôi, cần có nghiên cứu chi tiết, cụ thể để có thể đánh giá nguyên nhân và cơ chế một cách đầy đủ với giải thích cặn kẽ hơn về gió mùa mạnh khu vực Đảo Phú Quốc. Tiếp theo,

dưới đây là các kết quả nghiên cứu nhằm làm rõ các nhận định trên và đồng thời cũng mô tả rõ số liệu và phương pháp được sử dụng cho bài nghiên cứu này.

2. Số liệu, phương pháp

Số liệu tái phân tích ERA5 của Trung tâm dự báo hạn vừa Châu Âu với độ phân giải là 0,25° x 0,25° được sử dụng kết hợp với phương pháp synop để phân tích các trung tâm tác động và tính toán các chỉ số khí tượng.

Công thức tính hệ số tương quan:

$$r = \frac{\frac{1}{n} \sum_{i=1}^n (X_i - \mu_x)(Y_i - \mu_y)}{\sigma_x \sigma_y} \quad (1)$$

Trong đó: X_i là các giá trị của chuỗi số liệu thứ nhất; Y_i là các giá trị của chuỗi số liệu thứ hai; μ_x là giá trị trung bình của chuỗi số liệu thứ nhất; μ_y là giá trị trung bình của chuỗi số liệu thứ hai; σ_x là giá trị độ lệch chuẩn của chuỗi số liệu thứ nhất; σ_y là giá trị độ lệch chuẩn của chuỗi số liệu thứ hai.

Sử dụng phương pháp chuẩn hóa số liệu để có được sự tương đồng thứ nguyên sự biến đổi giữa các đại lượng. Vì nghiên cứu này xem xét tỷ lệ thay đổi tương đối của chuỗi dữ liệu thường nên chúng tôi đề xuất phương pháp chuẩn hóa Max - Min, cụ thể như sau:

Chuẩn hóa số liệu bằng phương pháp chuẩn Max - Min:

$$X_{new} = \frac{X - X_{min}}{X_{max} - X_{min}} \quad (2)$$

Trong đó: X_{new} là giá trị của chuỗi số liệu mới; X là giá trị của chuỗi số liệu ban đầu; X_{min} là giá trị nhỏ nhất của chuỗi số liệu ban đầu; X_{max} là giá trị lớn nhất của chuỗi số liệu ban đầu.

Sau khi chuẩn hóa, chuỗi số liệu mới là đại lượng không thứ nguyên và có giá trị nằm trong khoảng (0-1).

3. Kết quả và phân tích

Chỉ số gió Tây Nam Phú Quốc

Vào thời kỳ mùa hè ở Phú Quốc (tháng 6, 7, 8), gió vĩ hướng thịnh hành có hướng Tây, nghiên cứu này lấy tốc độ gió vĩ hướng trung bình (Upq) trong miền tính có tọa độ 102-104°E

và 7,5-10,5°N (kích thước 2° x 3° với bộ số liệu có độ phân giải 0,25° x 0,25°) (Hình 1) là chỉ số gió vĩ hướng, và được sử dụng để mô tả các đặc trưng gió mùa mùa hè tác động tới Phú Quốc. Miền tính 2° x 3° nằm ở phía Tây đảo Phú Quốc và có kích thước đủ lớn tương ứng với vị trí và diện tích đảo và như vậy đủ đảm bảo cho các phân tích về ảnh hưởng của gió tới đảo. Hai giai đoạn nghiên cứu được đề xuất, bao gồm: (1) Trường hợp có bão trên Biển Đông, tháng 7 năm 2023 và (2) Trường hợp không có bão trên Biển Đông tháng 07/2019. Giai đoạn 5 năm không có bão, và 5 năm có bão tương ứng được đề xuất để tính toán một số đặc trưng thống kê và đánh giá tác động.

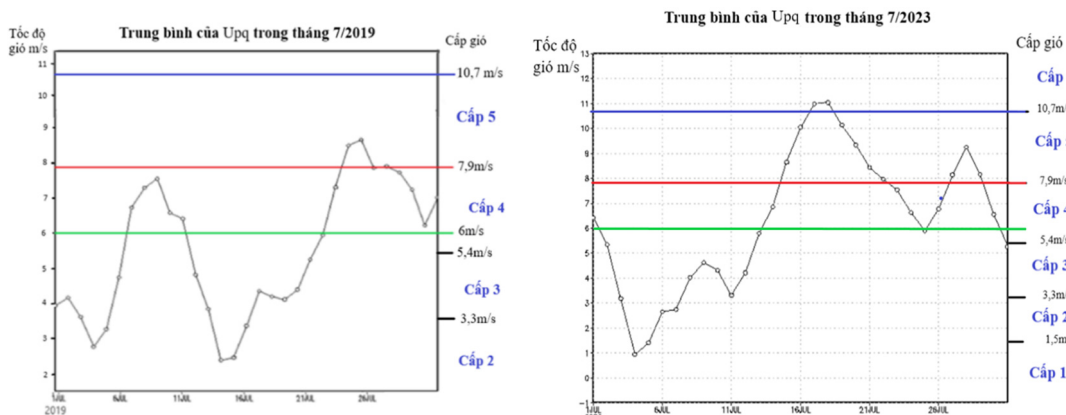
Năm 2019 vào tháng 7, khi không có bão

hoạt động trên Biển Đông, có thể nhận thấy tồn tại hai giai đoạn từ ngày 7 đến 11 và từ ngày 22 đến 31, gió Phú Quốc mạnh lên đáng kể, Upq với giá trị đạt trên 6 m/s, đặc biệt từ ngày 24 đến 27, Upq vượt 7,9 m/s, đạt cấp 5 (Hình 2, trái).

Khi có bão hoạt động trên Biển Đông, giai đoạn từ ngày 15-20/7 và 27-29/07 năm 2023, gió mùa Tây Nam mạnh lên ở Phú Quốc, Upq tăng mạnh so với các ngày khác trong tháng 7, với giá trị đạt trên 7,9 m/s, đạt trên cấp 5. Đặc biệt ngày 17, 18 tốc độ gió Upq vượt 10,7 m/s (trên cấp 6) (Hình 2, phải). Như vậy có thể nhận thấy, cùng trong tháng 7 tốc độ gió trong trường hợp có bão đã mạnh hơn đáng kể so với không có bão trên Biển Đông.



Hình 1. Miền tính chỉ số (hình chữ nhật) và gió vĩ hướng hướng Tây đặc trưng cho mùa hè (hình mũi tên) ở Phú Quốc



Hình 2. Biến trình Upq tháng 7 năm 2019 và 2023 tại khu vực Phú Quốc (đường màu xanh dương tương ứng 10,7 m/s; đường màu đỏ 7,9 m/s và đường màu xanh lá 6 m/s)

Cơ chế và các trung tâm tác động đến gió mạnh ở khu vực Phú Quốc

Trên khu vực Nam Ấn Độ Dương, áp cao Mascarene (ACMAS) là áp cao cận nhiệt đới, vào mùa hè ở Bắc Bán cầu, áp cao này có cường độ rất mạnh, dòng gió xuất phát từ áp cao này vượt xích đạo (hình mũi tên), trước khi ảnh tới khu vực Ấn Độ, gió có hướng Tây và Tây Nam. Cường độ dòng gió này càng mạnh khi áp cao Mascarene có khí áp càng cao, và rõ ràng rằng dòng gió này sẽ di chuyển tiếp và tác động tới khu vực Phú Quốc càng mạnh. Bên cạnh đó, vì là mùa hè, mùa đốt nóng mạnh ở Bắc Bán cầu, bản thân áp thấp Ấn Độ (ATAĐ) sẽ được khơi sâu rất mạnh, sẽ tăng cường dòng gió mùa hướng Tây mô tả trên và hệ quả dòng gió đi qua Vịnh Bengal và tiếp theo ảnh hưởng tới khu vực Phú Quốc Việt Nam sẽ có cường độ mạnh đáng kể (Hình 3a, b).

Mùa hè Bắc Bán cầu là mùa đông Nam Bán cầu, áp cao lục địa Châu Úc mạnh lên (ACAUS), dòng khí phân kỳ từ đây vượt xích đạo (hình mũi tên) và tác động tới KVPQ có hướng Tây Nam sẽ mạnh lên đáng kể. Cũng vào thời gian này của năm, áp cao cận nhiệt Tây Bắc Thái Bình Dương (ACTBD) hoạt động mạnh đáng kể, dòng khí xuất phát từ đây có thành phần vĩ hướng hướng Đông cũng sẽ mạnh lên, chính dòng khí này khi ảnh hưởng tới Việt Nam sẽ cản trở đáng kể và làm giảm cường độ dòng gió tây ở KVPQ. Tháng 6, 7, 8 sự khơi sâu của ITCZ hoặc có sự hình thành áp thấp nhiệt đới (ATNĐ) trên Biển

Đông (trong trường hợp này là Bắc Biển Đông) sẽ là tăng gradien khí áp với KVPQ, do đó tăng cường dòng khí hướng Tây ảnh hưởng tới KVPQ (Hình 3a, b).

Như vậy, với phân tích ở trên, có thể nhận định ban đầu, các trung tâm tác động chính gây ảnh hưởng làm gió mạnh lên ở Phú Quốc bao gồm: (1) Áp cao Mascarene mạnh lên; (2) Áp cao cận nhiệt Châu Úc mạnh lên; (3) Sự khơi sâu của ATAĐ; (4) ACTBD yếu đi; (5) ITCZ khơi sâu (khi không có bão hoạt động trên Biển Đông) hoặc ATNĐ mạnh lên (khi có bão hoạt động trên Biển Đông) (Hình 3). Dưới đây là một số các chỉ số đại diện cho các trung tâm tác động mô tả trên.

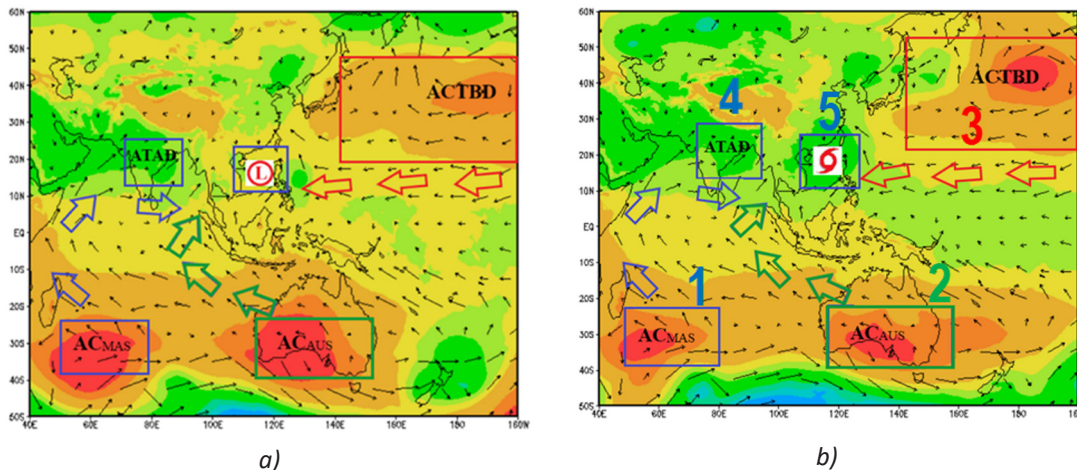
Trung tâm 1: Áp cao Mascarene, và chỉ số là giá trị khí áp mực biển trung bình (P_{MAS}) của ô có tọa độ: 36-26°S; 50-80°E [5].

Trung tâm 2: Áp cao cận nhiệt Châu Úc, và chỉ số là giá trị khí áp mực biển trung bình (PAUS) của ô có tọa độ: 36-24°S; 122-152°E [5].

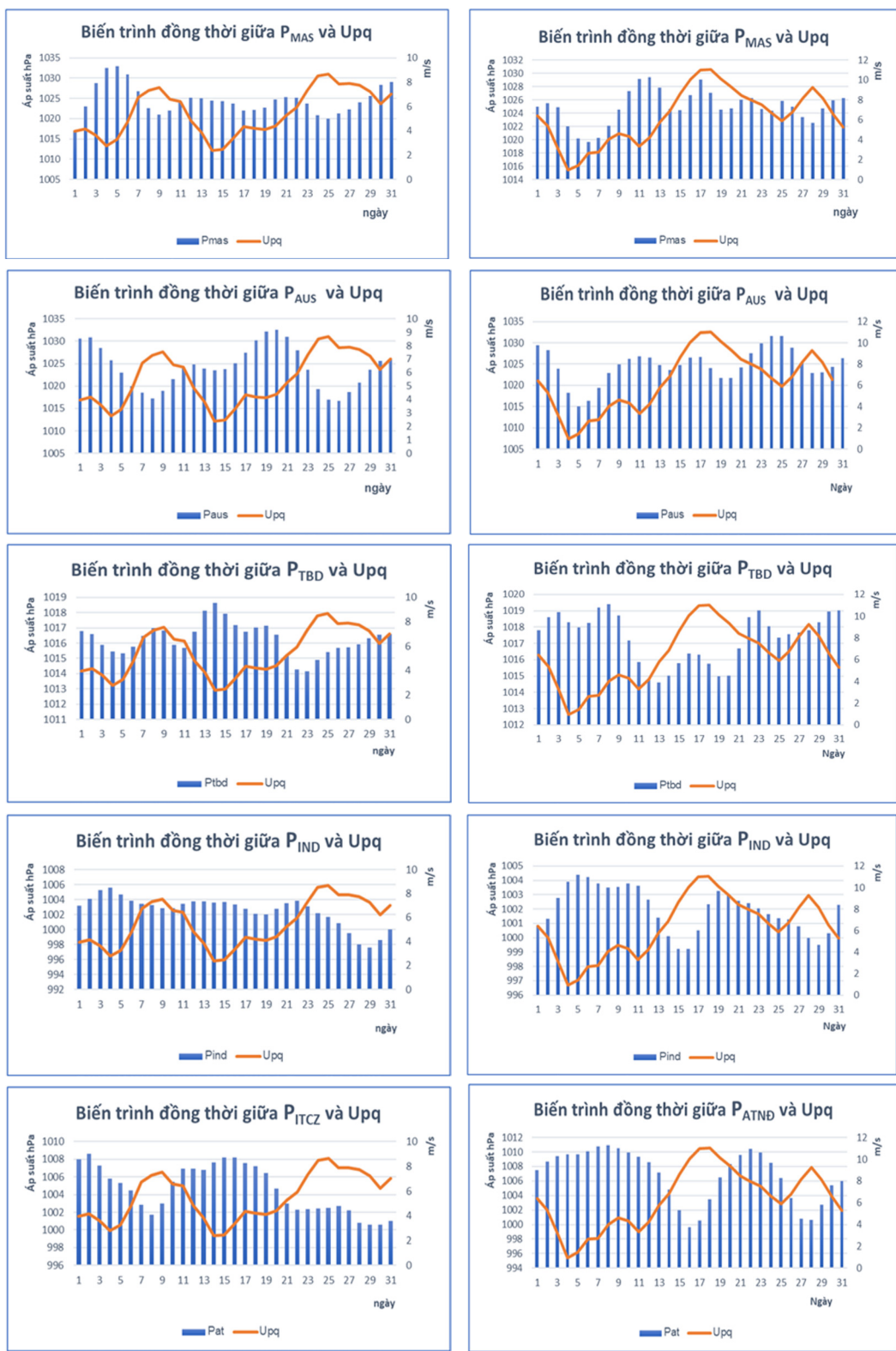
Trung tâm 3: Áp cao cận nhiệt Thái Bình Dương, và chỉ số là giá trị khí áp mực biển trung bình (PTBD) của ô có tọa độ: 160°E-160°W, 30-45°N.

Trung tâm 4: Áp thấp Ấn Độ, và chỉ số là giá trị khí áp mực biển trung bình (PIND) của ô có tọa độ: 75-95°E, 15-25°N.

Trung tâm 5: Vùng áp thấp ITCZ (khi không có bão hoạt động trên Biển Đông) hoặc ATNĐ (khi có bão hoạt động trên Biển Đông), và chỉ số là khí áp mực biển trung bình (PITCZ hoặc PATNĐ) của ô có tọa độ 110-120°E, 15-25°N.



Hình 3. Vị trí của các trung tâm tác động (ô chữ nhật) và hướng các dòng gió (hình mũi tên) ảnh hưởng đến khu vực Phú Quốc. Năm không có bão (7/2019) (a) và năm có bão hoạt động trên Biển Đông (7/2023) (b)



a)

b)

Hình 4. Biến trình đồng thời giữa P_{MAS} , P_{AUS} , P_{TBD} , P_{IND} , P_{ITCZ} , P_{ATND} và Upq , tháng 07/2019 - không bão (a), tháng 07/2023 - có bão (b)

Như trên đã đề cập, giai đoạn tháng 7 năm 2019, tháng không có bão hoạt động trên Biển Đông, gió tại Phú Quốc mạnh nhất từ ngày 24 đến 27, Upq vượt 7,9 m/s đạt cấp 5. Trong tháng 7 này áp cao Mascarene hoạt động mạnh, P_{MAS} dao động trong khoảng từ 1.017-1.033 hPa, giá trị lớn nhất là 1.033 hPa vào ngày 5 và nhỏ nhất là 1.017 hPa vào ngày 1 (Hình 4a). Biến trình P_{AUS} dao động trong khoảng từ 1.017-1.033 hPa, giá trị lớn nhất là 1.033 hPa vào ngày 20 và nhỏ nhất là 1.017 hPa vào ngày 8 (Hình 4a). Biến trình PTBD dao động trong khoảng từ 1.014-1.019 hPa, giá trị lớn nhất là 1.019 hPa vào ngày 14 và nhỏ nhất là 1.014 hPa vào ngày 23 (Hình 4a). Biến trình P_{IND} dao động trong khoảng từ 997-1.006 hPa, trong đó có thời điểm áp thấp phát triển mạnh là giai đoạn từ ngày 27-31/07 P_{IND} thấp nhất là 998 hPa (Hình 4a). Biến trình PITCZ dao động trong khoảng từ 1.000-1.009 hPa, trong đó giai đoạn từ ngày 27-31, khí áp giảm thấp nhất khoảng 1.000 hPa (Hình 4a).

Cũng vào tháng 7, nhưng năm 2023 có bão hoạt động trên Biển Đông ngày 17, 18 tốc độ gió tại Phú Quốc đạt giá trị cực đại với Upq vượt 10,7 m/s. P_{MAS} dao động trong khoảng từ 1.019-1.030 hPa, giá trị lớn nhất là 1.029 hPa vào ngày 12 và nhỏ nhất là 1.020 hPa vào ngày 6 (Hình 4b). Tương tự như phân tích đối với biến trình khí áp tại áp cao Mascarene, P_{AUS} dao động trong khoảng từ 1.015-1.032 hPa, giá trị lớn nhất là 1.032 hPa vào ngày 24 và nhỏ nhất là 1.015 hPa vào ngày 5 (Hình 4b). Đối với bắc Thái Bình Dương, P_{TBD} dao động trong khoảng từ 1.014-

1.020 hPa, giá trị lớn nhất là 1.019 hPa vào ngày 8 và nhỏ nhất là 1.015 hPa vào ngày 13 (Hình 4b). Giá trị P_{IND} dao động trong khoảng từ 999-1.005 hPa, trong đó có 2 giai đoạn áp thấp khơi sâu: (1) giai đoạn từ ngày 14-17, P_{IND} thấp nhất là 999 hPa và (2) giai đoạn từ ngày 27-30, P_{IND} thấp nhất là 999,5 hPa (Hình 4b). Trong tháng 07 năm 2023, ghi nhận có 2 đợt ATNĐ (để đơn giản, chúng tôi gọi tên chung là ATNĐ cho các XTNĐ từ cấp ATNĐ trở lên) xuất hiện trên Biển Đông: (1) Đợt từ ngày 15-18, bão Talim với thời điểm khí áp thấp nhất khoảng 980 hPa; (2) Đợt từ ngày 22-28, bão Doksuri với khí áp thấp nhất khoảng 990 hPa (Hình 4b).

Có thể nhận thấy rằng cả 5 trung tâm tác động có thể là nguyên nhân gây gió mạnh ở Phú Quốc, các tác động của các trung tâm có thể là đồng thời và có thể với các độ trễ rất khác nhau. Tuy nhiên, một cách trực quan có thể thấy rằng P_{ITCZ} hoặc $P_{ATNĐ}$ vào tháng 7 tương ứng với các năm 2019 và 2023 có tương quan âm đồng thời hoặc trễ 1 ngày với và Upq có dấu hiệu rõ rệt nhất. Vào ngày với Upq mạnh/yếu nhất gần tương ứng với P_{ITCZ} và $P_{ATNĐ}$ nhỏ/lớn nhất. Tuy nhiên, để có cái nhìn tốt nhất, nội dung tiếp theo sẽ tính hệ số tương quan của P_{MAS} , P_{AUS} , P_{TBD} , P_{IND} , $P_{ITCZ}/P_{ATNĐ}$ với Upq đồng thời và với độ trễ từ 1 tới 8 ngày. Để có thể có được góc nhìn thống kê, nghiên cứu sẽ tính hệ số tương quan cho cho cả hai lựa chọn: Chỉ cho một tháng 7 và cho chuỗi liên tục năm tháng bảy tương ứng với các năm không có bão và có bão hoạt động, và được thể hiện ở các Bảng 1 và 2 dưới đây.

Bảng 1. Hệ số tương quan giữa 5 trung tâm tác động P_{MAS} , P_{AUS} , P_{TBD} , P_{IND} , $P_{ITCZ}/P_{ATNĐ}$ và Upq. Tháng 7/2019 - không bão (a), tháng 7/2023 - có bão (b)

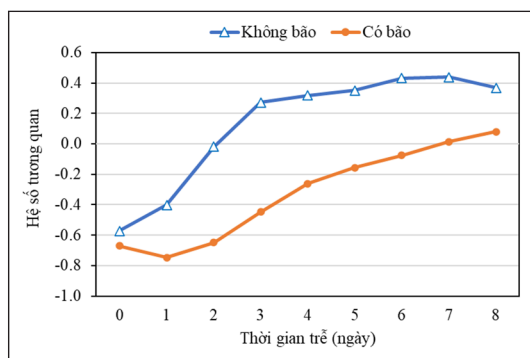
Trễ (ngày)	a					b				
	P_{MAS}	P_{AUS}	P_{TBD}	P_{IND}	P_{ITCZ}	P_{MAS}	P_{AUS}	P_{TBD}	P_{IND}	$P_{ATNĐ}$
0	0,37	0,53	0,24	0,12	-0,57	0,25	0,15	0,40	-0,28	-0,67
1	0,20	0,58	0,19	0,28	-0,40	0,24	0,22	0,32	-0,19	-0,75
2	-0,06	0,43	0,17	0,36	-0,02	0,13	0,27	0,24	-0,05	-0,65
3	-0,24	0,26	0,18	0,39	0,27	0,04	0,32	0,20	0,10	-0,45
4	-0,31	0,09	0,18	0,37	0,32	0,03	0,30	0,16	0,21	-0,26
5	-0,29	-0,05	0,16	0,40	0,35	0,10	0,25	0,11	0,23	-0,16
6	-0,19	-0,10	0,09	0,35	0,43	0,15	0,14	0,06	0,21	-0,08
7	-0,08	-0,06	0,07	0,25	0,44	0,17	0,02	0,09	0,11	0,01
8	-0,03	0,01	0,15	0,11	0,37	0,25	-0,07	0,15	0,01	0,08

Bảng 2. Hệ số tương quan giữa 5 trung tâm tác động P_{MAS} , P_{AUS} , P_{TBD} , P_{IND} , P_{ITCZ}/P_{ATND} và Upq . Chuỗi tháng 7 của 5 năm không bão (a), chuỗi tháng 7 của 5 năm có bão (b)

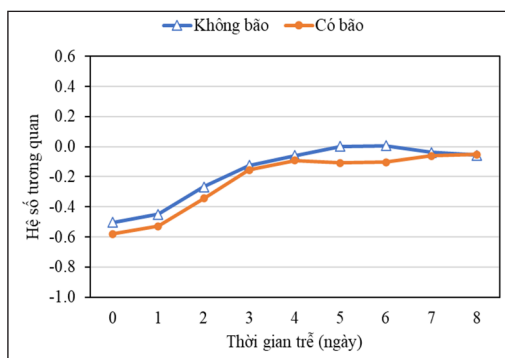
Trễ (ngày)	a					b				
	P_{MAS}	P_{AUS}	P_{TBD}	P_{IND}	P_{ITCZ}	P_{MAS}	P_{AUS}	P_{TBD}	P_{IND}	P_{ATND}
0	0,16	0,32	0,13	-0,48	-0,50	0,11	0,19	0,16	-0,06	-0,58
1	0,23	0,26	0,14	-0,27	-0,45	0,14	0,16	0,09	0,02	-0,53
2	0,23	0,15	0,18	-0,13	-0,27	0,20	0,06	0,06	0,03	-0,34
3	0,19	0,06	0,23	-0,04	-0,13	0,26	-0,02	0,05	0,01	-0,16
4	0,10	-0,01	0,27	0,00	-0,06	0,27	-0,04	0,02	0,00	-0,09
5	0,00	-0,08	0,27	0,03	0,00	0,21	0,03	-0,01	0,04	-0,71
6	-0,05	-0,09	0,25	0,04	0,01	0,16	0,11	-0,03	0,08	-0,10
7	-0,07	-0,07	0,26	0,04	-0,04	0,12	0,12	0,00	0,07	-0,06
8	-0,07	-0,05	0,27	0,04	-0,06	0,09	0,13	0,04	0,00	-0,05

Trong số năm trung tâm tác động có thể gây ảnh hưởng tới gió mạnh ở Phú Quốc, chỉ duy nhất trung tâm với chỉ số P_{ITCZ}/P_{ATND} có hệ số tương quan cao nhất và có dấu cùng độ trễ là có cơ sở để giải thích hợp lý nhất mối tương tác gây gió mạnh ở Phú Quốc. Đối với những năm không có bão, hệ số tương quan cao nhất là -0,57 cho chuỗi tháng 7 năm 2019 với độ trễ 0 ngày và là -0,5 cho chuỗi tháng 7 của 5 năm với cùng độ trễ 0 ngày, những con số trên có thể chỉ ra rằng ITCZ ảnh hưởng mạnh và đồng thời tới gió ở Phú Quốc, khi áp tại ICTZ càng nhỏ sẽ tạo gradient khí áp lớn

và sẽ gây gió mạnh (Bảng 1a,b). Tương tự, đối với những năm có bão, hệ số tương quan cao nhất là -0,75 cho chuỗi tháng 7 năm 2019 với độ trễ 1 ngày và là -0,58 cho chuỗi tháng 7 của 5 năm với độ trễ 0 ngày, có thể hiểu rằng ATND ảnh hưởng mạnh và đồng thời tới gió ở Phú Quốc, khi áp tại ATND càng nhỏ sẽ tạo gradient khí áp lớn và sẽ gây gió mạnh (Bảng 2a, b). Hệ số tương quan giữa P_{ITCZ} với Upq nhỏ hơn đáng kể so với hệ số tương quan giữa P_{ATND} với Upq (Hình 5) cho chúng ta thấy bão có ảnh hưởng mạnh hơn tới gió ở Phú Quốc so với trường hợp không có bão.



a)



b)

Hình 5. Hệ số tương quan giữa P_{ITCZ}/P_{ATND} và Upq , tháng 07 năm 2019 (không bão) và 2023 (có bão) (a), tháng 07 cho 5 năm không bão và có bão (b). Trục hoành chỉ độ trễ (ngày) theo thời gian

Đánh giá định lượng

Để có được đánh giá định lượng, Bảng 3 dưới đây mô tả mức độ tăng/giảm tuyệt đối và tương đối (qua chuẩn hóa max-min) của gió ảnh

hưởng tới Phú Quốc vào tháng 7 do có tác động của dải hội tụ nhiệt đới chỉ tính riêng cho năm 2019 và do có tác động của bão chỉ tính riêng cho năm 2023.

Bảng 3. Mức tăng/giảm tuyệt đối và tương đối gió mạnh ở Phú Quốc do tác động của dải hội tụ nhiệt đới tháng 7/2019 và bão tháng 07/2023

Chỉ số	Không có bão (7/2019)				Có bão (7/2023)			
	TB giai đoạn	Ngày Upq lớn nhất	Mức tăng/giảm tuyệt đối	Mức tăng/giảm tương đối (%)	TB giai đoạn	Ngày Upq lớn nhất	Mức tăng/giảm tuyệt đối	Mức tăng/giảm tương đối (%)
$P_{ITCZ/ATND}$ (hPa) đồng thời	1.005,2	1.002,3	-2,9	60,2	1.006,5	999,4	-7,1	88,8
$P_{ITCZ/ATND}$ (hPa) trễ 1 ngày	1.005,2	1.003,0	-2,2	54,4	1.006,5	1.003,7	-2,5	90,8
Upq (m/s)	5,1	9,1	4,0	102,8	5,8	11,2	5,4	99,9

Vào ngày gió Phú Quốc mạnh nhất trong tháng 7 năm 2019, vận tốc đạt 9,1 m/s và khí áp tại ITCZ có giá trị rất thấp, 1.002 hPa, khí áp đã giảm 2,9 hPa so với trung bình giai đoạn, tương ứng mức giảm 60% và vận tốc gió mạnh hơn trung bình giai đoạn là 4 m/s và với mức tăng tương đối khoảng 102%. Tương tự như năm 2019, vào năm 2023 có tác động của bão, vào ngày gió Phú Quốc mạnh nhất trong tháng 7, vận tốc đạt 11,2 m/s và khí áp tại ATND có giá trị rất thấp, 999 hPa, khí áp đã giảm 7,1 hPa so với trung bình giai đoạn, tương ứng mức giảm 89% và vận tốc gió mạnh hơn trung bình giai đoạn là 5,4 m/s và với mức tăng tương đối khoảng 100%. Nếu chỉ xét riêng lẻ cho một năm không bão và có bão, có thể nhận thấy vào năm có hoạt động của bão tác động của bão tới gió ở Phú Quốc mạnh hơn đáng kể so với năm không bão cả về mức tăng tuyệt đối và tỷ lệ tăng tương đối.

4. Kết luận và thảo luận

Nghiên cứu xác định các trung tâm tác động và cơ chế có thể ảnh hưởng tới gió mạnh vào tháng 7 tại khu vực Phú Quốc. Trên cơ sở số liệu tái phân tích (ERA5) của Trung tâm dự báo hạn vừa Châu Âu cho các tháng 7 những năm không có bão và có bão hoạt động tại Biển Đông, nghiên cứu đã tiến hành tính toán các chỉ số và một số hệ số tương quan. Qua phân tích có thể rút ra một số kết luận và các thảo luận như sau:

Trong tháng 7, hoặc khi có hoạt động mạnh của ITCZ (không có hoạt động của bão) và hoặc

khi có bão hoạt động trên Biển Đông đều gây ảnh hưởng mạnh tới cường độ gió tại Phú Quốc. Tuy nhiên cũng ngầm hiểu rằng, ô chữ nhật sử dụng để xác định P_{ITCZ}/P_{ATND} trong nghiên cứu này là cố định ở Bắc Biển Đông.

Nhận định của các chuyên gia khí tượng về tác động gây gió mạnh ở Phú Quốc ảnh hưởng tới hoạt động kinh tế - xã hội và du lịch do hoạt động của bão là rất hợp lý. Tuy nhiên cũng cần lưu ý rằng chính gradient khí áp giữa Phú Quốc và Bắc Biển Đông sẽ là nhân tố chính gây gió mạnh ở đây, gradient khí áp càng lớn thì lực càng mạnh hay chúng ta thường nói bão hoạt động mạnh gây hút gió (nếu trong thực tế, ô chữ nhật như đề cập ở trên ở vị trí khác nhưng trong Biển Đông, P_{ITCZ}/P_{ATND} vẫn là nhân tố ảnh hưởng tới gradient khí áp nói trên). Lập luận trên cũng có thể hiểu là mặc dù không có bão hoạt động ở Biển Đông nhưng khí áp ở Bắc Biển Đông đủ thấp thì có thể gây gió mạnh, thậm chí mạnh hơn so với khi có bão hoạt động,

Ảnh hưởng của ICTZ hoặc hoạt động của bão gây tác động tới gió mạnh ở Phú Quốc có thể là đồng thời hoặc cũng có thể đến trễ 1-2 ngày, điều này có thể xảy ra và phụ thuộc vào chính vị trí trục của ITCZ hoặc vị trí tâm bão, những vị trí này có thể xa hơn hoặc gần hơn so với vị trí đảo Phú Quốc. Ảnh hưởng đồng thời hoặc đến trễ 1-2 ngày mô tả trên cho thấy cũng phụ thuộc vào giá trị khí áp của ITCZ hoặc giá trị khí áp tại tâm bão.

Đóng góp của từng tác giả trong bài báo: Xây dựng ý tưởng: Trần Quang Đức, Phạm Hồng Đức; Xử lý số liệu: Lê Văn Phong; Viết bản thảo: Phạm Hồng Đức, Trần Quang Đức, Trịnh Hoàng Dương; Sửa bài báo: Lê Văn Phong, Trịnh Hoàng Dương.

Lời cam đoan: Tập thể tác giả cam đoan bài báo này là công trình nghiên cứu của mình, chưa từng công bố trước đó, không sao chép, đạo văn; không có sự tranh chấp lợi ích trong nhóm tác giả.

Tài liệu tham khảo

1. Đinh Văn và Phạm Linh (2023), *Vì sao Nam Bộ giống lối du xa bão Talim?*, vnexpress, 10/04/2025. Trực tuyến: <https://khoa hoc.tv/amp/vi-sao-nam-bo-giong-loc-du-xa-bao-talim-128709>.
2. Thái An (2019), *Ngập lụt kỷ lục ở Phú Quốc và Tây Nguyên do gió mùa ở Úc*, Vietnamnet, 10/04/2025. Trực tuyến: <https://vietnamnet.vn/ngap-lut-ky-luc-o-phu-quoc-va-tay-nguyen-do-gio-mua-o-uc-557951.html>.
3. Nguyễn Thị Hiền Thuận và Chiêu Kim Quỳnh (2007), “*Nhận xét về sự biến động các đặc trưng mưa mùa hè ở khu vực Nam Bộ trong những năm ENSO*”, tuyển tập hội thảo báo cáo khoa học lần thứ 10, Viện Khoa học Khí tượng Thủy văn và Môi trường, 314-322.
4. Chu Thị Thu Hường và Trần Đình Linh (2019), “*Đặc điểm hoạt động của gió mùa mùa hè trên lãnh thổ Việt Nam*”, *Tạp chí Khí tượng Thủy văn*, 705, 56-63.
5. Trần Đình Linh và cộng sự (2018), “*Đặc điểm của gió mùa mùa hè trên khu vực phía Nam Việt Nam khi xoáy thuận nhiệt đới hoạt động trên Biển Đông*”, *Tạp chí Khoa học ĐHQGHN: Các Khoa học Trái đất và Môi trường*, Số 1S (2018), 124-131.
6. Nguyễn Đăng Mậu và cộng sự (2021), “*Phân tích cơ chế gây mưa lớn từ ngày 1/8/2019 đến 5/8/2019 tại Phú Quốc*”, *Tạp chí Khí tượng Thủy văn*, 725, 39-48.
7. Jun Nie et al. (2024), “*Subseasonal relationship between the zonal oscillation of the Western Pacific Subtropical High and the South Asia High*”, *Climate Dynamics*, 62,7293-7308, <https://doi.org/10.1007/s00382-024-07279-y>.

MECHANISMS INFLUENCING STRONG SOUTHWEST MONSOON WINDS IN PHU QUOC ISLAND

Pham Hong Duc⁽¹⁾, Tran Quang Duc⁽¹⁾, Le Van Phong⁽²⁾, Trinh Hoang Duong⁽²⁾

⁽¹⁾VNU University of Science

⁽²⁾The Viet Nam Institute of Meteorology, Hydrology and Climate Change

Received: 17/4/2025; Accepted: 09/5/2025

Abstract: This study aims to further clarify expert assessments regarding the impact of tropical cyclones on strong winds in Phu Quoc by identifying key influencing centers and meteorological mechanisms that control the intensification of the southwest monsoon during July in the Phu Quoc Island region. ERA5 reanalysis data with a spatial resolution of 0.25° were used to calculate mean sea level pressure (mslp) indices representing five major atmospheric centers: The Mascarene High, the Subtropical High over Australia, the Indian Low, the Northwestern Pacific Subtropical High, and the Intertropical Convergence Zone (ITCZ)/Tropical Depression (TD) region. These indices were then correlated with the average zonal wind index (Upq) at the 850 mb pressure level over Phu Quoc. The results show that both ITCZ activity during years without tropical cyclones and the presence of cyclones over the East Sea (South China Sea) can significantly enhance wind intensity over Phu Quoc. The key factor determining strong winds is the pressure gradient between Phu Quoc and the northern East Sea. The influence may occur immediately or with a delay of 1-2 days, depending on the location and intensity of the atmospheric systems involved.

Keywords: Southwest wind index, East Sea tropical cyclone, tropical depression (TD), ITCZ, atmospheric centers.