

ĐỀ XUẤT CHỈ SỐ HOÀN LƯU GIÓ MÙA

ĐỂ NGHIÊN CỨU

TÍNH BIẾN ĐỘNG CỦA GIÓ MÙA MÙA HÈ Ở NAM BỘ

GS. TSKH. Nguyễn Đức Ngữ

Trung tâm KHCN Khí tượng Thủy văn & Môi trường

ThS. Nguyễn Thị Hiền Thuận

Phân viện Khí tượng Thủy văn & Môi trường phía Nam

Sự biến động của hệ thống gió mùa Châu Á được quan tâm nghiên cứu nhiều, nhất là trong mối quan hệ với hiện tượng El Nino/La Nina. Trên cơ sở xem xét mối quan hệ giữa trường gió trên các mực thấp tầng đối lưu với lượng mưa trung bình khu vực Nam Bộ trong những tháng gió mùa mùa hè, các tác giả đã đề xuất chỉ số hoàn lưu (CSHL) cho khu vực nghiên cứu. CSHL được tính cho từng mùa hè, làm cơ sở nghiên cứu sự biến động của gió mùa mùa hè qua các năm. Những năm gần đây hoạt động của gió mùa mùa hè biến động mạnh so với trung bình nhiều năm (TBNN). Trong những mùa hè có CSHL cao, khí áp giảm trên khu vực Nam Bộ, đới gió Tây Nam có cường độ mạnh phát triển mạnh sang phía Đông tới Tây Thái Bình Dương, là nguồn mang nhiệt và ẩm từ Nam Bán Cầu và Ấn Độ Dương tới khu vực. Ngược lại, những mùa hè có CSHL thấp, áp cao cận nhiệt đới lấn sang phía Tây, khí áp tăng, gió mùa yếu hơn.

Việc sử dụng CSHL để nghiên cứu tính biến động của gió mùa làm tăng tính khách quan và độ tin cậy của kết quả nghiên cứu, bổ xung cho các số liệu quan trắc về lượng mưa thường được dùng rộng rãi.

1. Đặt vấn đề

Để có thể đánh giá định lượng về hoạt động của gió mùa Châu Á, nhiều chỉ số khách quan đã được đề xuất, đặc biệt là đối với khu vực gió mùa Nam Á - gió mùa Ấn Độ và khu vực gió mùa Đông Á [4], [6], [7], [9], [11].

* Các chỉ số gió mùa trong khu vực

Đối với khu vực gió mùa Châu Á, nhiều tác giả đưa ra các chỉ số cho những khu vực gió mùa khác nhau: chỉ số về mưa (dựa vào lượng mưa trung bình các tháng gió mùa), chỉ số hoàn lưu (dựa vào sự chênh lệch các thành phần gió trên các mực đẳng áp, chủ yếu là gió mực 850hPa, 200hPa); chỉ số đối lưu (dựa vào lượng bức xạ phát xạ

sóng dài (Outgoing Long-wave Radiation, viết tắt là OLR)).

Theo truyền thống của các nước khu vực gió mùa Châu Á, gió mùa liên quan đến chế độ mưa - ẩm, đặc biệt là gió mùa mùa hè, nên các chỉ tiêu về mưa thường được dùng. Chỉ số mưa gió mùa toàn Ấn Độ (All Indian Monsoon Rainfall, viết tắt là AIMR) từ lâu đã được dùng để phản ánh hoạt động của gió mùa mùa hè tại đây [7]. AIMR được tính bằng lượng mưa mùa gió mùa (tháng VI - tháng IX) tính trung bình từ tất cả các tiểu vùng trên toàn Ấn Độ, cho chuỗi số liệu nhiều năm. Chỉ số AIMR được ứng dụng rộng rãi trong các nghiên cứu về gió mùa Nam Á, tính

biến động trong mùa và qua các năm, mối quan hệ giữa gió mùa và ENSO. Mặc dù AIMR được coi là chỉ số khá thích hợp, thể hiện mức độ mạnh/yếu của lượng mưa gió mùa trên toàn Ấn Độ, về cơ chế vật lý lại chưa thật sự đại diện cho hoàn lưu gió mùa mùa hè trên quy mô lớn ở Nam Á [9].

Gió mùa hoạt động trên phạm vi rộng, là hệ thống hoàn lưu trên quy mô lớn, nên cần có những chỉ tiêu phản ánh tính chất hoàn lưu của gió mùa. Gió mùa mùa hè được thiết lập cùng với sự chuyển đổi hướng gió các mực thấp của tầng đối lưu từ hướng Đông - Đông Nam sang hướng Tây - Tây Nam trong khi trên các mực cao gió lại chuyển từ gió Tây ôn đới sang gió Đông nhiệt đới ổn định, nên cần có chỉ số phản ánh sự biến động về mặt hoàn lưu này.

Để phản ánh tính biến động của gió mùa Nam Á quy mô lớn, Webster và Yang đề xuất chỉ số hoàn lưu (Circulation Index), được xác định bằng hiệu số thành phần gió vĩ hướng giữa mực 850hPa và mực 200hPa (U850 - U200), tính trung bình cho khu vực Nam Á (0° - 20° N, 40° E - 110° E). Chỉ số hoàn lưu do Webster và Yang đề xuất thường được gọi là chỉ số Webster và Yang (Webster & Yang Index, viết tắt là WYI) [11].

Tuy WYI thể hiện hoàn lưu gió mùa mùa hè phạm vi rộng của Nam Á, những mối tương quan giữa WYI và AIMR lại không chặt chẽ. Một số nghiên cứu cho thấy WYI có quan hệ với hoạt động đối lưu trên vùng Tây Thái Bình Dương tốt hơn là đối với vùng gió mùa Nam Á [3].

Từ mối quan hệ thiếu chặt chẽ của WYI và AIMR, Goswami và những người khác đã tập trung tính lượng mưa trung bình cho khu vực lớn hơn (10° N -

30° N, 70° E - 110° E), bao gồm không chỉ tiểu lục địa Ấn Độ mà cả phần phía Bắc của Vịnh Bengal và phần phía Nam Trung Quốc. Chỉ số mưa Ấn Độ mở rộng tính theo cách này có quan hệ khá tốt với chỉ số hoàn lưu Hadley (Monsoon Hadley Circulation Index, MHI) được tính bằng lớp gió thành phần kinh hướng (V) giữa mực 850hPa và mực 200hPa (V850 - V200), tính trung bình cho chính khu vực có lượng mưa mở rộng nêu trên. MHI cũng có quan hệ khá tốt với AIMR [4].

Các chỉ số hoàn lưu cho những khu vực gió mùa khác của Châu Á được Wang và Fan (1999) đề xuất trên cơ sở phân tích các trung tâm tác động (action centers) về phương diện hoàn lưu và đối lưu, sau đó thiết lập các quan hệ thực nghiệm giữa sự biến động của các trung tâm đối lưu và hoàn lưu gió mùa. Đây là cơ sở để xác định chỉ số gió mùa thích hợp nhằm lý giải được sự khác nhau trong việc chọn lựa các chỉ số gió mùa cho các khu vực địa lý khác nhau. Các chỉ số gió mùa mùa hè được đưa ra cho khu vực gió mùa Ấn Độ, khu vực gió mùa Đông Nam Á [9] và cho khu vực gió mùa Tây Bắc Thái Bình Dương (Western-North Pacific Monsoon Index, WNPMI) [10].

Các nghiên cứu về biến động gió mùa trước đây phần lớn tập trung cho vùng Nam Á và Đông Á. Khu vực gió mùa Đông Nam Á gần đây mới được quan tâm nghiên cứu. Các tác giả Wang và Fan đề xuất chỉ số hoàn lưu và chỉ số đối lưu dựa theo kết quả phân tích mối quan hệ giữa các đặc trưng gió mùa của khu vực nghiên cứu (10° - 20° N, 115° - 140° E). Theo các tác giả này, chỉ số hoàn lưu gió mùa cho khu vực Đông Nam Á (Monsoon Circulation Index 2, MCI 2, hay còn gọi

là DU2, để phân biệt với chỉ số hoàn lưu MCI1 cho gió mùa Nam Á) được tính bằng hiệu số thành phần gió vĩ hướng mực 850 hPa giữa trung bình của ô (5° - 15° N, 90° - 130° E) và trung bình của ô ($22,5^{\circ}$ - $32,5^{\circ}$ N, 110° -

140° E), tính trung bình cho mùa gió mùa (tháng VI - tháng IX).

Các chỉ số gió mùa mùa hè được sử dụng tương đối phổ biến trong các nghiên cứu về gió mùa Châu Á (bảng 1).

Bảng 1. Các chỉ số gió mùa thông dụng đối với khu vực gió mùa Châu Á

Tên chỉ số	Loại chỉ số	Khu vực áp dụng	Định nghĩa	Tham khảo
AIMR	Mưa	Ấn Độ	Lượng mưa trên toàn Ấn Độ	Parthasarathy và nnk 1992
WYI	Hoàn lưu	Châu Á nhiệt đới	U850 (0° - 20° N, 40° - 110° E) - U200 (0° - 20° N, 40° - 110° E)	Webster và Yang 1992
RM1 (MHI)	Hoàn lưu	Nam Á	V850 - V200 (10° - 30° N, 70° - 100° E)	Goswami và nnk 1997
DU2 (MCI2)	Hoàn lưu	Đông Nam Á	U850 (5° - 15° N, 90° - 130° E) - U850 ($22,5^{\circ}$ - $32,5^{\circ}$ N, 110° - 140° E)	Wang và Fan 1999
RM2	Hoàn lưu	Đông Á	U200 (40° - 50° N, 110° - 150° E) - U200 (25° - 35° N, 110° - 150° E)	Lau và nnk 2000

Trong nghiên cứu của Wang và Fan [9], khu vực gió mùa Đông Nam Á có phạm vi trải rộng theo hướng Đông - Tây, bao trùm cả phía Tây Thái Bình Dương (tới 140° E), chỉ số gió mùa (MCI 2) được đề xuất cũng phản ánh hoàn lưu trên phạm vi rộng lớn này, do vậy có thể chưa thật phù hợp với phạm vi hẹp là vùng gió mùa phía Nam của Việt Nam.

Trong nghiên cứu này, chúng tôi đề xuất một chỉ số hoàn lưu gió mùa cho khu vực gió mùa mùa hè của phía Nam Việt Nam, trên cơ sở phân tích mối quan hệ giữa hoàn lưu trên các mực thấp của tầng đối lưu với lượng mưa mùa gió mùa (từ tháng V đến tháng IX) trên khu vực nghiên cứu. Sự biến động

của gió mùa mùa hè qua các năm được phân tích dựa trên chỉ số gió mùa đã đưa ra. Phương pháp phân tích tập hợp (composite analysis) được sử dụng để phân tích sự biến động trường các yếu tố gió và độ cao địa thế vị trong các trường hợp khác nhau.

2. Số liệu sử dụng và phương pháp tiếp cận

a. Số liệu lượng mưa

Số liệu mưa CMAP (Climate Prediction Center Merged Analysis of Precipitation) theo nút lưới $2,5^{\circ} \times 2,5^{\circ}$ của Trung tâm Dự báo Khí hậu (Climate Prediction Center, CPC) [8]. Số liệu CMAP được dùng là số liệu mưa tháng, tính trung bình cho khu vực

giới hạn bởi ($8^{\circ} - 15^{\circ}\text{N}$, $104^{\circ} - 110^{\circ}\text{E}$) bao trùm Nam Bộ, Tây Nguyên và vùng ven biển của khu vực (viết tắt là CMAP_{NB}), chuỗi số liệu từ 1979 - 2004. Hệ số tương quan khá tốt giữa số liệu mưa phân tích theo nút lưới CMAP_{NB} và lượng mưa thực đo tính trung bình cho khu vực Nam Bộ [2] cho thấy có thể dùng CMAP_{NB} để đại diện cho lượng mưa của khu vực gió mùa mùa hè phía Nam Việt Nam trong các phân tích về trường theo nút lưới.

b. Số liệu phân tích lại

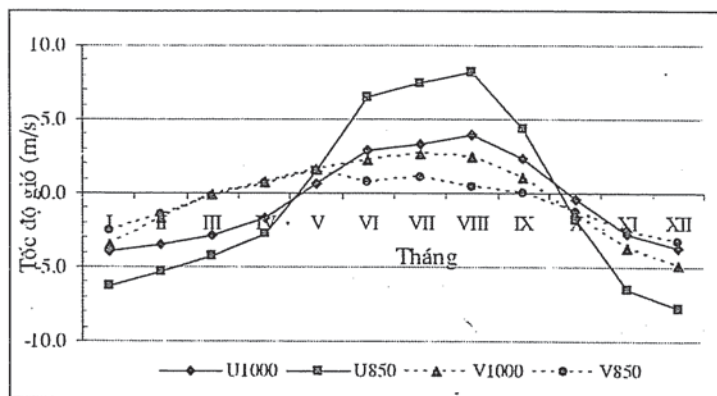
Số liệu gió trên mực 1000hPa và 850hPa (thành phần vĩ hướng (U_{850} , ms^{-1}) và kinh hướng (V_{850} , ms^{-1}) và số liệu độ cao địa thế vị trên mực 850hPa từ tệp số liệu phân tích lại (reanalysis) của NCEP-NCAR [2], [5]. Các số liệu gió được lấy là số liệu trung bình tháng,

theo nút lưới $2,5^{\circ} \times 2,5^{\circ}$ từ 1961 - 2004.

c. Khái niệm mùa gió mùa hè

Các tháng gió mùa mùa hè đối với khu vực gió mùa phía Nam ($8 - 15^{\circ}\text{N}$, $104 - 110^{\circ}\text{E}$) được tính từ tháng V đến tháng IX hàng năm, khi gió trung bình trên mực 850hPa có hướng lệch Tây Nam [2]. Theo quy ước đối với gió mùa, thành phần gió vĩ hướng mang dấu dương khi là gió Tây ($U > 0$) và mang dấu âm khi là gió Đông ($U < 0$); thành phần gió kinh hướng mang dấu dương khi là gió Nam ($V > 0$) và mang dấu âm khi là gió Bắc ($V < 0$).

Hình 1 biểu diễn đồ thị TBNN của tốc độ gió các thành phần trên khu vực Nam Bộ theo từng tháng. Thành phần gió vĩ hướng có biên độ dao động lớn hơn nhiều so với thành phần kinh hướng, cho thấy hướng tiến triển Tây - Đông vượt trội của gió mùa mùa hè.



Hình 1. Đồ thị đường biến trình năm của các thành phần gió ở mực 1000hPa và mực 850hPa trên KVNB ($8 - 15^{\circ}\text{N}$, $104 - 110^{\circ}\text{E}$). Số liệu trung bình nhiều năm thời kỳ 1961 - 2004

d. Chỉ số hoàn lưu

Để lựa chọn khu vực tính chỉ số hoàn lưu, chúng tôi đã phân tích mối quan hệ giữa lượng mưa mùa hè khu vực Nam Bộ CMAP_{NB} với các thành phần gió trên mực 1000 và 850hPa. Kết quả cho thấy thành phần gió vĩ hướng ở mực 850hPa có quan hệ với lượng mưa tốt nhất. Kết quả này khá phù hợp với các nghiên cứu tương tự [10], khẳng định

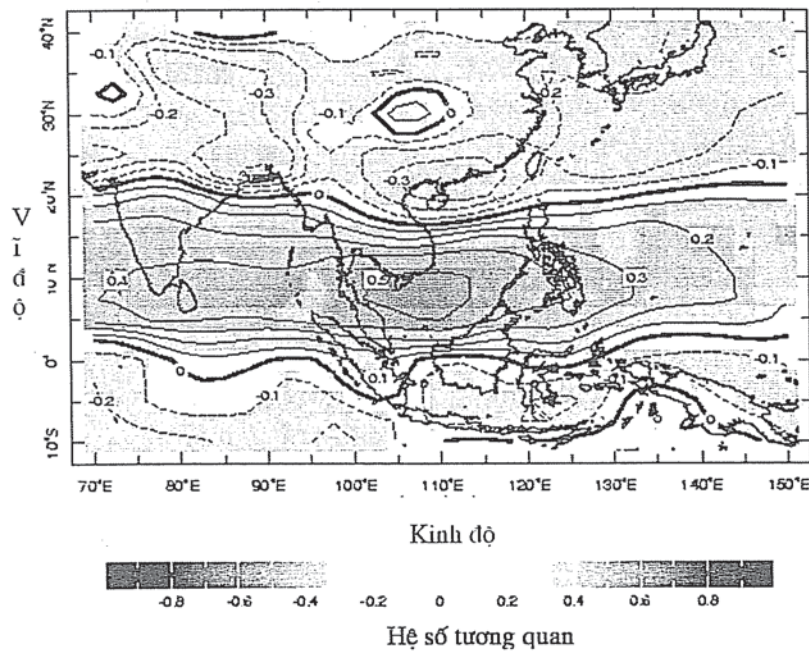
việc lựa chọn hoàn lưu ở mực 850hPa là có cơ sở khoa học.

Trong hình 2 là bản đồ hệ số tương quan giữa CMAP_{NB} với trường gió vĩ hướng trên mực 850hPa các tháng gió mùa mùa hè (V - IX). Vùng có hệ số tương quan cao nhất nằm phần lớn trên vùng biển phía Nam và bao gồm cả Nam Bộ. Ngoài ra, một vùng khác ở vùng cận nhiệt đới, ngang vĩ độ $20 - 25^{\circ}\text{N}$

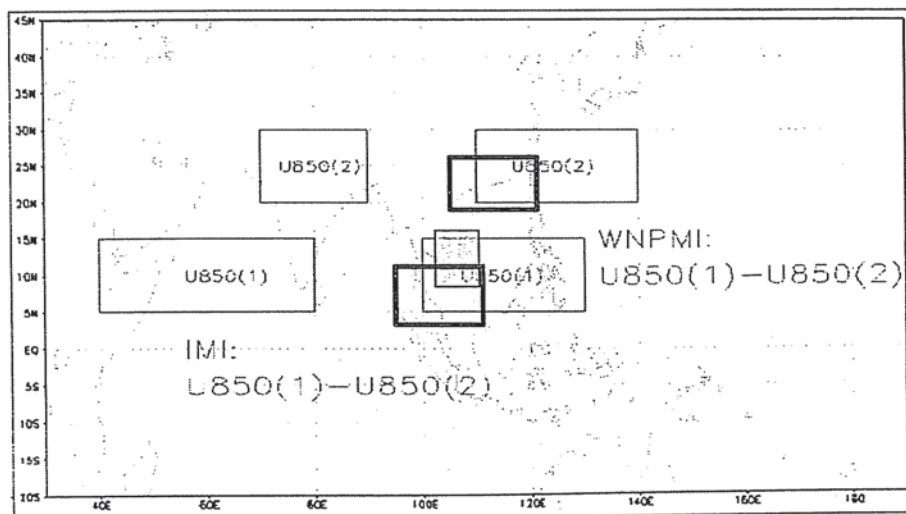
phía Nam Trung Quốc cũng có hệ số tương quan nghịch có ý nghĩa thống kê (vùng đậm, được bao bởi đường - 0,3, vượt 95% độ tin cậy).

Nguyên tắc đặt ra đối với chỉ số hoàn lưu là thể hiện sự phát triển theo hướng Tây Nam - Đông Bắc của hoàn

lưu gió mùa. Đối với mùa hè vùng Đông Nam Á thì đó là sự phát triển của đới gió Tây Nam từ Nam bán cầu và từ Bắc Ấn Độ Dương lên. Do đó, các vùng có hệ số tương quan cao nhất đã được chọn để tính chỉ số hoàn lưu (CSHL) cho Nam Bộ.



Hình 2. Bản đồ trường hệ số tương quan của lượng mưa CMAPNB với U850, tính trung bình cho các tháng gió mùa Tây Nam (tháng V - tháng IX)



Hình 3. Sơ đồ các khu vực tính chỉ số hoàn lưu gió mùa

Vùng tô đậm là khu vực tính lượng mưa $CMAP_{NB}$, hai ô chữ nhật đậm nét tương ứng với khu vực dùng để tính CSHL, các ô chữ nhật mờ nét là vùng giới hạn để tính chỉ số hoàn lưu cho khu vực gió mùa Ấn Độ (IMI) và gió Tây Bắc Thái Bình Dương (WNPPI) do Wang và Fan (1999) đề xuất.

CSHL được tính bằng hiệu số giữa tốc độ gió thành phần vĩ hướng mực 850hPa trung bình cho ô lưới 2,5 - 12,5°N, 95 - 110°E và ô lưới 20,0 - 27,5°N, 105 - 120°E, tính trung bình cho mùa gió mùa hè, từ tháng V đến tháng IX. Các số liệu được tính theo từng tháng, sau đó lấy trung bình cho mùa.

Có thể biểu diễn bằng biểu thức như sau:

$$CSHL = U_{850}(2,5^{\circ}-12,5^{\circ}N, 95^{\circ}-110^{\circ}E) - U_{850}(20,0^{\circ}-27,5^{\circ}N, 105^{\circ}-120^{\circ}E), V - IX$$

Trong đó:

CSHL: chỉ số hoàn lưu gió mùa mùa hè đối với Nam Bộ (m/s).

U_{850} : tốc độ gió thành phần vĩ hướng mực 850hPa (m/s).

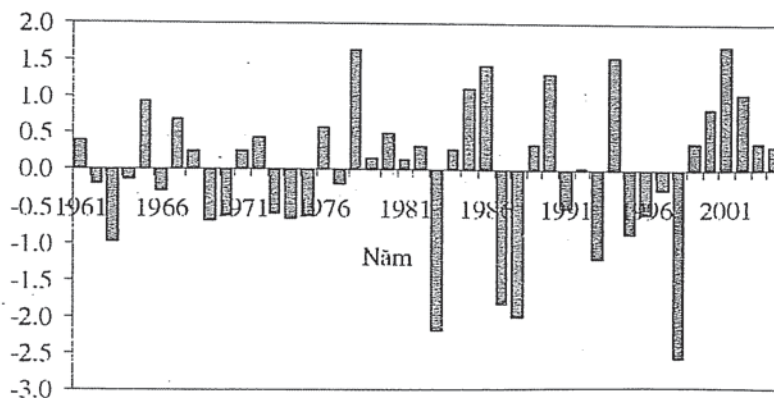
3. Sự biến động của gió mùa mùa hè

Từ chuỗi số liệu 1961 - 2004, CSHL được tính cho từng mùa hè của mỗi năm.

CSHL TBNN mùa gió mùa hè là 4,4 m/s, thấp nhất là 1,2 (mùa hè 1998), cao nhất là 6,4 (mùa hè 2001), độ lệch tiêu chuẩn: 1,2 m/s, hệ số biến động: 28%.

Chỉ số hoàn lưu gió mùa phản ánh hoạt động của gió mùa trên khu vực. CSHL lớn khi gió mùa hoạt động mạnh và ngược lại. Trong những năm có CSHL cao, gió mùa Tây Nam khống chế trên khu vực, trong những năm CSHL thấp, dị thường gió Đông lấn át ở phía Bắc vùng nghiên cứu làm cho gió mùa hè không phát triển mạnh.

Để đánh giá về cường độ gió mùa chúng tôi sử dụng CSHL đã được chuẩn hóa (được tính bằng cách lấy chuẩn sai chia cho độ lệch tiêu chuẩn) để tiện so sánh. Trong hình 4 ta nhận thấy giai đoạn trước năm 1978, CSHL khá ổn định, biên độ dao động nhỏ, đa số các giá trị chuẩn hóa đều ở trong khoảng ± 1 . Từ sau năm 1978, hoạt động của gió mùa biến động mạnh hơn, nhiều năm có CSHL chuẩn hoá vượt ngoài giới hạn ± 1 . Các giá trị cực trị của CSHL đều nằm trong giai đoạn 1978 - 2004. Ngoài ra, cực trị âm có giá trị tuyệt đối lớn hơn hẳn cực trị dương (hình 4).



Hình 4. Chỉ số hoàn lưu gió mùa mùa hè đã chuẩn hóa (CSHL CH) qua các năm

Với quy ước là gió mùa mạnh (yếu) khi $CSHLCH \geq 1 (\leq -1)$; gió mùa hơi mạnh (hơi yếu) khi $0,5 \leq CSHLCH < 1$ ($-1,0 < CSHLCH \leq -0,5$), từ bảng kết quả tính toán có thể chọn được những mùa hè có gió mùa mạnh (yếu) như sau:

- Những năm có gió mùa mùa hè mạnh: 2001, 1994, 1986, 1990, 1985.

- Những năm có gió mùa mùa hè yếu: 1998, 1983, 1988, 1987, 1993.

Một nhận xét thú vị rút ra từ số liệu hoàn lưu là: Những năm gió mùa yếu thường trùng vào thời kỳ El Nino (1998, 1983, 1988, 1987, 1993), còn những năm gió mùa mạnh trùng với năm La Nina (1985, 1986) hoặc năm trung tính (1990, 1994, 2001). Không có năm El Nino nào có gió mùa mạnh. Chuẩn sai âm nhỏ nhất của CSHL rơi vào các năm El Nino (1998, 1983), còn chuẩn sai dương lớn nhất lại trùng vào các năm trung tính (1978, 2001).

Sự biến động của gió mùa liên quan đến hoàn lưu chung và hệ thống khí áp trên khu vực. Trong hình 5 là các bản đồ phân tích tập hợp (composite analysis) trường độ cao địa thế vị và vectơ gió trên mực 850hPa đối với những năm có CSHL cao, $CSHLCH > 1$ (a), những năm có CSHL thấp, $CSHLCH < 1$ (b) và hiệu số độ cao địa thế vị của chúng (c).

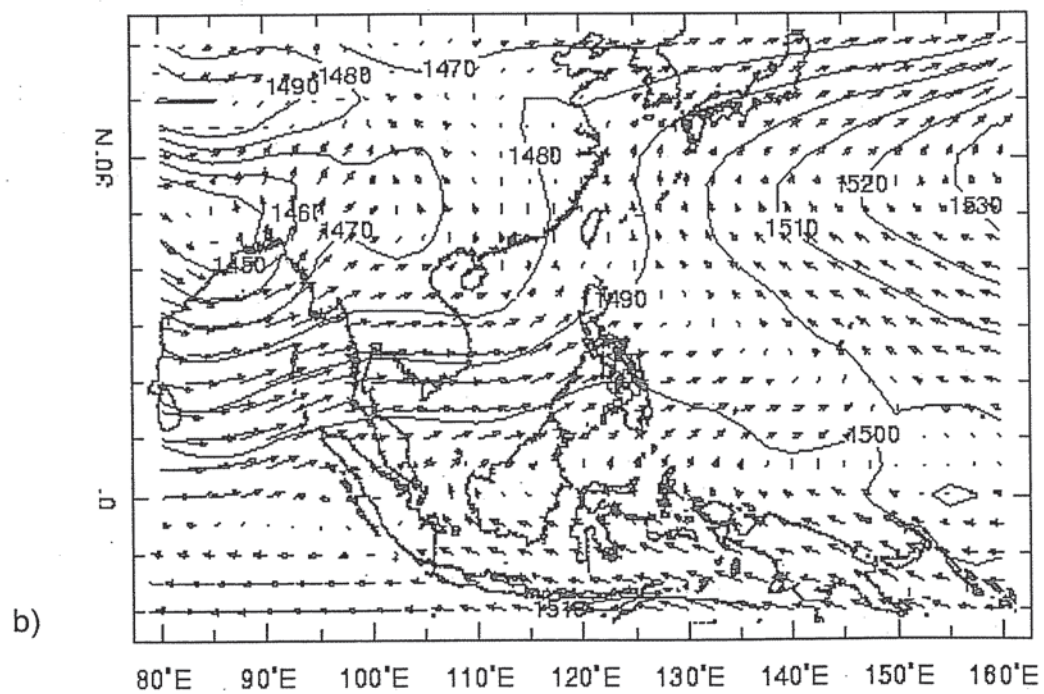
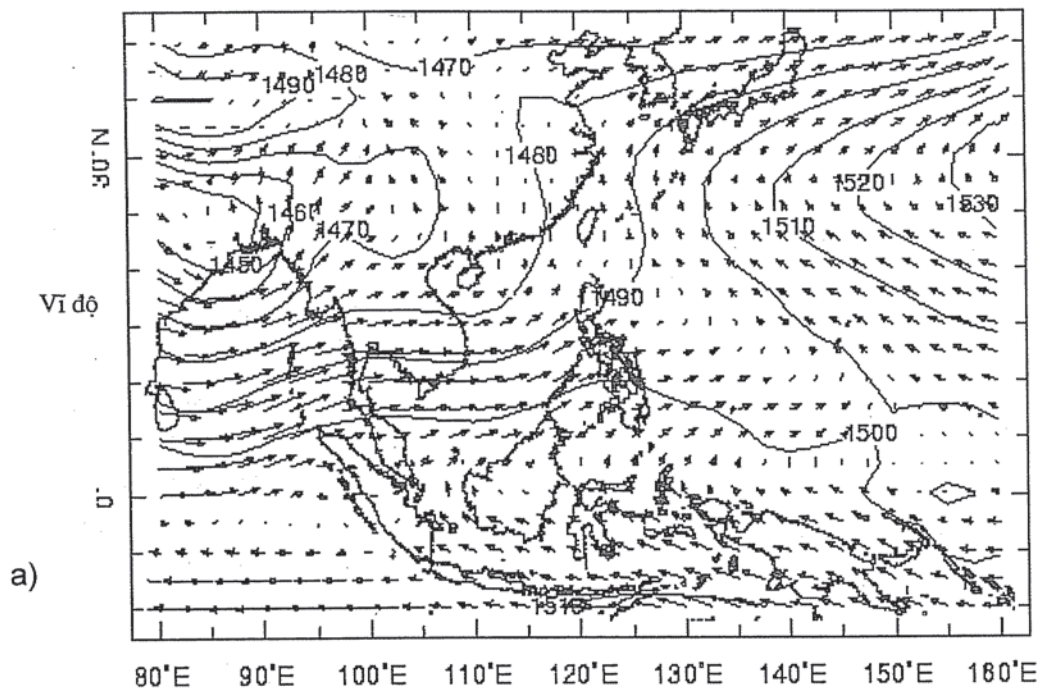
Trong mùa hè có CSHL cao (gió mùa mạnh), hình 5a, ở mực thấp tầng đối lưu, áp cao cận nhiệt đới Tây Thái Bình Dương rút ra phía Đông và nâng lên phía Bắc. Toàn bộ khu vực từ Vịnh Bengal, bán đảo Đông Dương, qua Biển Đông và sang tới phía Đông của Phillipin là dải gió mùa mùa hè hướng

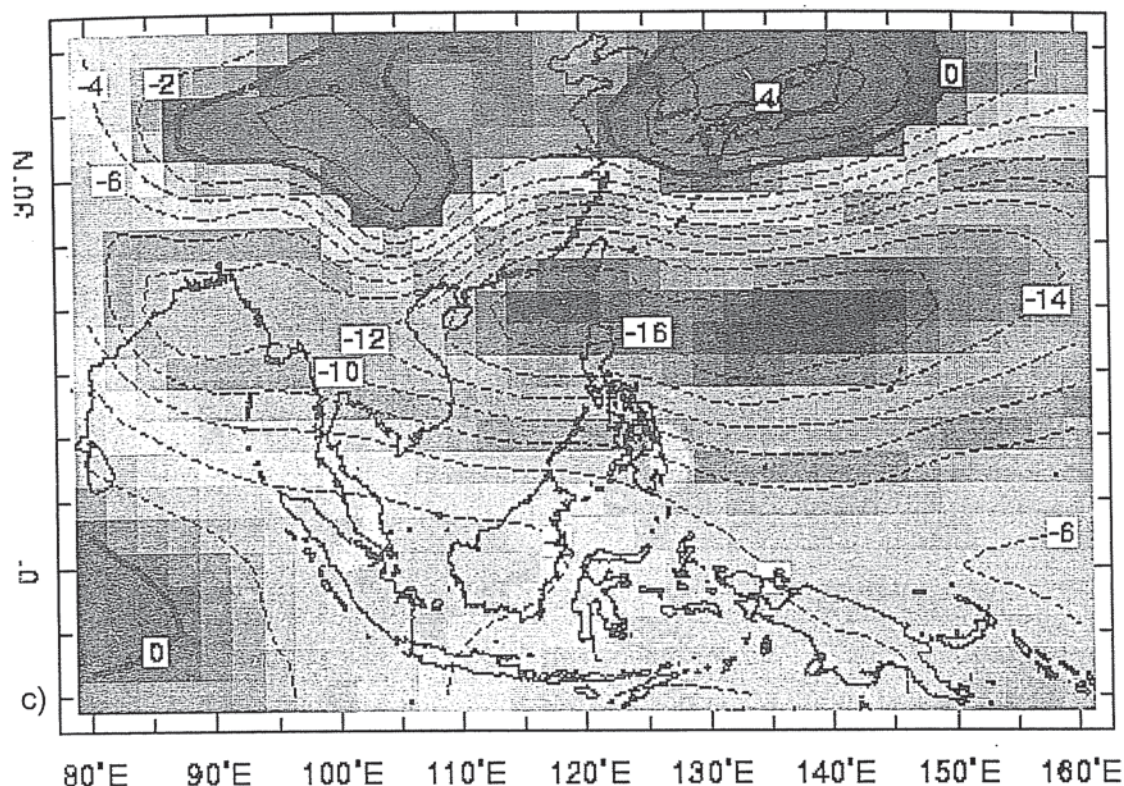
Đông - Tây có cường độ mạnh. Ở phía Bắc khu vực nghiên cứu, ngang vĩ độ khoảng $20^{\circ}N$ trên Việt Nam, trục rãnh thấp vắt ngang qua Bắc Biển Đông và sang tận phía Đông của Philipin tới Tây Thái Bình Dương. Độ cao địa thế vị trên vùng Nam Bộ ở mức thấp, đường bao 1490dam đi ngang khu vực. Ở phía Bắc từ khoảng $20^{\circ}N$ trở lên, gió Đông Nam ở rìa cao áp khổng chế.

Những mùa hè có CSHL thấp, hình 5 b, lưỡi áp cao cận nhiệt đới lấn mạnh sang phía Tây, qua Philipin tới tận Biển Đông, khu vực Nam Bộ gần như nằm ở rìa của lưỡi áp cao, gió Tây Nam yếu hơn so với những năm có CSHL cao. Dải gió mùa hơi nâng lên phía Bắc, hướng Tây Nam - Đông Bắc, làm cho vùng từ khoảng $20^{\circ}N$ trở lên tới phía Nam Trung Quốc có gió Tây Nam mạnh.

Từ hình 5c, có thể thấy mức độ giảm áp của những năm có CSHL cao so với những năm có CSHL thấp. Khí áp giảm mạnh nhất nằm ở phía Bắc Biển Đông, kéo dài sang Bắc Philipin và Tây Thái Bình Dương. Vùng Nam Bộ cũng bị giảm áp từ 6 đến 12dam.

Như vậy, với số liệu gió trên mực 850hPa, việc đưa ra chỉ số hoàn lưu đã giúp người nghiên cứu có thêm tiêu chí khách quan để đánh giá tính biến động của gió mùa mùa hè.





Hình 5. Bản đồ phân tích tập hợp trường độ cao địa thế vị (đường contour) và trường gió (vector) trên mực 850hPa những mùa hè có a): CSHL cao (2001, 1994, 86, 90, 85), b): CSHL thấp (1998, 83, 88, 87, 93) và c): hiệu số độ cao địa thế vị của chúng

4. Kết luận

Chỉ số hoàn lưu được đề xuất dựa vào hiệu số thành phần gió vĩ hướng mực 850hPa cho khu vực gió mùa phía Nam Việt Nam. Kết quả phân tích CSHL cho thấy gió mùa mùa hè biến động nhiều hơn trong những năm gần đây, so với thời kỳ trước 1978. Trong những mùa hè có CSHL cao, khí áp giảm trên khu vực Nam Bộ, đối gió Tây Nam có cường độ mạnh phát triển mạnh sang phía Đông tới Tây Thái Bình Dương, là nguồn mang nhiệt và ẩm từ Nam Bán Cầu và Ấn Độ Dương tới khu vực. Ngược lại, trong những

mùa hè có CSHL thấp, áp cao cận nhiệt đới phát triển sang phía Tây, khí áp tăng, gió mùa yếu hơn.

Việc sử dụng chỉ số hoàn lưu, một đại lượng khách quan, để đánh giá định lượng tính biến động trong hoạt động của gió mùa mùa hè giúp làm rõ được ý nghĩa khoa học về sự tương tác của hoàn lưu giữa vĩ độ cao và vĩ độ thấp của khu vực, cũng như trường vận chuyển nhiệt và ẩm của gió mùa, làm cơ sở để nghiên cứu sâu hơn về mưa gió mùa mùa hè ở khu vực phía Nam Việt Nam.

Tài liệu tham khảo

1. Nguyễn Đức Ngữ. "Tác động của ENSO đến thời tiết, khí hậu, môi trường và kinh tế xã hội ở Việt Nam". *Báo cáo tổng kết đề tài NCKH độc lập cấp Nhà nước*, Tập 1. Hà Nội, 4/2003, 2003.
2. Nguyễn Thị Hiền Thuận. "Sử dụng số liệu quan trắc và số liệu nút lưới trong nghiên cứu hoạt động của gió mùa mùa hè ở Nam Bộ". *Tạp chí KTTV*, số 544, 4/2006, 2006.
3. Ailikun, B, and T. Yasunari. "On the two indices of Asian summer monsoon variability and their implications", *Extended Abstracts, Int. Conf. on Monsoon and Hydrologic Cycle, Kyongju, Korea, Korean Meteor. Society*, 222 - 224, 1998.
4. Goswami B. N, V. Krishnamurthy, H. AnNamalai. "A broad-scale circulation index for the interannual variability of the Indian summer monsoon", *Quart. J. Roy. Meteor. Soc*, 125, 611- 633, 1999.
5. Kalnay, E., and Coauthors. "The NCEP/NCAR 40-Year Reanalysis Project", *Bull. Amer. Meteor. Sci*, 77, 437 - 471, 1996.
6. Lau, K. M, N. C. Lau, and S. Yang. "Current topics on interannual variability of the Asian monsoon". Report of the International Workshop on Monsoons (IWM-III), Nov 2004, Hangzhou, China. WMO/TD 1266, 440 - 454, 2005.
7. Parthasarathy B., R.R Kumar, and Kothawale. "Indian summer monsoon rainfall index, 1871 - 1990", *Meteor. Mag*, 121, 174 - 186, 1992.
8. Xie, P, and P. A. Arkin. "Global precipitation: A 17-year monthly analysis based on gauge observations, satellite estimates, and numerical outputs", *Bull. Amer. Meteor. Sci*, 78, 2539 - 2558, 1997.
9. Wang, B., and Z. Fan. "Choice of South Asian summer monsoon indices", *Bull. Amer. Meteor. Sci*, 80, 629 - 638, 1999.
10. Wang, B, R. Wu, K. M. Lau. "Interannual variability of Asian summer monsoon: Contrast between the Indian and western North Pacific-East Asian monsoons". *J. Climate*, 14, 4073 - 4090, 2001.
11. Webster P. J, Yang S.. "Monsoon and ENSO: selectively interactive systems". *Quart. J. Roy. Meteor. Soc*, 118, 877 - 926, 1992.