

**BỘ TÀI NGUYÊN VÀ MÔI TRƯỜNG**  
**VIỆN KHOA HỌC**  
**KHÍ TƯỢNG THỦY VĂN VÀ BIẾN ĐỔI KHÍ HẬU**

**NCS. NGUYỄN ĐĂNG MẬU**

**NGHIÊN CỨU ĐÁNH GIÁ VÀ DỰ TÍNH BIẾN ĐỘNG**  
**CỦA CÁC ĐẶC TRƯNG GIÓ MÙA MÙA HÈ Ở VIỆT NAM**

Chuyên ngành: Khí tượng và khí hậu học

Mã số: 62440222

**TÓM TẮT LUẬN ÁN TIẾN SĨ KHOA HỌC TRÁI ĐẤT**

**Hà Nội - 2018**

Công trình được hoàn thành tại:

**VIỆN KHOA HỌC**  
**KHÍ TƯỢNG THỦY VĂN VÀ BIẾN ĐỔI KHÍ HẬU**

Người hướng dẫn khoa học:

1. PGS. TS Nguyễn Văn Thắng
2. TS. Mai Văn Khiêm

Phản biện 1:.....

Phản biện 2:.....

Phản biện 3:.....

Luận án sẽ được bảo vệ trước Hội đồng chấm luận án cấp Viện

họp tại: .....

vào hồi      giờ      ngày      tháng      năm 2018

Có thể tìm hiểu luận án tại thư viện:.....

## **DANH MỤC CÁC CÔNG TRÌNH ĐÃ CÔNG BỐ CÓ LIÊN QUAN ĐẾN LUẬN ÁN**

- 1. Nguyen Dang Mau**, Nguyen Van Thang, 2018. Definition of new summer monsoon index for Vietnam region. Vietnam Journal of Science, Technology and Engineering. Vol 60 No 1 (2018)
- 2. Nguyễn Đăng Mậu**, Nguyễn Văn Thắng, Mai Văn Khiêm, 2017. Biến động của một số đặc trưng gió mùa hè ở Việt Nam trong thế kỷ 21: Dự tính bằng mô hình PRECIS theo kịch bản RCP4.5 và RCP8.5. Tạp chí Khoa học ĐHKH, Số 4, năm 2017.
- 3. Nguyễn Đăng Mậu**, Nguyễn Văn Thắng, 2017. Nghiên cứu biến động một số đặc trưng gió mùa hè khu vực Việt Nam. Tạp chí KTTV, 10/2017.
- 4. N.D. Mau**, N.V. Thang and M.V. Khiem, 2017. Projections of Variability and Trends of Summer Monsoon Rainfall Over Vietnam. 2017 NOAA ESRL Global Monitoring Annual Conference, May 23-24, 2017.
- 5. Nguyễn Đăng Mậu**, Nguyễn Minh Trường, Hidetaka Sasaki, Izuru Takayabu, 2017. Dự tính biến đổi lượng mưa mùa ở khu vực Việt Nam vào cuối thế kỷ 21 bằng mô hình NHRCM. Tạp chí KTTV, 1/2017.
- 6. Nguyễn Đăng Mậu**, Nguyễn Văn Thắng, Mai Văn Khiêm, 2016. Dự tính biến đổi lượng mưa trong mùa gió mùa hè ở khu vực Việt Nam bằng mô hình PRECIS. Tạp chí Khoa học ĐHQGHN: Các Khoa học Trái đất và Môi trường, Tập 32, Số 3S (2016).
- 7. Nguyễn Đăng Mậu**, Nguyễn Văn Thắng, Mai Văn Khiêm, 2016. Hoàn lưu gió mực 850hPa trong mùa gió mùa hè trên khu vực Việt Nam. Tạp chí KTTV, Số 664, 4/2016.
- 8. Nguyễn Đăng Mậu**, Nguyễn Văn Thắng, Mai Văn Khiêm, Lưu Nhật Linh, Nguyễn Trọng Hiệu, 2016. Nghiên cứu chỉ số gió mùa hè cho khu vực Việt Nam. Tạp chí KTTV Số 662, 2/2016.
- 9. M. NGUYEN-Dang**, T. NGUYEN-Van, K. MAI-Van, L. LUU-Nhat, T. DO-Thanh and H. NGUYEN-Trong, 2016. Definition of Summer Monsoon Index for Vietnam Region. 2016 NOAA ESRL Global Monitoring Annual Conference, 2016.

## MỞ ĐẦU

### 1. Tính cấp thiết của đề tài

Lãnh thổ Việt Nam nằm trong khu vực giao tranh của các hệ thống gió mùa mùa hè Châu Á - TBD (Wang, B. và nnk, 2004). Do vậy, biến động của GMMH ở khu vực Việt Nam có mối quan hệ với biến động của các hệ thống GMMH này. Trong các tháng mùa hè, đường dòng chủ yếu ở gần mặt đất là Tây Nam ở phía Nam và Nam hoặc Đông Nam ở phía Bắc lãnh thổ Việt Nam. Các luồng không khí thịnh hành là không khí xích đạo, nhiệt đới, xuất phát từ áp cao bán cầu Nam (BCN) và không khí nhiệt đới biển xuất phát từ rìa Tây Nam của áp cao Bắc TBD (Nguyễn Đức Ngữ, Nguyễn Trọng Hiệu, 2004). Bên cạnh đó, đới gió Tây có nguồn gốc từ áp thấp nóng Nam Á (Nguyễn Đức Ngữ, Nguyễn Trọng Hiệu, 2004) và ngoại nhiệt đới (Wang, B. và nnk, 2004) cũng ảnh hưởng đến khu vực phía Bắc trong các tháng trước và trong mùa hè.

Do ảnh hưởng của điều kiện địa hình núi cao ở phía Bắc và dãy Trường Sơn, điều kiện khí hậu và tác động của GMMH có sự phân hóa rõ rệt theo không gian. Bên cạnh đó, El Nino - Dao động Nam (ENSO) cũng được coi là nguyên nhân chính gây ra sự biến động hàng năm của gió mùa ở Việt Nam (Nguyễn Đức Ngữ, Nguyễn Trọng Hiệu, 2004; Nguyễn Thị Hiền Thuận, 2008).

GMMH là nhân tố chính chi phối điều kiện thời tiết, khí hậu và các hiện tượng cực đoan trong các tháng mùa hè. Sự biến động của GMMH có ảnh hưởng đến các hoạt động sản xuất kinh tế - xã hội và sinh hoạt của người dân. Đặc biệt trong bối cảnh nóng lên toàn cầu, vấn đề nghiên cứu dự tính biến động của các đặc trưng GMMH có ý nghĩa quan trọng phục vụ công tác ứng phó với biến đổi khí hậu (BĐKH). Xuất phát từ những thực tiễn khoa học trên, nghiên cứu sinh

(NCS) lựa chọn thực hiện đề tài nghiên cứu luận án “Nghiên cứu đánh giá và dự tính biến động của các đặc trưng gió mùa mùa hè ở khu vực Việt Nam”.

## **2. Mục tiêu của luận án:**

(1) Đánh giá được biến động của một số đặc trưng gió mùa mùa hè ở khu vực Việt Nam;

(2) Đưa ra được dự tính biến động của một số đặc trưng gió mùa mùa hè ở khu vực Việt Nam do tác động của biến đổi khí hậu.

## **3. Đối tượng và phạm vi nghiên cứu:**

- Đối tượng nghiên cứu:

+ Chỉ số gió mùa mùa hè;

+ Biến động của một số đặc trưng gió mùa mùa hè ở khu vực Việt Nam;

- Phạm vi nghiên cứu:

+ Khảo sát đề xuất chỉ số GMMH: Các tính toán và khảo sát số liệu được thực hiện trên phạm vi không gian  $60^{\circ}\text{E}$ - $160^{\circ}\text{E}$  và từ  $15^{\circ}\text{S}$ - $40^{\circ}\text{S}$ ;

+ Tính toán và dự tính biến động được thực hiện trong phạm vi không gian của chỉ số VSMI:  $100^{\circ}\text{E}$ - $110^{\circ}\text{E}$  và  $5^{\circ}\text{N}$ - $15^{\circ}\text{N}$ ;

+ Tính toán biến động lượng mưa gió mùa mùa hè được thực hiện ở khu vực Tây Nguyên và Nam Bộ.

## **4. Những đóng góp mới của luận án**

(1) Luận án đã đề xuất được chỉ số gió mùa mùa hè VSMI đặc trưng bởi trường gió mực 850hPa (U850hPa) trung bình khu vực  $5^{\circ}\text{N}$ - $15^{\circ}\text{N}$  và  $100^{\circ}\text{E}$ - $110^{\circ}\text{E}$ . Chỉ số VSMI phản ánh tốt hoàn lưu quy mô lớn, cũng như hệ quả mưa của GMMH trên lãnh thổ Việt Nam.

(2) Đánh giá được sự biến động nội mùa (ISV) và biến động năm (IAV) của các đặc trưng GMMH. Biến động ISV của GMMH có dạng

35-85 ngày với hai lần đạt cực đại về cường độ vào hậu thứ 36 và 40. Các đặc trưng GMMH có biến động IAV và biến động trong các pha ENSO. Trong các mùa hè El Nino, thời điểm bắt đầu thường đến muộn, kết thúc sớm, số đợt gián đoạn ít hơn và cường độ mạnh hơn trung bình nhiều năm. Ngược lại trong mùa hè La Nina, thời điểm bắt đầu đến sớm, kết thúc muộn, số đợt gián đoạn nhiều hơn và cường độ yếu hơn trung bình nhiều năm.

(3) Bước đầu, các kết quả dự tính biến động IAV của GMMH vào giữa (2046-2065) và cuối thế kỷ 21 (2080-2099) từ mô hình PRECIS đã được thực hiện. Biến động IAV của thời điểm bắt đầu được dự tính giảm nhẹ vào giữa và cuối thế kỷ 21. Ngược lại, các đặc trưng khác (thời điểm kết thúc, độ dài mùa, số đợt gián đoạn, cường độ, lượng mưa ở Tây Nguyên và Nam Bộ) được dự tính gia tăng vào giữa và cuối thế kỷ 21.

## **5. Các luận điểm bảo vệ**

(1) Chỉ số gió mùa mùa hè (VSMI) được đề xuất có thể đặc trưng cho hoạt động của GMMH ở khu vực Việt Nam.

(2) Một số đặc trưng GMMH ở khu vực Việt Nam có tính biến động nội mùa (ISV) và biến động năm (IAV).

(3) Sự gia tăng nồng độ KNK trong tương lai có tác động đến biến động của một số đặc trưng GMMH ở khu vực Việt Nam.

## **6. Ý nghĩa khoa học và thực tiễn**

(1) Chỉ số gió mùa VSMI được đề xuất phản ánh tốt diễn biến hoạt động của GMMH ở khu vực Việt Nam.

(2) Chỉ số VSMI có thể được ứng dụng trong nghiệp vụ giám sát và dự báo biến động của các đặc trưng GMMH ở khu vực Việt Nam.

(3) Kết quả đánh giá biến động của các đặc trưng GMMH góp phần phục vụ công tác dự báo hoạt động của GMMH ở khu vực Việt Nam.

(4) Cũng cố thêm cơ sở khoa học về khả năng tác động của BĐKH đến biến động của các đặc trưng GMMH ở khu vực Việt Nam.

## **7. Cấu trúc của luận án**

Cấu trúc của Luận án được trình bày như sau:

**Chương 1:** Tổng quan về nghiên cứu đánh giá và dự tính biến động gió mùa mùa hè.

**Chương 2:** Phương pháp và số liệu nghiên cứu.

**Chương 3:** Đánh giá biến động của một số đặc trưng gió mùa mùa hè.

**Chương 4:** Dự tính biến động của một số đặc trưng gió mùa mùa hè.

**Kết luận và kiến nghị**

## **CHƯƠNG 1:**

### **TỔNG QUAN CÁC NGHIÊN CỨU VỀ ĐÁNH GIÁ VÀ DỰ TÍNH BIẾN ĐỘNG GIÓ MÙA MÙA HÈ**

#### **1.1. Khái quát về hoạt động của gió mùa mùa hè**

Khu vực châu Á - Thái Bình Dương (TBD) được phân chia thành ba hệ thống gió mùa mùa hè (GMMH) chi phối ở các khu vực Ấn Độ, Đông Á và Tây Bắc TBD (Wang, B. và nnk, 2004). Theo cách phân chia này, lãnh thổ Việt Nam nằm trong khu vực giao tranh của các khu vực GMMH châu Á - TBD.

Trong các tháng mùa hè, đường dòng chủ yếu ở gần mặt đất là Tây Nam ở phía Nam và Nam hoặc Đông Nam ở phía Bắc. Các luồng không khí thịnh hành trên lãnh thổ Việt Nam là không khí xích đạo, nhiệt đới, xuất phát từ áp cao bán cầu Nam (BCN) và không khí nhiệt đới biển xuất phát từ rìa Tây Nam của áp cao Bắc TBD (Nguyễn Đức Ngữ, Nguyễn Trọng Hiệu, 2004). Gió Tây có nguồn gốc từ áp thấp nóng Nam Á và ngoại nhiệt đới (Wang, B. và nnk, 2004) cũng ảnh hưởng đến khu vực phía Bắc.

Các dãy núi phía Tây đặc biệt dãy Trường Sơn và các dãy núi ở Lào là nguyên nhân gây nên hiệu ứng phơn, làm thay đổi bản chất nóng ẩm của luồng gió mùa từ vịnh Bengal thổi sang (Nguyễn Đức Ngữ, Nguyễn Trọng Hiệu, 2004). El Nino - Dao động Nam (ENSO) cũng được coi là nguyên nhân chính gây ra sự biến động hàng năm của gió mùa ở Việt Nam (Nguyễn Đức Ngữ và nnk, 2003; Nguyễn Thị Hiền Thuận, 2008).

#### **1.2. Tổng quan các nghiên cứu trên thế giới có liên quan**

##### **1.2.1. Đánh giá biến động gió mùa mùa hè**

Nghiên cứu biến động của GMMH là một chủ đề thu hút rất nhiều nhà khoa học trên thế giới. Một trong những nghiên cứu đầu tiên được

thực hiện vào năm 1686 bởi Hadley. Các nghiên cứu biến động của GMMH bắt đầu phát triển mạnh kể từ những năm 1970. Rất nhiều nghiên cứu về biến động của GMMH đã được thực hiện cho các khu vực gió mùa châu Á - TBD. Trong đó, các nghiên cứu tập trung chủ yếu vào các loại biến động chính của GMMH (Wang, B., 2006): (1) Biến động nội mùa (Intraseasonal Variability - ISV); (2) Biến động năm (Interannual Variability - IAV); và (3) Biến động thập kỷ (Interdecadal Variability - IDV). Biến động ISV được thể hiện qua diễn biến tăng/giảm so với trung bình mùa. Biến động IAV là sự thay đổi hàng năm so với trạng thái trung bình nhiều năm. Biến động IDV thường được xem xét trong một thời gian dài, lên tới hàng trăm năm.

### ***1.2.2. Dự tính biến động***

Các dự tính biến đổi khí hậu vào giữa và cuối thế kỷ 21 của IPCC (2013) cho thấy, cường độ GMMH châu Á mạnh mẽ hơn; thời điểm bắt đầu hoạt động sớm hơn và kết thúc muộn hơn dẫn đến sự chậm pha của mùa mưa. Nhiều nghiên cứu trên thế giới đã đề cập đến tác động của sự gia tăng nồng độ KNK đến biến động của GMMH. Điểm chung của các nghiên cứu này là cho rằng tác động của sự gia tăng nồng độ KNK đối với biến động của GMMH có tính chưa chắc chắn cao.

## **1.3. Các nghiên cứu ở trong nước có liên quan**

### ***1.3.1. Nghiên cứu đánh giá biến động***

Tác động của ENSO đến thời điểm bắt đầu và mưa trong mùa GMMH đã được đề cập đến trong nghiên cứu của Nguyễn Đức Ngữ và nnk (2003). Trên cơ sở chỉ số CSHL, Nguyễn Thị Hiền Thuận (2008) đã đánh giá biến động IAV của GMMH và hệ quả mưa ở khu vực Nam Bộ trong các pha ENSO. Dựa trên chỉ số SCSSM cho khu vực

Biển Đông, Trần Quang Đức (2011) đã đánh giá xu thế biến động IAV của các đặc trưng GMMH.

### **1.3.2. Nghiên cứu dự tính biến động**

Bài toán dự tính biến động của các đặc trưng GMMH vẫn còn mới mẻ ở Việt Nam. Dự tính biến đổi thời điểm bắt đầu GMMH ở khu vực Việt Nam dựa trên chỉ tiêu U850hPa kết hợp với chỉ tiêu lượng mưa theo kịch bản RCP8.5 từ mô hình CCAM đã được thực hiện (Katzfey và nnk, 2014). Dựa trên chỉ tiêu về lượng mưa, các dự tính theo kịch bản RCP8.5 từ mô hình PRECIS cho thấy thời điểm bắt đầu GMMH ở khu vực Việt Nam có xu thế đến sớm hơn vào giữa và cuối thế kỷ 21 (Mai Văn Khiêm và nnk, 2016).

### **1.4. Tổng quan chỉ số gió mùa mùa hè**

Trên khu vực gió mùa châu Á - TBD, nhiều chỉ số GMMH đã được nghiên cứu và đề xuất. Trên khu vực Biển Đông, chỉ số SCSSM được tính bằng **U850hPa (110-120°E; 5-15°N)** đã được đề xuất (Wang, B. và nnk, 2004). Chỉ số CSHL và CSDL đã được đề xuất phục vụ nghiên cứu biến động GMMH ở khu vực Nam Bộ (Nguyễn Thị Hiền Thuận, 2008). Trong đó, CSHL được tính bằng **U850hPa (2,5°N-12,5°N, 90°E-110°E) - U850hPa (20,0°N-27,5°N, 105°E-120°E)**; và CSDL được tính bằng **-1xΔOLR(5-15°N, 100-115°E)**. Gần đây, chỉ số NRM đã được đề xuất cho nghiên cứu biến động mưa GMMH ở các vùng GMMH trên thế giới và kết quả thử nghiệm cho khu vực Việt Nam đã được thực hiện (Nguyễn Đăng Quang và nnk, 2014). Trong đó, NRM được tính bằng **sign (U850) x abs (MSLP x U850)**.

### **1.5. Nhận xét cuối Chương 1**

Nghiên cứu biến động của GMMH châu Á - TBD là một chủ đề được nhiều nhà khoa học trên thế giới quan tâm. Các nghiên cứu chủ

yếu tập trung cho các khu vực GMMH điển hình như Ấn Độ, Đông Á và Tây Bắc TBD. Các loại biến động của GMMH thường được đề cập đến là ISV, IAV và IDV.

Trong những năm gần đây, vấn đề tác động của sự gia tăng nồng độ KNK đến biến động của các đặc trưng GMMH là một chủ đề được nhiều tác giả quan tâm. Tuy nhiên, các nhận định về biến đổi của sự biến động GMMH trong thế kỷ 21 do sự gia tăng KNK có tính không chắc chắn cao.

Ở trong nước, tác động của ENSO đến biến động của GMMH ở Nam Bộ đã được đánh giá. Bên cạnh đó, đánh giá xu thế biến động của hầu hết các đặc trưng quan trọng của GMMH đã được thực hiện theo chỉ số SCSSM. Tuy nhiên, chỉ số GMMH được sử dụng trong hai nghiên cứu này vẫn chưa được kiểm chứng tính đại diện cho hoạt động của GMMH trên lãnh thổ Việt Nam. Đối với bài toán dự tính biến động của GMMH, đây là vấn đề còn mới mẻ và các kết quả mới chỉ đề cập đến một phần nào đó của đặc trưng bắt đầu GMMH.

Chỉ số gió mùa là công cụ đơn giản và hiệu quả trong phản ánh hoạt động của GMMH. Do vậy, rất nhiều chỉ số GMMH đã được nghiên cứu và đề xuất cho 3 khu vực gió mùa châu Á - TBD. Ở Việt Nam, chỉ số GMMH đã được đề xuất cho khu vực Nam Bộ và chỉ số NRM được đề xuất phục vụ nghiên cứu biến động mưa GMMH. Tuy nhiên, chưa có chỉ số nào được đề xuất để xác định diễn biến hoạt động của GMMH trên lãnh thổ Việt Nam một cách đầy đủ nhất.

## CHƯƠNG 2: PHƯƠNG PHÁP VÀ SỐ LIỆU NGHIÊN CỨU

### 2.1. Phương pháp nghiên cứu

#### 2.1.1. Nghiên cứu đề xuất chỉ số gió mùa mùa hè

##### **Cách tiếp cận nghiên cứu đề xuất chỉ số:**

Để xây dựng và đề xuất chỉ số gió mùa, điểm quan trọng nhất là cần phải dựa vào định nghĩa và bản chất vật lý của nó. Do vậy, các đánh giá lựa chọn yếu tố và khu vực đặc trưng là rất quan trọng. Do lãnh thổ Việt Nam chịu sự tác động đồng thời của nhiều đới gió khác nhau trong mùa GMMH, do vậy khu vực lựa chọn chỉ số phải có tín hiệu hoạt động của đới gió Tây Nam mạnh mẽ và ổn định nhất; giảm thiểu tác động của các đới gió khác.

Trên khu vực GMMH, hệ quả thời tiết rõ ràng nhất là gây mưa; đặc biệt là khu vực Tây Nguyên và Nam Bộ. Hơn nữa, do tác động của dãy Trường Sơn và Hoàng Liên Sơn, hoạt động của GMMH gây hiệu ứng phơn tạo thời tiết khô nóng. Do vậy, bên cạnh phản ánh được hoàn lưu quy mô lớn, chỉ số GMMH được gọi là phù hợp cho khu vực Việt Nam khi đồng thời phản ánh được hệ quả mưa.

##### **Phương pháp giải quyết bài toán đề xuất chỉ số gió mùa:**

Chỉ số GMMH được đề xuất là chỉ số VSMI được tính bằng U850hPa(5-15°N, 100-110°E).

##### (1) Lựa chọn yếu tố và miền tính chỉ số

Yếu tố được lựa chọn dựa trên bản chất GMMH ở khu vực Việt Nam là gió mùa Tây Nam phát triển ở mực thấp và được đại diện bởi U850hPa.

Miền tính được lựa chọn dựa trên phân tích tín hiệu hoạt động của U850hPa trong giai đoạn từ tháng 5 đến tháng 9 thời kỳ 1981-2010

theo số liệu CFSR. Các phân tích hàm trực giao tự nhiên (OEF) và bản đồ trường gió trung bình mùa được thực hiện để xác định miền tính.

(2) Kiểm nghiệm chỉ số gió mùa mùa hè

Kiểm nghiệm khả năng phản ánh hoàn lưu quy mô lớn của chỉ số VSMI dựa trên cơ sở tính toán hệ số tương quan với U ở các mực khí quyển (850hPa, 700hPa, 500hPa và 300hPa).

Khả năng phản ánh hệ quả mưa được thực hiện dựa trên mối quan hệ thống kê với lượng mưa quan trắc tại 70 trạm trên quy mô cả nước. Bên cạnh đó, khả năng phản ánh hệ quả mưa GMMH của chỉ số VSMI cũng được so sánh với khả năng của chỉ số CSHL và SCSSM. Kết quả tính toán hệ số tương quan được kiểm nghiệm mức độ tin cậy 95% theo kiểm nghiệm t-test.

**2.1.2. Phương pháp tính toán các đặc trưng gió mùa mùa hè**

**Các đặc trưng được tính theo chỉ số VSMI:**

- Thời điểm bắt đầu GMMH là hậu (pentad) đầu tiên trong tối thiểu hai hậu liên tiếp tồn tại chỉ số VSMI có dấu “+”.

- Thời điểm kết thúc GMMH là hậu đầu tiên trong ba hậu liên tục có chỉ số VSMI mang dấu “-”.

- Độ dài mùa GMMH được xác định là thời gian kéo dài từ thời điểm bắt đầu đến hậu trước thời điểm kết thúc.

- Cường độ của GMMH được xác định là giá trị của chỉ số VSMI (m/s).

- Số đợt gián đoạn được xác định là thời kỳ tồn tại chỉ số VSMI có dấu “-” trong một hậu hoặc liên tục trong nhiều hậu.

**Các đặc trưng khác:**

- Hoàn lưu gió mực 850 hPa

- Mưa GMMH ở khu vực Tây Nguyên và Nam Bộ.

**2.1.3. Tính toán biến động của các đặc trưng gió mùa mùa hè**

- **Xác định biến động**

(1) Chuẩn sai ( $\Delta$ ):

$$\Delta = x_t - \bar{x} \quad (2.1)$$

Trong đó,  $\bar{x}$  là giá trị trung bình

(2) Độ lệch tiêu chuẩn (STD)

$$SD_x = \sqrt{D_x} \quad (2.2)$$

Phương sai mẫu  $D$  là ước lượng của độ lệch chuẩn ( $\Delta$ ):

$$D_x = \frac{1}{n} \sum_{t=1}^n (x_t - \bar{x})^2 \quad (2.3)$$

Trong đó  $x_t$ ,  $t=1...n$  là chuỗi các giá trị của yếu tố  $X$ .

- **Biến động của các đặc trưng GMMH trong các pha ENSO**

Phương pháp đánh giá được thực hiện dựa trên cơ sở so sánh các đặc trưng thống kê trong các mùa hè ENSO.

- **Phương pháp dự tính biến động của GMMH**

Các thời kỳ tính toán:

- Thời kỳ cơ sở: 1986-2005;

- Thời kỳ trong tương lai: Giữa thế kỷ 21 (2046-2065) và cuối thế kỷ 21 (2080-2099).

Biến đổi chỉ số STD trong tương lai so với thời kỳ cơ sở được tính theo công thức (2.4) và (2.5).

$$\Delta X_{\text{future}} = \frac{(X_{\text{future}} - X_{1986-2005})}{X_{1986-2005}} * 100 \quad (2.4)$$

$$\Delta X_{\text{future}} = X_{\text{future}} - X_{1986-2005} \quad (2.5)$$

Trong đó:

$\Delta X_{\text{future}}$  là mức độ biến đổi trong tương lai.

$X_{\text{future}}$  và  $X_{1986-2005}$  lần lượt là giá trị trong tương lai và thời kỳ cơ sở.

## 2.2. Số liệu sử dụng trong nghiên cứu

### 2.2.1. Số liệu tái phân tích và quan trắc tại trạm

- Số liệu tái phân tích: Số liệu CFSR thời kỳ 1981-2010

- Số liệu ENSO: chỉ số ONI của CPC thời kỳ 1981-2010
- Số liệu quan trắc tại 70 trạm: Số liệu lượng mưa ngày thời kỳ 1981-2010

### **2.2.2. Số liệu kịch bản biến đổi khí hậu từ mô hình PRECIS**

Số liệu mô phỏng (1986-2005) và dự tính khí hậu (2046-2065 và 2080-2099) bằng mô hình PRECIS theo kịch bản RCP4.5 và RCP8.5 đối với lượng mưa và trường gió mực 850hPa được sử dụng.

### **2.3. Nhận xét cuối Chương 2**

#### **Phương pháp nghiên cứu:**

Chỉ số gió mùa được đề xuất dựa trên bản chất GMMH là gió mùa Tây Nam hoạt động ở mực thấp. Kiểm nghiệm chỉ số được thực hiện đối với khả năng phản ánh hoàn lưu quy mô lớn ở các mực khí quyển (850, 700, 500 và 300hPa); mưa GMMH ở Tây Nguyên và Nam Bộ.

Các đặc trưng của GMMH được đề cập bao gồm: Thời điểm bắt đầu, thời điểm kết thúc, độ dài mùa, số đợt gián đoạn, cường độ, hoàn lưu gió mực 850hPa và lượng mưa trong mùa GMMH.

Đánh giá biến động ISV được thực hiện thông qua phân tích diễn biến trong mùa của các đặc trưng ở quy mô hậu và tháng.

Biến động IAV được đánh giá thông qua chỉ số thống kê và so sánh trong các pha ENSO.

Dự tính biến động được thực hiện bằng phương pháp so sánh kết quả tính toán chỉ số STD vào giữa (2046-2065) và cuối thế kỷ 21 (2080-2099) so với thời kỳ cơ sở (1986-2005).

#### **Số liệu được sử dụng:**

Số liệu quá khứ bao gồm các loại số liệu sau: (1) Số liệu CFSR; (2) Chỉ số ONI; (3) Lượng mưa ngày tại 70 trạm.

Số liệu mô phỏng (1986-2005) và dự tính (2046-2065 và 2080-2099) bằng mô hình PRECIS theo kịch bản RCP4.5 và RCP8.5.

### **CHƯƠNG 3: ĐÁNH GIÁ BIẾN ĐỘNG CỦA MỘT SỐ ĐẶC TRƯNG GIÓ MÙA MÙA HÈ**

#### **3.1. Đề xuất chỉ số gió mùa mùa hè cho khu vực Việt Nam**

##### **3.1.1. Xác định yếu tố và vùng chỉ số gió mùa mùa hè**

Yếu tố được lựa chọn là U850hPa;

Vùng tính toán được lựa chọn là 5°N-15°N và 100°E-110°E;

Chỉ số GMMH (VSMI) được tính theo công thức:

$$\text{VSMI} = \text{U850hPa}(5^{\circ}\text{N}-15^{\circ}\text{N}; 100^{\circ}\text{E}-110^{\circ}\text{E})$$

##### **3.1.2. Kiểm nghiệm sự phù hợp của chỉ số VSMI**

###### **3.1.2.1. Khả năng phản ánh hoàn lưu quy mô lớn**

VSMI có quan hệ tốt với trường U ở các mực khí quyển (850hPa, 700hPa, 500hPa và 300hPa) phù hợp với quy luật hoạt động của GMMH, với hệ số tương quan thỏa mãn độ tin cậy 95%.

###### **3.1.2.2. Khả năng phản ánh mưa trong mùa GMMH**

VSMI có tương quan tốt với lượng mưa ở quy mô hậu trên các vùng khí hậu Việt Nam, với hệ số tương quan vượt ngưỡng tin cậy 95%. So với CSHL và SCSSM, chỉ số VSMI thể hiện tốt hơn về hệ số tương quan với lượng mưa và sự phân bố theo không gian của hệ số tương quan này.

#### **3.2. Biến động nội mùa của các đặc trưng gió mùa mùa hè**

##### **3.2.1. Biến động nội mùa của các đặc trưng quy mô lớn**

Biến động ISV của GMMH ở khu vực Việt Nam với dạng dao động trong khoảng 35-85 ngày. Biến động ISV của cường độ GMMH có dạng hai cực đại và xen giữa là một cực tiểu.

##### **3.2.2. Diễn biến quy mô lớn trong thời kỳ bắt đầu và kết thúc GMMH**

Hình thế nổi bật trong thời kỳ bắt đầu GMMH là sự rút lui nhanh chóng của lưỡi áp cao Bắc TBD ở mực 850hPa về phía Đông. Hình

thể nổi bật nhất trong thời kỳ kết thúc GMMH là sự rút lui của đới gió Tây về phía Tây và sự lấn sâu của lưỡi áp cao Bắc TBD về phía Tây. Do nằm trong khu vực giao tranh của các đới gió mùa, hình thế hoàn lưu quy mô lớn mực 850hPa không có sự thay đổi nhiều trong quá trình kết thúc so với thời kỳ bắt đầu.

### ***3.2.3. Biến động nội mùa của lượng mưa theo số liệu quan trắc***

Biến động ISV của lượng mưa ở khu vực Tây Nguyên và Nam Bộ có sự phân hóa mạnh mẽ theo không gian, biến động mạnh hơn ở các trạm có lượng mưa thấp và ngược lại.

## **3.3. Biến động năm của một số đặc trưng gió mùa mùa hè**

### ***3.3.1. Môi quan hệ các đặc trưng gió mùa mùa hè***

Một số đặc trưng có quan hệ với nhau rõ ràng (vượt ngưỡng tin cậy 95%): Thời điểm bắt đầu hoạt động của GMMH có quan hệ chặt chẽ với độ dài mùa, với hệ số tương quan là -0,73. Thời điểm kết thúc hoạt động của GMMH có quan hệ chặt chẽ với độ dài mùa, cường độ và số đợt gián đoạn, với hệ số tương quan lần lượt tương ứng là 0,74, -0,56 và 0,48. Cường độ GMMH có quan hệ chặt chẽ với thời điểm bắt đầu, kết thúc, số đợt gián đoạn và độ dài mùa.

### ***3.3.2. Biến động năm của các đặc trưng theo chỉ số VSMI***

#### ***3.3.2.1. Biến động của thời điểm bắt đầu gió mùa mùa hè***

Trung bình thời kỳ 1981-2010, thời điểm bắt đầu GMMH diễn ra vào khoảng hậu thứ 27; biến động IAV với chuẩn sai dao động từ -4,1 hậu đến 4,9 hậu và chỉ số STD là 1,9 hậu. Thời điểm bắt đầu GMMH thường đến muộn trong các mùa hè El Nino; ngược lại, đến sớm trong mùa hè La Nina.

#### ***3.3.2.2. Biến động của thời điểm kết thúc gió mùa mùa hè***

Trung bình thời kỳ 1981-2010, thời điểm kết thúc GMMH xảy ra vào khoảng hậu thứ 57; biến động IAV với chuẩn sai dao động từ -5,7

hậu đến 3,3 hậu và chỉ số STD là 2,4 hậu. Trong mùa hè El Nino và trung tính - pha nóng, thời điểm kết thúc thường đến sớm; ngược lại xảy ra trong mùa hè La Nina và trung tính - pha lạnh.

#### *3.3.2.3. Biến động năm của độ dài mùa gió mùa mùa hè*

Trung bình thời kỳ 1981-2010, mùa GMMH kéo dài trong khoảng 30 hậu (150 ngày); biến động IAV với sai dao động từ -6 hậu đến 8 hậu và chỉ số STD là 3,4 hậu. Trong hầu hết mùa hè La Nina (85,7%), mùa GMMH thường kéo dài hơn; ngược lại, ngắn hơn trong mùa hè El Nino (87,5%).

#### *3.3.2.4. Biến động của số đợt gián đoạn gió mùa mùa hè*

Trung bình thời kỳ 1981-2010, số đợt gián đoạn trung bình là 1,5 đợt; biến động IAV với STD là 1,3 đợt, chuẩn sai dao động từ -1,5 đợt đến 2,5 đợt. Trong các mùa hè El Nino, số đợt gián đoạn GMMH có thiên hướng thấp hơn; ngược lại, cao hơn trong mùa hè La Nina.

#### *3.3.2.5. Biến động của cường độ gió mùa mùa hè*

Trung bình thời kỳ 1981-2010, cường độ GMMH đạt giá trị khoảng 5,0m/s; biến động IAV với chuẩn sai dao động từ -2,7 m/s đến 1,6 m/s và STD là 1,1 m/s (tương ứng biến suất 21,9%). Trong mùa hè El Nino (85,6%) và trung tính - pha ấm (77,8%), cường độ mạnh hơn; ngược lại, yếu hơn trong mùa hè La Nina (85,6%) và trung tính - pha lạnh (57,1%).

#### *3.3.2.6. Xu thế biến động năm qua các thập kỷ*

Biến động IAV của các đặc trưng GMMH thay đổi qua các thập kỷ, với xu thế là biến động giảm dần.

#### *3.3.3. Biến động năm của lượng mưa gió mùa mùa hè*

Trung bình thời kỳ 1981-2010, lượng mưa GMMH ở khu vực Tây Nguyên biến động với chuẩn sai dao động từ -2 đến 2mm/ngày và chỉ số STD là 1,45 mm/ngày (tương ứng chỉ số Cv là 18,06%).

Trung bình thời kỳ 1981-2010, lượng mưa GMMH ở khu vực Nam Bộ biến động IAV với chuẩn sai dao động từ -1,6 đến 1,7 mm/ngày và chỉ số STD là 1,27 mm/ngày (tương ứng chỉ số Cv là 16,24%).

### 3.4. Nhận xét cuối Chương 3

(1) Chỉ số VSMI phản ánh tốt hoàn lưu quy mô lớn ở các mực khí quyển (850, 700, 500 và 300hPa) và hệ quả mưa trong mùa GMMH. Do vậy, chỉ số VSMI hoàn toàn phù hợp phục vụ cho nghiên cứu biến động GMMH ở khu vực Việt Nam.

(2) Biến động ISV: Cường độ biến động ISV với chu kỳ 35-85 ngày; có hai lần đạt cực đại vào hậu 36 (6,7 m/s) và hậu 44 (7,4m/s). Lượng mưa GMMH biến động ISV mạnh mẽ theo không gian ở khu vực Tây Nguyên và Nam Bộ; biến động mạnh mẽ nhất ở các trạm có lượng mưa thấp và ngược lại.

(3) Biến động IAV của các đặc trưng GMMH

Các đặc trưng GMMH biến động từ năm này qua năm khác và biến động trong các pha ENSO, cụ thể:

- Thời điểm bắt đầu biến động IAV với chuẩn sai dao động từ - 4,1 hậu đến 4,9 hậu và chỉ số STD là 1,9 hậu (khoảng 9,5 ngày). Trong đa số các mùa hè La Nina (chiếm 57,1%) và trung tính - pha lạnh (chiếm 85,7%), thời điểm bắt đầu thường đến sớm hơn; ngược lại, đến muộn hơn trong mùa hè El Nino và trung tính - pha nóng.

- Thời điểm kết thúc biến động IAV với chuẩn sai dao động từ - 5,7 hậu đến 3,3 hậu và chỉ số STD là 2,4 hậu (12 ngày). Trong hầu hết mùa hè La Nina (chiếm 71,4%) và trung tính - pha lạnh (chiếm 57,1%), thời điểm kết thúc GMMH đến muộn hơn; ngược lại, kết thúc sớm hơn trong mùa hè El Nino và trung tính - pha nóng.

- Độ dài mùa biến động IAV với chuẩn sai dao động từ -6 (30 ngày) hậu đến 8 hậu (40 ngày) và chỉ số STD là 3,4 hậu (17 ngày). Trong các mùa hè La Nina và trung tính - pha lạnh, mùa GMMH kéo dài hơn; ngược lại, ngắn hơn trong mùa hè El Nino và trung tính - pha ấm.

- Số đợt gián đoạn biến động IAV với chuẩn sai từ -1,5 đợt đến 2,5 đợt và chỉ số STD là 1,3 đợt (tương ứng biến suất là 83,9%). Trong các mùa hè La Nina, số đợt gián đoạn thường nhiều hơn và ngược lại trong các mùa hè El Nino.

- Cường độ GMMH biến động IAV với chuẩn sai dao động từ -2,7 đến 1,6 m/s và chỉ số STD là 1,1 m/s (tương ứng biến suất 21,9%). Trong hầu hết mùa hè El Nino (chiếm 85,6%) và trung tính - pha ấm (chiếm 77,8%), cường độ mạnh hơn; ngược lại, cường độ yếu nhất đều trùng với mùa hè La Nina.

- Lượng mưa GMMH ở khu vực Tây Nguyên và Nam Bộ có thiên hướng lớn hơn trong mùa hè La Nina và ngược lại trong mùa hè El Nino.

## **CHƯƠNG 4:**

### **DỰ TÍNH BIẾN ĐỘNG CỦA MỘT SỐ ĐẶC TRƯNG GIÓ MÙA MÙA HÈ**

#### **4.1. Đánh giá mô phỏng của mô hình PRECIS đối với các đặc trưng gió mùa mùa hè ở khu vực Việt Nam**

PRECIS-CNRM có thiên hướng mô phỏng GMMH đến sớm và kết thúc muộn hơn so với CFSR. Ngược lại, PRECIS-GFDL có thiên hướng mô phỏng GMMH đến muộn và kết thúc sớm hơn CFSR. Cường độ GMMH trong các phương án mô phỏng bằng mô hình PRECIS có thiên hướng mạnh mẽ hơn CFSR.

#### **4.2. Dự tính biến động của trường U850hPa**

##### ***4.2.1. Dự tính biến động vào giữa thế kỷ 21***

Các phương án dự tính đều cho thấy sự gia tăng biến động U850hPa ở khu vực Bắc Trung Bộ và vùng biển lân cận. Tuy nhiên, có sự bất đồng nhất về dự tính biến động của U850hPa ở các khu vực khác, đặc biệt là khu vực Bắc Bộ.

##### ***4.2.2. Dự tính biến động vào cuối thế kỷ 21***

Biến động của U850hPa vào cuối thế kỷ 21 là tương đồng với giữa thế kỷ 21. Tuy nhiên, mức độ đồng nhất trong dự tính gia tăng biến động U850hPa ở khu vực phía Nam là rõ ràng hơn so với thời kỳ giữa thế kỷ 21 theo kịch bản RCP4.5.

#### **4.3. Dự tính biến động của các đặc trưng theo chỉ số VSMI**

##### ***4.3.1. Dự tính biến động của thời điểm bắt đầu gió mùa mùa hè***

Đến giữa và cuối thế kỷ 21, thời điểm bắt đầu GMMH được dự tính biến đổi không nhiều so với thời kỳ cơ sở, với mức biến đổi theo phương án tổ hợp dao động từ 0,1 đến 0,5 hụ. Biến động của thời điểm bắt đầu GMMH được dự tính giảm vào giữa và cuối thế kỷ 21 so với thời kỳ cơ sở; với mức giảm của chỉ số STD theo phương án tổ hợp lần lượt tương

ứng từ 18,4% (RCP8.5) đến 24,8% (RCP4.5) và từ 13,2% (RCP8.5) đến 19,7 (RCP4.5).

#### ***4.3.2. Dự tính biến động của thời điểm kết thúc mùa mùa hè***

Đến giữa và cuối thế kỷ 21, thời điểm kết thúc GMMH được dự tính không biến đổi nhiều so với thời kỳ cơ sở, với mức biến đổi theo phương án tổ hợp dao động từ -0,2 đến 1,4 hụ. Biến động của thời điểm kết thúc GMMH được dự tính gia tăng trong đa số các trường hợp (chiếm 66,7%), với mức tăng của chỉ số STD theo phương án tổ hợp dao động từ 25 đến 47,8%.

#### ***4.3.3. Dự tính biến động của độ dài mùa gió mùa mùa hè***

Đến giữa thế kỷ 21, mùa GMMH được dự tính là ngắn hơn (chiếm 66,7% của tổng các phương án dự tính) và gia tăng biến động (chiếm 66,7% của tổng các phương án dự tính). Đến cuối thế kỷ 21, hầu hết các phương án đều dự tính mùa GMMH kéo dài hơn (chiếm 83,3% của tổng các phương án dự tính) và giảm biến động (100% các kết quả đều dự tính giảm biến động).

#### ***4.3.4. Dự tính biến động của số đợt gián đoạn gió mùa mùa hè***

Số đợt gián đoạn GMMH được dự tính gia tăng vào giữa và cuối thế kỷ 21 so với thời kỳ cơ sở, với mức tăng theo phương án tổ hợp là từ 0,1 đến 0,3 đợt. Tuy nhiên, có sự bất đồng nhất các giữa các phương án mô hình trong dự tính mức độ biến động. Trong đó, PRECIS - GFDL có thiên hướng dự tính giảm biến động; xu thế gia tăng theo PRECIS – CNRM.

#### ***4.3.5. Dự tính biến động cường độ gió mùa mùa hè***

Đa số các kết quả dự tính cho thấy sự gia tăng biến động về cường độ GMMH, với mức tăng của chỉ số STD theo phương án tổ hợp là từ 11,9 đến 16,1%. Trong đó, mô hình PRECIS-CNRM có thiên hướng dự tính gia tăng biến động, đặc biệt là vào cuối thế kỷ 21. Ngược lại, mô hình

PRECIS-GFDL có thiên hướng dự tính giảm biến động vào cuối thế kỷ 21.

#### **4.4. Dự tính biến động lượng mưa trong mùa gió mùa hè ở khu vực Tây Nguyên và Nam Bộ**

Mức độ biến đổi: Các phương án đều có thiên hướng dự tính gia tăng lượng mưa vào các thời kỳ trong tương lai so với thời kỳ cơ sở ở khu vực Tây Nguyên và Nam Bộ.

Mức độ biến động: Hầu hết kết quả đều cho thấy sự gia tăng biến động lượng mưa vào các thời kỳ trong tương lai so với thời kỳ cơ sở ở khu vực Tây Nguyên và Nam Bộ. Mức tăng biến động của lượng mưa giữa hai vùng khí hậu là khá tương đồng nhau. Trong đó, xu thế chung là biến động của lượng mưa tăng nhiều hơn theo kịch bản RCP8.5 so với RCP4.5 và tăng nhiều hơn vào cuối thế kỷ so với giữa thế kỷ 21.

#### **4.5. Nhận xét cuối Chương 4**

(1) Thời điểm bắt đầu GMMH được dự tính biến đổi không nhiều và ít biến động hơn vào giữa và cuối thế kỷ 21 so với thời kỳ cơ sở. Theo phương án tổ hợp, thời điểm bắt đầu đến muộn hơn từ 0,1 đến 0,5 h; mức giảm của chỉ số STD dao động từ 13,2 đến 24,8%.

(2) Thời điểm kết thúc GMMH được dự tính biến đổi không nhiều và gia tăng mức độ biến động. Theo phương án tổ hợp, thời điểm kết thúc vào giữa và cuối thế kỷ 21 biến đổi từ -0,2 đến 1,4 h và mức tăng của chỉ số STD khoảng từ 25 đến 47,8%.

(3) Độ dài mùa GMMH được dự tính biến đổi không nhiều so với thời kỳ cơ sở vào giữa và cuối thế kỷ 21, với mức biến đổi theo phương án tổ hợp trong khoảng từ -0,8 đến 1,3 h. Theo phương án tổ hợp, mùa GMMH được dự tính ngắn hơn vào giữa thế kỷ 21 và gia tăng biến động. Ngược lại, mùa GMMH được dự tính dài hơn và giảm biến động vào cuối thế kỷ 21.

(4) Số đợt gián đoạn GMMH được dự tính không biến đổi nhiều vào giữa và cuối thế kỷ 21 so với thời kỳ cơ sở, với mức tăng nhẹ theo phương án tổ hợp là từ 0,1 đến 0,3 đợt. Theo phương án tổ hợp, mức biến đổi chỉ số STD so với thời kỳ cơ sở từ -16,5 (RCP4.5) đến 3,6 % (RCP8.5) vào giữa thế kỷ 21 và từ -0,6 (RCP8.5) đến -0,2% (RCP4.5) vào cuối thế kỷ 21.

(5) Cường độ GMMH được dự tính gia tăng vào giữa và cuối thế kỷ 21 so với thời kỳ cơ sở, với mức tăng theo phương án tổ hợp là từ 0,2 đến 0,3m/s. Biến động của cường độ GMMH được dự tính gia tăng so với thời kỳ cơ sở trong đa số các trường hợp, với mức biến đổi của chỉ số STD theo phương án tổ hợp là từ -3,0 (RCP4.5) đến 11,9% (RCP8.5) vào giữa thế kỷ và từ -5,4 (RCP8.5) đến 16,1% (RCP4.5) vào cuối thế kỷ 21.

(6) Biến động lượng mưa trong mùa GMMH

- Lượng mưa trong mùa GMMH được dự tính gia tăng ở cả khu vực Tây Nguyên và Nam Bộ.

- Mô hình PRECIS dự tính gia tăng biến động của lượng mưa trong mùa GMMH ở khu vực Tây Nguyên và Nam Bộ vào giữa và cuối thế kỷ 21 so với thời kỳ cơ sở. Trong đó, mức tăng biến động lượng mưa là đáng kể hơn theo kịch bản RCP8.5 so với RCP4.5; vào cuối thế kỷ so với giữa thế kỷ 21 và ở khu vực Nam Bộ so với khu vực Tây Nguyên.

## KẾT LUẬN VÀ KIẾN NGHỊ

### 1. Kết luận

Từ các kết quả nghiên cứu về đánh giá và dự tính biến động của các đặc trưng GMMH ở khu vực Việt Nam có thể rút ra một số kết luận sau:

(1) Chỉ số VSMI được tính bằng U850hPa (5°N-15°N và 100°E-110°E) phản ánh được hoạt động của GMMH ở khu vực Việt Nam (tính chất, cường độ, diễn biến) và hoàn lưu quy mô lớn, cũng như hệ quả mưa.

(2) Các đặc trưng GMMH ở Việt Nam có biến động ISV và IAV rõ ràng.

- Biến động ISV của các đặc trưng GMMH: Cường độ GMMH biến động ISV với chu kỳ khoảng 35-85 ngày và chỉ số STD là 1,9 m/s (tương ứng chỉ số Cv là 39,2%). Biến động ISV của lượng mưa mạnh mẽ hơn ở các trạm có lượng mưa lớn và ngược lại ở các trạm có lượng mưa thấp hơn. Biến động ISV của lượng mưa GMMH ở khu vực Tây Nguyên với chu kỳ 70-80 ngày và chuẩn sai so với trung bình mùa dao động từ -2,4 đến 2,62 mm/ngày (chỉ số Cv là 23,82%). Biến động ISV của lượng mưa ở khu vực Nam Bộ với chu kỳ 40-110 ngày và chuẩn sai so với trung bình mùa dao động từ -1,93 đến 3,13 mm/ngày (chỉ số Cv là 18,98%).

- Biến động IAV của các đặc trưng GMMH:

Trung bình giai đoạn 1981-2010, bắt đầu GMMH xảy ra vào hậu thứ 7 và kết thúc ở hậu thứ 56, tương ứng với độ dài mùa là 30 hậu, số đợt gián đoạn là 1,5 và cường độ là 5,0m/s. Biến động IAV của các đặc trưng là rõ ràng, với chỉ số STD của thời điểm bắt đầu là 1,9; 2,4 hậu đối với thời điểm kết thúc; 3,1 hậu đối với độ dài mùa; 1,3 đợt đối với số đợt gián đoạn và 1,1 m/s đối với cường độ. Mức độ biến động

IAV của các đặc trưng này có xu thế giảm trong thập kỷ gần đây so với hai thập kỷ trước đó.

- Hoạt động của ENSO có tác động đến biến động của các đặc trưng GMMH ở khu vực Việt Nam. Trong các mùa hè El Nino và trung gian - pha nóng, các đặc trưng GMMH có đặc điểm: Thời điểm bắt đầu đến muộn, kết thúc sớm, độ dài mùa ngắn, số đợt gián đoạn ít, cường độ mạnh và lượng mưa ở Tây Nguyên thấp hơn so với trung bình nhiều năm. Trong các mùa hè La Nina và trung gian - pha lạnh, các đặc trưng GMMH có đặc điểm: Thời điểm bắt đầu sớm, kết thúc muộn, độ dài mùa tăng, số đợt gián đoạn nhiều, cường độ yếu và lượng mưa ở Nam Bộ lớn hơn so với trung bình nhiều năm. Tuy nhiên, trong các mùa hè La Nina vẫn xảy ra lượng mưa GMMH thấp hơn đáng kể so với trung bình nhiều năm.

(3) Kết quả dự tính bằng mô hình PRECIS cho thấy, sự gia tăng nồng độ KNK theo kịch bản RCP4.5 và RCP8.5 có tác động đến biến động của các đặc trưng GMMH ở giữa và cuối thế kỷ 21. Trong đó, một số biến đổi đáng chú ý về biến động của các đặc trưng GMMH vào giữa và cuối thế kỷ 21 so với thời kỳ cơ sở như sau:

- Thời điểm bắt đầu, kết thúc và độ dài mùa GMMH được dự tính là biến đổi không nhiều vào giữa và cuối thế kỷ 21 so với thời kỳ cơ sở. Biến động của thời điểm bắt đầu được dự tính giảm; ngược lại, tăng biến động của thời điểm kết thúc. Cùng với xu thế đó, độ dài mùa GMMH được dự tính biến đổi không nhiều; gia tăng biến động vào giữa thế kỷ và giảm vào cuối thế kỷ 21.

- Cường độ GMMH và mức độ biến động được dự tính gia tăng vào giữa và cuối thế kỷ 21 so với thời kỳ cơ sở. Cùng với xu thế đó, lượng mưa trong mùa GMMH và mức độ biến động cũng được dự tính gia tăng ở khu vực Tây Nguyên và Nam Bộ. Trong đó, lượng mưa

được dự tính gia tăng nhiều hơn ở Tây Nguyên so với Nam Bộ; nhiều hơn theo kịch bản RCP8.5 so với kịch bản RCP4.5 và nhiều hơn vào cuối thế kỷ so với giữa thế kỷ 21. Biến động lượng mưa được dự tính tăng nhiều hơn ở Nam Bộ so với Tây Nguyên; nhiều hơn theo kịch bản RCP8.5 so với kịch bản RCP4.5 và nhiều hơn vào cuối thế kỷ so với giữa thế kỷ 21.

## **2. Kiến nghị**

Trên cơ sở các kết quả nghiên cứu đạt được, kiến nghị các hướng nghiên cứu tiếp theo: Nghiên cứu dự tính sự biến động của gió mùa mùa hè trên cơ sở xem xét tập hợp các mô hình khí hậu khác nhau.