

Dự tính biến đổi lượng mưa trong mùa gió mùa hè ở khu vực Việt Nam bằng mô hình PRECIS

Nguyễn Đăng Mậu*, Nguyễn Văn Thắng, Mai Văn Khiêm

*Viện Khoa học Khí tượng Thủy văn và Biến đổi khí hậu,
Số 23/62 Nguyễn Chí Thanh, Đống Đa, Hà Nội*

Nhận ngày 08 tháng 8 năm 2016

Chỉnh sửa ngày 26 tháng 8 năm 2016; Chấp nhận đăng ngày 16 tháng 12 năm 2016

Tóm tắt: Trong nghiên cứu này, chúng tôi giới thiệu các kết quả dự tính biến đổi lượng mưa trong mùa gió mùa hè ở khu vực Việt Nam bằng mô hình PRECIS theo kịch bản RCP4.5 và RCP8.5. Trong đó, mô hình PRECIS được chạy với số liệu đầu vào là từ mô hình CNRM-CM3 (PRECIS/CNRM-CM3) và GFDL-CM5 (PRECIS/GFDL-CM5) cho mô phỏng thời kỳ cơ sở (1986-2005) và dự tính tương lai (2046-2065 và 2080-2099). Các kết quả cho thấy, biến đổi của lượng mưa trong mùa gió mùa hè được dự tính rất khác nhau trong các phương án mô hình PRECIS. Biến động nội mùa của lượng mưa trong mùa gió mùa hè ở khu vực Việt Nam trong tương lai theo các dự tính là rất rõ ràng. Trong đó, biến động nội mùa của lượng mưa trong mùa gió mùa hè theo phương án PRECIS/GFDL-CM3 có quan hệ khá rõ ràng với biến động nội mùa của đới gió tây vĩ hướng mực 850 hPa, hay chính là biến động cường độ gió mùa hè. Tuy nhiên, mối quan hệ này lại không thật sự rõ ràng trong phương án dự tính CNRM-CM5. Điều này cho thấy, phương án PRECIS/GFDL-CM3 mô phỏng và dự tính mưa trong mùa gió mùa hè có quan hệ gắn gũi với hoạt động của gió mùa hè hơn phương án PRECIS/CNRM-CM5. Trong khi đó, phương án PRECIS/CNRM-CM5 lại cho thấy rằng, biến đổi lượng mưa trong mùa gió mùa hè gắn liền với sự hình thành xoáy thuận/xoáy nghịch do chênh lệch hoàn lưu gió mực 850 hPa giữa tương lai với thời kỳ cơ sở gây ra. Phương án PRECIS/GFDL-CM3 dự tính hình thể lượng mưa mùa hè gia tăng trong tương lai so với thời kỳ cơ sở, đặc biệt vào đầu và cuối mùa gió mùa hè. Ngược lại, phương án PRECIS/CNRM-CM5 cho thấy hình thể giảm lượng mưa trong tương lai so với thời kỳ cơ sở theo kịch bản RCP4.5 chiếm ưu thế; theo kịch bản RCP8.5, hình thể tăng lượng mưa ở phía Bắc và giảm ở phía Nam.

Từ khóa: Gió vĩ hướng mực 850 hPa, hoàn lưu gió mực 850 hPa, lượng mưa mùa hè.

1. Mở đầu

Việt Nam nằm ở Đông Nam đại lục Âu - Á, là nơi chuyển tiếp của các tiểu hệ thống gió mùa châu Á. Do vậy, thời tiết và khí hậu Việt Nam chịu tác động chính của hệ thống gió mùa châu Á. Bin Wang và Lin Ho (2002), lãnh thổ Việt Nam nằm trong vùng giao tranh của các tiểu hệ

thống gió mùa châu Á. Nguyễn Đức Ngữ và Nguyễn Trọng Hiệu (2004), lãnh thổ Việt Nam nằm trong vùng tiểu hệ thống gió mùa Đông Nam Á. Cũng chính vì là nơi chuyển tiếp nên hoàn lưu gió mùa ở Việt Nam khá phức tạp và khó dự đoán. Nguyễn Đức Ngữ và Nguyễn Trọng Hiệu (2004), gió mùa ở khu vực Việt Nam là tổng hòa của gió mùa Nam Á và gió mùa Đông Á. Trong các tháng mùa hè, hoàn lưu gió mùa chịu sự tác động của các hệ thống xích đạo, nhiệt đới và cận nhiệt đới. Khi gió mùa mùa

* Tác giả liên hệ: ĐT. 84-946647228
Email: mau.imhen@gmail.com

hè bắt đầu, dòng vượt xích đạo mực thấp phát triển mạnh từ Ấn Độ Dương kết hợp với dòng xiết Somalia. Sự xáo trộn xáo trộn và vận chuyển ẩm mạnh mẽ từ mặt biển nóng vào khí quyển thúc đẩy sự phát triển mưa từ mây đối lưu mạnh và trong một lớp dày. Trên đại dương lớp mây tích mỏng là bằng chứng về quá trình xáo trộn mạnh trong lớp biên khí dòng khí tây nam vượt xích đạo đi qua vùng biển này [1].

Theo chu kỳ hàng năm, gió mùa hè bắt đầu vào khoảng cuối tháng 4 hoặc đầu tháng 5 và kết thúc vào cuối tháng 9 hoặc đầu tháng 10 ở khu vực Việt Nam [2]. Thời kỳ bắt đầu gió mùa hè (onset) được đánh dấu bởi sự đảo ngược hoàn lưu quy mô lớn và thay thế đột ngột mùa khô bởi mùa mưa [3]. Ngược lại, thời kỳ kết thúc (withdraw) của gió mùa hè được đánh dấu bởi sự thay thế mùa khô bởi mùa mưa. Nguyễn Đức Ngữ, Nguyễn Trọng Hiệu (2004), mùa mưa ở Bắc Bộ, Tây Nguyên và Nam Bộ gắn liền với hoạt động của gió mùa hè. Tuy nhiên, do ảnh hưởng của địa hình (dãy núi Trường Sơn) gây hiệu ứng Foehn, nên thời kỳ hoạt động mạnh của gió mùa hè là thời kỳ gió tây khô nóng ở khu vực Trung Bộ. Đối với khu vực Trung Bộ, mùa mưa thường đến vào cuối mùa hè và mưa chủ yếu do tác động của đới gió Đông. Như vậy có thể thấy, tác động của gió mùa hè đến các khu vực khác nhau là khác nhau rõ ràng, có những khu vực gây mưa, nhưng cũng có khu vực gây ra điều kiện khô nóng. Ngoài ra, mưa trong thời kỳ gió mùa hè ở khu vực Việt Nam không hoàn toàn do tác động của gió mùa hè, mà còn chịu tác động của nhiều nhân tố địa phương (nhiều động, tác động cường bức của địa hình, gió đất biển, ...) [2]. Do vậy, biến động lượng mưa mùa hè ở khu vực Việt Nam chưa hẳn hoàn toàn là do tác động của biến động hoàn lưu gió mùa hè.

Dự tính của IPCC (2013) [4] cho rằng, gió mùa hè châu Á có xu hướng tăng về phạm vi và cường độ trong thế kỷ 21. Thời điểm bắt đầu gió mùa sớm hơn và kết thúc muộn hơn dẫn đến sự chậm pha của mùa mưa. Ở Việt Nam, các nghiên cứu về dự tính biến đổi gió mùa hè vẫn chưa được quan tâm nhiều. Viện Khoa học Khí tượng Thủy văn và Biến đổi khí hậu (2016)

cho rằng, gió mùa hè đến sớm hơn, kết thúc sớm hơn và độ dài mùa ngắn hơn ở hầu hết các vùng khí hậu Việt Nam.

Trên cơ sở dự tính biến đổi khí hậu bằng mô hình PRECIS theo kịch bản RCP4.5 và RCP8.5, bài báo trình bày kết quả dự tính biến đổi lượng mưa trong mùa gió mùa hè ở khu vực Việt Nam. Trong nghiên cứu này, chúng tôi tập trung vào đánh giá biến đổi của lượng mưa trong tương lai (giữa và cuối thế kỷ 21) so với thời kỳ cơ sở. Hoàn lưu gió vĩ hướng mực 850 hPa phản ánh cường độ gió mùa hè [5] và hoàn lưu mực thấp (850 hPa) là đại diện cho hoàn lưu gió mùa hè [6, 2] được sử dụng để lý giải cơ chế gây biến đổi lượng mưa trong tương lai so với thời kỳ cơ sở. Như phân tích ở trên, biến động mưa gió mùa hè không hẳn hoàn toàn do biến động của hoàn lưu gió mùa gây ra. Do vậy, các giải thích biến đổi lượng mưa mùa hè do biến đổi về hoàn lưu gió mùa hè trong khuôn khổ bài báo vẫn còn những điểm chưa chắc chắn.

2. Số liệu và cấu hình thực nghiệm

Trong nghiên cứu này, chúng tôi sử dụng kết quả mô phỏng thời kỳ cơ sở và dự tính trong tương lai theo kịch bản RCP4.5 và RCP8.5 được thu thập từ Viện Khoa học Khí tượng Thủy văn và Biến đổi khí hậu [7]. Trong khuôn khổ nghiên cứu của bài báo, chúng tôi sử dụng số liệu lượng mưa, hoàn lưu gió mực 850 hPa ở độ phân giải 25x25km.

Cụ thể, hai phương án chạy mô hình PRECIS được khai thác sử dụng: (1) Dự tính Exp1 với số liệu đầu vào là GFDL-CM3; (2) Dự tính Exp2 với số liệu đầu vào là CNRM-CM5. Thời kỳ trong tương lai được đề cập đến trong nghiên cứu bao gồm giữa (2046-2065) và cuối thế kỷ 21 (2080-2099). Thời kỳ cơ sở là 1986-2005 được sử dụng để đánh giá mức độ biến đổi trong tương lai. Mức độ biến đổi trong tương lai được thực hiện đơn giản thông qua so sánh dự tính trong tương lai so với thời kỳ cơ sở (*chênh lệch giữa tương lai và thời kỳ cơ sở*). Cụ thể, các phương án dự tính được trình bày trong bảng 1.

Bảng 1. Các phương án mô phỏng và dự tính bằng mô hình PRECIS được sử dụng

Phương án dự tính PRECIS	Điều kiện biên từ mô hình toàn cầu	Độ phân giải	Kịch bản	Thời kỳ		
				Thời kỳ cơ sở	Giữa thế kỷ 21	Cuối thế kỷ 21
Exp1	GFDL-CM3	25x25km	RCP4.5, RCP8.5	1986-2005	2045-2064	2080-2099
Exp2	CNRM-CM5	25x25km	RCP4.5, RCP8.5	1986-2005	2045-2064	2080-2099

Các đánh giá kỹ năng đã kỹ năng mô phỏng khí hậu bằng mô hình PRECIS với số liệu đầu vào là GFDL-CM3 và CNRM-CM5 đã được trình bày chi tiết trong một số nghiên cứu của các tác giả trong nước [8, 7]. Do vậy, trong nghiên cứu này chúng tôi không đề cập đến đánh giá kỹ năng mô phỏng khí hậu bằng mô hình PRECIS cho khu vực Việt Nam. Các dự tính bằng mô hình PRECIS được sử dụng trong nghiên cứu này là các phương án chính được Viện Khoa học Khí tượng Thủy văn và Biến đổi khí hậu sử dụng trong xây dựng kịch bản biến đổi khí hậu cho Việt Nam [7]. Theo Nguyễn Văn Hiệp và cộng sự (2015), mô hình PRECIS có kỹ năng mô phỏng lượng mưa tốt hơn cả các phương án mô hình khí hậu khu vực khác được sử dụng trong xây dựng kịch bản biến đổi khí hậu cho khu vực Việt Nam.

3. Kết quả và thảo luận

3.1. Dự tính theo phương án PRECIS/GFDL - CM3 (Exp1)

Nhìn chung, biến đổi lượng mưa mùa hè trong tương lai so với thời kỳ cơ sở có hình thế khá tương đồng nhau giữa các thời kỳ và giữa các kịch bản theo phương án dự tính PRECIS/GFDL-CM3 (Exp1). Hình 1 cho thấy, các dự tính theo kịch bản RCP4.5 và RCP8.5 đều cho thấy lượng mưa gia tăng vào giữa và cuối thế kỷ 21 so với thời kỳ cơ sở vào đầu và cuối hè; giảm vào các tháng chính hè (tháng 7 - tháng 8). Kết quả dự tính gió vĩ hướng mực 850

hPa (Hình 2) cũng cho thấy rằng, biến động nội mùa của đới gió tây mực 850 hPa khá tương đồng với biến động nội mùa của lượng mưa mùa hè. Thời kỳ đới gió tây mực 850 hPa tăng cường phù hợp với thời kỳ tăng cường lượng mưa mùa hè ở Bắc Bộ và Nam Bộ; và phù hợp với thời kỳ giảm lượng mưa ở khu vực Trung Bộ do hiệu ứng gió Foehn tăng cường. Điều này cho thấy, phương án dự tính bằng mô hình PRECIS/GFDL-CM3 có thiên hướng mô phỏng và dự tính mưa trong mùa gió mùa hè ở Việt Nam có liên quan chặt chẽ với hoàn lưu gió mùa mùa hè. Phân bố theo không gian của lượng mưa và hoàn lưu gió mực 850 hPa trong tương lai so với thời kỳ cơ sở theo các kịch bản cũng phản ánh hình thế biến đổi tương tự nhau (Hình 3). Các phương án kịch bản trong dự tính Exp1 đều cho thấy hoàn lưu gió mùa tăng cường so với thời kỳ cơ sở trên toàn lãnh thổ Việt Nam. Do vậy, lượng mưa được dự tính gia tăng rất rõ ràng ở Bắc Bộ, Tây Nguyên và Nam Bộ; giảm ở ven biển Trung Bộ so với thời kỳ cơ sở.

3.1.1. Kịch bản RCP4.5

Biến đổi vào giữa thế kỷ 21 so với thời kỳ cơ sở: Biến động nội mùa của lượng mưa mùa hè trong dự tính Exp1 theo kịch bản RCP4.5 vào giữa thế kỷ là khá rõ ràng ở các dải vĩ độ. Đối với các vĩ độ ở khu vực Bắc Bộ: Lượng mưa tăng liên tiếp từ đầu hè đến giữa tháng 7; sau đó đến giai đoạn giảm lượng mưa trong khoảng từ giữa tháng 7 đến đầu tháng 8; và tiếp đến là giai đoạn tăng lượng mưa, đặc biệt là ở phía Nam khu vực. Các vĩ độ ở khu vực

Trung Bộ và Tây Nguyên: Lượng mưa tăng vào đầu hè (tháng 5) ở phía Bắc và phía Nam, sau đó là liên tiếp giảm lượng mưa cho đến khoảng đầu tháng 7 và liên tiếp tăng cường cho đến hết mùa hè. Các vĩ độ ở khu vực Trung Trung Bộ và Bắc Tây Nguyên (khoảng 15°N - 18°N), lượng mưa mùa hè giảm liên tục từ đầu hè đến đầu tháng 7 và sau đó là tăng liên tục cho đến cuối mùa hè. Đối với các vĩ độ trên khu vực Nam Bộ, lượng mưa mùa hè tăng mạnh vào đầu hè (tháng 5) và chính - cuối hè (giữa tháng 7 đến tháng 10); xen kẽ vào đó là giai đoạn giảm lượng mưa trong khoảng thời gian từ tháng 6 đến giữa tháng 7 (Hình 1a). Nhìn chung, mức độ biến đổi của lượng mưa mùa hè so với thời kỳ cơ sở phổ biến dao động trong khoảng từ -20 đến 40%. Trong đó, lượng mưa mùa hè giảm rõ ràng nhất ở các vĩ độ thuộc khu vực Bắc Trung Bộ trong khoảng thời gian chính hè. Lượng mưa tăng rõ ràng nhất so với thời kỳ cơ sở vào giai đoạn chính hè ở Bắc Bộ (tháng 6-tháng 7); cuối hè ở Trung Bộ, Tây Nguyên và Nam Bộ; đầu hè ở Nam Bộ. Hình 2a cho thấy, biến đổi của đới gió tây vĩ hướng mực 850 hPa phổ biến là hình thể gia tăng vào giữa thế kỷ so với thời kỳ cơ sở, với mức tăng của gió vĩ hướng phổ biến trong khoảng từ 0 đến 2m/s. Trong đó, đới gió tây liên tục được tăng cường ở Bắc Bộ từ đầu hè đến hết tháng 8; đới với khu vực Nam Bộ, đới gió này được tăng cường so với thời kỳ cơ sở trong suốt mùa hè. Như vậy có thể nhận thấy, lượng mưa mùa hè được tăng cường ở Bắc Bộ và Nam Bộ gắn liền với sự tăng cường hoạt động của gió mùa mùa hè. Đối với khu vực Trung Bộ, lượng mưa mùa hè giảm gắn liền với hiệu ứng Foehn hoạt động mạnh mẽ hơn do gió mùa được tăng cường. Đến các tháng cuối mùa hè, hoạt động của đới gió tây vĩ hướng mực 850 hPa yếu đi ở khu vực Trung Bộ, tạo điều kiện thuận lợi cho hoàn lưu gây mưa ở khu vực này phát triển mạnh hơn so với thời kỳ cơ sở. Do vậy, lượng mưa vào cuối mùa hè ở giữa thế kỷ 21 được dự tính gia tăng ở khu vực Trung Bộ so với thời kỳ cơ sở (Hình 1a và Hình 2a).

Biến đổi vào cuối thế kỷ 21 so với thời kỳ cơ sở: Biến đổi lượng mưa vào cuối thế kỷ 21 so với thời kỳ cơ sở theo kịch bản RCP4.5 là khá tương đồng so với thời kỳ giữa thế kỷ. Tuy nhiên, hình thể giảm lượng mưa mùa hè ở khu vực Bắc - Trung Trung Bộ ở giữa thế kỷ 21 không còn rõ ràng như ở cuối thế kỷ 21. Thay vào đó, vùng có lượng mưa mùa hè giảm so với thời kỳ cơ sở được mở rộng hơn về phía Nam (Hình 1b). Điều đáng lưu ý ở đây, đới gió tây vĩ hướng mực 850 hPa phát triển rất sớm (cuối tháng 3-đầu tháng 4) trên quy mô cả nước. Có thể thấy rõ điều này trên Hình 2c, gió vĩ hướng mực 850 hPa tăng khoảng từ 0 đến 2m/s so với thời kỳ cơ sở bắt đầu từ khoảng tháng 3. Cùng với sự tăng cường của đới gió tây, mùa mưa đến rất sớm ở các khu vực trên cả nước. Kể từ cuối tháng 3, lượng mưa được dự tính gia tăng rõ ràng so với thời kỳ cơ sở trên quy mô cả nước, với mức độ gia tăng khoảng từ 0 đến 30% (Hình 1c). Thời kỳ tăng cường của đới gió tây kết thúc vào khoảng tháng 9 ở Bắc Bộ và chậm dần về phía Nam (Hình 2c). Lượng mưa tăng cường vào đầu mùa hè ở trên toàn bộ các dải vĩ độ có khả năng là do gió mùa mùa hè đến sớm hơn, khiến mùa mưa đến sớm hơn. Đối với các vĩ độ ở khu vực Trung Bộ và Tây Nguyên, có khả năng là do sự tăng cường lượng mưa ở sườn phía Tây dãy Trường Sơn và ở Tây Nguyên vào đầu mùa hè lớn hơn so với sự giảm lượng mưa ở sườn phía Đông. Do vậy, khiến lượng mưa ở các dải vĩ độ này tăng so với thời kỳ cơ sở (Hình 1c). Đối với lượng giảm so với thời kỳ cơ sở ở các vĩ độ dưới 19°N , nhiều khả năng là do lượng mưa giảm ở sườn Đông do hiệu ứng Foehn lớn lượng mưa gia tăng hoặc ít biến đổi ở sườn phía Tây (Hình 1c).

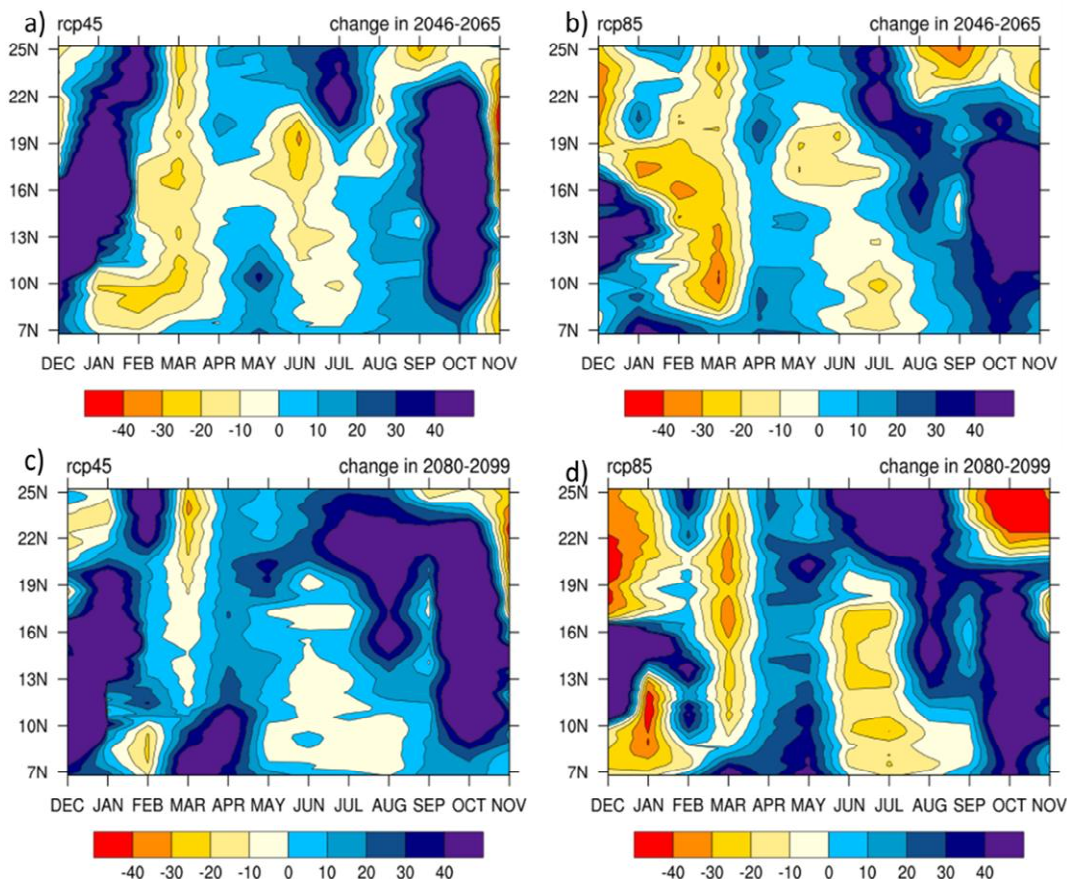
3.1.2. Kịch bản RCP8.5

Nhìn chung, biến đổi lượng mưa mùa hè vào giữa và cuối thế kỷ 21 theo kịch bản RCP8.5 có hình thể tương tự nhau và khá tương đồng với kịch bản RCP4.5 trong dự tính Exp1. Trong đó, hình thể điển hình là lượng mưa tăng vào đầu và cuối hè; giảm vào các tháng chính hè so với thời kỳ cơ sở.

Tương tự như kịch bản RCP4.5, tăng cường lượng mưa so với thời kỳ cơ sở được dự tính xảy ra rất sớm, khoảng giữa tháng 3-tháng 4. Biến động nội mùa của lượng mưa trong mùa gió mùa hè cũng là rõ ràng, điều này có thể nhận thấy thông qua các giai đoạn tăng/giảm của lượng mưa trong mùa gió mùa hè.

Biến đổi vào giữa thế kỷ 21 so với thời kỳ cơ sở: Ngay từ đầu mùa hè, lượng mưa đã gia tăng trên quy mô toàn bộ các vĩ độ. Đối với khu vực Bắc Bộ, lượng mưa mùa hè tăng so với thời kỳ cơ sở cho đến hết tháng 7. Đối với khu vực phía Nam (dưới vĩ độ 21°N), ngay sau giai đoạn tăng cường lượng mưa so với thời kỳ cơ sở vào đầu mùa hè là giai đoạn

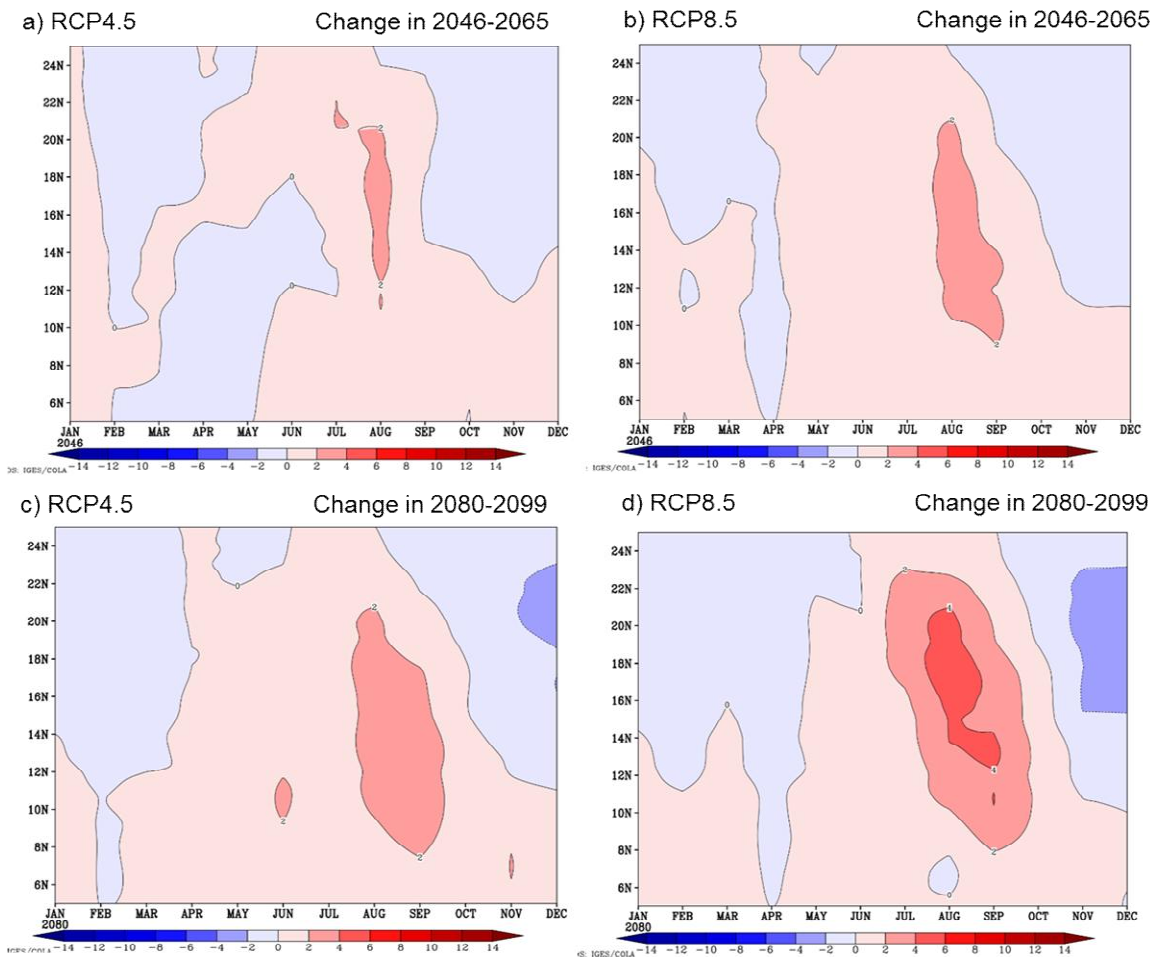
giảm lượng mưa, giai đoạn này tồn tại đến khoảng hết tháng 7, đầu tháng 8. Vào cuối mùa gió mùa hè, lượng mưa gia tăng rất rõ ràng so với thời kỳ cơ sở trên khu vực phía Nam (dưới 21°N). Hình 2b cũng cho thấy đới gió tây mực 850 hPa được dự tính tăng cường khoảng từ 0 đến 4m/s so với thời kỳ cơ sở trong các tháng mùa hè. Trong đó, đới gió này được tăng cường rõ ràng nhất vào tháng chính hè ở khu vực phía Nam (dưới 21°N). Như vậy, biến động nội mùa của hoàn lưu gió tây mực 850 hPa và mưa trong các tháng mùa hè phần nào đó có sự tương đồng. Trong đó, lượng mưa suy giảm so với thời kỳ cơ sở ở phía Nam có thể do hiệu ứng do Foehn được tăng cường.



Hình 1. Phân bố theo vĩ hướng - thời gian trung bình kinh hướng (100°E-110°E) của kết quả dự tính biến đổi lượng mưa (%) vào giữa và cuối thế kỷ 21 so với thời kỳ cơ sở theo dự tính Exp1.

Biến đổi vào giữa thế kỷ 21 so với thời kỳ cơ sở: Đến cuối thế kỷ 21, hình thái biến đổi lượng mưa là tương tự như vào giữa thế kỷ 21. Trong đó, lượng mưa tăng từ 0 đến trên 40% so với thời kỳ cơ sở vào đầu và cuối mùa hè ở trên các dải vĩ độ, đặc biệt tăng nhiều hơn vào cuối mùa hè. Ở phía Bắc (trên khoảng 21°N), lượng mưa tăng từ đầu hè cho đến hết tháng 8, tăng nhiều hơn trong tháng 7. Khu vực phía Nam (khoảng dưới 21°N), lượng mưa tăng vào đầu và cuối hè; giảm vào các tháng chính hè (cuối tháng 5-đầu tháng 8). Trong đó, khu vực dưới

10°N (Nam Bộ và Nam Biển Đông), có lượng mưa giảm so với thời kỳ cơ sở kéo dài đến đầu tháng 9 (Hình 1d). Kết quả tính toán cũng cho thấy, gió vĩ hướng mực 850 hPa vào cuối thế kỷ tăng khoảng từ 0 đến 6m/s so với thời kỳ cơ sở, tăng mạnh hơn trong các tháng chính hè. Tuy nhiên, gió vĩ hướng lại giảm ở phía Bắc vào đầu và cuối mùa hè (Hình 2d). Cường độ gió vĩ hướng tăng mạnh khiến tác động của hiệu ứng gió Foehn gia tăng, có thể được coi là nguyên nhân dẫn đến giảm lượng mưa vào các tháng chính hè.

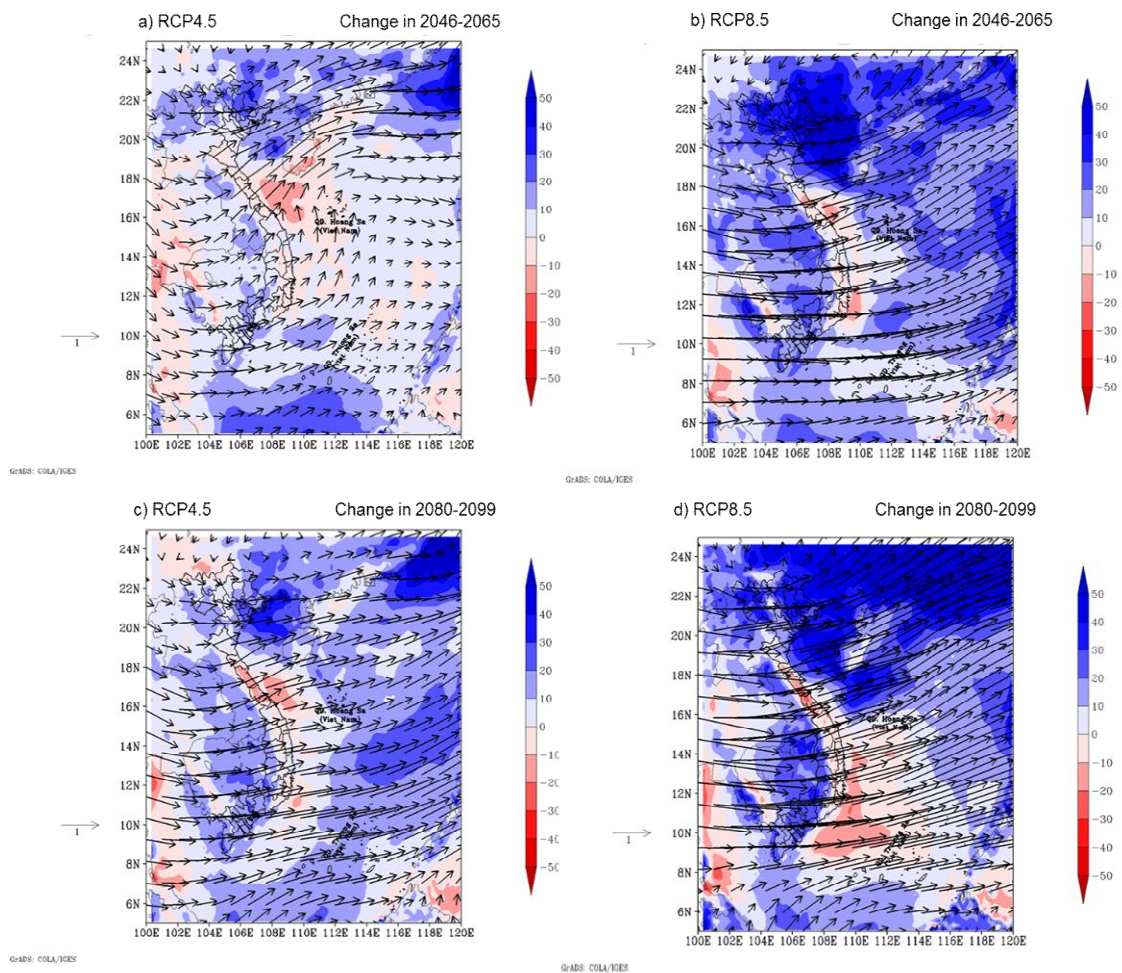


Hình 2. Phân bố vĩ hướng - thời gian trung bình kinh hướng (100°E-110°E) của kết quả dự tính biến đổi gió vĩ hướng (m/s) vào giữa và cuối thế kỷ 21 so với thời kỳ cơ sở theo kịch bản RCP4.5 (a, c) và RCP8.5 (b, d) trong Exp1.

Các phân tích trên trong thử nghiệm Exp1 đã phần nào thấy rõ được biến đổi lượng mưa mùa hè và mối quan hệ với hoạt động của gió mùa mùa hè thông qua hoạt động của đới gió tây mực 850 hPa. Hình 3 trình bày các kết quả tính toán dự tính biến đổi lượng mưa và hoàn lưu gió vĩ hướng vào giữa và cuối thế kỷ 21 so với thời kỳ cơ sở. Nhìn chung, cường độ gió mùa mùa hè được dự tính tăng cường đáng kể so với thời kỳ cơ sở vào giữa và cuối thế kỷ 21 theo các phương án kịch bản.

Theo kịch bản RCP4.5 (Hình 3a,c), cường độ gió mùa mùa hè được tăng cường trên phạm

vi cả nước so với thời kỳ cơ sở, tăng mạnh mẽ hơn vào cuối thế kỷ 21. Kết quả cũng cho thấy, lượng mưa tăng nhiều hơn ở Bắc Bộ, vịnh Bắc Bộ, Tây Nguyên, Nam Bộ và Nam Biển Đông. Ngược lại, lượng mưa giảm ở Trung Bộ và vùng biển Trung Bộ. Sự gia tăng lượng mưa so với thời kỳ cơ sở ở các khu vực chủ yếu là do hoàn lưu gió mùa tăng cường. Do đó, tăng cường vận chuyển ẩm từ vùng biển nhiệt đới lên gây mưa nhiều hơn. Đối với khu vực Trung Bộ, phương án dự tính bằng mô hình PRECIS cho thấy rõ tác động của hiệu ứng gió Foehn gây giảm mưa ở khu vực Trung Bộ.



Hình 3. Phân bố theo không gian kết quả dự tính biến đổi lượng mưa (%) và đổi gió vĩ hướng (m/s) vào giữa và cuối thế kỷ 21 so với thời kỳ cơ sở theo kịch bản RCP4.5 (a, c) và RCP8.5 (b, d) trong Exp1.

Theo kịch bản RCP8.5 (Hình 3b, d), hình thể biến đổi lượng mưa và hoàn lưu gió mực 850 hPa vào giữa và cuối thế kỷ 21 là tương tự như kịch bản RCP4.5. Tuy nhiên, lượng mưa mùa hè và cường độ gió vĩ hướng mực 850 hPa được dự tính tăng rõ ràng hơn so với kịch bản RCP4.5. Gió mùa mùa hè hoạt động rất mạnh mẽ, vận chuyển một lượng ẩm rất lớn từ vùng biển nhiệt đới đi lên khiến lượng mưa gia tăng rất rõ ràng ở khu vực phía Tây dãy Trường Sơn, Bắc Bộ, hầu hết diện tích Biển Đông, Tây Nguyên và Nam Bộ. Trong đó, lượng mưa gia tăng đáng kể nhất vào khoảng từ 40 đến 50% so với thời kỳ cơ sở ở Bắc Bộ, vịnh Bắc Bộ và Bắc Biển Đông. Ngược lại, gió mùa mùa hè hoạt động mạnh, hiệu ứng Foehn cũng được thể hiện rõ ràng ở khu vực Trung Bộ và ven biển Trung Bộ; lượng mưa ở các khu vực này giảm so với thời kỳ cơ sở từ 0 đến 30%.

3.2. Dự tính theo phương án PRECIS/ CNRM - CM5 (Exp2)

Nhìn chung, có sự khác nhau khá rõ ràng giữa dự tính Exp1 với Exp2 theo các kịch bản cho giữa và cuối thế kỷ 21. Trong khi, lượng mưa trong mùa gió mùa hè được dự tính với hình thể cơ bản là tăng so với thời kỳ cơ sở trong Exp1, hình thể trong Exp2 lại là giảm. Ngoài ra, biến động nội mùa của lượng mưa trong mùa gió mùa hè không đồng pha rõ ràng với biến động nội mùa của gió mùa hè trong Exp2. Hình thể cơ bản của biến động nội mùa lượng mưa mùa hè vào giữa và cuối thế kỷ 21 là khá tương đồng nhau trong cùng kịch bản. Tuy nhiên, hình thể biến động này của lượng mưa lại tương đối khác nhau giữa các phương án kịch bản trong dự tính Exp2.

3.2.1. Theo phương án kịch bản RCP4.5

Nhìn chung, hình thể biến đổi của lượng mưa mùa hè vào giữa và cuối thế kỷ 21 so với thời kỳ cơ sở là khá tương đồng nhau. Trong đó, lượng mưa giảm vào đầu và cuối mùa hè ở các vĩ độ phía Bắc và phía Nam; xen kẽ là sự gia tăng lượng mưa được dự tính vào thời kỳ chính hè. Đối với khu vực ở vĩ độ thuộc khu vực Trung Bộ, hình thể cơ bản là lượng mưa giảm

so với thời kỳ cơ sở trong hầu hết thời kỳ gió mùa mùa hè (Hình 4a, c).

Biến đổi vào giữa thế kỷ 21 so với thời kỳ cơ sở: Ở Bắc Bộ, hình thể cơ bản là giảm lượng mưa vào đầu và cuối mùa hè, với mức độ giảm phổ biến từ 0 đến 20%; xen kẽ vào đó là gia tăng lượng mưa khoảng từ 0 đến 20% trong các tháng chính hè (tháng 6 đến tháng 8). Trên khu vực Bắc Trung Bộ (trên vĩ độ 16°N), hình thể cơ bản là giảm lượng mưa vào tháng đầu hè (tháng 5), sau đó tăng liên tục trong các tháng tiếp theo ở phần phía Bắc khu vực; phần phía Nam khu vực, lượng mưa tăng nhẹ vào thời kỳ đầu mùa hè và sau đó giảm liên tục trong các tháng tiếp theo. Đối với khu vực Nam Trung Bộ và Tây Nguyên, hình thể cơ bản là giảm lượng mưa từ 0 đến 30% trong suốt mùa hè, đặc biệt vào các tháng chính hè; riêng một phần phía Nam khu vực, hình thể tăng lượng mưa trong các tháng chính đến cuối hè chiếm ưu thế. Đối với khu vực Nam Bộ, lượng mưa giảm khoảng từ 0 đến 30% so với thời kỳ cơ sở vào đầu hè và chính hè (tháng 6 đến giữa tháng 7); xen kẽ là xu thế tăng của lượng mưa, với mức độ tăng khoảng từ 0 đến 20% (Hình 4a). Như vậy có thể thấy rõ, biến động nội mùa của lượng mưa vào giữa thế kỷ có sự phân hóa rõ ràng giữa các khu vực. Điều này có thể là do điều kiện phương tác động đến hoàn lưu gió mùa mùa hè và mưa trong mùa gió mùa hè khiến diễn biến lượng mưa có sự khác nhau đáng kể. Hình 5a cho thấy, hình thể cơ bản là đới gió tây mực 850 hPa được tăng cường liên tục (gió vĩ hướng lớn hơn thời kỳ cơ sở khoảng từ 0 đến 2m/s) ở Bắc Bộ và phía Bắc của Bắc Trung Bộ từ đầu hè đến đầu tháng 9, sau đó yếu đi so với thời kỳ cơ sở. Đối với các khu vực còn lại, hình thể cơ bản là gió tây mực 850 hPa suy yếu vào đầu hè, tăng cường từ giữa tháng 7 đến giữa tháng 8, tiếp đến là suy yếu từ giữa tháng 8 đến giữa tháng 9 và tăng cường trong thời gian còn lại (Hình 5a). Như vậy có thể nhận thấy, gần như không có sự tương đồng về pha biến động nội mùa giữa gió tây mực 850 hPa với lượng mưa trong mùa gió mùa mùa hè, đặc biệt là Bắc Bộ. Đối với khu vực Trung Bộ, do gió mùa mùa hè hoạt động được tăng cường so với thời kỳ cơ sở, có thể là

nguyên nhân chính khiến lượng mưa giảm do hiệu ứng gió Foehn được tăng cường. Khu vực Tây Nguyên và Nam Bộ, lượng mưa giảm vào đầu và cuối mùa hè có khả năng do đới gió tây yếu hơn; lượng mưa tăng cường vào chính hè liên quan đến tăng cường của đới gió tây.

Biến đổi vào cuối thế kỷ 21 so với thời kỳ cơ sở: Hình thể biến đổi lượng mưa mùa hè về cơ bản là tương tự như vào giữa thế kỷ. Tuy nhiên, hình thể giảm lượng mưa chiếm ưu thế hơn; mức độ tăng lượng mưa là thấp hơn so với giữa thế kỷ 21 (Hình 4a và Hình 4c). So sánh Hình 5c và Hình 4c cho thấy, biến động nội mùa của đới gió tây mực 850 hPa được dự tính cũng không có sự đồng pha rõ ràng với biến động nội mùa của lượng mưa mùa hè. Kết quả dự tính cho thấy, hình thể cơ bản của đới gió tây mực 850 hPa là giảm so với thời kỳ cơ sở, với mức độ giảm khoảng từ 0 đến 4m/s. Riêng khu vực phía Nam, đới gió tây mực 850 hPa được tăng cường vào thời kỳ chính hè là khá phù hợp với thời tăng lượng mưa.

3.2.2. Kịch bản RCP8.5

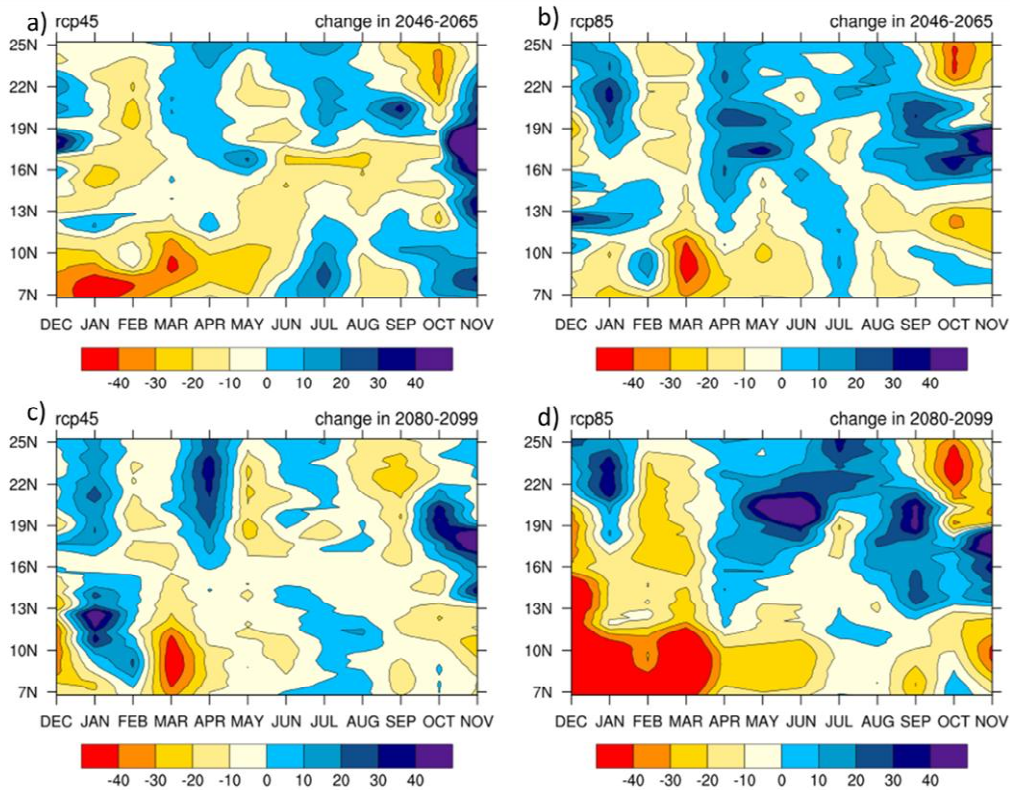
Kết quả dự tính biến đổi lượng mưa mùa hè theo kịch bản RCP8.5 là khác nhau rõ ràng so với dự tính theo kịch bản RCP4.5. Nhìn chung, biến động nội mùa của lượng mưa mùa hè vào giữa và cuối thế kỷ 21 là khá rõ ràng thông qua các kết quả dự tính tăng/giảm lượng mưa xen kẽ nhau. Hình thể phổ biến là lượng mưa mùa hè gia tăng ở phía Bắc (khu vực ở trên khoảng 13°N) và giảm ở khu vực phía Nam so với thời kỳ cơ sở (Hình 4b, d).

Biến đổi vào giữa thế kỷ 21 so với thời kỳ cơ sở: Hình thể cơ bản là lượng mưa tăng phổ biến từ 0 đến 30% trong suốt thời kỳ mùa hè so với thời kỳ cơ sở ở khu vực phía trên vĩ độ 13°N; xen kẽ vào đó, lượng mưa mùa hè giảm phổ biến từ 0 đến 10% trong thời gian ngắn ở các tháng chính hè. Đối với khu vực phía Nam (dưới 13°N), lượng mưa được dự tính giảm phổ biến từ 0 đến 30% so với thời kỳ cơ sở vào đầu và cuối hè; nhưng tăng khoảng từ 0 đến 10% từ khoảng giữa tháng 6 đến giữa tháng 7 (Hình 4c). Hình 5c cho thấy, hình thể cơ bản là đới gió tây mực 850 hPa được dự tính mạnh hơn thời

kỳ cơ sở vào đầu (đầu tháng 5) và cuối mùa hè ở các dải vĩ độ, vào tháng chính hè ở Bắc Bộ và Nam Bộ. Tuy nhiên, hình thể cơ bản là đới gió tây mực 850 hPa yếu hơn khoảng từ 0 đến 2m/s so với thời kỳ cơ sở, đặc biệt là vào các tháng chính hè và khu vực Trung Bộ (Hình 5c). Như vậy, biến động mạnh/yếu đi của đới gió tây mực 850 hPa về cơ bản cũng chưa rõ ràng đồng pha với biến động về lượng mưa trong mùa gió mùa hè.

Biến đổi vào giữa thế kỷ 21 so với thời kỳ cơ sở: Hình thể biến đổi lượng mưa vào cuối thế kỷ là khá tương đồng với giữa thế kỷ 21. Tuy nhiên, mức độ biến đổi là rõ ràng hơn và có sự phân hóa thành hai vùng tăng/giảm rõ ràng. Khu vực phía Bắc (trên 13°N), hình thể chủ đạo là gia tăng lượng mưa trong các tháng mùa hè, với mức tăng phổ biến từ 0 đến 40%. Ngược lại, hình thể giảm lượng mưa mùa hè là phổ biến ở phía Nam (dưới 13°N), với mức độ giảm từ 0 đến 30%, đặc biệt vào đầu và cuối mùa hè (Hình 4d). Mặc dù vậy, hình thể cơ bản của đới gió tây mực 850 hPa là tăng cường vào đầu hè trải đều trên các vĩ độ, kéo dài đến đầu tháng 9 ở Bắc Bộ và vào cuối mùa hè (giữa tháng 9 đến giữa tháng 10) ở phía Nam (dưới 18°N) (Hình 2d). Như vậy, có thể nhận thấy có sự đồng pha về tăng cường gió vĩ hướng và mưa so với thời kỳ cơ sở ở Bắc Bộ; ở khu vực Trung Bộ và Nam Bộ lại không có sự tương đồng về pha của gió vĩ hướng mực 850 hPa và mưa mùa hè.

Từ các phân tích trên cho thấy, biến đổi lượng mưa mùa hè là ở khu vực Việt Nam được dự tính trong Exp1 là rất phức tạp; khác nhau rõ ràng về mặt phân bố địa lý, kịch bản và thời kỳ trong tương lai. Đặc biệt, do mưa trong mùa gió mùa hè ở khu vực Việt Nam còn chịu tác động của nhiều nhân tố địa phương, dẫn đến không có sự tương đồng phá rõ ràng giữa biến động nội mùa của đới gió tây mực 850 hPa với biến động mưa trong gió mùa hè. Tuy nhiên, khi gió mùa tăng cường trong tương lai, thường kèm theo đó là hệ quả mưa gia tăng ở Bắc Bộ, Tây nguyên và Nam Bộ; ngược lại, mưa giảm ở Trung bộ do hiệu ứng gió Foehn được tăng cường.



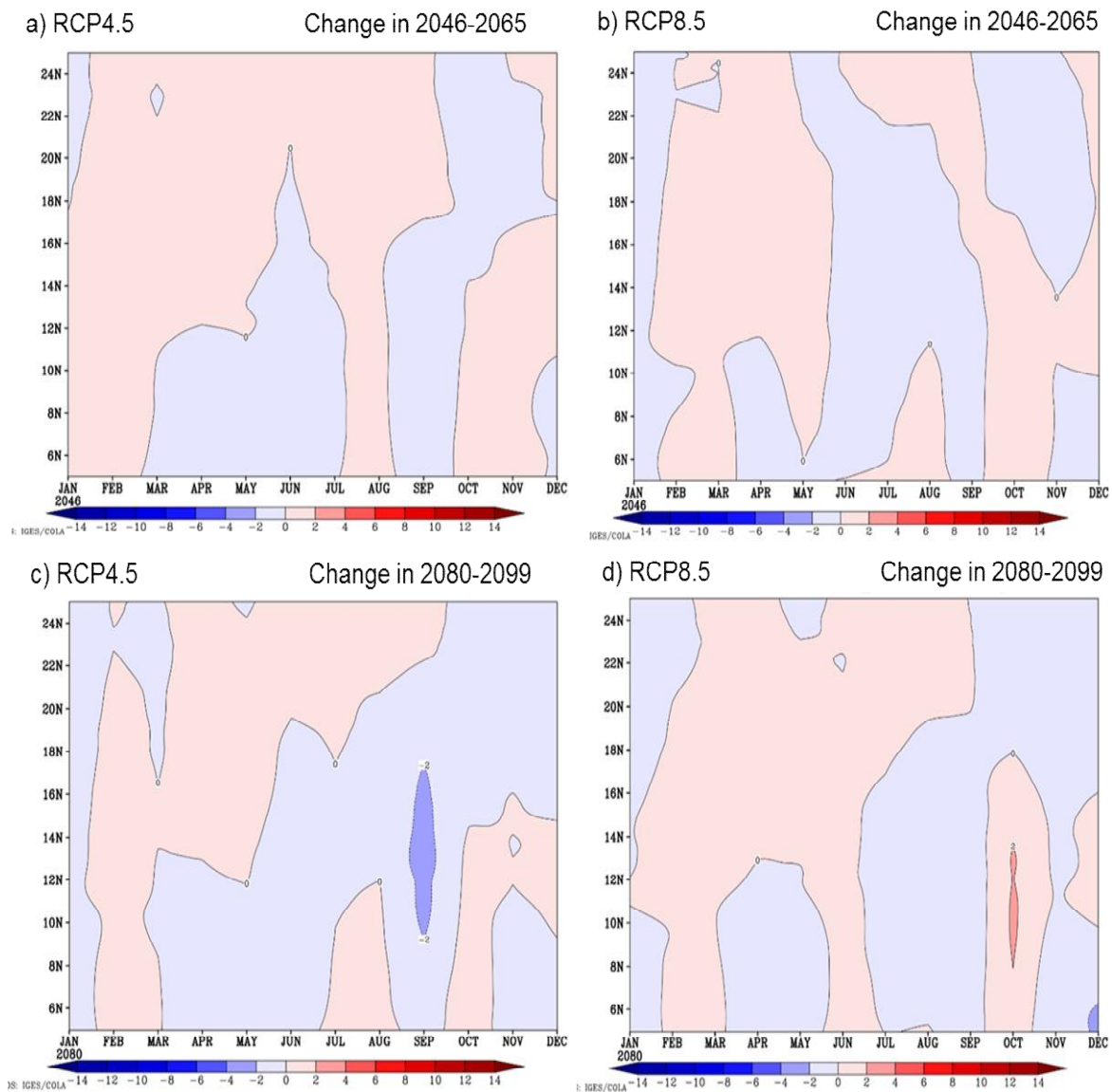
Hình 4. Phân bố vĩ hướng - thời gian trung bình kinh hướng ($100^{\circ}\text{E}-110^{\circ}\text{E}$) của kết quả dự tính biến đổi lượng mưa (%) vào giữa và cuối thế kỷ 21 so với thời kỳ cơ sở theo dự tính Exp2.

Theo kịch bản RCP4.5, hình thế cơ bản của biến đổi hướng gió ở mực 850 hPa vào giữa và cuối thế kỷ 21 so với thời kỳ cơ sở là ngược lại với hướng gió chính của mùa gió mùa hè. Do hoàn lưu gió mùa hè là nguyên nhân chính gây mưa ở khu vực Tây Nguyên và Nam Bộ, nên gió mùa hè yếu có thể được xem là nguyên nhân khiến lượng mưa ở các khu vực này giảm vào giữa và cuối thế kỷ 21 so với thời kỳ cơ sở. Đối với khu vực phía Bắc (Bắc Bộ và Bắc Trung Bộ), biến đổi hoàn lưu gió mực 850 hPa so với thời kỳ cơ sở hình thành một xoáy nghịch với quy mô khá lớn có tâm ở Trung Trung Bộ (giữa thế kỷ 21) và khu vực quần đảo Hoàng Sa (cuối thế kỷ 21) có thể được xem là nguyên nhân khiến làm giảm hội tụ ẩm mực thấp ở khu vực này. Do vậy, khiến lượng mưa ở các vùng này giảm so với thời kỳ cơ sở (Hình 6a, c).

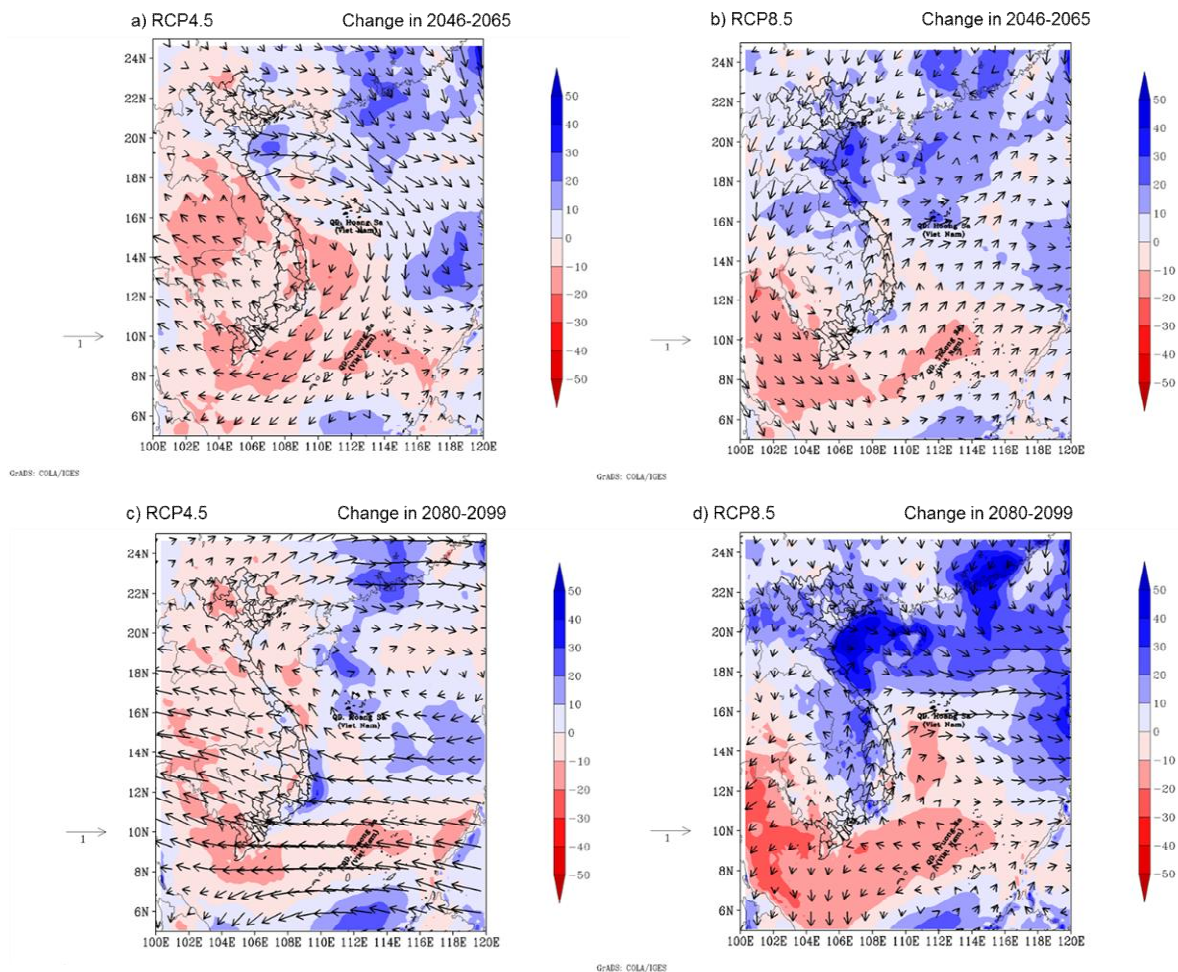
Theo kịch bản RCP8.5, lượng mưa mùa hè được dự tính gia tăng đáng kể so với thời kỳ cơ sở ở hầu hết phần đất liền và Bắc Biển Đông (Hình 6c, d). Vào giữa thế kỷ 21, hoàn lưu gió mùa hè yếu hơn ở phía Bắc và mạnh hơn ở phía Nam. Do vậy, lượng mưa gió mùa hè được tăng cường ở Tây Nguyên và Nam Bộ. Đối với khu vực Trung Bộ, hoàn lưu gió mùa yếu hơn, tác động của hiệu ứng Feohn giảm cũng có khả năng là nguyên nhân dẫn đến lượng mưa gia tăng. Hơn nữa, biến đổi của hoàn lưu gió mực 850 hPa vào giữa thế kỷ so với thời kỳ cơ sở hình thành một xoáy thuận có tâm ở khu vực đảo Hải Nam (Hình 6b). Đây có thể được xem là nguyên nhân chính làm tăng cường hội tụ ẩm ở mực thấp gây tăng cường mưa gió mùa hè. Đến cuối thế kỷ 21, biến đổi hoàn lưu gió mực 850 hPa hình thành một dải hội tụ gió mực 850 hPa

có trục Đông – Tây qua khu vực Bắc Trung Bộ. Đối với khu vực phía Nam, gió mùa mùa hè yếu hơn (đặc biệt là Nam Biển Đông) và hình thành một xoáy nghịch yếu có tâm ở khu vực quần đảo Trường Sa. Điều đáng chú ý, vùng hội tụ gió có trục ở Bắc Trung Bộ và xoáy nghịch có thể là nguyên nhân khiến ẩm

được vận chuyển đến khu vực Tây Nguyên được tăng cường. Những biến đổi về hoàn lưu này có thể là các nguyên nhân chính dẫn đến sự gia tăng lượng mưa ở Bắc Bộ, Bắc Trung Bộ, Tây Nguyên; và giảm mưa ở khu vực Nam Trung Bộ, Nam Bộ vào cuối thế kỷ 21 theo kịch bản RCP 8.5 (Hình 6d).



Hình 5. Phân bố vĩ hướng - thời gian trung bình kinh hướng (100°E-110°E) của kết quả dự tính biến đổi gió vĩ hướng (m/s) vào giữa và cuối thế kỷ 21 so với thời kỳ cơ sở theo kịch bản RCP4.5 (a, c) và RCP8.5 (b, d) trong Exp2.



Hình 6. Phân bố theo không gian kết quả dự tính biến đổi lượng mưa (%) và đổi gió vĩ hướng (m/s) vào giữa và cuối thế kỷ 21 so với thời kỳ cơ sở theo kịch bản RCP4.5 (a, c) và RCP8.5 (b, d) trong Exp2.

4. Kết luận

Việt Nam có vị trí nằm giữa ba hệ thống lớn là gió mùa Ấn Độ, gió mùa Đông Á và gió mùa Tây Bắc Thái Bình Dương, do đó gió mùa khu vực Việt Nam chịu ảnh hưởng bởi cả ba hệ thống này. Nói cách khác, gió mùa khu vực Việt Nam mang tính chất lai giữa gió mùa nhiệt đới và gió mùa cận nhiệt đới. Do vậy, biến động của lượng mưa mùa hè ở khu vực Việt Nam là rất phức tạp, đặc biệt là vào giai đoạn đầu và cuối của mùa gió mùa mùa hè. Trên cơ sở kết quả mô phỏng và dự tính lượng mưa, gió

vĩ hướng mực 850 hPa và hoàn lưu gió mực 850 hPa ở khu vực Việt Nam theo các phương án mô hình PRECIS (Exp1 và Exp2), một số kết quả chính như sau:

1. Có sự khác nhau rất rõ ràng giữa các dự tính biến đổi lượng mưa, gió vĩ hướng mực 850 hPa, hoàn lưu gió mực 850 hPa trong mùa gió mùa mùa hè giữa hai phương án dự tính bằng mô hình PRECIS. Tuy nhiên, các phương án dự tính đều cho thấy, mưa trong mùa gió mùa mùa hè có tính biến động nội mùa rất rõ ràng. Trong đó, phương án dự tính với đầu vào là GFDL-CM3 phản ánh rõ biến động nội mùa của mưa

trong mùa hè phù hợp với biến động của gió mùa hè ở khu vực Việt Nam. Trong khi đó, biến động nội mùa của mưa trong mùa gió mùa hè ở phương án dự tính với đầu vào là CNRM-CM5 là không phù hợp hoàn toàn với biến động nội mùa của gió mùa hè. Biến động nội mùa được thể hiện thông qua các giai đoạn tăng/giảm lượng mưa và đổi gió tây mực 850 hPa trong tương lai so với thời kỳ cơ sở.

2. Phương án dự tính bằng mô hình PRECIS với số liệu đầu vào là GFDL-CM3 cho thấy, hình thể cơ bản là lượng mưa mùa hè tăng so với thời kỳ cơ sở vào giữa và cuối thế kỷ 21 theo các hai phương án kịch bản. Trong đó, lượng mưa được dự tính tăng rõ ràng vào đầu và cuối mùa gió mùa hè; tăng nhiều hơn theo phương án kịch bản cao (RCP8.5). Giai đoạn lượng mưa được dự tính giảm so với thời kỳ cơ sở được dự tính xảy ra vào cuối mùa hè ở Bắc Bộ, các tháng đầu của giai đoạn chính mùa hè ở các vĩ độ thuộc Trung Bộ-Tây Nguyên, Nam Bộ. Điều này là do hiệu ứng gió Foehn được tăng cường do hoạt động của gió mùa hè mạnh lên. Nhìn chung, lượng mưa mùa

3. Phương án dự tính bằng mô hình PRECIS với số liệu đầu vào là CNRM-CM5 cho thấy, hình thể cơ bản là lượng mưa mùa hè trong tương lai giảm so với thời kỳ cơ sở theo kịch bản RCP4.5. Tuy nhiên, theo kịch bản RCP8.5, hình thể cơ bản là lượng mưa trong mùa gió mùa hè tăng so với thời kỳ cơ sở ở phía Bắc; giảm so với thời kỳ cơ sở ở phía Nam. Biến động nội mùa của lượng mưa trong mùa gió mùa hè theo kịch bản RCP4.5 và RCP8.5 không có sự tương đồng về pha rõ ràng với biến động nội mùa của đổi gió tây mực 850 hPa. Tuy nhiên, sự tăng/giảm của lượng mưa mùa hè trong các dự tính này có quan hệ gần gũi với biến đổi hoàn lưu quy mô lớn. Trong đó, hình thể lượng mưa giảm vào giữa và cuối thế kỷ 21 theo kịch bản RCP4.5, có liên quan đến hình thành xoáy nghịch quy mô lớn do chênh lệch hoàn lưu gió mực 850 hPa trong tương lai so với thời kỳ cơ sở. Xoáy nghịch hình thành do chênh lệch hoàn lưu, khiến giảm hội tụ ẩm trong tương lai, khiến lượng mưa giảm so với thời kỳ cơ sở. Đối với

kịch bản RCP8.5, chênh lệch hoàn lưu gió mực 850 hPa vào giữa thế kỷ 21 so với thời kỳ cơ sở hình thành một xoáy thuận quy mô lớn có tâm ở khu vực đảo Hải Nam, được cho là nguyên nhân chính làm tăng cường hội tụ ẩm khiến lượng mưa trong tương lai gia tăng so với thời kỳ cơ sở ở phía Bắc. Đến cuối thế kỷ 21, hoàn lưu gió mực 850 hPa giảm so với thời kỳ cơ sở ở khu vực Bắc Bộ - Bắc Trung Bộ, hiệu ứng Foehn giảm khiến lượng mưa gia tăng.

Lượng mưa trong mùa gió mùa hè ở khu vực Việt Nam luôn có những diễn biến rất phức tạp và chịu sự chi phối bởi các nhân tố hoàn lưu, địa phương. Do vậy, các kết quả về dự tính biến đổi lượng mưa trong nghiên cứu này còn nhiều điểm chưa chắc chắn và chưa được giải thích một cách rõ ràng về mặt cơ chế động lực. Do vậy, các nghiên cứu tiếp theo, chúng tôi sẽ đưa ra các đánh giá sâu hơn để giải thích về mặt cơ chế động lực tác động đến biến đổi lượng mưa trong mùa gió mùa hè được mô phỏng và dự tính bằng mô hình PRECIS.

Lời cảm ơn

Nghiên cứu này được sự hỗ trợ của đề tài TNMT.05.36 thuộc Chương trình TNMT.05/10 - 15. Số liệu kịch bản được dự án “Cập nhật kịch bản biến đổi khí hậu, nước biển dâng cho Việt Nam” do Viện Khoa học Khí tượng Thủy văn và Biến đổi khí hậu cung cấp.

Tài liệu tham khảo

- [1] Wang B, LinHo. 2002. Rainy season of the Asian-Pacific summer monsoon. *Journal of Climate* 15: 386 - 398.
- [2] Nguyễn Đức Ngữ, Nguyễn Trọng Hiệu, 2004. Khí hậu và Tài nguyên Khí hậu Việt Nam, Nxb Nông nghiệp, 2004.
- [3] Nguyễn Minh Trường và cs, 2012. Đặc điểm hoàn lưu và thời tiết thời kỳ bùng nổ gió mùa hè trên khu vực Việt Nam. Báo cáo tổng kết đề tài cấp ĐHQG Hà Nội.

- [4] IPCC, 2013: IPCC fifth assessment report: climate change 2013 - The physical science basis. Cambridge University Press, Cambridge, UK, 1535 pp.
- [5] Nguyễn Đăng Mậu, Nguyễn Văn Thắng, Mai Văn Khiêm, Lưu Nhật Linh, Nguyễn Trọng Hiệu, 2015. Nghiên cứu chỉ số gió mùa hè cho khu vực Việt Nam. Tạp chí KTTV số tháng 3/2015.
- [6] Nguyễn Đăng Mậu, Nguyễn Văn Thắng, Mai Văn Khiêm, 2016. Hoàn lưu gió mực 850 hPa ở Việt Nam trong mùa gió mùa hè. Tạp chí KTTV số tháng 6/2016.
- [7] Viện Khoa học Khí tượng Thủy văn và Biến đổi khí hậu, 2016: Cập nhật kịch bản biến đổi khí hậu, nước biển dâng cho Việt Nam. BCTK Dự án cấp Bộ, Hà Nội, 2016.
- [8] Nguyễn Văn Hiệp và cs, 2015. Nghiên cứu luận cứ khoa học cập nhật kịch bản biến đổi khí hậu và nước biển dâng cho Việt Nam. BCTK đề tài KHCN cấp Nhà nước thuộc Chương trình KHCN - BDKH/11-15.

Changes in Rainfall During the Summer Monsoon over Vietnam Projected by PRECIS Model

Nguyen Dang Mau, Nguyen Van Thang, Mai Van Khiem

*Vietnam Institute of Meteorology, Hydrology and Climate change,
23/62 Nguyen Chi Thanh, Dong Da, Hanoi*

Abstract: In this paper, we present the results of changes in rainfall during the summer monsoon over Vietnam projected by PRECIS model under the RCP4.5 and RCP8.5 scenarios. In particular, the PRECIS model was driven by the CNRM-CM5 (PRECIS/CNRM-CM5) and GFDL-CM3 (PRECIS/GFDL-CM3) for baseline simulation (1986-2005) and future projection (2046-2065 and 2080-2099). The results showed that the variability of rainfall during the summer monsoon season is expected to be in a large range of PRECIS's projections. Inter-seasonal variability of summer rainfall over Vietnam in the future according to the projections is very clear. Under the PRECIS/GFDL-CM3's projection, the inter-seasonal variability of summer rainfall is quite close to inter-seasonal variability of 850 hPa zonal wind; in other way, this variability of zonal wind is the variability of summer monsoon over Vietnam. However, under the PRECIS/CNRM-CM5 the relationship of summer rainfall with 850 hPa zonal wind is not really clear. This results suggests that, the PRECIS/GFDL-CM3 projected summer rainfall depends on the summer monsoon circulation clearer than projection of PRECIS/CNRM-CM5. The PRECIS/CNRM-CM showed that, the changes in summer rainfall associated with the formation of anticyclonic/cyclonic circulation occurred by changes in future 850 hPa winds with the baseline 850 hPa winds. The PRECIS/GFDL-CM3's projections showed the major patterns of increase in rainfall in the mid and end-21st century compared with the baseline under both RCP4.5 and RCP8.5 scenarios. However, in the PRECIS/CNRM-CM5's projections, the increase in summer rainfall patterns only showed under RCP4.5 scenario; under RCP8.5 scenario, the increase in rainfall showed over the northern areas of Vietnam and decrease trend over the southern areas.

Keywords: 850 hPa zonal wind, 850 hPa winds, summer rainfall.