

**TẠP CHÍ**

# **KHÍ TƯỢNG THỦY VĂN**

**Vietnam Journal of Hydro - Meteorology**

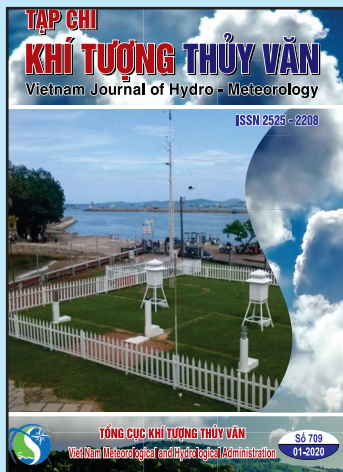
**ISSN 2525 - 2208**



**TỔNG CỤC KHÍ TƯỢNG THỦY VĂN**  
**Viet Nam Meteorological and Hydrological Administration**

**Số 709**

**01-2020**



**Q. TỔNG BIÊN TẬP**  
**TS. Bạch Quang Dũng**

**Thư ký - Biên tập**  
**TS. Đoàn Quang Trí**

**Trị sự và Phát hành**  
**Đặng Quốc Khánh**

- |                              |                             |
|------------------------------|-----------------------------|
| 1. GS. TS. Trần Hồng Thái    | 14. TS. Đoàn Quang Trí      |
| 2. GS. TS. Trần Thục         | 15. PGS. TS. Mai Văn Khiêm  |
| 3. GS. TS. Mai Trọng Nhuận   | 16. PGS. TS. Nguyễn Bá Thủy |
| 4. GS. TS. Phan Văn Tân      | 17. TS. Tống Ngọc Thanh     |
| 5. GS. TS. Nguyễn Kỳ Phùng   | 18. TS. Đinh Thái Hưng      |
| 6. GS. TS. Phan Đình Tuấn    | 19. TS. Võ Văn Hòa          |
| 7. GS. TS. Nguyễn Kim Lợi    | 20. GS. TS. Kazuo Saito     |
| 8. PGS. TS. Nguyễn Thanh Sơn | 21. GS. TS. Jun Matsumoto   |
| 9. PGS. TS. Nguyễn Văn Thắng | 22. GS. TS. Jaecheol Nam    |
| 10. PGS. TS. Dương Văn Khảm  | 23. TS. Keunyong Song       |
| 11. PGS. TS. Dương Hồng Sơn  | 24. TS. Lars Robert Hole    |
| 12. TS. Hoàng Đức Cường      | 25. TS. Sooyoul Kim         |
| 13. TS. Bạch Quang Dũng      |                             |

### **Giấy phép xuất bản**

Số: 225/GP-BTTTT - Bộ Thông tin Truyền  
thông cấp ngày 08/6/2015

### **Tòa soạn**

Số 8 Pháo Đài Láng, Đống Đa, Hà Nội  
Điện thoại: 04.39364963; Fax: 04.39362711  
Email: tapchikttv@yahoo.com

### **Chế bản và In tại:**

**Công ty TNHH Mỹ thuật Thiên Hà**  
ĐT: 04.3990.3769 - 0912.565.222

**Ảnh bìa: Trạm Quan trắc Khí tượng bề mặt Phú  
Quốc**

Giá bán: 25.000 đồng

**TẠP CHÍ KHÍ TƯỢNG THỦY VĂN**  
**SỐ 709 - 1/2020**

## **MỤC LỤC**

### **Bài báo khoa học**

- 1 Nguyễn Bình Phong, Nguyễn Tiến Mạnh, Nguyễn Xuân Anh, Phạm Lê Khương, Nguyễn Đức Nam, Phạm Xuân Thành, Nguyễn Văn Hiệp:** Ứng dụng ban đầu hóa xoáy mô phỏng và nghiên cứu cấu trúc bão MUJIGAE (2015) khi gần bờ và đổ bộ
- 13 Nguyễn Thu Hiền:** Đánh giá ảnh hưởng của xâm nhập mặn đến hạ lưu sông Cả trong bối cảnh biến đổi khí hậu
- 25 Trần Đình Linh, Phạm Minh Tiến, Chu Thị Thu Hương:** Đặc điểm hoạt động trong năm của áp thấp ALEUT
- 33 Lê Ngọc Tuấn, Nguyễn Văn Tín, Trần Tuấn Hoàng, Phạm Thanh Long, Nguyễn Kỳ Phùng:** Xây dựng kịch bản biến đổi lượng mưa tại khu vực tỉnh Tây Ninh trong bối cảnh biến đổi khí hậu
- 43 Hoàng Anh Huy, Đỗ Bình Dương:** Nghiên cứu xây dựng mô hình trồng rau thích nghi với hạn hán tại vùng cát khô hạn hoang mạc, thử nghiệm với cây hành trên địa bàn tỉnh Ninh Thuận
- 51 Nguyễn Tiến Kiên:** Nghiên cứu ứng dụng số liệu mưa vệ tinh mô phỏng lũ khu vực trung lưu sông Mã
- 63 Ngô Văn Mạnh, Nguyễn Thị Hiền, Nguyễn Xuân Hoài, Đặng Văn Nam, Nguyễn Việt Huy:** Nâng cao hiệu năng của Deep Learning trong hệ thống tính toán hiệu năng cao Cray-XC40
- 71 Tóm tắt tình hình thủy văn và môi trường tháng 12 năm 2019 - Trung tâm Dự báo khí tượng thủy văn quốc gia**

# ỨNG DỤNG BAN ĐẦU HÓA XOÁY MÔ PHÒNG VÀ NGHIÊN CỨU CẤU TRÚC BÃO MUJIGAE (2015) KHI GẦN BỜ VÀ ĐỔ BỘ

Nguyễn Bình Phong<sup>1,2</sup>, Nguyễn Tiên Mạnh<sup>1</sup>, Nguyễn Xuân Anh<sup>1</sup>  
Phạm Lê Khương<sup>1</sup>, Nguyễn Đức Nam<sup>1</sup>, Phạm Xuân Thành<sup>1</sup>, Nguyễn Văn Hiệp<sup>1</sup>

**Tóm tắt:** Bài báo này ứng dụng sơ đồ ban đầu hóa xoáy động lực với mô hình WRF (Weather Research Forecasting) nghiên cứu ảnh hưởng của địa hình và gió mùa đông bắc tới cấu trúc bão Mujigae (2015). Kết quả cho thấy ban đầu hóa xoáy đã cải thiện đáng kể chất lượng điều kiện ban đầu với kích thước mắt bão và vùng mây trong bão tại thời điểm ban đầu phù hợp với quan trắc. Điều kiện ban đầu được cải thiện giúp mô hình mô phỏng quỹ đạo phù hợp với quan trắc hơn. Phân tích sản phẩm mô hình chạy với ban đầu hóa xoáy cho thấy cấu trúc hoàn lưu bão Mujigae có tính phi đối xứng mạnh với mây và gió mạnh tập trung phía đông và phía bắc của tâm bão. Điểm đặc biệt thường trong cấu trúc trường gió khi bão Mujigae đổ bộ là phần trên đất liền phía bắc tâm bão nơi chịu ma sát mạnh của đất liền lại có gió mạnh hơn phần trên biển nơi có ảnh hưởng ma sát yếu. Sự bất thường này có thể do gió phần phía bắc cơn bão được tăng cường bởi gió gradient mạnh khi có sự hoạt động của áp cao lạnh lục địa.

**Từ khóa:** Ban đầu hóa xoáy, Bão, WRF.

Ban Biên tập nhận bài: 12/11/2019 Ngày phản biện xong: 28/12/2019 Ngày đăng bài: 25/01/2020

## 1. Giới thiệu

Bão là một trong những hiện tượng thời tiết nguy hiểm, không chỉ gây ra những thiệt hại to lớn về kinh tế - xã hội mà còn đe dọa tính mạng của con người. Theo số liệu thống kê nhiều năm thì trung bình hàng năm có khoảng 5 - 6 cơn bão và 2 - 3 áp thấp nhiệt đới (ATNĐ) ảnh hưởng đến Việt Nam (<http://www.kttvqg.gov.vn>). Trong những năm gần đây, cường độ và quỹ đạo của bão ngày càng có diễn biến phức tạp, gây khó khăn cho công tác dự báo, đồng thời cũng gây ra thiệt hại khó lường. Vì vậy, nhằm giảm thiểu hậu quả do bão gây ra, công tác dự báo bão đang được quan tâm tại nhiều quốc gia trên thế giới, trong đó có Việt Nam.

Như chúng ta đã biết, sự hình thành và phát triển của bão thường diễn ra trên biển, nơi mà

nguồn số liệu quan trắc vô cùng thưa thớt. Hơn nữa, điều kiện ban đầu của các mô hình khu vực được nội suy từ phân tích toàn cầu có độ phân giải tương đối thô, điều đó có thể dẫn đến sự khác biệt lớn về cường độ cũng như là đặc điểm vật lý giữa xoáy ban đầu trong mô hình khu vực và mô hình toàn cầu. Ngoài ra, xoáy ban đầu từ phân tích toàn cầu thường có cường độ quá yếu hoặc quá mạnh so với thực tế, đây là một trong những nguyên nhân dẫn đến những sai số trong quá trình khởi tạo Kurihara và cộng sự (1993) [10].

Ban đầu hóa xoáy là kỹ thuật xây dựng một xoáy giả có cấu trúc và cường độ gần với xoáy bão thực, có vị trí trùng với vị trí xoáy bão quan trắc để thay thế xoáy có độ phân giải thấp từ phân tích toàn cầu Mathur (1991) [13], Kurihara và cộng sự (1993) [11] nhằm cải thiện điều kiện ban đầu cho các mô hình số. Mathur (1991) [13] sử dụng hàm phân tích thực nghiệm cho cấu trúc gió từ bề mặt tới các mực trên cao cho quá trình ban đầu hóa, kết quả cho thấy sự cải thiện đáng kể trong điều kiện ban đầu của bão.

<sup>1</sup>Viện Vật lý địa cầu, Viện Hàn lâm Khoa học và Công nghệ Việt Nam

<sup>2</sup>Trường Đại học Tài nguyên và Môi trường Hà Nội

Email: [hiepwork@gmail.com](mailto:hiepwork@gmail.com)

Ngoài ra, quá trình ban đầu hóa xoáy trong mô hình số cũng đã góp phần cải thiện được mô phỏng và dự báo cường độ, quỹ đạo bão. Kwon và Cheong (2010) [12] đã đưa ra phương pháp ban đầu hóa xoáy với xoáy giả ba chiều lý tưởng từ dữ liệu thực nghiệm và dữ liệu phân tích. Nghiên cứu đã chỉ ra rằng ban đầu hóa xoáy đã cải thiện được đáng kể dự báo cường độ lẫn quỹ đạo bão so với trường hợp không có ban đầu hóa. Chou và cộng sự (2010) [9], Pu và cộng sự (2002) [16] đồng hóa dữ liệu giáng thủy bề mặt TRMM cho siêu bão Paka (1997) bằng mô hình MM5. Kết quả nghiên cứu cho thấy, đồng hóa dữ liệu góp phần cải thiện cường độ, cấu trúc động học và lượng mưa trong bão. Đồng thời cường độ và quỹ đạo dự báo cũng được cải thiện đáng kể. Wu và Chou (2008) [8] tiến hành ban đầu hóa xoáy bằng cách sử dụng kỹ thuật đồng hóa dữ liệu thám sát gió (dropwindsonde) cũng cho thấy những cải thiện về dự báo cường độ và quỹ đạo bão.

Tại Việt Nam, một số nghiên cứu về ban đầu hóa xoáy đã được thực hiện nhằm cải thiện chất lượng dự báo của mô hình. Bùi Hoàng Hải và Phan Văn Tân (2002) [1] khảo sát ảnh hưởng quá trình ban đầu hóa tới quỹ đạo dự báo bằng việc chạy mô hình WBAR cho 3 cơn bão Durian (2001), Kajiki (2001), Wukong (2000). Kết quả cho thấy ban đầu hóa xoáy đã góp phần làm giảm sai số vị trí của quỹ đạo dự báo. Phan Văn Tân và Nguyễn Lê Dũng (2008) [15] đã xây dựng xoáy nhân tạo bằng cách đồng hóa số liệu quan trắc giả từ mô-đun đồng hóa dữ liệu biến phân ba chiều 3D-VAR trong mô hình WRF thử nghiệm dự báo đối với 10 cơn bão hoạt động trên khu vực biển Đông trong khoảng thời gian từ 2006-2008. Kết quả nghiên cứu cho thấy, việc sử dụng bộ số liệu “giả” đã cải thiện đáng kể chất lượng dự báo quỹ đạo bão, nhất là đối với các cơn bão mạnh. Trần Tân Tiến và Lê Thị Hồng Vân (2009) [17] nghiên cứu sự ảnh hưởng của các yếu tố cấu thành xoáy nhân tạo trong đồng hóa số liệu xoáy giả bằng mô hình WRF đối với cơn bão Lekima đã nhận định rằng vai trò của ban đầu hóa xoáy là quan trọng trong cải thiện chất

lượng dự báo bão, đặc biệt là về cường độ. Du Đức Tiến và cộng sự (2016) [3] đã sử dụng đồng thời thông tin quan trắc gió tại các mực trên cao tính toán từ sự dịch chuyển của mây do Trường đại học Wisconsin, Hoa Kỳ cung cấp để xây dựng mô hình xoáy ba chiều đầy đủ bằng phương pháp đồng hóa tổ hợp lọc Kalman (LetKF) cho mô hình WRF-ARW. Nghiên cứu được thực hiện thử nghiệm trên cơn bão Usagi (2013) hoạt động trên khu vực Tây Bắc Thái Bình Dương. Kết quả cho thấy việc đưa thông tin quan trắc vào góp phần tăng cường chất lượng dữ báo quỹ đạo được cải thiện tại hầu hết các hạn dự báo.

Các nghiên cứu trước đây cho thấy ban đầu hóa xoáy có nhiều ưu điểm vượt trội so với trường hợp không có ban đầu hóa. Câu hỏi đặt ra là, nếu với ban đầu hóa xoáy động lực, mô hình WRF có thể dự báo được tốt quỹ đạo và cấu trúc, sản phẩm mô hình có thể sử dụng để nghiên cứu ảnh hưởng của địa hình và hoàn lưu quy mô lớn tới cấu trúc bão Mujigae (2015). Xuất phát từ thực tế trên, bài báo này sẽ sử dụng mô hình WRF với ban đầu hóa xoáy động lực để nghiên cứu cấu bão Mujigae (2015) giai đoạn bão gần bờ và đổ bộ. Phần tiếp theo của bài báo mô tả số liệu và phương pháp nghiên cứu ở Mục 2. Mục 3 là Kết quả. Cuối cùng phần kết luận ở Mục 4.

## 2. Số liệu và phương pháp nghiên cứu

### 2.1 Số liệu

Trong nghiên cứu này, bộ số liệu chỉ thị của bão (besttrack) cung cấp bởi của Cơ quan Khí tượng Nhật Bản (JMA) và của Trung tâm cảnh báo bão Hoa Kỳ (JTWC) được sử dụng làm số đầu vào cho chương trình ban đầu hóa xoáy. Số liệu besttrack bao gồm: khu vực bão hình thành, vị trí tâm bão (vĩ độ và kinh độ) và cường độ (tốc độ gió mạnh nhất, khí áp mực biển thấp nhất cách nhau 6 giờ. Số liệu trường ban đầu và điều kiện biên phụ thuộc thời gian được lấy từ sản phẩm phân tích FNL của Trung tâm Dự báo Môi trường Hoa Kỳ (NCEP).

### 2.2 Phương pháp nghiên cứu

#### a) Phương pháp ban đầu hóa xoáy động lực

Nghiên cứu này ứng dụng phương pháp ban đầu hóa xoáy động lực NC2011 của nhóm tác

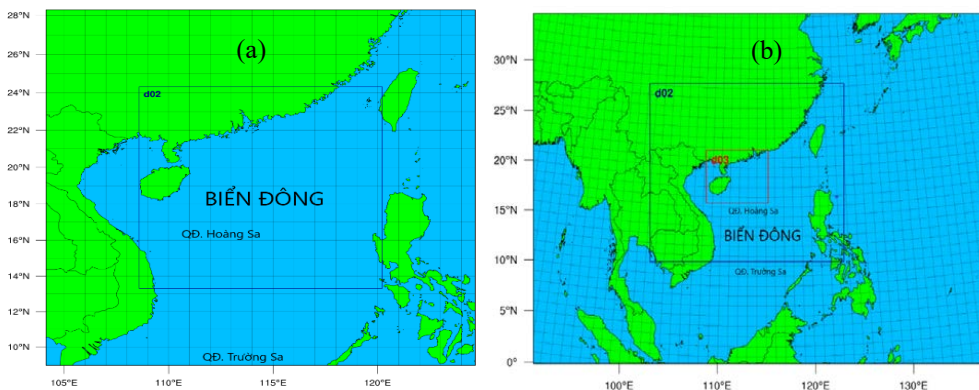
giả Nguyễn Văn Hiệp và Yi-Leng Chen (2011) [5] để tạo một trường ban đầu cho mô hình WRF nhằm thử nghiệm dự báo cường độ cơn bão Mujigae năm 2015. Đây là phương pháp ban đầu hóa thông qua kỹ thuật chạy lặp nhằm tạo điều kiện ban đầu độ phân giải cao cho mô hình số. Xoáy bão được tạo ra có cấu trúc phi đối xứng ba chiều phù hợp động lực với điều kiện môi trường bão Nguyen và Chen (2011) [7]. Cường độ, kích thước và vị trí bão phù hợp với thực tế. Chương trình ban đầu hóa xoáy động lực NC2011 được xây dựng với hai giả thiết được sử dụng: thứ nhất là trong khoảng thời gian ngắn (dưới 1 giờ) XTND di chuyển nhưng cấu trúc của nó thay đổi không đáng kể; thứ hai là cấu trúc của XTND được không chế bởi trường môi trường bão. Trên cơ sở đó, sơ đồ NC2011 xây dựng có các đặc điểm cơ bản như: Sử dụng dữ liệu dự báo toàn cầu làm là điều kiện ban đầu cho quá trình khởi tạo xoáy thông qua khoảng 60-80 vòng lặp với thời gian tích phân mỗi vòng lặp là 1 giờ. Sau mỗi vòng lặp, xoáy từ vòng lặp trước đó được tách ra và sử dụng làm xoáy ban đầu cho vòng lặp tiếp trong khi trường môi trường được giữ

không đổi [5].

*b) Thiết kế thí nghiệm*

Trong nghiên cứu này sử dụng mô hình Nghiên cứu và Dự báo thời tiết WRF (*Weather Research and Forecast*) của Hoa Kỳ. Đây là mô hình được phát triển từ những đặc tính ưu việt nhất của mô hình MM5 với sự cộng tác của nhiều cơ quan tổ chức lớn trên thế giới. Hiện nay, mô hình WRF đang được sử dụng rộng rãi trong dự báo thời tiết nghiệp vụ cũng như trong nghiên cứu ở nhiều quốc gia trên thế giới.

Các lựa chọn vật lý của mô hình tương tự như Nguyen and Chen (2011) [7]. Miền tính được sử dụng để chạy ban đầu hóa xoáy và mô phỏng bao gồm 2 lưới lồng ghép nhau với độ phân giải lần lượt là 18km và 6km. Trong đó, kích thước miền tính sử dụng chạy ban đầu hóa lần lượt là 121x121, 205x205 điểm lưới. Miền tính chạy mô phỏng có kích thước lớn hơn, 301x221 và 385x337 điểm lưới, để có thể tính toán được ảnh hưởng của các hình thái thời tiết không chế khu vực (Hình 1). Cần chú ý rằng, trong phương pháp NC2011, vị trí các miền tính tại mỗi thời điểm mô phỏng được xác định tự động theo tâm bão.



Hình 1. Miền tính sử dụng trong quá trình chạy ban đầu hóa xoáy (a) và mô phỏng (b)

**3. Kết quả**

**3.1 Điều kiện hình thành và hoạt động bão Mujigae**

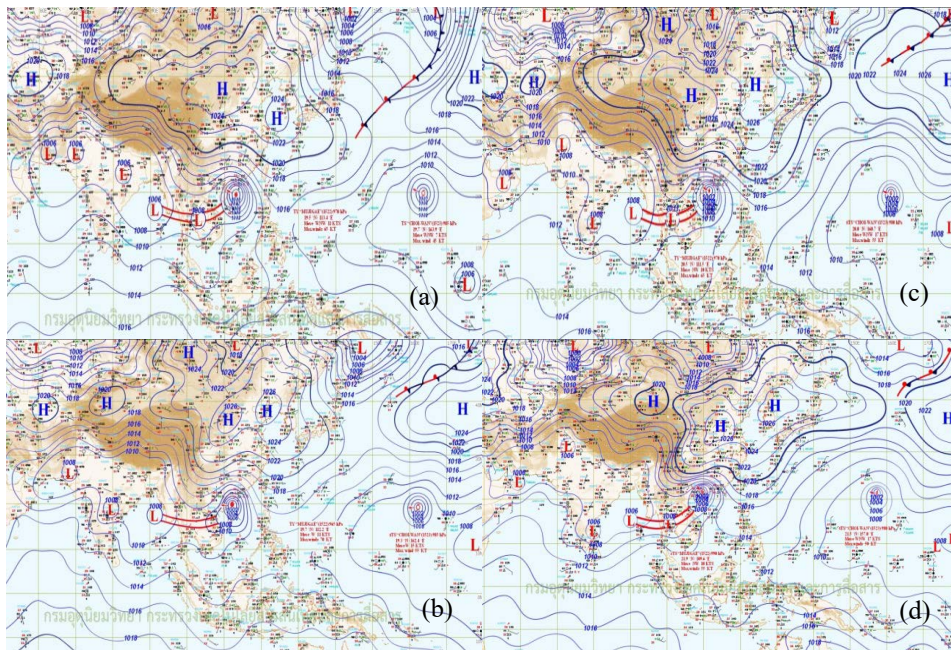
Bão Mujigae hay còn gọi là cơn bão số 4 năm 2015 được hình thành từ một vùng áp thấp nhiệt đới trên vùng biển phía đông quần đảo Phi-lip-pin. Theo Cơ quan Khí tượng Nhật Bản, vào 18 giờ ngày 30/9/2015, cách 160km về phía đông hòn đảo Samar Phi-lip-pin tồn tại một trung tâm áp thấp. Sau 12 giờ vùng thấp này di chuyển theo

hướng tây-tây bắc và mạnh lên thành một áp thấp nhiệt đới. Tới thời điểm 12 giờ ngày 01/10/2015, áp thấp nhiệt đới mạnh lên thành bão và được đặt tên là Mujigae. Đến thời điểm 04 giờ ngày 02/10/2015, bão Mujigae đổ bộ lần thứ nhất vào tỉnh Aurora của Phi-lip-pin, vị trí tâm bão ở khoảng 16,1 độ vĩ Bắc và 121 độ kinh đông và giảm cấp thành một áp thấp nhiệt đới.

Sau khi rời khỏi quần đảo Phi-lip-pin vào khu vực biển Đông, nơi có độ đứt gió yếu và nhiệt

độ bề mặt nước biển cao góp phần tạo điều kiện cho áp thấp mạnh lên thành bão. Trong 24 giờ tiếp theo, bão tiếp tục di chuyển theo hướng tây bắc về phía tây Quảng Đông - Trung Quốc. Đến thời điểm 00 giờ ngày 04/10/2015 khi cách Hồng Kông khoảng 350km về phía nam tây

nam, cường độ của bão mạnh lên đột ngột với vận tốc gió cực đại tại tâm lên tới trên 50m.s-1 và đổ bộ lần thứ hai vào Trạm Giang, Trung Quốc vào thời điểm 06Z ngày 04/11/2015, sau đó tan giã vào khoảng 00Z ngày 05/10/2015.



Hình 2. Hình thể synop trong thời gian bão Mujigae hoạt động (a) 12Z 03/10, (b) 18Z 03/10, (c) 00Z 04/2015 và (d) 12Z 04/10/2015 (nguồn: www.tmd.go.th)

Về hình thể synop, tại thời điểm 12UTC ngày 03 tháng 10 năm 2015, khu vực phía Bắc Việt Nam chịu tác động của áp cao lạnh lục địa lệch đông có cường độ yếu, bão Mujigae nằm trên một rãnh thấp đi qua Biển Đông và Ấn Độ Dương. Đến thời điểm 12UTC ngày 04 tháng 10 năm 2015, khu vực phía bắc của bão tiếp tục chịu tác động của áp cao lạnh lục địa lệch đông có cường độ tăng dần cho tới khi bão Mujigae đổ bộ vào bán đảo Lôi Châu với cường độ khá mạnh khi đi vào đất liền (Hình 2).

### 3.2 Vai trò của ban đầu hóa xoáy động lực

Kỹ thuật ban đầu hóa xoáy được trình bày trong phần 2 được kết hợp với mô hình WRF phiên bản 3.7. Trong phần này trình bày kết quả mô phỏng hạn 24 giờ bão Mujigae (2015) với thời điểm ban đầu lúc 06Z ngày 03/10/2015. Đây là thời điểm 24 giờ trước khi bão đổ bộ vào đất liền khu vực bán đảo Nam Trung Quốc. Hai thí nghiệm được thực hiện bao gồm: (1) điều kiện

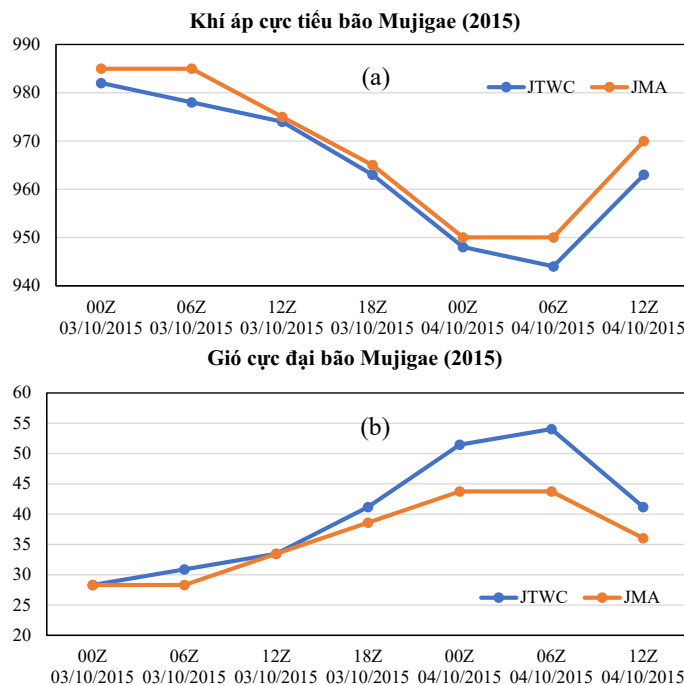
ban đầu được lấy thuận tủy từ phân tích toàn cầu FNL của NCEP (CTRL) và (2) điều kiện ban đầu được cập nhật với sơ đồ ban đầu hóa xoáy NC2011 (Bogus).

Trong giả thiết xây dựng sơ đồ ban đầu hóa xoáy động lực của NC2011 của Nguyễn Văn Hiệp và Yi-Leng Chen (2011) [5], một giả thiết mặc định là giá trị quan trắc vị trí và cường độ bão có chất lượng tốt. Trên cơ sở đó khi mô hình khởi tạo (spin-up), sau một số vòng lặp nhất định, cường độ xoáy bão mô hình sẽ tiến tới cường độ xoáy bão quan trắc, các biến trong mô hình cũng đạt trạng thái tựa cân bằng giữa các quá trình quy mô vừa trong xoáy bão với trường môi trường quy mô lớn. Do vậy, trước khi áp dụng sơ đồ NC2011, chất lượng cường độ xoáy bão quan trắc cần được xem xét. Hình 3 cho thấy sự sai khác lớn nhất trong số liệu besttrack đối với khí áp cực tiểu tại tâm bão Mujigae giữa hai trung tâm JMA và JTWC khoảng 5-8 hPa. Sai

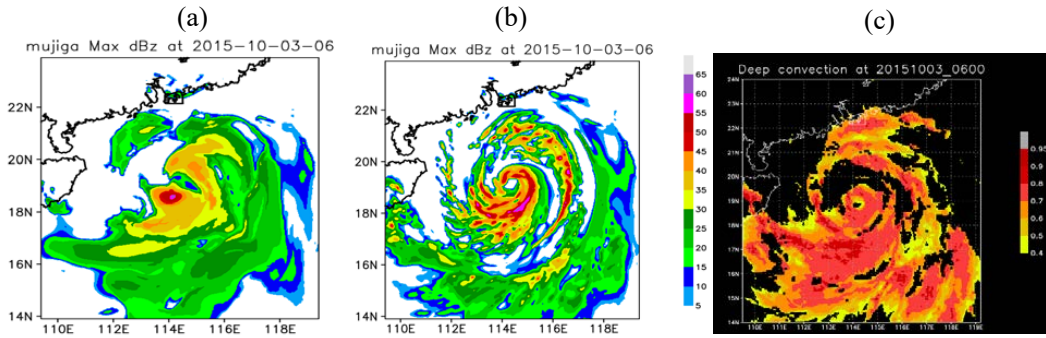
khác lớn nhất tại các thời điểm bão đang phát triển (trước 06Z ngày 03/10) và khi bão sát bờ và đổ bộ (sau 00Z ngày 4/10/2015) (Hình 3a). Sai khác với gió cực đại từ sau 00Z ngày 4/10/2015 là lớn. Sai khác lớn nhất vào 06Z ngày 4/10/2015 với giá trị tới 11 m s<sup>-1</sup> (Hình 3b). Độ lớn của sai khác này lớn hơn sai số trung bình dự báo cường độ hạn 24h của nhiều trung tâm lớn trên thế giới. Đây là một ví dụ điển hình về chất lượng số liệu số liệu quan trắc cường độ bão khi được xác định chủ yếu qua các công thức thực nghiệm từ các trường quan trắc vệ tinh. Ngoài một số cơn bão có số liệu thám sát mây bay, số liệu besttrack ước lượng từ số liệu vệ tinh hiện nay là nguồn số liệu chính sử dụng trong đánh giá chất lượng dự báo cường độ bão. Khi sử dụng số liệu này để hiệu chỉnh mô hình và đánh giá chất lượng dự báo, nếu chất lượng số liệu kiểm chứng không tốt sẽ dễ dẫn tới mất phương hướng trong nghiên cứu và dự báo cường độ bão. Mức độ chưa chắc chắn cao trong số liệu quan trắc cường độ bão có thể là một trong những nguyên nhân quan trọng làm chất lượng dự báo cường độ bão không của cộng đồng khí tượng thế giới không có những biến chuyển đáng kể trong mấy chục năm gần đây.

Trong khuôn khổ bài báo này, do số liệu quan trắc cường độ bão Mujigae có mức độ chưa chắc chắn cao, khi áp dụng phương pháp đầu hóa xoáy động lực của NC2011 của Nguyễn Văn Hiệp và Yi-Leng Chen, chúng tôi không sử dụng tiêu chí nguyên gốc là so sánh sai khác cường độ để dừng quá trình khởi tạo. Thay vào đó, quá trình khởi tạo được dừng khi cấu trúc mây trong bão, cụ thể là cấu trúc trường độ phản hồi radar, có mức độ tương tự tương đối với cấu trúc mây đối lưu sâu trên ảnh mây vệ tinh Himawari 8.

Độ phản hồi vô tuyến của bão tại thời điểm ban đầu cho hai trường hợp trước và sau ban đầu hóa xoáy (Hình 3) cho thấy khi không ban đầu hóa xoáy, phản hồi vô tuyến mô phỏng (Hình 3a) không phù hợp với quan trắc vệ tinh. Sau ban đầu hóa xoáy (Hình 3b) hình dạng của bão khá tương đồng với ảnh mây vệ tinh (Hình 3c), đặc biệt vùng gần tâm bão. Cấu trúc phi đối xứng của bão thể hiện rõ trên số liệu vệ tinh và mô phỏng mô hình sau khi ban đầu hóa xoáy, với hai khu vực mây đối lưu sâu phát triển mạnh là phía nam và phía đông bắc mắt bão. Khu vực này có độ phản hồi tương đối cao, đạt từ 45-50dbz (Hình 3b), trùng với vùng có mây đối lưu sâu trên ảnh mây vệ tinh (Hình 3c).



Hình 3. Biến trình (a) khí áp cực tiểu (hPa) và (b) tốc độ gió cực đại (m.s<sup>-1</sup>) bão Mujigae (2015) từ nguồn JTWC (màu xanh) và JMA (màu đỏ)



Hình 4. Độ phản hồi vô tuyến tại thời điểm ban đầu 06Z ngày 03/10/2015 trường hợp (a) không ban đầu hóa xoáy, (b) có ban đầu hóa xoáy và (c) vùng đối lưu sâu xác định từ kênh thị phổ của vệ tinh Himawari 8 cùng thời điểm

Mặt cắt dọc vĩ tuyến qua tâm bão trên Hình 5 cho thấy gió cực đại trên trường phân tích (chưa có ban đầu hóa xoáy) là  $31\text{ m s}^{-1}$ , tương đương với số liệu JTWC nhưng mạnh hơn số liệu JMA. Khí áp cực tiểu phân tích chỉ đạt  $995\text{ hPa}$ , cao hơn nhiều so với giá trị của JMA là  $985\text{ hPa}$  và JTWC là  $978\text{ hPa}$  (Hình 5). Sau khi ban đầu hóa xoáy trường khí áp mực biển cực tiểu được khơi sâu và tốc độ gió cực đại được tăng cường. Khi mô hình tái tạo được cấu trúc mây phù hợp quan trắc vệ tinh (Hình 4), giá trị áp cực tiểu đạt  $972\text{ hPa}$ , gió cực đại đạt  $36\text{ m s}^{-1}$  (Hình 5).

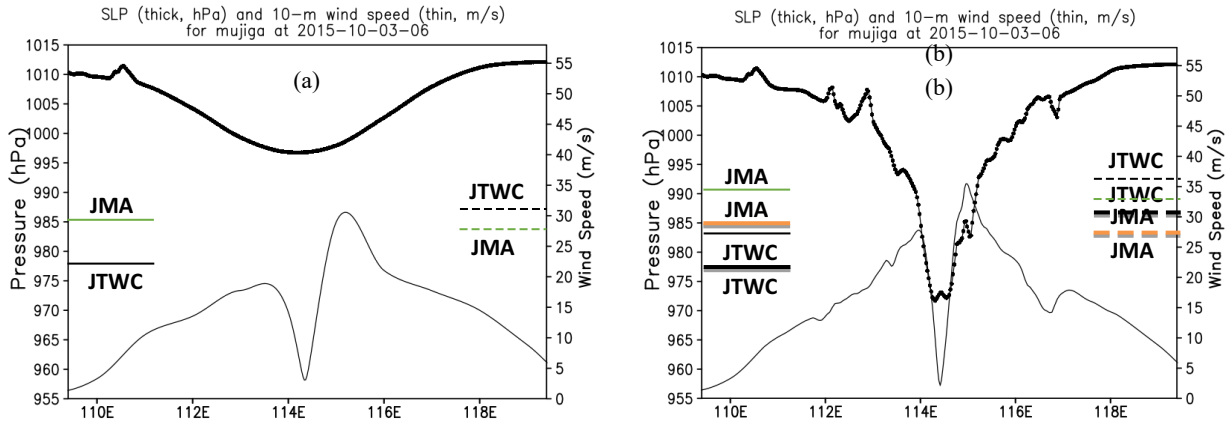
Để tiếp tục phân tích sự khác biệt giữa trường ban đầu trước và sau khi ban đầu hóa xoáy, mặt cắt vĩ hướng qua tâm bão đối với trường tốc độ gió ( $\text{m s}^{-1}$ ) và dị thường nhiệt độ (K) cho hai trường hợp không có ban đầu hóa xoáy và có ban đầu hóa xoáy được đưa ra trên Hình 5. Kết quả cho thấy dị thường nhiệt độ trong trường phân tích đạt cực đại khoảng  $6\text{-}8\text{ K}$  tại độ cao khoảng  $8\text{ km}$  (Hình 6a). Sau khi ban đầu hóa xoáy, dị thường nhiệt độ đạt cực đại ở độ cao khoảng  $10\text{ km}$  và giá trị tăng lên tới  $8\text{-}10\text{ K}$ . Sự tăng lên của dị thường nhiệt độ này phù hợp với cường độ bão tăng lên gần với giá trị cường độ quan trắc. Trên thực tế bão càng mạnh thì áp cực tiểu tại tâm giảm và dị thường nhiệt độ mực cao vùng

tâm bão tăng.

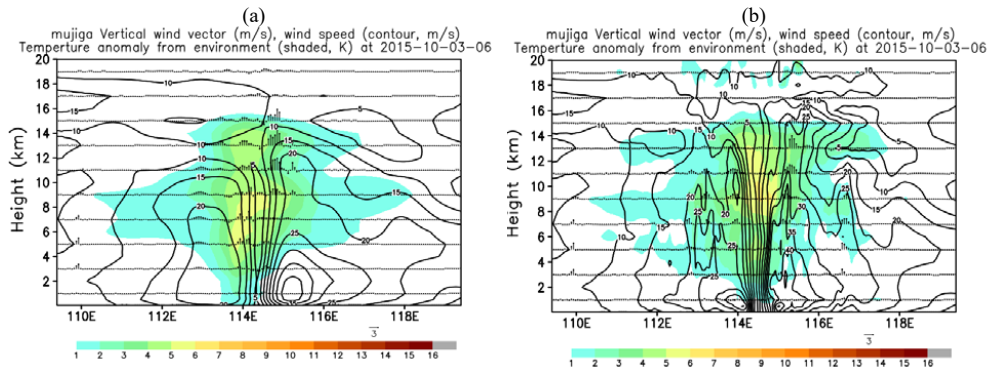
Hình 6 cũng cho thấy sau khi ban đầu hóa xoáy, phân bố cường độ gió vùng gần tâm bão cũng phù hợp hơn. Trong khi bán kính gió cực đại trên trường phân tích tới khoảng  $100\text{ km}$  (Hình 6a), bán kính này trên trường ban đầu hóa xoáy khoảng  $50\text{ km}$  (Hình 6b). Vận độ lớn bán kính gió cực đại trong trường sau khi ban đầu hóa xoáy phù hợp với thực tế hơn. Bán kính mắt bão thực tế ước lượng từ ảnh mây vệ tinh (Hình 4c) trong trường hợp này cũng khoảng  $50\text{ km}$ .

Với trường hợp bão Mujigae, không có sự khác biệt lớn đối với số liệu quan trắc quỹ đạo. Về chất lượng mô phỏng quỹ đạo, cả hai trường hợp có và không có ban đầu hóa xoáy đều cho kết quả mô phỏng khá tốt quỹ đạo bão. Mặc dù vậy, trừ thời điểm mô phỏng 24h ban đầu hóa xoáy cho kết quả quỹ đạo tốt hơn trường hợp không ban đầu hóa xoáy. Sau khi ban đầu hóa xoáy, sai số quỹ đạo của tất cả các hạn mô phỏng đều nhỏ hơn  $50\text{ km}$ . Với cấu trúc mây phù hợp với ảnh mây vệ tinh, vị trí mô phỏng gần như không sai khác với quan trắc, sản phẩm mô phỏng của mô hình có thể sử dụng để nghiên cứu sự biến đổi cấu trúc ba chiều của bão khi gần bờ và đổ bộ.

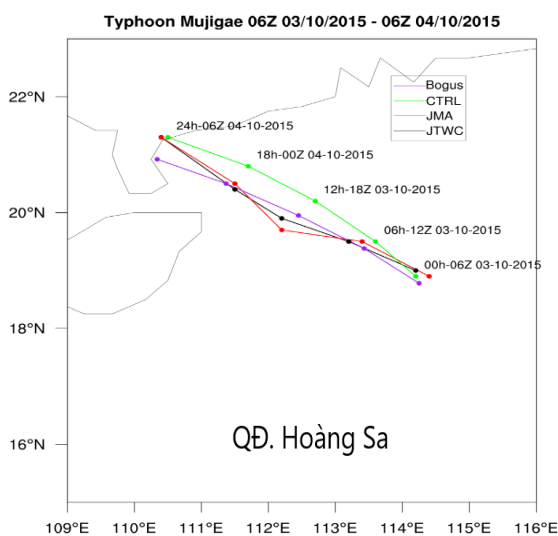




Hình 5. Mặt cắt vĩ hướng qua tâm bão trường gió mực 10 m (m.s-1) và khí áp mực mặt biển (hPa) bão Mujigae cho trường hợp (a) không có ban đầu hóa xoáy và (b) có ban đầu hóa xoáy. Các đường kẻ ngang đánh dấu giá trị quan trắc khí áp cực tiểu (gió cực đại) của JTWC và của JMA tại thời điểm 00Z ngày 03/10/2015



Hình 6. Mặt cắt vĩ hướng qua tâm bão trường tốc độ gió (m s-1) và dị thường nhiệt độ (K) bão Mujigae cho trường hợp (a) không có ban đầu hóa xoáy và (b) có ban đầu hóa xoáy



Hình 7. Quỹ đạo quan trắc bão Mujigae (2015) của JMA (đỏ), JTWC (đen) và mô phỏng với có ban đầu hóa xoáy (tím) và không ban đầu hóa xoáy (xanh)

### 3.2. Cấu trúc bão Mujigae (2015) khi gần bờ và đổ bộ

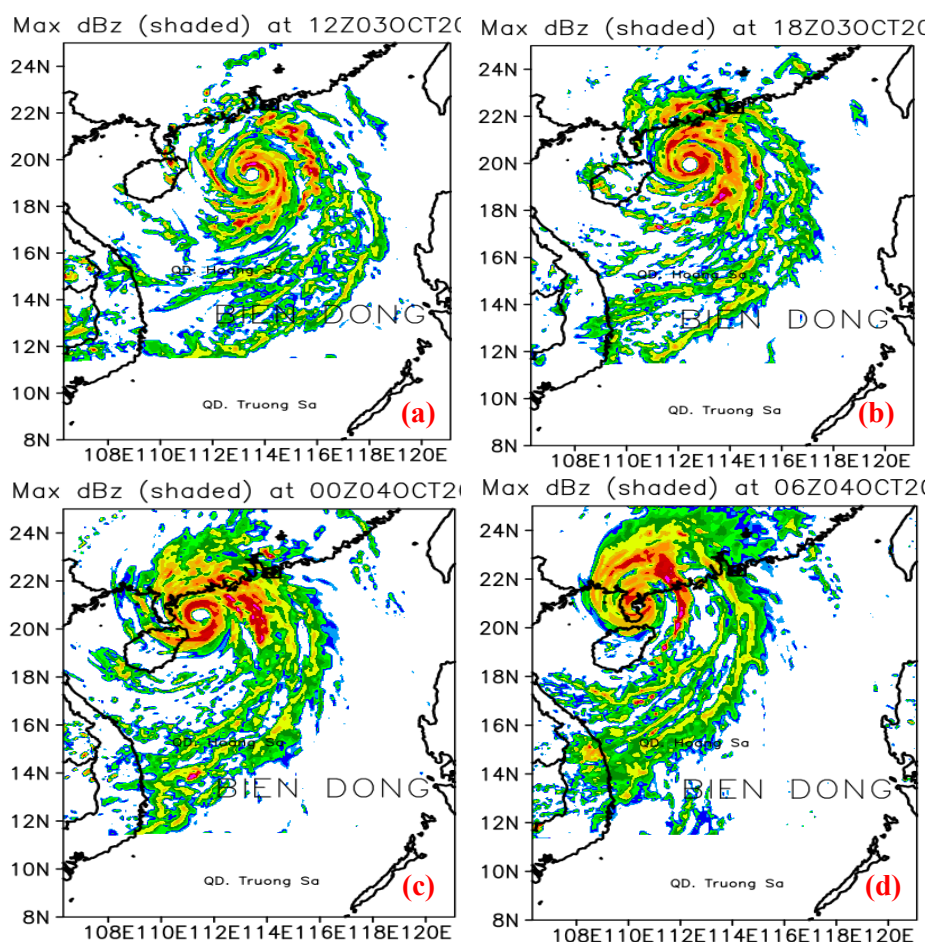
Trên cơ sở mô phỏng tốt quỹ đạo và cấu trúc mây, sản phẩm mô hình chạy với ban đầu hóa xoáy được sử dụng để đưa ra các nhận định về cấu trúc thẳng đứng của bão giai đoạn gần đảo bờ và đổ bộ. Hình 8 biểu diễn độ phản hồi vô tuyến mô phỏng 6 giờ một. Tại các thời điểm 12Z 03/10/2015, và 18Z 03/201/2015 khi tâm bão còn cách đất liền trên 100km, phân bố độ phản hồi radar vùng gần tâm bão khá đối xứng. Vùng xa tâm bão, đối lưu sâu chủ yếu phát triển khu vực trên biển phía nam và đông nam so với tâm bão. Khi bão đổ bộ, vùng 300 km từ tâm bão có tính phi đối xứng mạnh với vùng mây đối lưu sâu tập trung về phía bắc tâm bão (phía đất liền) có thể do tương tác hoàn lưu bão với địa hình và

đất liền nơi có ma sát lớn.

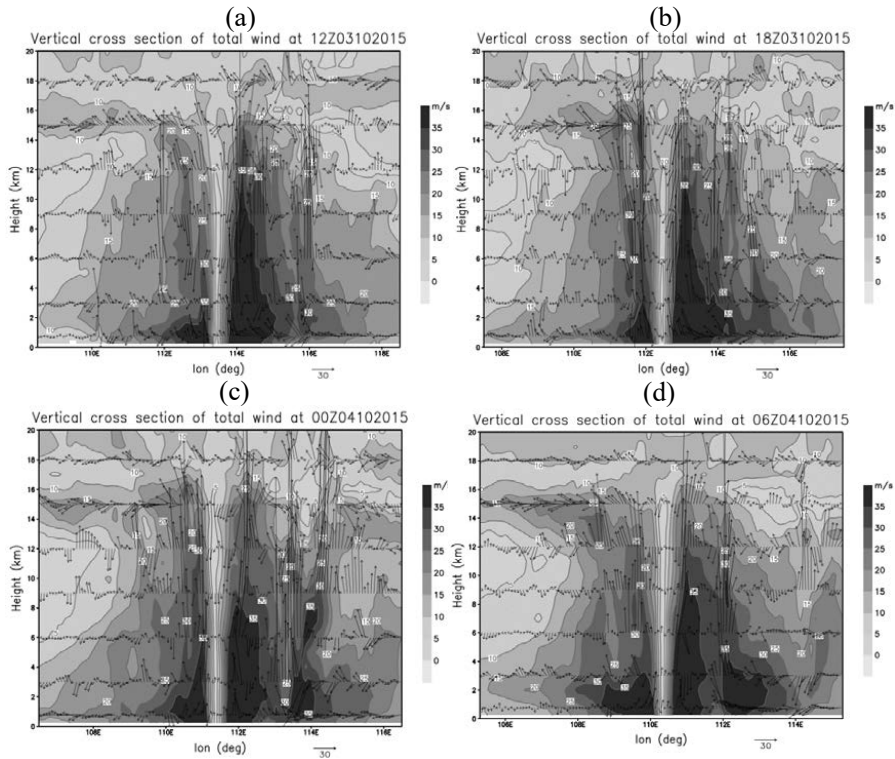
Để nghiên cứu cấu trúc của bão khi gần bờ, các Hình 9 và 10 mô tả mặt cắt thẳng đứng qua tâm bão tại các thời điểm tương ứng với trên Hình 8. Hình 9 cho thấy vùng bán kính khoảng 100km gần tâm bão, tốc độ gió mực thấp dưới 2km tương đối đối xứng. Ở trên cao (trên 2km) gió mạnh (tốc độ gió > 35m s<sup>-1</sup>) chủ yếu tập trung phía đông của tâm bão. Vùng xa hơn của tâm bão (bán kính từ 150 tới 400km), gió mạnh cũng chủ yếu tập trung ở phía đông của tâm bão (Hình 9). Vùng gió mạnh phía đông này có thể do các nguyên nhân chính như: (1) đối lưu khu vực này mạnh (Hình 8) giúp mang các phần tử khí có động năng lớn mực thấp lên cao hơn, (2) gió gradient tăng cường do tương tác giữa hoàn

lưu bão với cao lạnh lục địa phía bắc cơn bão và (3) của ma sát trên biển nhỏ. Cần chú ý rằng khi tâm bão mô phỏng bão đổ bộ vào 06Z 04/10/2015, phân phía đông của hoàn lưu bão vẫn nằm trên biển.

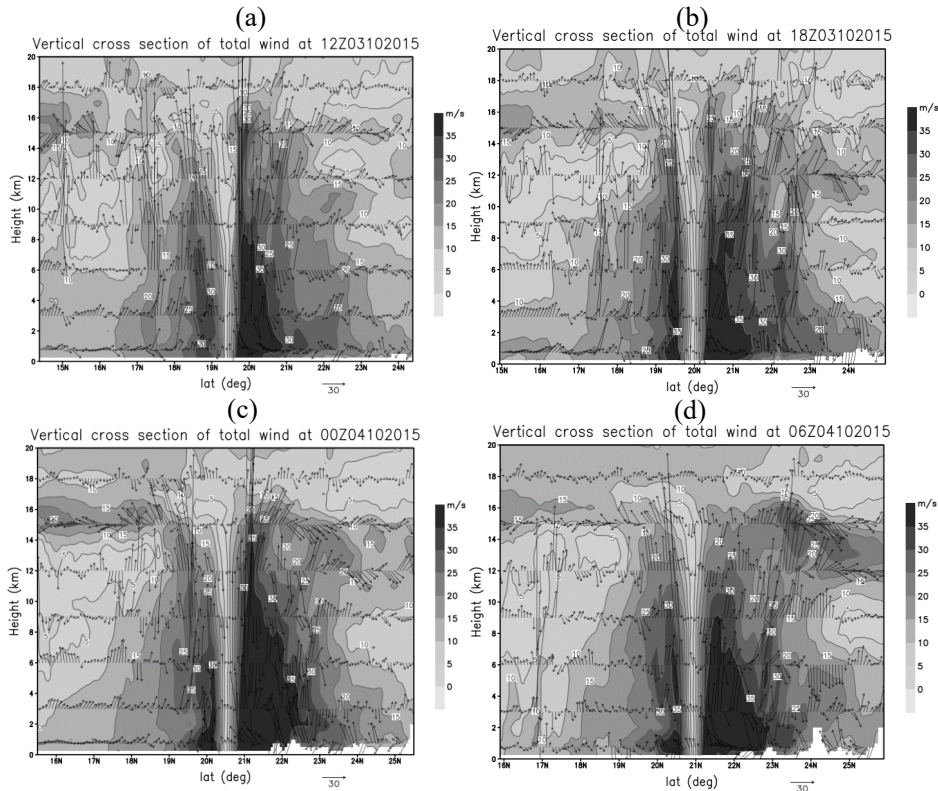
Mặt cắt thẳng đứng-bắc nam (Hình 10) cũng thể hiện rõ phân bố phi đối xứng của trường gió. Thông thường phân phía nam của cơn bão do ở trên biển có ma sát nhỏ phải có gió mạnh hơn phía bắc của cơn bão, trong trường hợp này tình huống lại ngược lại, phía bắc tâm bão (phần trên đất liền) lại có gió mạnh hơn (Hình 10). Sự bất thường này có thể do gió phần phía bắc cơn bão tăng cường do gió gradient mạnh khi cao lạnh lục địa phía bắc hoạt động.



Hình 8. Độ phản hồi vô tuyến mô phỏng tại (a) 12Z 03/10/2015, (b) 18Z 03/10/2015, (c) 00Z 04/10/2015 và (d) 06Z 04/10/2015 từ trường hợp có ban đầu hóa



Hình 9. Mặt cắt thẳng đứng-đông tây qua tâm bão đối với trường gió (m.s-1) mô phỏng có ban đầu hóa tại (a) 12Z 03/10/2015, (b) 18Z 03/10/2015, (c) 00Z 04/10/2015 và (d) 06Z 04/10/2015



Hình 10. Mặt cắt thẳng đứng-nam bắc qua tâm bão đối với trường gió mô phỏng có ban đầu hóa tại (a) 12Z 03/10/2015, (b) 18Z 03/10/2015, (c) 00Z 04/10/2015 và (d) 06Z 04/10/2015

#### 4. Kết luận

Bài báo đã ứng dụng sơ đồ ban đầu hóa xoáy động lực của Nguyễn Văn Hiệp và Yi-Leng Chen xây dựng năm 2011 có cải tiến, kết hợp với WRF (Weather Research Forecasting) để nghiên cứu ảnh hưởng của địa hình và gió mùa đông bắc tăng cường bởi cao lạnh lục địa tới cấu trúc bão Mujigae (2015). Quan trắc cường độ bão cho thấy có sự khác biệt đáng kể (tới 10 m s<sup>-1</sup>) giữa số liệu tại JTWC và JMA. Sự chưa chắc chắn cao trong quan trắc cường độ bão có thể là một trong những nguyên nhân quan trọng dẫn đến chất lượng dự báo cường độ bão trên thế giới gần như không có cải thiện đáng kể trong mấy chục năm gần đây. Do mức độ chưa chắc chắn cao trong số liệu quan trắc cường độ bão Mujigae, việc ứng dụng chỉ tiêu nguyên thủy trong sơ đồ ban đầu hóa xoáy động lực của NC2011 không phù hợp. Lý do là khó xác định được trạng thái cân bằng động lực của xoáy bão dựa trên sự sai khác giữa cường độ xoáy khởi tạo với cường độ quan trắc nếu số liệu quan trắc không chính xác. Do vậy, khi áp dụng phương pháp NC2011 trong bài báo này, tiêu chí áp dụng thay thế để dừng quá trình khởi tạo là khi cấu trúc trường độ phân hồi radar có mức độ tương tự tương đối với cấu trúc mây đối

lưu sâu trên ảnh mây vệ tinh Himawari 8.

Sau khi ban đầu hóa xoáy, trường khí áp mực biển cực tiểu được khơi sâu và tốc độ gió cực đại được tăng cường. Mô hình tái tạo được cấu trúc mây đối lưu sâu phù hợp thực tế, phân bố cường độ gió vùng gần tâm bão cũng phù hợp hơn, bán kính mắt bão gần với thực tế hơn, sai số quỹ đạo của tất cả các hạn mô phỏng tới 24h đều nhỏ hơn 50km.

Phân tích sản phẩm mô hình chạy với ban đầu hóa xoáy cho thấy cấu trúc hoàn lưu bão Mujigae có tính phi đối xứng mạnh. Khi bão trên biển, vùng gió mạnh hơn nằm ở phía đông có thể do các nguyên nhân chính như: (1) đối lưu khu vực này mạnh giúp mang các phần tử khí có động năng lớn mực thấp lên cao hơn, (2) gió gradient tăng cường do tương tác giữa hoàn lưu bão với cao lạnh lục địa phía bắc cơn bão và (3) ma sát trên biển nhỏ. Khi bão đổ bộ, điểm khác biệt trong cơn bão Mujigae là phần trên đất liền phía bắc nơi có ảnh hưởng mạnh của ma sát trên đất liền lại có gió mạnh hơn phần trên biển nơi có ảnh hưởng ma sát yếu. Sự bất thường này có thể do gió phần phía bắc cơn bão được tăng cường do gió gradient mạnh khu vực này khi có sự hoạt động của cao lạnh lục địa phía bắc.

**Lời cảm ơn:** Bài báo này được thực hiện trong khuôn khổ thực hiện dự án “Thiết lập hệ thống quan trắc tăng cường và hệ thống dự báo, cảnh báo độ phân giải cao hạn ngắn, cực ngắn đồng, mưa lớn và ngập lụt đô thị cho thành phố Hà Nội phục vụ phát triển kinh tế, đảm bảo an sinh xã hội”, số TTTT: 16/FIRST/2a/IGP thuộc Tiểu hợp phần 2a, Dự án FIRST. Nghiên cứu này cũng được hỗ trợ bởi đề tài “Nghiên cứu vai trò của địa hình và cường bức động lực trong cơ chế hình thành mưa lớn khu vực Việt Nam bằng mô hình số trị WRF (Weather Research and Forecasting Model)” Mã số: 105.06- 2016.12 do Quỹ NAFOSTED tài trợ.

#### Tài liệu tham khảo

1. Bùi Hoàng Hải, Phan Văn Tân (2002), *Khảo sát ảnh hưởng của trường ban đầu hóa đến sự chuyển động của bão trong mô hình chính áp dự báo quỹ đạo bão khu vực Biển Đông*. Tạp chí Khí tượng Thủy Văn, 500, 17-23.
2. Chan, J.C.L., Williams, R.T., (1987), *Analytical and numerical study of the beta-effect in tropical cyclone motion. Part I: Zero mean flow*. Journal of the Atmospheric Sciences, 44, 1257-1265.
3. Chou, K.H., Wu, C.C., Lin, P.H., Majumdar, S., (2010), *Validation of QuikSCAT wind vectors by dropwindsonde data from Dropwindsonde Observations for Typhoon Surveillance Near the Taiwan Region (DOTSTAR)*, Journal of Geophysical Research, 115.

4. Chou, K.H., Wu, C.C., (2008), *Typhoon Initialization in a Mesoscale Model - Comparison of the Bogused Vortex and the Dropwindsonde Data in DOTSTAR*, Monthly Weather Review 136(3), 865-879.
5. Dư Đức Tiên, Ngô Đức Thành, Kiều Quốc Chánh (2016), *Sử dụng đồng thời quan trắc quy mô lớn và quy mô bão trong việc tăng cường thông tin ban đầu cho bài toán dự báo xoáy thuận nhiệt đới bằng mô hình số trị*. Tạp chí Khoa học ĐHQGHN: Các Khoa học Trái đất và Môi trường, 32 (3S), 224-235.
6. Fujita, T., (1952), *Pressure distribution within typhoon*. The Geophys Geophysical Magazine, 23, 437-451.
7. Hiep, V.N., Chen, Y.L., (2011), *High-Resolution Initialization and Simulations of Typhoon Morakot (2009)*. Monthly Weather Review, 139 (5), 1463-1491.
8. Hiep, V.N., Chen, Y.L., (2014), *Improvements to a Tropical Cyclone Initialization Scheme and Impacts on Forecasts*. Monthly Weather Review, 142 (11), 4340-4356. <https://doi.org/10.1175/MWR-D-12-00329.1>
9. Holland, G.J., (1980), *An analytic model of the wind and pressure profiles in a hurricane*. Monthly Weather Review. Monthly Weather Review, 108, 1212-1218.
10. Kurihara, Y., Bender, M.A., Ross, R.J., (1993), *An initialization scheme of hurricane models by vortex specification*. Monthly Weather Review, 121, 2030-2045.
11. Kurihara, Y., Bender, M.A., Tuleya, R.E., Ross, R.J., (1995), *Improvements in the GFDL hurricane prediction system*. Monthly Weather Review, 123, 2791-2801.
12. Kwon, I.H., Cheong, H.B., (2010), *Tropical cyclone initialization with a spherical high-order filter and an idealized three-dimensional bogus vortex*. Monthly Weather Review, 138, 1344-1367.
13. Mathur, M.B., (1991), *The national meteorological center's quasiLagrangian model for hurricane prediction*. Monthly Weather Review, 119, 1419-1447.
14. Nguyễn Thị Hoan, Hoàng Đức Cường, Trương Bá Kiên, Nguyễn Văn Hiệp, Kiều Quốc Chánh, Vijay Tallapragada, Nguyễn Tiến Mạnh, Đặng Hồng Như, Lê Thị Tuyết, Mai Văn Khiêm (2015), *Vai trò của ban đầu hóa xoáy trong mô hình HWRF đối với mô phỏng cấu trúc bão Ketsana (2009)*. Tạp chí Khí tượng Thủy văn, 649, 7-11.
15. Phan Văn Tân, Nguyễn Lê Dũng (2008), *Thử nghiệm ứng dụng hệ thống WRF-VAR kết hợp với ban đầu hóa xoáy vào dự báo quỹ đạo bão trên biển Đông*. Tạp chí Khí tượng Thủy văn, 583, 1-9.
16. Pu, Z.X., Tao, W.K., Braun, S., Simpson, J., Jia, Y., Halverson, J., Olson, W., Hou, A., (2002), *The impact of TRMM data on mesoscale numerical simulation of Supertyphoon Paka*. Monthly Weather Review, 130, 2448-2458.
17. Trần Tân Tiên, Lê Thị Hồng Vân (2009), *Nghiên cứu ảnh hưởng của các yếu tố cấu thành xoáy nhân tạo trong đồng hóa số liệu xoáy giả bằng mô hình WRF đối với cơn bão Lêkima*, Tạp chí Khoa học ĐHQGHN, Khoa học Tự nhiên và Công nghệ, 25 (33S), 508-516.
18. Wang, D., Liang, X., Zhao, Y., Wang, B., (2008), *A comparison of two tropical cyclone bogussing schemes*. Weather and Forecasting, 23, 194-204.
19. Wu, C.C., (2001), *Numerical simulation of Typhoon Gladys (1994) and its interaction with Taiwan terrain using the GFDL hurricane model*. Monthly Weather Review, 129, 1533-1549.
20. Xiao, Q., Zou, X., Wang, B., (2000), *Initialization and simulation of a landfalling hurricane using a variational bogus data assimilation scheme*. Monthly Weather Review, 128, 2252-2269.
21. Zhao, Y., Wang, B., Wang, Y., (2007), *Initialization and simulation of a landfalling typhoon using a variational bogus mapped data assimilation (BMDA)*. Meteorology and Atmospheric Physics, 98(3-4), 269-282.

22. Zhang, S., Li, T., Ge, X., Peng, M., Pan, N., (2012), *A 3DVAR-based dynamical initialization scheme for tropical cyclone predictions*. Weather and Forecasting, 27, 473-483.
23. Zou, X., Xiao, Q., (2000), *Studies on the initialization and simulation of a mature hurricane using a variational bogus data assimilation scheme*. Journal of the Atmospheric Sciences, 57, 836-860.

**APPLICATION OF A DYNAMICAL VORTEX INITIALIZATION SCHEME ON SIMULATION AND STUDY OF STRUCTURE OF TY-PHOON MUJIGAE (2015) DURING NEAR-SHORE AND LANDFALL PERIOD**

**Nguyen Binh Phong<sup>1,2</sup>, Nguyen Tien Manh<sup>1</sup>, Nguyen Xuan Anh<sup>1</sup>  
Pham Le Khuong<sup>1</sup>, Nguyen Duc Nam<sup>1</sup>, Pham Xuan Thanh<sup>1</sup>, Nguyen Van Hiep<sup>1</sup>**

<sup>1</sup>Institute of Geophysics (IGP), Vietnam Academy of Science and Technology (VAST)

<sup>2</sup>Hanoi University of Natural Resources and Environment

**Abstract:** *This study applies the dynamical vortex initialization (DVI) method with the Weather Research Forecasting (WRF) to investigate the effect of terrain and Northeast Monsoon on structure of typhoon Mujigae (2015) during the near-shore and landfall period. The results showed that the DVI significantly improves the quality of initial vortex with the size of eye and cloud structure agreed well with observation. Analysis of the model output with vortex initialization shows that the vortex has a significantly asymmetrical structure. An abnormal feature in the structure of the Mujigae typhoon is that wind speeds over land where friction is large are stronger than over sea where friction is weak. This abnormal feature may be due to the fact that the winds in the northern part of the storm are strengthened by the strong gradient winds in the northern region of the typhoon when a continental high pressure center is presented.*

**Keywords:** *Dynamical Vortex Initialization (DVI), Typhoon, WRF model.*

# ĐÁNH GIÁ ẢNH HƯỞNG CỦA XÂM NHẬP MẶN ĐẾN HẠ LƯU SÔNG CẢ TRONG BỐI CẢNH BIẾN ĐỔI KHÍ HẬU

Nguyễn Thu Hiền<sup>1</sup>

**Tóm tắt:** Nghiên cứu đã ứng dụng mô hình thủy lực MIKE 11 kết hợp công cụ viễn thám GIS trong việc mô phỏng tính toán tình hình xâm nhập mặn khu vực hạ lưu sông Cả ứng với hai kịch bản RCP4.5 và RCP8.5. Kết quả hiệu chỉnh và kiểm định mô hình thủy lực chỉ ra sự tương đồng cao về pha và biên độ dao động giữa mực nước tính toán và thực đo với thời kỳ mùa cạn năm 2015 và 2016. Kết quả hiệu chỉnh và kiểm định nồng độ mặn tại trạm Bến Thủy cho kết quả tương đối phù hợp giữa thực đo và tính toán dựa theo các chỉ số đánh giá NSE, RSR và PBIAS. Kết quả tính toán tình hình xâm nhập mặn theo các kịch bản biến đổi khí hậu (BĐKH) cho thấy diễn biến mặn trên các nhánh sông trong tương lai có xu hướng ngày càng sâu hơn. Kết quả nghiên cứu đưa ra một cái nhìn tổng quan về tình hình xâm nhập mặn ở hạ lưu khu vực nghiên cứu hỗ trợ cho công tác quy hoạch, quản lý để đưa ra giải pháp ứng phó với tình hình xâm nhập mặn trong tương lai.

**Từ khóa:** MIKE 11, Xâm nhập mặn, Biến đổi khí hậu.

Ban Biên tập nhận bài: 28/12/2019 Ngày phản biện xong: 17/01/2020 Ngày đăng bài: 25/01/2020

## 1. Đặt vấn đề

Biến đổi khí hậu (BĐKH) là sự thay đổi theo thời gian của hình thái thời tiết trên toàn thế giới, quá trình đó diễn ra trên phạm vi toàn cầu, các quốc gia chịu tác động mạnh nhất có thể kể đến là Ấn Độ, Việt Nam, Băng La Đét với cường độ ngày một tăng và hậu quả ngày càng nặng nề, khó lường trước được [6]. Một trong những vùng bị tác động nặng nề do BĐKH, nước biển dâng (NBD) là vùng ven biển bởi vùng này là những dải đất gần biển nhất, hoàn toàn bị chi phối bởi nước mặn quanh năm, không thể cung cấp nước ngọt cho sản xuất nông nghiệp, chịu tác động trực tiếp của biển như sóng, gió, bão...[1,5]. Việt Nam được đánh giá là một trong những nước dễ bị tổn thương nhất bởi ảnh hưởng của BĐKH. Ngập lụt, hạn hán, xâm nhập mặn là những hình thái thiên tai ảnh hưởng trực tiếp tới các hoạt động sản xuất nông nghiệp, đặc biệt là cộng đồng cư dân khu vực duyên hải ven biển. Trong những năm gần đây, bão lớn, lũ lụt, hạn hán, xâm nhập mặn và các thiên tai khác gây ra thiệt hại kinh tế hàng năm tương đương với 1,5% GDP.

Ước tính có 70% số người dân phải tiếp xúc với rủi ro từ nhiều trận thiên tai. Trong những năm qua, thời tiết diễn biến có nhiều biến động phức tạp, mùa mưa bắt đầu muộn và kết thúc sớm, lượng mưa mùa kiệt giảm, đồng thời lượng bốc hơi lớn do thời tiết khô nhanh. Việc ảnh hưởng của việc quy hoạch và xây dựng các công trình hồ chứa ở thượng nguồn tác động mạnh mẽ đến dòng chảy môi trường tại hạ du. Việc khó nhận biết và phối hợp trong vận hành các công trình hồ chứa thượng nguồn dẫn đến ảnh hưởng của xâm nhập mặn tại các cửa sông và cư dân hai bên sông ngày càng trở nên khó dự báo và tiềm ẩn nhiều rủi ro. Hạ lưu các sông tình trạng khai thác cát ở các sông làm hạ thấp mực nước các sông trong lục địa, làm cho mặn càng có cơ hội xâm nhập sâu hơn. Hiện nay, các nghiên cứu về BĐKH đều tập trung vào các vấn đề ngập lụt do NBD và chưa xét nhiều đến vấn đề nhiễm mặn đặc biệt ở những vùng cửa sông ven biển. Vì vậy, một vấn đề đặt ra là làm sao mô phỏng, dự đoán tác động của BĐKH tới tình hình xâm nhập mặn vùng cửa sông? Trong những năm gần đây việc áp dụng các mô hình hóa (1 chiều, 2 chiều, 3 chiều) trong việc nghiên cứu tính toán mặn đã được triển khai thực hiện ở nhiều nước trong đó có Việt Nam [3-

<sup>1</sup>Trường Đại học Công nghiệp Thực phẩm TP. Hồ Chí Minh  
Email: [hiennthu@hufi.edu.vn](mailto:hiennthu@hufi.edu.vn)

5,13,15,16]. Lưu vực sông Cả là một lưu vực sông lớn ở khu vực Bắc Trung Bộ. Trong thời kỳ mùa kiệt, khu vực hạ lưu sông Cả đặc biệt là vùng cửa sông chịu ảnh hưởng của xâm nhập mặn vào sâu trong sông, ranh mặn xâm nhập vào đến Chợ Trảng cách cửa biển 32km với độ mặn trung bình từ 10/00 - 1,50/00. Diễn biến xâm nhập mặn vùng hạ du khu vực nghiên cứu phụ thuộc vào thủy triều và lưu lượng nước ngọt thượng nguồn đổ về: Trên sông Cả tại dòng chính, lưu lượng kiệt xuất hiện tháng 3 hoặc tháng 4 nhưng trên sông Ngàn Phố, Ngàn Sâu thuộc hệ thống sông La lưu lượng kiệt thường không xuất hiện đồng bộ với dòng chính trên sông Cả. Thủy triều đem theo nước biển mặn xâm nhập qua cửa sông làm tăng nồng độ muối gây khó khăn cho sản xuất nông nghiệp, công nghiệp. Mục đích của nghiên cứu này là áp dụng mô hình thủy lực 1 chiều mô phỏng, đánh giá ảnh hưởng của tình hình xâm nhập mặn đến hạ lưu sông Cả kết hợp với các kịch bản RCP4.5 và RCP8.5 ứng với các thời kỳ năm 2030, 2050 và 2100.

## 2. Phương pháp nghiên cứu và thu thập tài liệu

### 2.1 Giới thiệu về khu vực nghiên cứu

Lưu vực sông Cả nằm ở vị trí từ 18°15'05" đến 20°10'30" vĩ độ Bắc và 103°14'10" đến 105°15'20" kinh độ Đông. Phía Bắc giáp lưu vực sông Chu (thuộc tỉnh Thanh Hóa). Phía Tây giáp lưu vực sông Mê Kông, giáp quốc gia Lào. Phía Tây Nam giáp lưu vực sông Gianh (thuộc tỉnh Quảng Bình). Phía Đông giáp lưu vực sông Cẩm, biển Đông. Diện tích toàn bộ lưu vực là 27.200km<sup>2</sup>, trong đó 65,2% diện tích thuộc lãnh thổ Việt Nam, phần diện tích còn lại thuộc lãnh thổ Lào chiếm 34,8% diện tích toàn lưu vực. Sông Cả có mật độ lưới sông trung bình là 0,6km/km<sup>2</sup>, thuộc cấp mật độ sông suối tương đối dày của miền Bắc Trung Bộ. Mật độ sông suối thưa nhất chỉ khoảng 0,5km/km<sup>2</sup>. Lòng sông thuộc loại già, ít bãi bồi, khá ổn định. Có 44 dòng nhánh có diện tích trên 20 km<sup>2</sup> đổ vào dòng chính. Có bốn nhánh lớn có diện tích trên 1000km<sup>2</sup> là Nậm Mô, sông Hiếu, sông Giăng, sông La. Các nhánh này phân bố khá đồng đều khoảng 60km dọc sông chính lại có một nhánh đổ vào (Hình 1).



Hình 1. Bản đồ mạng lưới trạm khí tượng thủy văn lưu vực sông Cả [9]



**2.2 Giới thiệu về mô hình MIKE 11**

Hiện nay có rất nhiều mô hình được nghiên cứu và phát triển để tính toán, mô phỏng xâm nhập mặn [3-5,13,16]. Trong nghiên cứu này mô hình MIKE 11 (HD, AD) được áp dụng để mô phỏng, tính toán thủy lực trong sông, tình hình xâm nhập mặn cho hạ lưu khu vực nghiên cứu. MIKE 11 là mô hình thủy lực một chiều được Viện thủy lực Đan Mạch phát triển cho quản lý và tính toán đối với hệ thống sông phức tạp [2]. Để tính toán dòng chảy trong kênh, sông, mô hình MIKE 11 sử dụng hệ phương trình Saint-Venant một chiều [14].

- Phương trình liên tục:

$$\frac{\partial Q}{\partial x} + \frac{\partial A}{\partial t} = q \tag{1}$$

- Phương trình động lượng:

$$\frac{\partial Q}{\partial t} + \frac{\partial \left( \alpha \frac{Q^2}{A} \right)}{\partial x} + gA \frac{\partial h}{\partial x} + \frac{gQ|Q|}{C^2 AR} = 0 \tag{2}$$

$$NSE = 1 - \frac{\sum_{i=1}^N (X_{iTD} - X_{iTT})^2}{\sum_{i=1}^N (X_{iTD} - \bar{X}_{iTD})^2}; PBIAS = \frac{\sum_{i=1}^N (X_{iTD} - X_{iTT}) \times 100}{\sum_{i=1}^N X_{iTD}}; RSR = \frac{RMSE}{STDEV_{obs}} = \frac{\sqrt{\sum_{i=1}^n (X_i^{TD} - X_i^{TT})^2}}{\sqrt{\sum_{i=1}^n (X_i^{TD} - \bar{X})^2}} \tag{4}$$

Trong đó  $X_{TD}$  là giá trị thực đo;  $\bar{X}_{TD}$  là giá trị trung bình thực đo;  $X_{TT}$  là giá trị tính toán; n là

- Phương trình truyền tải - khuếch tán:

$$\frac{\partial AC}{\partial t} + \frac{\partial QC}{\partial x} - \frac{\partial}{\partial x} \left( AD \frac{\partial C}{\partial x} \right) = -AKC + C_2q \tag{3}$$

Trong đó Q là lưu lượng ( $m^3/s$ ); A là diện tích mặt cắt ( $m^2$ ); q là lưu lượng nhập lưu trên một đơn vị chiều dài dọc sông ( $m^2/s$ ); C là hệ số Chezy;  $\alpha$  là hệ số sửa chữa động lượng; R là bán kính thủy lực (m); C là nồng độ ( $kg/m^3$ ); D là hệ số khuếch tán.

Để đánh giá chất lượng so sánh kết quả hiệu chỉnh mô hình, nghiên cứu đã sử dụng 03 chỉ số NSE, RSR và PBIAS để đánh giá chất lượng tính toán và thực đo. Chỉ số NSE (*Nash-Sutcliffe efficiency*) [12], PBIAS (*Percent bias*) và RSR (*RMSE - observations standard deviation ratio*) [6, 8, 11], được sử dụng để so sánh, đánh giá chất lượng đường quá trình tính toán và thực đo từ mô hình, NSE, PBIAS, RSR được tính toán theo các công thức (3). Tiêu chí đánh giá chất lượng cho 03 chỉ số được thống kê trong bảng 1.

số lượng giá trị thực đo.

Bảng 1. Tiêu chí đánh giá chất lượng các chỉ số [6,7,10-12]

Xếp loại	NSE	RSR	PBIAS (%)
Rất tốt	$0,75 < NSE \leq 1$	$0 \leq RSR \leq 0,5$	$PBIAS < \pm 10$
Tốt	$0,65 < NSE \leq 0,75$	$0,5 \leq RSR \leq 0,6$	$\pm 10 \leq PBIAS < \pm 15$
Đạt yêu cầu	$0,5 < NSE \leq 0,65$	$0,6 \leq RSR \leq 0,7$	$\pm 15 \leq PBIAS < \pm 25$
Không đạt	$NSE \leq 0,5$	$RSR > 0,7$	$PBIAS \geq \pm 25$

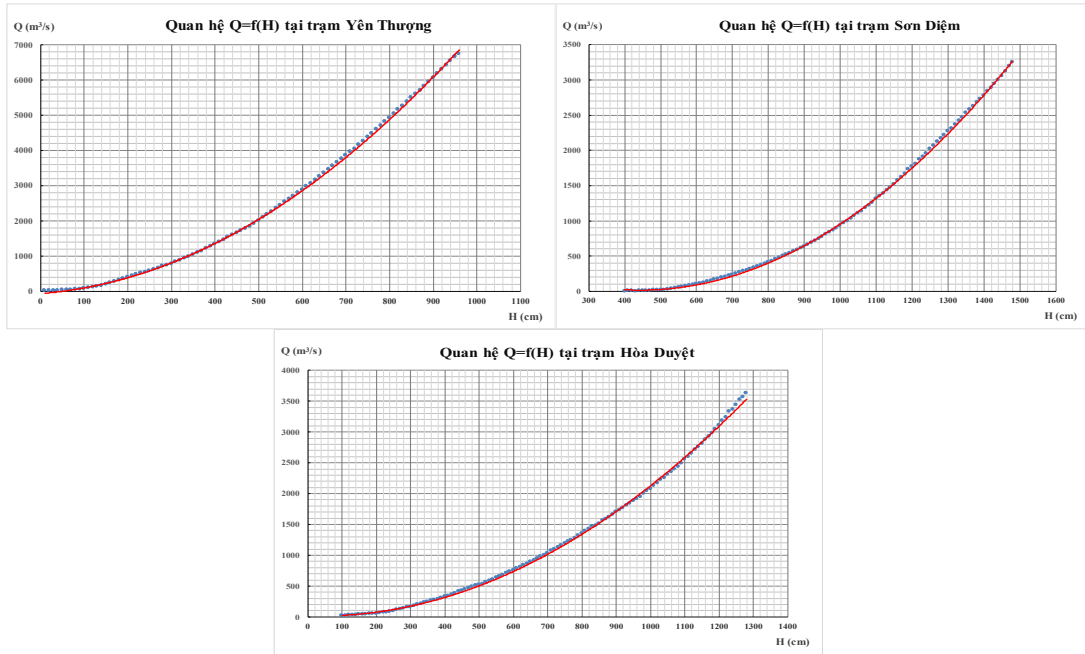
**2.3 Thiết lập mô hình**

Hệ thống mạng lưới thủy lực của lưu vực sông Cả được thiết lập trong mô hình MIKE 11 với 03 biên lưu lượng phía trên: Yên Thượng, Sơn Diệm và Hòa Duyệt và 01 biên mực nước phía dưới tại trạm Cửa Hội. Để phục vụ tính toán lưu lượng và xác định biên đầu vào cho mô hình thủy lực, nghiên cứu đã xây dựng biểu đồ quan

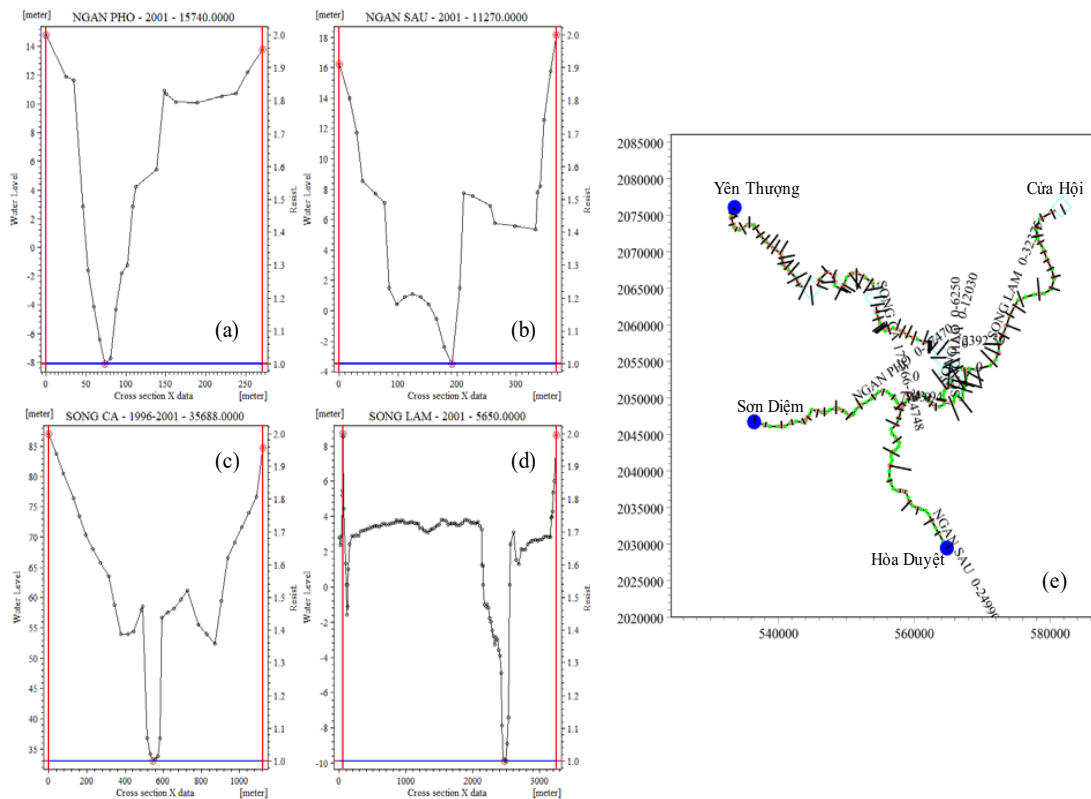
hệ  $Q = f(H)$  từ chuỗi số liệu quan trắc nhiều năm tại 03 trạm Yên Thượng, Sơn Diệm và Hòa Duyệt (Hình 2). Nghiên cứu đã thu thập và sử dụng tổng số 148 mặt cắt địa hình trên các sông Cả, Ngàn Phố, Lam và Ngàn Sâu để thiết lập sơ đồ thủy lực trong mô hình MIKE 11 (Hình 3). Nghiên cứu đã sử dụng 03 trạm: Nam Đàn, Chợ Trảng và Linh Cảm để phục vụ cho việc hiệu

chỉnh và kiểm định mô hình thủy lực. Trạm đo mặ tại Bến Thủy được sử dụng để hiệu chỉnh và kiểm định mô hình truyền tải khuếch tán. Số

liệu được sử dụng hiệu chỉnh và kiểm định mô hình thủy lực và mô hình truyền tải khuếch tán là thời kỳ mùa cạn năm 2015 và 2016.



Hình 2. Xây dựng biểu đồ quan hệ  $Q = f(H)$  tại 03 trạm Yên Thượng, Sơn Diệm và Hòa Duyệt



Hình 3. Thiết kế sơ đồ thủy lực 1 chiều và mặt cắt trong mô hình MIKE 11

**2.4 Kịch bản biến đổi khí hậu**

Nghiên cứu áp dụng kịch bản BĐKH RCP4.5 và RCP8.5 biến đổi của lượng mưa, nhiệt độ áp dụng đối với khu vực nghiên cứu theo kịch bản BĐKH năm 2016 của Bộ tài nguyên và môi trường [9]. Theo báo cáo kịch bản BĐKH và NBD cho Việt Nam được Bộ Tài nguyên và Môi trường công bố năm 2016 đã vẽ ra bức tranh rõ nhất về diễn biến, xu thế BĐKH và nước biển trong thế kỷ 21 ở Việt Nam. Báo cáo cho thấy đến năm 2030 mực NBD theo kịch bản RCP4.5 là 13cm (8cm - 18cm); RCP8.5 là 13cm (9cm - 18cm) với mực NBD trong thời điểm này là

không có sự khác biệt nhiều. Năm 2050 mực NBD trung bình cho toàn dải ven biển Việt Nam theo RCP4.5 là 22 cm (14cm - 32 cm) và 25cm (theo RCP8.5). Đến cuối thế kỷ 21 (năm 2100), sự khác biệt về xu thế tăng của mực nước theo các kịch bản RCP8.5 là rất rõ rệt [9]. Nghiên cứu xây dựng các kịch bản mô phỏng quá trình xâm nhập mặn có xét đến BĐKH. Tác giả lựa chọn phương án mô phỏng xâm nhập mặn trong thời kỳ tháng kiệt nhất trong năm từ tháng 1 đến tháng 4 để mô phỏng quá trình xâm nhập mặn có xét đến BĐKH (Bảng 2).

*Bảng 2. Tổng hợp các kịch bản mô phỏng*

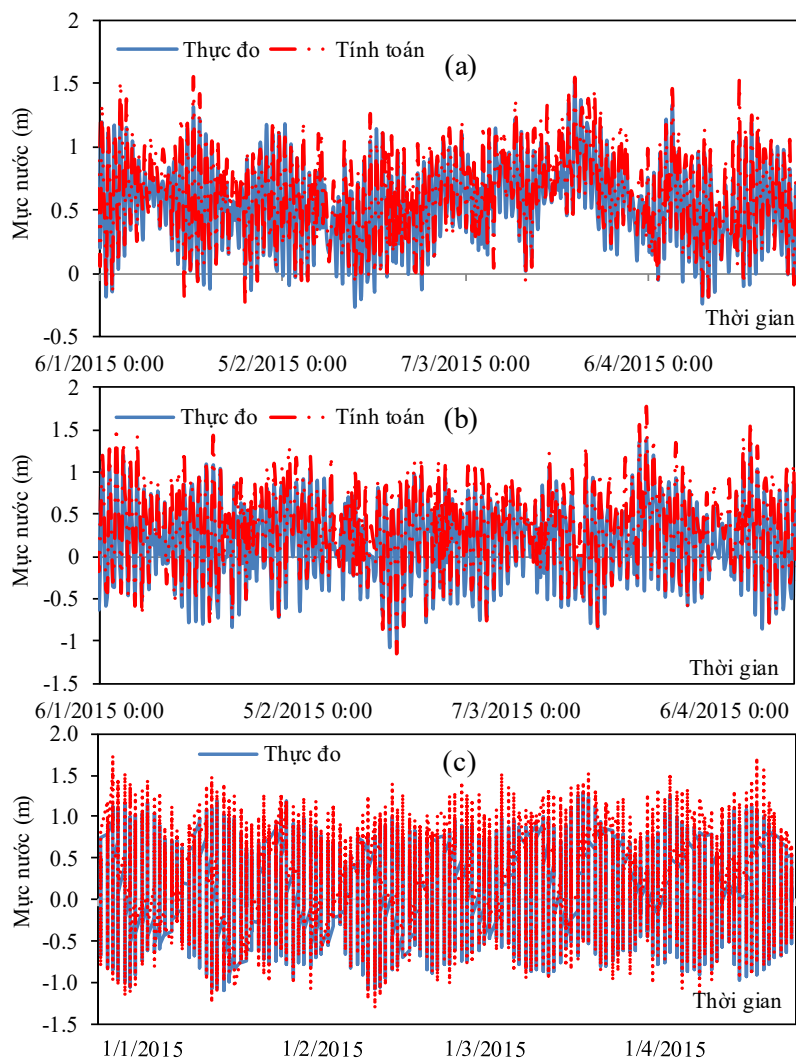
Kịch bản	Yếu tố biến đổi	Giá trị	
		RCP4.5	RCP8.5
Kịch bản 1 - Năm 2030	Mưa	2,9%	0,3%
	Mực nước biển	0,13	0,13
Kịch bản 2 - Năm 2050	Mưa	11%	10,9%
	Mực nước biển	0,22	0,25
Kịch bản 3 - Năm 2100	Mưa	17,6%	5,6%
	Mực nước biển	0,53	0,72

**3. Kết quả và thảo luận**

**3.1 Hiệu chỉnh và kiểm định mô hình thủy lực**

Quá trình hiệu chỉnh và kiểm định mô hình thủy lực sử dụng chuỗi số liệu thực đo trong thời kỳ mùa cạn từ tháng 1-4/2015 và 1-4/2016. Nghiên cứu sử dụng số liệu thực đo tại 03 trạm Nam Đàn, Linh Cảm và Chợ Tràng để so sánh đánh giá với kết quả tính toán, mô phỏng từ mô hình. Nghiên cứu sử dụng 03 chỉ số Nash, RSR và PBIAS để đánh giá kết quả quá trình hiệu chỉnh và kiểm định từ đó tìm ra bộ thông số phù hợp cho việc mô phỏng, đánh giá kết quả của quá trình truyền tải khuếch tán, lan truyền mặn. Kết quả so sánh mực nước tính toán và thực đo tại

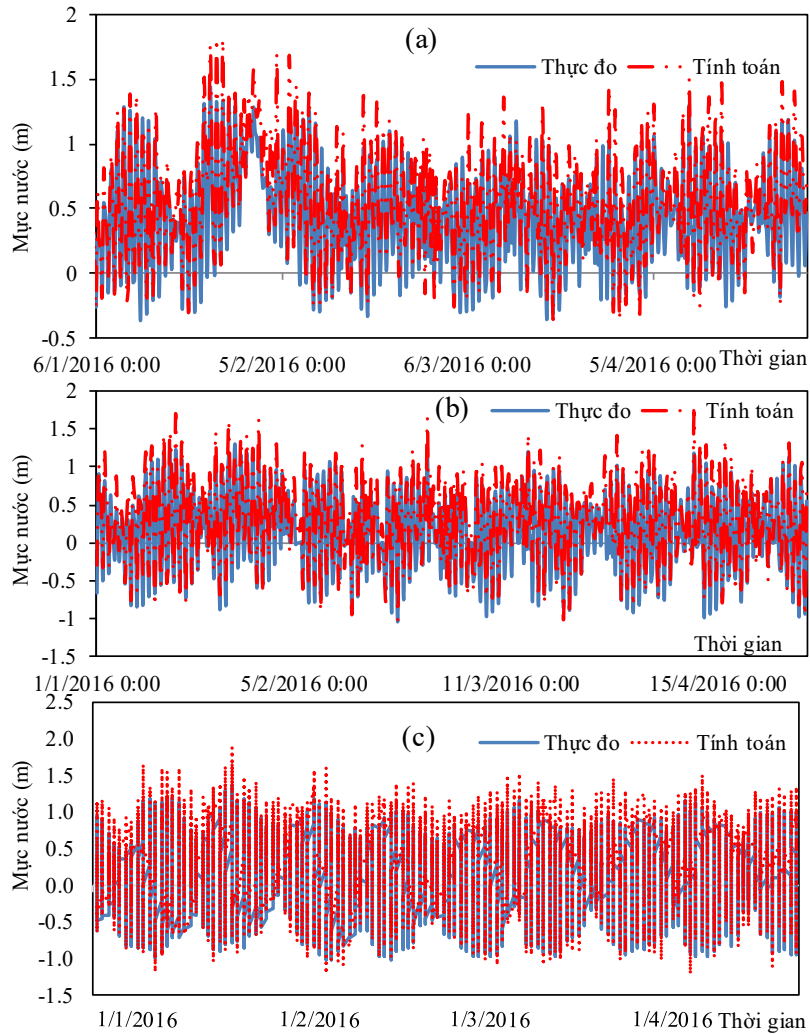
03 trạm trong cả hai quá trình hiệu chỉnh và kiểm định cho kết quả khá tốt (hình 4, hình 5). Tổng hợp kết quả đánh giá quá trình hiệu chỉnh và kiểm định được thể hiện trong bảng 3: Chỉ số Nash có giá trị dao động từ 0,78-0,85; chỉ số RSR có giá trị dao động từ 0,07-0,46; chỉ số PBIAS có giá trị dao động từ -4,56 đến -1,4 (PBIAS < ±10). Kết quả đánh giá cho thấy mô hình có khả năng mô phỏng tốt quá trình diễn toán thủy lực trong sông và bộ thông số của mô hình có thể sử dụng cho quá trình mô phỏng, tính toán quá trình truyền tải khuếch tán cũng như mô phỏng tính toán xâm nhập mặn theo các kịch bản BĐKH RCP4.5 và RCP8.5 đối với các thời kỳ 2030, 2050 và 2100.



Hình 4. Kết quả hiệu chỉnh mực nước tính toán và thực đo năm 2015 tại các trạm: (a) Nam Đàn; (b) Linh Cảm; (c) Chợ Tràng

Bảng 3. Đánh giá chất lượng hiệu chỉnh và kiểm định mô hình

Quá trình	Năm	Chỉ tiêu	Nam Đàn	Linh Cảm	Chợ Tràng	Đánh giá
Hiệu chỉnh	2015	NSE	0,78	0,82	0,8	Rất tốt
		RSR	0,12	0,32	0,46	Rất tốt
		PBIAS	-4,56	-3,5	-1,8	Rất tốt
Kiểm định	2016	NSE	0,85	0,78	0,79	Rất tốt
		RSR	0,07	0,39	0,43	Rất tốt
		PBIAS	-4,02	-2,9	-1,4	Rất tốt

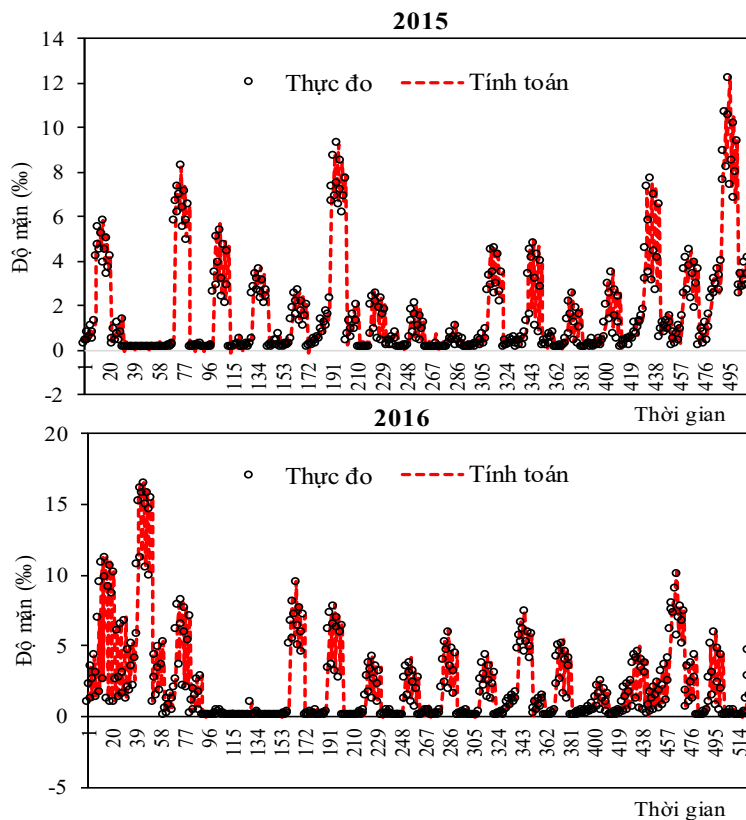


Hình 5. Kết quả kiểm định mực nước tính toán và thực đo năm 2016 tại các trạm: (a) Nam Đàn; (b) Linh Cảm; (c) Chợ Tràng

### 3.2 Hiệu chỉnh và kiểm định mô hình truyền tải khuếch tán

Sau khi hiệu chỉnh và kiểm định mô hình thủy lực, bộ thông số tìm được tiếp tục sử dụng để mô phỏng tính toán quá trình truyền tải khuếch tán trong sông. Nghiên cứu sử dụng số liệu đo mặn thời kỳ mùa cạn trong hai năm 2015 và 2016 tại một trạm duy nhất Bến Thủy hiện nay vẫn duy trì quá trình đo mặn để phục vụ cho quá trình hiệu chỉnh và kiểm định mô hình. Kết quả so sánh độ mặn lớn nhất tính toán và thực đo tại trạm Bến Thủy đối với cả hai quá trình hiệu chỉnh và kiểm định được thể hiện trên hình 6. Tổng hợp kết quả

so sánh đánh giá chất lượng hiệu chỉnh và kiểm định mô hình truyền tải khuếch tán theo ba chỉ số NSE, RSR và PBIAS được tổng hợp trong bảng 4. Căn cứ theo tiêu chí đánh giá đối với 03 chỉ số này, kết quả đánh giá của cả hai quá trình hiệu chỉnh và kiểm định mô hình truyền tải khuếch tán là rất tốt. Vì vậy, sau khi hiệu chỉnh và kiểm định mô hình thủy lực HD, mô hình truyền tải khuếch tán AD, nghiên cứu có thể ứng dụng bộ thông số này để mô phỏng cho các kịch bản BĐKH để đánh giá tình hình xâm nhập mặn cho khu vực hạ lưu sông Cả.



Hình 6. Kết quả hiệu chỉnh và kiểm định độ mặn tính toán và thực đo tại trạm Bến Thủy vào thời kỳ mùa cạn năm 2015 và 2016

Bảng 4. Đánh giá chất lượng hiệu chỉnh và kiểm định mô hình truyền tải khuếch tán

Quá trình	Năm	Chỉ tiêu	Bến Thủy	Đánh giá
Hiệu chỉnh	2015	NSE	0,78	Rất tốt
		RSR	0,34	Rất tốt
		PBIAS	-4,02	Rất tốt
Kiểm định	2016	NSE	0,76	Rất tốt
		RSR	0,31	Rất tốt
		PBIAS	-2,9	Rất tốt

### 3.3 Kết quả mô phỏng xâm nhập mặn theo kịch bản BĐKH

Sau khi có các kết quả tính toán mô phỏng quá trình xâm nhập mặn sẽ đánh giá được khu vực bị ảnh hưởng nặng nhất từ đó đề xuất ra các giải pháp thích ứng, hạn chế tác động của BĐKH đến quá trình xâm nhập mặn ở khu vực nghiên cứu hạ lưu sông Cả.

Kịch bản 1: Ranh giới xâm nhập mặn năm 2030 theo kịch bản RCP4.5 cho thấy ranh giới xâm nhập mặn 10/00 đã vào quá ngã ba Chợ Tràng tới các xã Hưng Lam, Hưng Xuân, Đức

Yên, Đức Thọ; Ranh giới xâm nhập mặn 40/00 đi sâu vào xã Hưng Lam, Đức Quang, đây là ngưỡng mặn tối đa mà cây lúa có thể chịu đựng được (Hình 7a). Theo kịch bản RCP8.5 thì ranh giới xâm nhập mặn bắt đầu chịu ảnh hưởng xâm nhập mặn 10/00 đã vào quá ngã ba Chợ Tràng tới các xã Hưng Xá, Đức Thọ, độ mặn này tuy không ảnh hưởng đến sản xuất nông nghiệp nhưng là ngưỡng ảnh hưởng đến chất lượng nước sinh hoạt. Ranh giới xâm nhập mặn 40/00 đi sâu vào xã Hưng Lam, Đức La, đây là ngưỡng mặn tối đa mà cây lúa có thể chịu đựng được

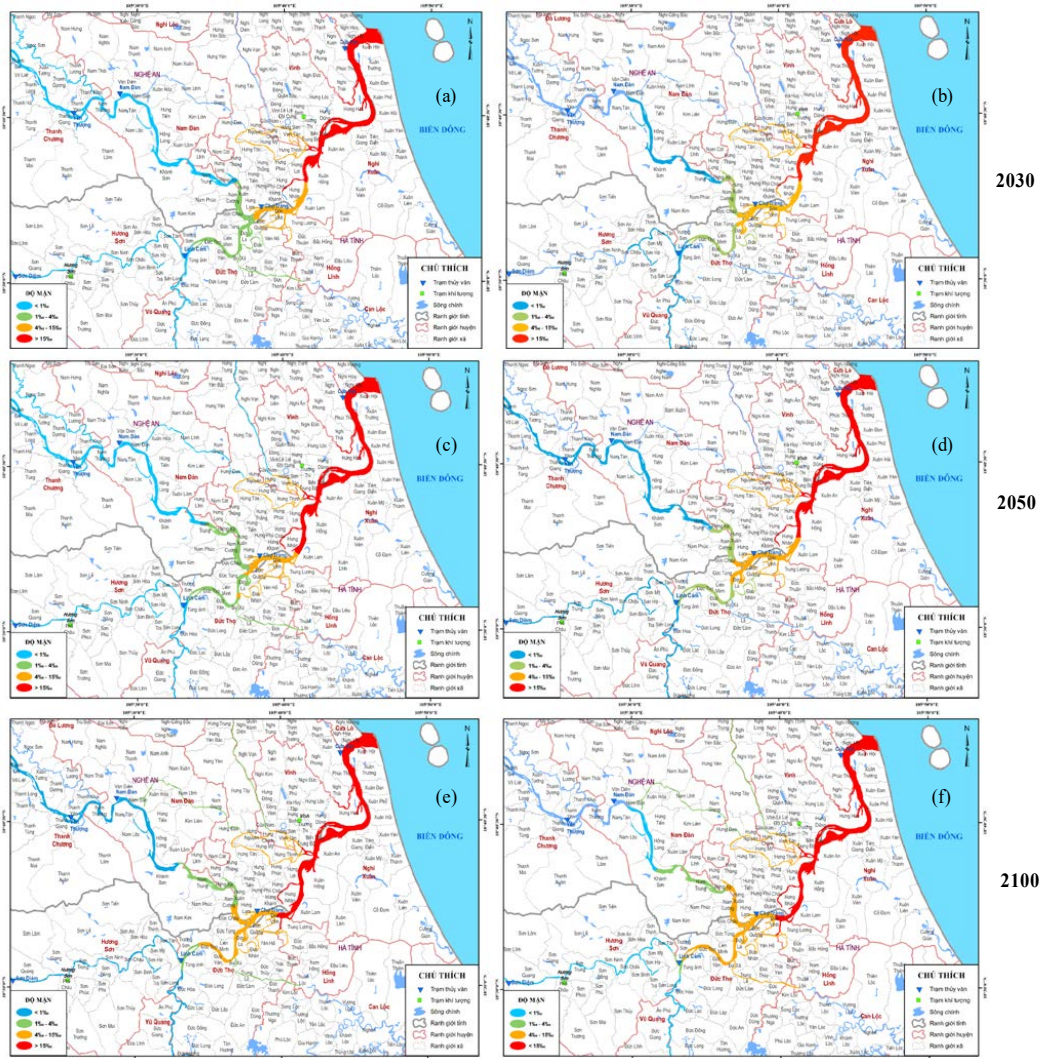
(Hình 7b). Do đó những người dân từ các xã này trở ra biển phải có biện pháp xử lý nước trước khi đưa vào sử dụng cho cuộc sống. Với kết quả mô phỏng này, chính quyền các xã từ Đức Thọ trở ra biển phải có biện pháp ứng phó với xâm nhập mặn, giảm tác động của mặn đến sản xuất nông nghiệp để cư dân khu vực này có thể phát triển sản xuất. Nghiên cứu tập trung phân tích kết quả xâm nhập mặn tương ứng giá trị 10/00 và 40/00 vì đây là hai ngưỡng ảnh hưởng đến đời sống và kinh tế người dân khu vực nghiên cứu. Những ranh giới mặn khác sẽ cung cấp thêm thông tin cho những người quản lý có thể hoạch định chính sách phát triển kinh tế khu vực mình quản lý để thích ứng với tình hình mặn đang diễn ra: khu vực nước lợ (độ mặn 8 - 200/00) sẽ khuyến khích người dân chuyển đổi cơ cấu kinh tế, từ trồng lúa sang phát triển ngành thủy sản: nuôi tôm, cá nước lợ...

Kịch bản 2: Tương tự, kết quả tính toán mô phỏng quá trình xâm nhập mặn hạ lưu sông Cả tính đến năm 2050 ứng với kịch bản phát thải trung bình và phát thải cao đã đưa ra bức tranh xâm nhập mặn trong vòng 35 năm nữa dưới tác động của BĐKH và NBD. Đối với kịch bản RCP4.5 độ mặn được thể hiện trong hình 7c. Có thể nhận thấy ranh giới xâm nhập mặn 10/00 đã tiến vào sâu thêm 3km so với năm 2030, tức là quá ngã ba Chợ Tràng 6km. Mặn 10/00 đã đi vào đến xã Hưng Xá, Nam Trung, Đức Thọ, Linh Cảm, trong khi mặn 40/00 cũng tiến sâu vào hơn 4km so với kịch bản 2030 (hình 7d). Những kết quả mô phỏng này sẽ giúp cho các cấp chính quyền tỉnh Nghệ An chủ động trong việc ứng phó hiện trạng xâm nhập mặn. So sánh kết quả mô phỏng kịch bản năm 2030 và 2050, có thể nhận thấy ranh giới xâm nhập mặn của 2 kịch bản này không có sự khác biệt nhiều. Tuy nhiên, nhìn một cách tổng thể thì trong điều kiện cực đoan, khu vực hạ lưu ven biển sông Cả tỉnh Nghệ An chịu ảnh hưởng mạnh của hiện tượng xâm

nhập mặn.

Kịch bản 3: Kết quả tính toán mô phỏng xâm nhập mặn với kịch bản năm 2100 thể hiện trong hình 7e và hình 7f. Kết quả này có sự khác biệt rõ rệt về ranh giới xâm nhập của các cấp độ mặn khác nhau trên sông. Ngưỡng mặn 10/00 đã đi sâu vào đến 60km so với cửa biển, vào đến các xã: Nam Trung, Xuân Lâm, Khánh Sơn, Trường Sơn, Tùng Ảnh. Ranh giới 40/00 đã lấn vào các xã Nam Cường, Đức Thọ. Có thể nhận thấy dưới tác động BĐKH và NBD, trong vòng tám mươi năm nữa, ranh giới xâm nhập mặn sẽ tiến vào sâu trong đất liền, điều này ảnh hưởng không nhỏ đến cuộc sống của người dân hai bên sông. Mặn không chỉ tác động trực tiếp đến nước sinh hoạt cho người dân, năng suất lúa của ngành nông nghiệp mà còn những tác động gián tiếp lâu dài: ảnh hưởng chất lượng đất, chất lượng các công trình ven sông, gây ăn mòn giảm tuổi thọ các vật liệu...

Từ kết quả mô phỏng dòng chảy và xâm nhập mặn cho thấy diễn biến mặn trên các nhánh sông trong tương lai có xu hướng ngày càng sâu hơn. Như vậy, chế độ thủy lực mùa kiệt trên sông Cả dưới tác động BĐKH và NBD có ảnh hưởng không nhỏ đến diễn biến xâm nhập mặn khu vực nghiên cứu. Trong đó độ mặn lớn nhất vùng ảnh hưởng triều tính cho các thời kỳ tương lai có thể lên tới hơn 300/00. Nhìn chung trong khu vực nghiên cứu, dưới ảnh hưởng của BĐKH có 9 huyện có khả năng bị tác động mạnh mẽ bởi xâm nhập mặn theo các thời kỳ trong tương lai chủ yếu là các huyện ven biển như thành phố Vinh với 78.34%, thị xã Cửa Lò với 100% diện tích đất có nguy cơ bị xâm nhập mặn tính đến thời kỳ 2100 theo sau đó là các huyện Diễn Châu với 25.1%, Nghi Lộc là 23.2%, (thời kỳ 2100). Trong đó huyện Hưng Nguyên mặc dù không phải là một trong những huyện ven biển song vẫn có khả năng bị xâm nhập mặn khá nghiêm trọng với 39.73% diện tích tính đến thời kỳ 2100.



Hình 7. Kết quả phân bố ranh giới xâm nhập mặn theo các kịch bản BĐKH năm 2030, 2050 và 2100 ứng với hai kịch bản RCP4.5 (a, c, e) và RCP8.5 (b, d, f)

Bảng 5. Thống kê khả năng xâm nhập mặn theo hai kịch bản RCP4.5 và RCP8.5

Khoảng cách từ cửa sông	Kịch bản RCP 4.5 cho các giai đoạn			Kịch bản RCP 8.5 cho các giai đoạn		
	2030	2050	2100	2030	2050	2100
5	23,9	23,9	23,9	23,9	23,9	23,9
10	23,6	23,8	23,8	23,9	23,9	23,9
15	23,5	23,6	23,8	23,9	23,9	23,9
20	23,1	23,5	23,8	23,2	23,5	23,8
25	22,8	23,1	23,5	23,1	23,2	23,6
30	20,3	22,5	22,9	21,2	22,9	22,8
35	18,3	19,4	20,2	19,8	20,4	20,8
40	16,8	17,7	18,3	17,6	18,3	19,8
45	15,8	16,3	16,8	15,4	15,8	18,3
50	12,2	13,7	15,3	15,2	15,4	16,7
55	11,4	12,2	14,7	14,4	14,8	15
60	4,2	5,1	5,3	8	8,1	8,2



#### 4. Kết luận

Nghiên cứu đã ứng dụng mô hình toán thủy lực 1 chiều MIKE 11 trong việc mô phỏng, tính toán và đánh giá tình hình ảnh hưởng của quá trình xâm nhập vào sâu trong sông ở khu vực hạ lưu sông Cà. Kết quả hiệu chỉnh và kiểm định mô hình thủy lực và mô hình truyền tải khuếch tán chỉ ra rằng mô hình có khả năng mô phỏng tốt quá trình diễn biến dòng chảy trong sông và quá trình diễn biến lan truyền mặn dựa trên 03 chỉ tiêu đánh giá Nash, RSR và PBIAS. Nghiên cứu đã kết hợp sử dụng công cụ ArcGIS trong việc xây dựng các bản đồ phân bố mặn cho khu vực hạ lưu sông Cà ứng với các kịch bản RCP4.5 và RCP8.5 ứng với 03 thời kỳ năm 2030, 2050

và 2100. Kết quả mô phỏng cho thấy trong điều kiện cực đoan (dòng chảy thượng nguồn giảm, nước biển dâng cao) ranh giới xâm nhập mặn đi sâu vào trong sông và gây ảnh hưởng đến sản xuất nông nghiệp cũng như đời sống của người dân khu vực ven biển. Nghiên cứu mới chỉ dừng lại ở việc mô phỏng, tính toán trên dòng chính sông Cà và 03 nhánh phụ lưu sông Ngàn Phố, Ngàn Sâu và sông Lam, chưa xem xét đến ảnh hưởng của các công trình cống ngăn mặn trên mạng lưới thủy lực tính toán. Vì vậy, việc đưa các công trình thực tế vào trong bài toán mô phỏng sẽ nâng cao chất lượng kết quả tính toán và mô phỏng các kết quả đối với các kịch bản BĐKH trong tương lai.

#### Tài liệu tham khảo

1. Chaisson, B., (2018). *Climate Impacts on Coastlines: Rising Tides, Increasing Risks - Center for Climate and Life. Center for Climate and Life, Columbia University. Available online: <http://climateandlife.columbia.edu/2018/04/23/climate-impacts-on-coastlines-rising-tides-increasing-risks/>.*
2. DHI (2007), *MIKE 11 Reference Manual*.
3. Doan, Q.T., Nguyen, C.D., Chen, Y.C., Pawan, K.M., (2014), *Modeling the influence of river flow and salinity intrusion in the Mekong River estuary, Vietnam*. Lowland Technology International, 16 (1), 14-25.
4. Doan, Q.T., Quach, T.T.T., (2016), *Effect of climate change on the salinity intrusion: case study Ca river basin, Vietnam*. Journal of Climate Change, 2 (1), 91-101.
5. Doan, Q.T., Tran, H.T., (2017), *Adaptation to Climate Change on the Saltwater Intrusion in Estuaries. LAP LAMBERT Academic Publishing, OmniScriptum GmbH & Co. KG, BahnhofstraBe 28, 66111 Saarbrücken Germany, pp. 60.*
6. Greenberg, D.A., Blanchard, W., Smith, B., Barrow, E., (2012), *Climate Change, Mean Sea Level and High Tides in the Bay of Fundy*. Atmosphere-Ocean, 50 (3), 261-276. Doi:10.1080/07055900.2012.668670.
7. Gupta, H.V., Sorooshian, S., Yapo, P.O., (1999), *Status of automatic calibration for hydrologic models: comparison with multilevel expert calibration*. Journal of Hydrology Engineering, 4, 135-143.
8. Islam, A.S., Bala, S.K., Haque, M.A., (2010), *Flood inundation map of Bangladesh using MODIS time-series images*. Journal of Flood Risk Management, 3, 210-222.
9. Kịch bản biến đổi khí hậu và nước biển dâng năm 2016 (2016). Bộ Tài nguyên và Môi trường.
10. Moriasi, D.N., Arnold, J.G., Van Liew, M.W., Bingner, R.L., Harmel, R.D., Veith, T.L., (2007), *Model evaluation guidelines for systematic quantification of accuracy in watershed simulations*, Transactions of the ASABE, 50, 3, 885-900.
11. McCuen, R.H., Knight, Z., Cutter, A.G., (2006), *Evaluation of the Nash-Sutcliffe efficiency Index*. Journal of Hydrology Engineering, 11, 597-602.
12. Nash, J.E., Sutcliffe, J.V., (1970), *River flow forecasting through conceptual models: part I*

- *A discussion of principles*. Journal of Hydrology, 10 (3), 282-290.

13. Phạm Thị Lương (2019), *Luận văn cao học “Nghiên cứu ứng dụng mô hình MIKE 11 tính toán xâm nhập mặn hạ lưu sông Cà dưới tác động của biến đổi khí hậu”*, tr. 94.

14. Shooshtari, M.M., (2008), *Principles of flow in open channels*. Shahid Chamran University Press, 15 (2), 643-745.

15. Thatcher, M.L, Harleman, D.R.F., (1972), *A mathematical model for the prediction of unsteady salinity intrusion in estuaries*. Technical Report, Massachusetts Institute of Technology, pp. 234.

16. Tran, H.T., Hoang, V.D., Doan, Q.T., (2017), *Application Couple Model in Saltwater Intrusion Forecasting in Estuary*. LAP LAMBERT Academic Publishing, OmniScriptum GmbH & Co. KG, BahnhofstraBe 28, 66111 Saarbrücken Germany, pp. 124.

## ASSESSMENT OF SALINITY INTRUSION EFFECTS ON THE DOWNSTREAM RIVER IN THE CONTEXT OF CLIMATE CHANGE: CASE STUDY AT CA RIVER

Nguyen Thu Hien<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Ho Chi Minh City University of Food Industry

**Abstract:** *This study has applied the MIKE 11 hydraulic model and GIS remote sensing to simulate the saline intrusion in the downstream of Ca River in two scenarios RCP4.5 and RCP8.5. The calibration and validation results show a high similarity in phase and amplitude of fluctuation between the calculated and observed water levels in the dry season in 2015 and 2016. The results of calibration and validation of salinity concentration at Ben Thuy station show consistency between the observation and simulation based on NSE, RSR and PBIAS. Calculation results of salinity intrusion under climate change (CC) scenarios show that salinity changes in the future in river branches tend to be more serious. The research results provide an overview of the salinity intrusion in the downstream of the study area to support the planning and management and provide solutions to deal with saline intrusion in the future.*

**Keywords:** *MIKE 11, Salinity Intrusion, Climate change.*

# ĐẶC ĐIỂM HOẠT ĐỘNG TRONG NĂM CỦA ÁP THẤP ALEUT

Trần Đình Linh<sup>1</sup>, Phạm Minh Tiến<sup>1</sup>, Chu Thị Thu Hương<sup>1</sup>

**Tóm tắt:** Thông qua trường độ cao địa thế vị và đường dòng trên các mực đẳng áp chuẩn 1000hPa, 850hPa, 700hPa và 500hPa xây dựng từ số liệu tái phân tích ERA Interim trong thời kỳ 1981-2015, nghiên cứu đã xác định được đặc điểm hoạt động trong năm của áp thấp Aleut (AL). Kết quả cho thấy, trong thời gian hoạt động (từ tháng 9 đến tháng 5), AL có sự thay đổi cả về cường độ, vị trí và phạm vi hoạt động, trong đó có cường độ mạnh nhất trong các tháng chính đông. Hơn nữa, AL có cường độ mạnh thì vị trí và phạm vi hoạt động dịch chuyển và mở rộng về xích đạo đồng thời lấn sang phía tây. Theo chiều cao, AL suy yếu dần đồng thời có vị trí dịch dần sang phía tây. Kết quả nghiên cứu cũng cho thấy, rãnh Đông Á (EAT) chính là hệ thống được tạo ra từ sự suy yếu của AL và EAT sâu hơn, có vị trí lệch tây hơn trung bình trong các tháng AL có cường độ mạnh, ngược lại, EAT nông hơn, có vị trí lệch đông hơn trong các tháng AL có cường độ yếu. Về dòng gió ở trên cao phía sau EAT, kết quả cho thấy nó thiên nam hơn trong các tháng AL có cường độ mạnh và thiên đông hơn trong các tháng AL có cường độ yếu.

**Từ khóa:** Áp thấp Aleut, Dòng gió phía sau rãnh Đông Á, Rãnh Đông Á.

Ban Biên tập nhận bài: 08/10/2019 Ngày phản biện xong: 25/11/2019 Ngày đăng bài: 25/01/2020

## 1. Đặt vấn đề

AL là trung tâm áp thấp tồn tại gần quần đảo Aleut trên bản đồ khí áp mực biển trung bình, nó là một trong những trung tâm khí áp chính tác động đến hoàn lưu khí quyển của bán cầu Bắc. AL chủ yếu hoạt động mạnh trong các tháng mùa đông, trong mùa hè nó dịch chuyển về phía cực Bắc và hầu như không xuất hiện [1]. Với qui mô thời gian cỡ ngày, AL có vị trí thay đổi, thường có xu hướng dịch chuyển dần sang phía đông. Trong quá trình dịch chuyển của chuỗi xoáy thuận cận cực, các xoáy thuận đạt cường độ cực đại trên khu vực quần đảo Aleut [1]. AL cùng với áp thấp Iceland là hai trung tâm áp thấp trong hệ thống xoáy thuận ngoại nhiệt đới ở bán cầu Bắc [1-2].

AL là một áp thấp lạnh, một xoáy thuận front, đặc trưng khí quyển trong khu vực chi phối của áp thấp Aleut có sự tương phản lớn. Ở phía tây, phía bắc và phía đông khu vực trung tâm áp thấp là các khối không khí lạnh, còn ở phía nam là

khối không khí nóng hơn. Từ phía tây bắc, dòng không khí lạnh từ vùng cực và từ áp cao lục địa Âu Á di chuyển tới giao tranh với dòng không khí nóng hơn ở phía nam hình thành front lạnh. Trong khi đó, từ phía nam, dòng không khí nóng từ áp cao cận nhiệt đới đi lên, giao tranh với không khí lạnh ở phía đông và đông bắc tạo nên front nóng [2].

AL ảnh hưởng lớn đến điều kiện thời tiết, khí hậu trên khu vực biển Bơ-rinh và bán đảo Alaska. Sự tăng cường của AL trong mùa đông và mùa xuân làm tăng bình lưu nóng và ẩm vào bán đảo Alaska làm gia tăng nhiệt độ trên khu vực tạo nên năm 1976 nóng nhất trong lịch sử ở Alaska trong giai đoạn trước năm 2001 [3]. Trên vùng biển Bơ-rinh, sự thay đổi vị trí của AL có ảnh hưởng lớn hơn sự thay đổi khí áp ở vùng trung tâm của nó. Khi AL tồn tại ở phía tây vùng biển này thì trên khu vực nóng hơn, ngược lại, khi AL bị phân tách thành hai trung tâm, một ở phía tây gần khu vực Đông Á và một ở phía đông gần bán đảo Alaska thì trên khu vực lạnh đi đi thường [4].

Cường độ AL có sự biến động từ năm này

<sup>1</sup>Khoa Khí tượng Thủy văn - Đại học Tài nguyên và Môi trường Hà Nội

Email: tdlinh@hunre.edu.vn

qua năm khác, nó biến động theo các dao động có chu kỳ khác nhau từ 3-7 năm, 8-10 năm và 16-22 năm [5]. Sự thay đổi cường độ AL có liên quan chặt chẽ đến cả dao động Bắc Cực và hình thái Thái Bình Dương - Bắc Mỹ đồng thời chịu ảnh hưởng của nhiệt độ mặt nước biển trên khu vực xích đạo Thái Bình Dương và khu vực nhiệt đới Ấn Độ Dương [5].

AL có ảnh hưởng mạnh đến điều kiện thời tiết, khí hậu trên một vùng rộng lớn, từ Alaska, qua biển Bơ-rinh đến cả vùng Đông Á. Ở khu vực Đông Á, đã có nghiên cứu cho thấy vai trò của AL đến khu vực, một chỉ số đánh giá cường độ gió mùa mùa đông được xác định dựa trên gradient khí áp theo phương vĩ tuyến giữa áp cao Siberia và AL cho thấy phản ánh tốt đặc trưng của gió mùa mùa đông trên khu vực [6].

Ở Việt Nam, cho đến nay, nghiên cứu về AL chưa nhiều nhưng bước đầu cho thấy AL có ảnh hưởng nhiều đến thời tiết, khí hậu trong mùa đông ở Việt Nam [2,7]. AL ảnh hưởng đến thời gian hoạt động của gió mùa mùa đông ở Việt Nam, phạm vi AL trong tháng 10 mở rộng sang phía tây nhiều hơn trong các năm gió mùa mùa đông bắt đầu sớm và ngược lại thu hẹp về phía đông trong năm gió mùa mùa đông bắt đầu muộn [2].

Mặc dù đã có một số nghiên cứu về AL nhưng những hiểu biết về cấu trúc, qui luật hoạt động, sự thay đổi theo phương thẳng đứng của nó chưa đầy đủ. Chính vì vậy, nghiên cứu này sẽ tập trung xem xét về đặc điểm hoạt động, cấu trúc theo phương thẳng đứng của AL và bước đầu đưa ra nhận định về vai trò của AL đến sự xâm nhập lạnh vào Việt Nam.

## 2. Số liệu và phương pháp nghiên cứu

### 2.1. Số liệu

Nghiên cứu sử dụng số liệu tái phân tích ERA-Interim của Trung tâm khí tượng hạn vừa châu Âu ECMWF. Thời gian khai thác của số liệu là 35 năm trong giai đoạn từ 1981 đến 2015 với yếu tố được khai thác bao gồm: độ cao địa thế vị “z”, tốc độ gió vĩ hướng “u” và tốc độ gió kinh hướng “v” tại các mực đẳng áp chuẩn 1000hPa, 850hPa, 700hPa và 500hPa. Nguồn số liệu này được lựa chọn với độ phân giải  $0,5 \times 0,5$

độ kinh vĩ bao trùm khu vực từ 0 đến 80 độ vĩ Bắc, 60 độ kinh Đông đến 100 độ kinh Tây.

## 2.2. Phương pháp nghiên cứu

### 2.2.1. Phương pháp xác định đặc điểm hoạt động của áp thấp Aleut

Đặc điểm hoạt động trong các tháng của AL cũng như sự thay đổi theo phương thẳng đứng của nó được xem xét khi tiến hành phân tích trường độ cao địa thế vị trên các mực đẳng áp chuẩn 1000hPa, 850hPa, 700hPa và 500hPa.

Các đặc trưng được xem xét bao gồm cường độ, vị trí tâm, phạm vi hoạt động, độ nghiêng theo phương thẳng đứng. Theo đó, vị trí tâm được xác định tương đối là tâm của đường đẳng địa thế vị khép kín trong cùng, phạm vi hoạt động là vùng chi phối của đường đẳng trị khép kín ngoài cùng nơi tiếp giáp với các hệ thống lân cận còn độ nghiêng của trục là trục nối vị trí tâm ở các mực đẳng áp.

Từ kết quả thu được, nghiên cứu đưa ra nhận định về sự thay đổi đặc điểm hoạt động của AL trong năm, bao gồm sự thay đổi về cường độ, vị trí tâm và phạm vi hoạt động.

### 2.2.2. Phương pháp xác định sự thay đổi của hoàn lưu trên khu vực

Sự thay đổi hoàn lưu trên khu vực được xác định khi phân tích trường đường dòng tương ứng trong các tháng. Thông qua trường đường dòng, đặc điểm hoạt động của AL cũng được đánh giá bởi hoàn lưu xoáy thuận trên khu vực. Đặc biệt, đặc điểm của dòng gió trên cao khu vực lục địa Đông Á phía tây AL được phân tích kỹ lưỡng, dòng gió này chính là nhân tố có vai trò quyết định đến quá trình xâm nhập lạnh vào Việt Nam [8].

## 3. Kết quả và thảo luận

### 3.1. Đặc điểm của áp thấp Aleut ở sát bề mặt

Kết quả phân tích cho thấy, tại mực 1000hPa, AL hoạt động trong giai đoạn từ tháng 9 đến tháng 5 năm sau, trong các tháng chính hè (tháng 6, tháng 7, tháng 8), áp thấp này không còn phân tích được trên bản đồ trung bình (hình 1). Tháng 9 là tháng bắt đầu chu kỳ phát triển của AL (hình 1a). Kết quả trên hình 1 cho thấy, trong tháng này, AL có tâm ở vào khoảng  $60^{\circ}\text{N}$ ,  $165^{\circ}\text{W}$

ngay trên vùng duyên hải bán đảo Alaska được bao quanh bởi đường đẳng địa thế vị 6 damđtv. Phạm vi của AL trong thời gian này còn khá nhỏ, khi nó chi phối trong khoảng 18 vĩ độ và 60 kinh độ quanh vùng trung tâm. Vùng chi phối này được bao quanh bởi đường đẳng địa thế vị 8damđtv khép kín.

Sang tháng 10 (hình 1b), AL phát triển mạnh lên khá nhiều so với trong tháng 9. Địa thế vị vùng trung tâm giảm xuống, vị trí tâm dịch chuyển về gần xích đạo và phạm vi mở rộng hơn so với tháng trước. Tháng 10, tâm của AL được bao quanh bởi đường 4damđtv ở vào khoảng 58°N, 155°W, phạm vi chi phối trong khoảng 27 vĩ độ, 115 kinh độ được bao quanh bởi đường đẳng trị 10damđtv khép kín.

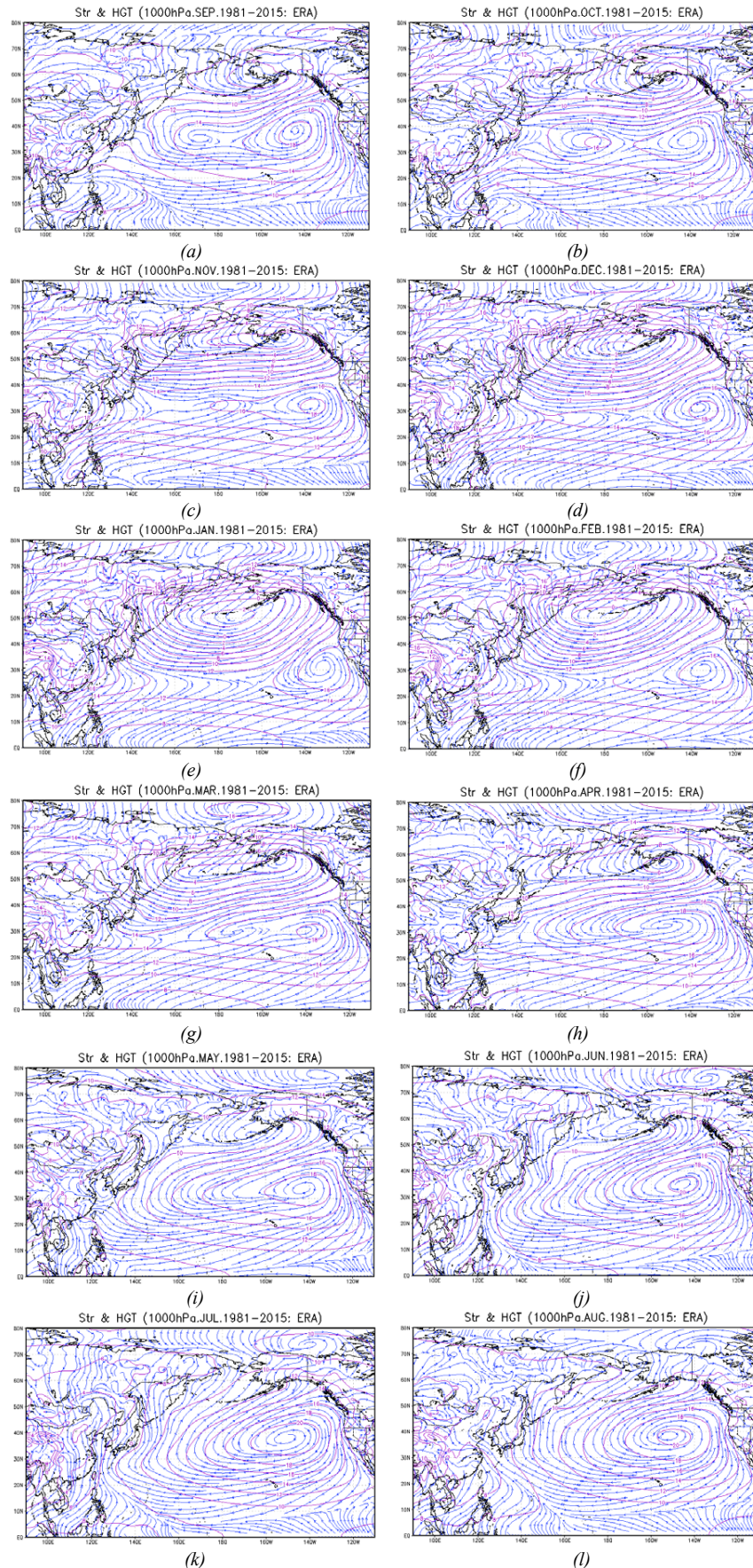
Từ tháng 11, kết quả cho thấy AL có sự thay đổi mạnh mẽ cả về vị trí, cường độ và phạm vi hoạt động. Từ tháng 11 đến tháng 1 - tháng 2, vị trí của AL đồng thời có sự dịch chuyển về gần xích đạo và dịch sang phía tây hơn. Trong thời gian này, cường độ AL mạnh lên nhanh đồng thời mở rộng phạm vi hoạt động về phía xích đạo và sang phía tây đến vùng Đông Á. Cụ thể, về vị trí và cường độ, trong tháng 11 (hình 1c), AL có tâm ở vào khoảng 57°N, 160°W bao quanh bởi đường đẳng trị 2damđtv, tháng 12, vị trí trung tâm đã ở vào khoảng 53°N, 175°W, còn đến tháng 1, vị trí tâm ở vào khoảng 50°N, 175°W với đường đẳng trị -2damđtv bao quanh. Về phạm vi chi phối, AL mới chi phối đến 40°N và mở rộng đến kinh tuyến 130°E trong tháng 11, còn trong tháng 12 (hình 1d), phạm vi đã mở rộng về phía xích đạo đến vĩ tuyến 33°N và sang phía tây đến kinh tuyến 130°E, tháng 1, AL đã chi phối đến vĩ tuyến 30°N, kinh tuyến 135°W. So với trong tháng 1 (hình 1e), AL trong tháng 2 có cường độ giảm đi nhưng không đáng kể còn về vị trí tâm và phạm vi hoạt động thì không thay đổi nhiều.

Từ tháng 3 đến tháng 5, AL bước sang giai đoạn suy yếu nhanh về cường độ và thu hẹp về

phạm vi hoạt động, đồng thời vị trí tâm cũng rút dần về phía cực và dịch dần sang phía đông. Thật vậy, trên khu vực giữa Thái Bình Dương (kinh tuyến 180°E), phạm vi của AL thu hẹp đến khoảng 40°N trong tháng 3, khoảng 47°N trong tháng 4 và khoảng 50°N trong tháng 5. Cường độ AL suy yếu nhanh thể hiện qua sự gia tăng của địa thế vị vùng trung tâm. Trong tháng 3, vùng trung tâm AL được bao quanh bởi đường đẳng trị 4damđtv, đến tháng 4 giá trị này là 6damđtv và tháng 5 chỉ còn 9damđtv.

Như vậy, khi AL có cường độ mạnh lên thì vị trí tâm dịch gần về xích đạo và dịch sang phía tây, đồng thời phạm vi hoạt động mở rộng về phía xích đạo và lấn sang phía tây. Ngược lại, khi AL suy yếu thì vị trí tâm lùi về phía cực và sang phía đông, đồng thời thu hẹp phạm vi hoạt động về phía đông và về phía cực. Điều này gần như mâu thuẫn với một nhận định trước đây, rằng trong các năm AL mạnh thì có vị trí dịch sang phía đông, làm áp cao Siberia di chuyển lệch đông hơn dẫn đến nhiệt độ ở Việt Nam gia tăng hơn; ngược lại trong những năm AL yếu thì có phạm vi mở rộng sang phía tây làm áp cao Siberia di chuyển thiên nam hơn làm gia tăng số ngày rét đậm, rét hại ở Việt Nam [7].

Tiến hành phân tích trường đường dòng trên hình 1 chúng tôi nhận thấy, trong các tháng AL mạnh nhất, mở rộng phạm vi hoạt động sang phía tây và về phía xích đạo nhất (các tháng 12, 1, 2) thì tâm áp cao Siberia nằm sâu trong lục địa và từ đây, không khí lạnh (KKL) xâm nhập vào Việt Nam qua lục địa Trung Quốc. Trong các tháng 3, tháng 4 khi AL yếu và lùi sang phía đông thì trên lục địa châu Á hình thành tâm phụ của áp cao Siberia ở phía đông Trung Quốc, từ đây KKL vào Việt Nam sau khi vòng qua biển. Hơn nữa, thực tế cho thấy, trong các tháng chính đông, tần suất xâm nhập lạnh xuống Việt Nam nhiều làm nhiệt độ giảm mạnh và gia tăng số ngày rét đậm, rét hại trên khu vực.



Hình 1. Đặc điểm trường độ cao địa thế vị (đường đẳng trị) và đương dòng (đường liền nét kèm mũi tên) ở mực 1000hPa trên khu vực áp thấp Aleut và lân cận các tháng trong năm

### 3.2. Đặc điểm của áp thấp Aleut ở các mực trên cao

Kết quả phân tích ở mực trên cho thấy khi AL mạnh thì khả năng làm giảm nhiệt độ và gia tăng số ngày rét đậm, rét hại ở miền Bắc Việt Nam. Để củng cố nhận định này, nghiên cứu tiến hành xem xét đặc điểm hoạt động của AL và đường dòng ở các mực 850hPa, 700hPa và 500hPa kết quả cho thấy nhận định trên hoàn toàn có cơ sở.

Thật vậy, khi xem xét đặc điểm hoạt động của AL ở mực 850hPa và các mực 700hPa, 500hPa (hình 2) cũng cho thấy trong các tháng AL có cường độ mạnh có tâm lệch tây và phạm vi hoạt động mở rộng sang phía tây đồng thời điều kiện hoàn lưu thuận lợi cho sự xâm nhập lạnh xuống Việt Nam. Ngược lại, trong các tháng AL yếu thì phạm vi hoạt động thu hẹp về phía đông, hoàn lưu trên cao có xu hướng làm KKL ở tầng thấp di chuyển lệch đông. Kết quả phân tích cũng cho thấy AL suy yếu, vị trí tâm lệch dần sang phía tây đồng thời phạm vi thu hẹp nhanh khi lên cao.

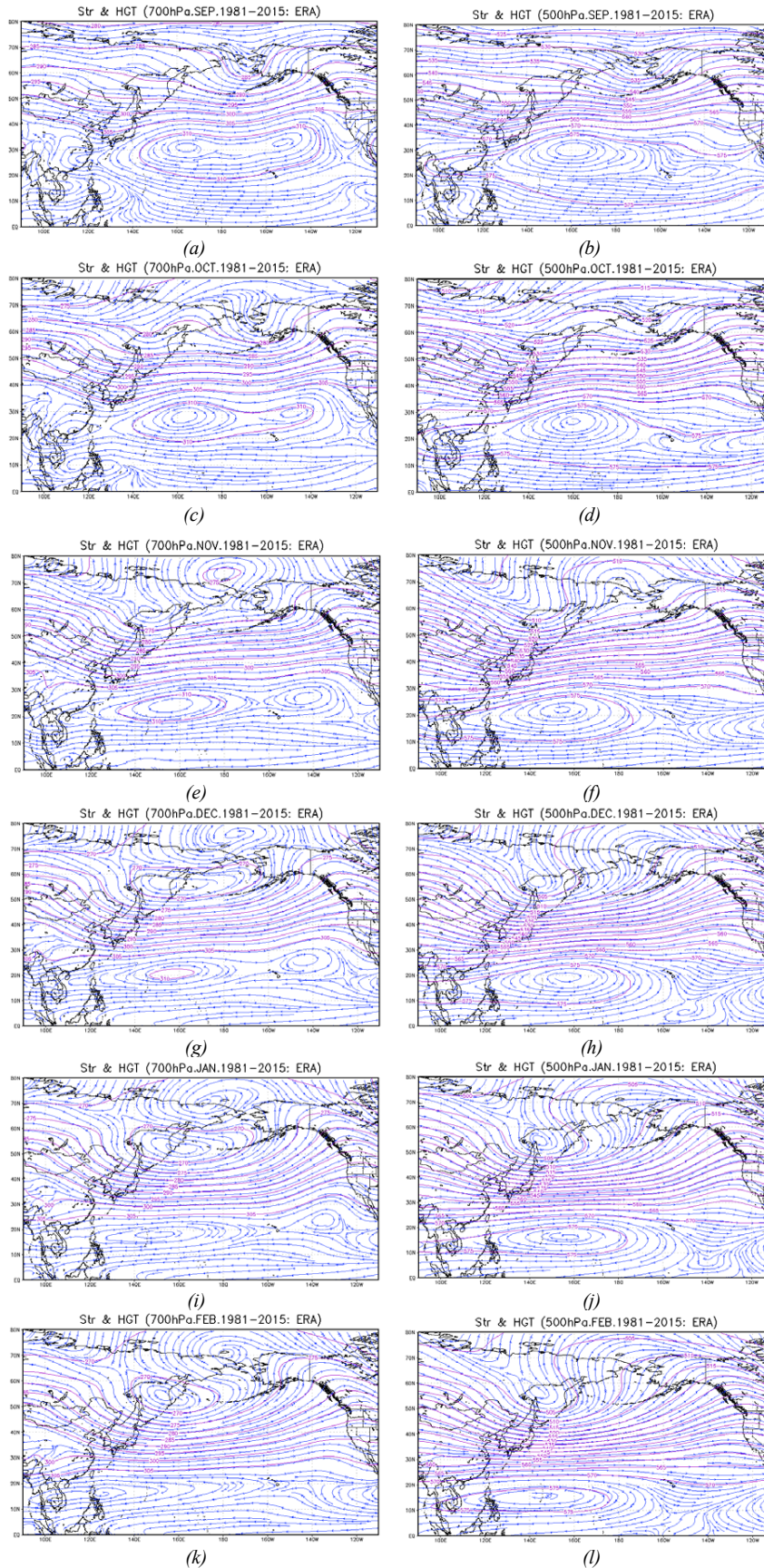
Trong tất cả các tháng AL hoạt động (tháng 9 đến tháng 5), ở mực 850hPa, mặc dù không đưa hình vẽ vào trong nghiên cứu này nhưng khi tiến hành phân tích cho thấy AL đều được thể hiện rõ thông qua cả trường độ cao địa thế vị và trường đường dòng. Tất cả các tháng, trường độ cao địa thế vị cho đều có đường đẳng trị khép kín bao quanh khu vực tâm còn trường đường dòng cho thấy hoàn lưu xoáy thuận hội tụ vào tâm AL. Về vị trí tâm, ở mực này có sự dịch chuyển sang phía tây hơn so với ở mực 1000hPa.

Mực 700hPa, thông qua trường độ cao địa thế vị, AL chỉ được thể hiện tâm áp thấp rõ ràng bởi các đường đẳng trị khép kín quanh tâm trong các tháng AL có cường độ mạnh nhất (tháng 12,

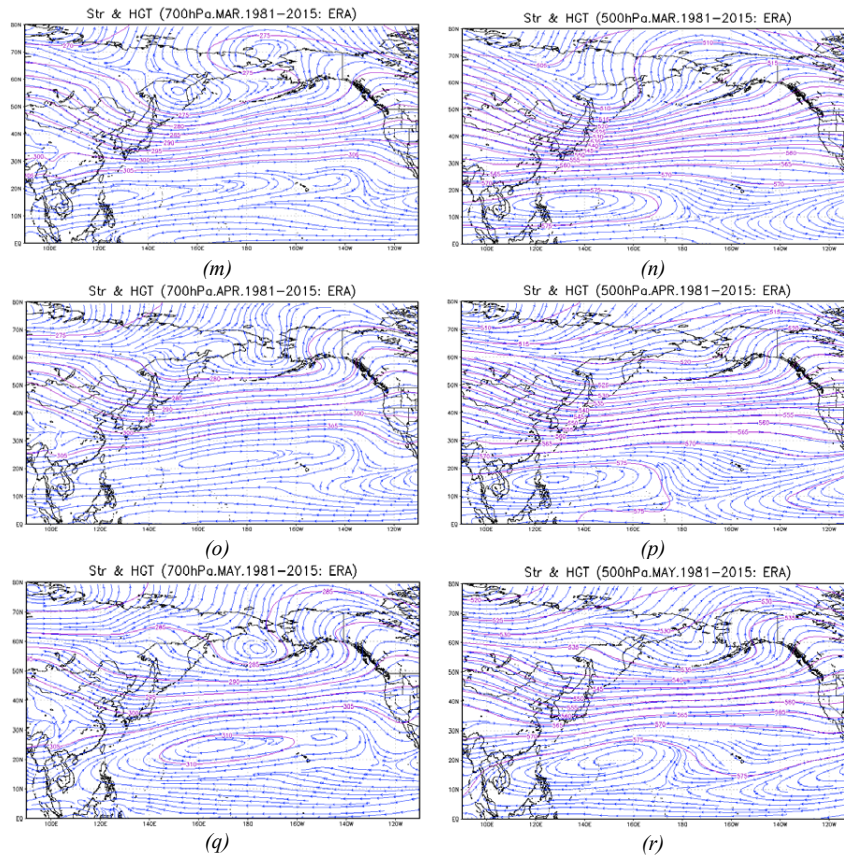
tháng 1, tháng 2) còn các tháng còn lại chỉ còn một rãnh áp thấp trên khu vực Đông Á, rãnh thấp này chính là rãnh Đông Á (East Asia Trough - EAT). Vị trí EAT trong các tháng mà ở các mực dưới AL có cường độ mạnh hơn cũng ở phía tây hơn so với các tháng AL yếu, tương quan vị trí này tương tự như tương quan vị trí tâm AL ở các mực dưới. Về trường đường dòng, ở mực này, dòng gió trên khu vực lục địa Đông Á phía tây của AL hay EAT thiên nam hơn trong các tháng 12, 1, 2 và thiên đông hơn trong các tháng còn lại. Điều này hoàn toàn phù hợp với nhận định ở trên.

Ở mực 500hPa, trong tất cả các tháng, chỉ còn phân tích được EAT mà không còn phân tích được AL. Kết quả cũng cho thấy EAT sâu hơn trong các tháng chính đông và nông hơn trong các tháng khác. Đối với trường đường dòng, chỉ có các tháng 12, 1, 2 phân tích được tâm xoáy thuận còn các tháng khác trên khu vực chỉ thể hiện hoàn lưu dạng rãnh trong đới gió tây. Cũng tương tự như ở mực 700hPa, ở mực này, dòng gió phía sau EAT thiên nam hơn trong các tháng chính đông, thiên đông hơn trong các tháng đầu và cuối đông. Đặc điểm này được thể hiện ở mực 500hPa rõ ràng hơn so với mực 700hPa.

Kết quả về đặc điểm của EAT và dòng gió phía sau EAT ở trên là phù hợp với những hiểu biết trước đây về vai trò của hệ thống trên cao đối với quá trình xâm nhập lạnh vào Việt Nam, cụ thể, khi EAT sâu hơn và có vị trí trên lục địa Đông Á thì dòng gió phía sau EAT thiên nam hơn tác động làm KKL ở tầng thấp di chuyển qua lục địa vào Việt Nam còn khi EAT nông, dòng gió phía sau EAT thiên đông hơn làm KKL di chuyển lệch đông [8, 9].







Hình 2. Tương tự hình 1 nhưng ở mực 700hPa (trái) và mực 500hPa (phải) trong các tháng áp thấp Aleut hoạt động

#### 4. Kết luận

Qua phân tích đặc điểm hoạt động của áp thấp Aleut trong thời kỳ 35 năm từ 1981 đến 2015, nghiên cứu rút ra một số kết luận sau:

1. Áp thấp Aleut là một trung tâm khí áp tâm trung, bán vĩnh cửu hoạt động trên khu vực quần đảo Aleut ổn định trong các mùa đông và đầu hè của bán cầu Bắc (từ tháng 9 đến tháng 5).

2. Cường độ của áp thấp Aleut thay đổi trong suốt thời gian hoạt động. Trong các tháng chính đông, áp thấp Aleut có cường độ mạnh nhất trong năm.

3. Vị trí tâm, phạm vi hoạt động của áp thấp Aleut thay đổi theo cường độ của nó. Khi có cường độ mạnh, áp thấp Aleut có tâm ở gần xích đạo và dịch dần sang phía tây đồng thời mở rộng phạm vi hoạt động về phía xích đạo và sang phía

tây hơn.

4. Theo chiều cao, áp thấp Aleut suy yếu dần đồng thời có vị trí tâm dịch dần sang phía tây. Đến mực 700hPa, áp thấp Aleut thông thường chỉ còn là một rãnh áp thấp, chỉ khi có cường độ mạnh mới thể hiện dưới dạng một vùng áp thấp.

5. Rãnh Đông Á là hệ thống khí áp tạo do áp thấp Aleut suy yếu khi lên cao. Rãnh Đông Á sâu hơn và có vị trí lệch tây hơn trung bình trong các tháng áp thấp Aleut có cường độ mạnh, ngược lại, rãnh Đông Á nông hơn và có vị trí lệch đông hơn trong các tháng áp thấp Aleut có cường độ yếu.

6. Dòng gió ở trên cao phía sau rãnh Đông Á thiên nam hơn trong các tháng áp thấp Aleut có cường độ mạnh và thiên đông hơn trong các tháng áp thấp Aleut có cường độ yếu.

### Tài liệu tham khảo

1. American Meteorological Society (2012), Aleutian Low, Meteorology Glossary [http://glossary.ametsoc.org/wiki/Aleutian\\_low](http://glossary.ametsoc.org/wiki/Aleutian_low).
2. Chu Thị Thu Hương và cs (2018), Nghiên cứu sự dịch chuyển mùa của các hệ thống gió mùa và ảnh hưởng của nó đến sự biến động thời tiết trên khu vực Việt Nam. Báo cáo tổng kết đề tài nghiên cứu khoa học cấp Bộ.
3. Hartmann, B., Wendler, G., (2005), The significance of the 1976 Pacific climate shift in the climatology of Alaska. *Journal Climate*, 18, 4824-4839.
4. Rodionov, S.N., Overland, J.V., Bond, N.A., (2005), The Aleutian low and Winter climatic conditions in the Bering sea, Part 1: Classification. *Journal climate*, 18, 160-177.
5. Chen, Y., Zhai, P., (2011), Interannual to decadal variability of winter Aleutian low intensity during 1900-2004. *ACTA Meteorologica Sinica*, 25 (6), 710-724.
6. D'Arrigo, R., Wilson, R., Panagiotopoulos, F., Wu, B., (2005), On the long-term interannual variability of the east Asian winter monsoon. *Geophysical Research Letters*, 32, L21706, Doi:10.1029/2005GL023235.
7. Nguyễn Việt Lành, Phạm Minh Tiến (2016), Nghiên cứu mối quan hệ giữa xâm nhập lạnh xuống Việt Nam và áp thấp Aleut. *Tạp chí Khoa học ĐHQGHN: Các khoa học Trái đất và Môi trường*, 32 (3S), 148-152.
8. Trần Việt Liễn (2010), *Giáo trình Khí hậu Việt Nam*. Trường Đại học Tài nguyên và Môi trường.
9. Thái Thị Thanh Minh, Trần Thị Huyền Trang (2015), Rãnh Đông Á và sự biến đổi của nó qua những thập kỷ gần đây. *Tạp chí Khí tượng Thủy văn*, 655, 23-30.

## CHARACTERISTICS OF THE ALEUTIAN LOW

Tran Dinh Linh<sup>1</sup>, Pham Minh Tien<sup>1</sup>, Chu Thi Thu Huong<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Faculty of Meteorology and Hydrology,

Hanoi University of Natural Resources and Environment

**Abstract:** *From the geopotential high and stream lines fields on four standard iso-metric pressure levels of 1000hPa, 850hPa, 700hPa and 500hPa built from ERA Interim re-analysis data in the 1981-2015 period, this study has identified characteristics of the Aleutian low (AL). The results show, from September to May, AL has changed in all of intensity, location and scale of activities. AL is strongest in the winter months. Moreover, when AL has strong intensity, the location of it's center move to the equator and encroach to the west and the scale also expand toward the equator and to the East Asia continent. According to the height, AL gradually weaken and are located to the west. The results also show that the East Asia Trough (EAT) is the system created from the weakening of AL. EAT is stronger, deviating more west than average in the months when AL's intensity is strong. Incontrast, EAT is weaker and move to eastward in the months when AL's intensity is weaker. Regarding to the wind at high levels behind the EAT, the results show that it is more southernly in the months when has strong intensity and more easterly in the months when weak intensity of AL's intensity.*

**Keywords:** *Aleutian Low, East Asia Trough, the Wind behind the East Asia Trough.*

# XÂY DỰNG KỊCH BẢN BIẾN ĐỔI LƯỢNG MƯA TẠI KHU VỰC TỈNH TÂY NINH TRONG BỐI CẢNH BIẾN ĐỔI KHÍ HẬU

Lê Ngọc Tuấn<sup>1\*</sup>, Nguyễn Văn Tín<sup>2</sup>,  
Trần Tuấn Hoàng<sup>2</sup>, Phạm Thanh Long<sup>2</sup>, Nguyễn Kỳ Phùng<sup>3</sup>

**Tóm tắt:** Bằng phần mềm SimCLIM, nghiên cứu đã xây dựng các kịch bản biến đổi lượng mưa tại tỉnh Tây Ninh đến năm 2100. Theo thời gian cũng như theo các kịch bản RCPs (RCP2.6 - RCP8.5), lượng mưa năm có xu hướng gia tăng: 18-20% RCP4.5 và 22-26% RCP8.5 vào năm 2100 so với giai đoạn 1986-2005. Số liệu tương ứng với lượng mưa mùa mưa là 16-20% và 21-26%. Theo không gian, lượng mưa (theo năm và theo mùa) phân bố giảm dần từ Tây sang Đông. Đối với kịch bản RCP4.5, lượng mưa mùa mưa năm 2050 dao động từ 1200-1900 mm, cao nhất ở Huyện Châu Thành, Tân Biên (1800-1900mm), sau là Tp. Tây Ninh, Gò Dầu, Trảng Bàng (1500-1600mm) và thấp nhất tại Dương Minh Châu (1200-1300mm). Kết quả nghiên cứu là cơ sở quan trọng phục vụ đánh giá tác động, đánh giá tính dễ bị tổn thương do sự thay đổi lượng mưa nói riêng và BĐKH nói chung tại địa phương.

**Từ khóa:** Biến đổi lượng mưa, lượng mưa năm, lượng mưa mùa mưa, kịch bản BĐKH.

Ban Biên tập nhận bài: 12/10/2019 Ngày phản biện xong: 26/11/2019 Ngày đăng bài: 25/01/2020

## 1. Đặt vấn đề

Biến đổi khí hậu (BĐKH) biểu hiện bởi sự nóng lên toàn cầu, mực nước biển dâng (NBD) và gia tăng các hiện tượng khí tượng thủy văn cực đoan [1], đã và đang tác động trực tiếp đến đời sống kinh tế - xã hội (KTXH) và môi trường toàn cầu. Nghiên cứu về BĐKH theo đó rất được quan tâm và có thể chia thành ba nhóm lớn: (N1) Bản chất, nguyên nhân, cơ chế vật lý của sự BĐKH; (N2) Đánh giá tác động của BĐKH, tính DBTT do BĐKH và giải pháp thích ứng; (N3) Giải pháp, chiến lược và kế hoạch hành động nhằm giảm thiểu BĐKH [2]. Về logic, nghiên cứu BĐKH cần được thực hiện tuần tự, trong đó nhóm (N1) cần tiến hành đầu tiên với hai nhóm chính: (i) Xác định các bằng chứng, nguyên nhân gây BĐKH trong quá khứ và hiện tại; (ii) Đánh

giá BĐKH trong tương lai bao gồm việc xây dựng các kịch bản BĐKH.

Kịch bản BĐKH là giả định có cơ sở khoa học và tính tin cậy về sự tiến triển trong tương lai của các mối quan hệ giữa KTXH, GDP, phát thải KNK, BĐKH và mực NBD [1]. Đến nay, Ủy ban Liên chính phủ về BĐKH (IPCC) đã thực hiện 5 lần xây dựng và cập nhật kịch bản BĐKH thông qua các lần báo cáo đánh giá BĐKH. Trong đó, sự thay đổi cơ bản của IPCC-AR5 liên quan đến các kịch bản phát thải KNK: RCPs (*Representative Concentration Pathways*) được sử dụng để dự đoán khí hậu trái đất đến năm 2100, gồm RCP2.6, RCP4.5, RCP6.0 và RCP8.5 tương ứng với nồng độ KNK quy đổi thành khí CO<sub>2</sub> là 490 ppm, 650 ppm, 850 ppm và 1370 ppm [1].

Các phương pháp áp dụng trong xây dựng kịch bản BĐKH bao gồm 2 phương pháp chính: (i) Phương pháp thống kê; (ii) Phương pháp mô hình động lực. Phương pháp thống kê đã phát triển tương đối sớm, như dự báo mưa gió mùa (Monsoon rainfall) vào cuối thế kỷ 19, hay biến

<sup>1</sup>Trường Đại học Khoa học Tự nhiên - Đại học Quốc gia Thành phố Hồ Chí Minh

<sup>2</sup>Phân viện Khoa học Khí tượng Thủy văn và Biến đổi Khí hậu

<sup>3</sup>Sở Khoa học và Công nghệ thành phố Hồ Chí Minh  
Email: lntuan@hcmus.edu.vn

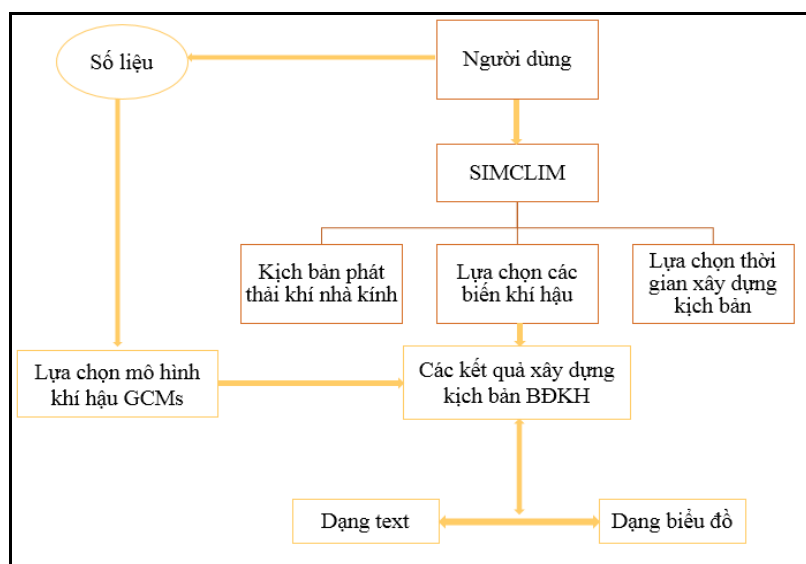
động các hình thể khí áp trong vùng nhiệt đới [3-4]. Đến nay, nhiều mô hình thực nghiệm dự báo mùa với các phương pháp khác nhau đã được nghiên cứu và phát triển [5-9]. Thống kê là công cụ ứng dụng khá phổ biến, có thể chia thành 3 nhóm [10]: Thống kê truyền thống; Hạ thấp quy mô thống kê (Chi tiết hóa thống kê) (Statistical Downscaling - SD); Thống kê trên sản phẩm mô hình (*Model Output Statistics - MOS*). Các mô hình khí hậu toàn cầu (*GCM - Global Climate Model*) và khu vực (*RCM - Regional Climate Model*) phát triển từ cuối những năm 1980. GCM là một mô hình toán học về tuần hoàn tổng quát của bầu khí quyển trái đất hoặc đại dương dựa trên các công thức toán mô tả các quá trình vật lý - là cơ sở cho những chương trình máy tính phức tạp thường được sử dụng để mô phỏng bầu khí quyển và các đại dương trên trái đất [11-13]. Ứng dụng quan trọng nhất của các GCM nói chung là dự tính khí hậu tương lai (thế kỷ 21) dựa trên các kịch bản phát thải khí nhà kính là cơ sở để xây dựng các kịch bản BĐKH [14].

Tỉnh Tây Ninh thuộc miền Đông Nam Bộ, nằm trong vùng kinh tế trọng điểm phía Nam, là một trong những địa phương có tốc độ tăng trưởng kinh tế cao, phát triển công nghiệp năng động của cả nước. Kịch bản BĐKH tỉnh Tây Ninh [15] được xây dựng trên cơ sở kịch bản BĐKH và NBD cho Việt Nam (2009) [16] nhìn

chung hỗ trợ tích cực cho công tác ứng phó BĐKH trên địa bàn. Tuy nhiên, với những thay đổi trong thời gian gần đây, cần thiết cập nhật số liệu khí tượng thủy văn (KTTV) tại địa phương cũng như kỹ thuật mô phỏng kịch bản BĐKH. Bằng phương pháp chi tiết hóa thống kê thông qua phần mềm SimCLIM, nghiên cứu nhằm mục tiêu xây dựng kịch bản biến đổi lượng mưa (năm, mùa) khu vực tỉnh Tây Ninh (theo các RCPs) đến năm 2100, thời kỳ so sánh 1986-2005 và chuỗi số liệu KTTV cập nhật đến năm 2017, tạo cơ sở quan trọng để đánh giá tác động, đánh giá tính DBTT do BĐKH, từ đó đề xuất các giải pháp ứng phó tương thích. SimCLIM là hệ thống phần mềm được phát triển bởi Viện Quốc tế về BĐKH toàn cầu, thuộc Đại học Waikato - Newzealand, tích hợp các kết quả đầu ra của 40 GCMs mô phỏng các yếu tố khí tượng và 24 GCMs mô phỏng sự thay đổi của NBD, được ứng dụng thành công tại khu vực miền Trung [17] và miền Nam Việt Nam [18-20]. Do hạn chế của phần mềm SimCLIM, kịch bản lượng mưa cực trị gồm lượng mưa 01 ngày lớn nhất trung bình, lượng mưa 05 ngày lớn nhất trung bình không thuộc phạm vi của nghiên cứu này.

## 2. Phương pháp nghiên cứu

Sơ đồ phương pháp xây dựng kịch bản BĐKH được trình bày ở hình 1.



Hình 1. Sơ đồ phương pháp xây dựng kịch bản BĐKH

Trong nghiên cứu này, phần mềm SimClim phiên bản DATAAR5REGIONAL - Down-scaled spatial area for SimCLIM 2013 AR5 for South Vietnam được sử dụng. Từ kết quả của các mô hình GCMs tích hợp sẵn trong phần mềm, thực hiện chi tiết hoá (*Statistical Downscaling*) đến khu vực tỉnh Tây Ninh với độ phân giải 1km.

Dữ liệu lượng mưa ngày tại các trạm quan trắc Cà Tum, Núi Bà, Bến Sỏi, Tây Ninh, Gò Dầu Hạ, Cần Đăng giai đoạn 1986-2017, Đồng Ban, Đồi 95 giai đoạn 1989-2017 và hồ Dầu Tiếng giai đoạn 1993-2017 được thu thập (từ Đài Khí tượng Thủy văn khu vực Nam Bộ) nhằm mô tả điều kiện cụ thể của địa phương, đồng thời so sánh,

$$RE(R) = \frac{1}{N} \sum_{i=1}^N \left( \frac{(R_{fi} - R_{oi}) * 100}{R_{oi}} \right); \quad MARE(R) = \frac{1}{N} \sum_{i=1}^N \left| \frac{(R_{fi} - R_{oi}) * 100}{R_{oi}} \right| \quad (1)$$

Trong đó  $R_f$ ,  $R_o$  là tổng lượng mưa trạm cho một giai đoạn hoặc trung bình tổng lượng mưa trạm cho một giai đoạn trong khu vực mô phỏng và quan trắc. RE mang giá trị âm chỉ ra kết quả tính toán thấp hơn giá trị quan trắc và ngược lại. Bên cạnh đó, mô hình có kết quả hoàn hảo khi  $MARE = 0$ . MARE càng lớn, độ chính xác của mô hình càng kém.

Với 40 GCMs tích hợp trong SIMCLIM, 11 mô hình điển hình phù hợp với Việt Nam được lựa chọn để tính toán: ACCESS1-3 (Úc), CCSM4 (Mỹ), CMCC-CMS (Ý), CNRM-CM5 (Pháp), CSIRO-Mk3-6-0 (Úc), GFDL-CM3

đánh giá mức độ tin cậy của kết quả mô phỏng.

Mức chênh lệch lượng mưa được tính như sau:  $P_1 = P_0(1 + \Delta P_1 / 100)$  với  $P_0$  là lượng mưa thực tế;  $P_1$  là lượng mưa dự báo trong tương lai;  $\Delta P_1$  là biến đổi của lượng mưa trong tương lai so với thời kỳ cơ sở (1986-2005).

Các chỉ số dùng để đánh giá kết quả mô phỏng lượng mưa gồm: sai số tương đối RE (biểu thị xu thế giá trị dự báo vượt quá hay thấp hơn giá trị thực đo) và sai số tuyệt đối trung bình MARE (biểu thị độ lớn trung bình của sai số nhưng không thể hiện hướng lệch của giá trị dự báo so với giá trị quan trắc) giữa kết quả mô phỏng và thực đo.

(Mỹ), HADCM3 (UK), HadGEM2-AO (UK), MPI-ESM-LR (Đức), MRI-CGCM3 (Nhật) và NorESM1-M (Na Uy). Các mô hình này thuộc các trung tâm nghiên cứu khí hậu lớn trên thế giới được Bộ Tài nguyên và Môi trường sử dụng làm đầu vào cho các RCMs khi xây dựng kịch bản BĐKH cho Việt Nam năm 2016. Sai số giữa kết quả tính toán theo phương pháp chi tiết hóa thống kê tổ hợp trung vị của 11 mô hình khí hậu cho giai đoạn 1986-2005 với số liệu lượng mưa thực đo tại khu vực tỉnh Tây Ninh được trình bày ở Bảng 1.

*Bảng 1. Sai số tương đối (RE) và tuyệt đối (MARE) của lượng mưa (%) giữa kết quả mô phỏng và thực đo tại khu vực tỉnh Tây Ninh giai đoạn 1986-2005*

Trạm	RE (%)			MARE (%)		
	Mùa khô	Mùa mưa	Năm	Mùa khô	Mùa mưa	Năm
Cần Đăng	31.8	-13.5	-5.9	59.1	17.0	14.0
Gò Dầu Hạ	61.0	-2.1	6.9	65.1	17.9	14.3
Dầu Tiếng	38.7	1.9	8.9	57.8	12.4	18.3
Tây Ninh	33.2	-14.7	-6.5	59.6	23.0	18.7
Trung bình	41.2	-7.1	0.9	60.4	17.6	16.3

Có thể thấy sai số tương đối RE không đáng kể giữa kết quả mô phỏng lượng mưa năm trung bình toàn tỉnh so với số liệu thực đo ( $RE_{tinh} = 0,9\%$ ). Trong đó, kết quả mô phỏng cao hơn thực đo tại trạm Gò Dầu Hạ (6,9%) và Dầu Tiếng

(8,9%). Xu thế ngược lại ghi nhận tại trạm Cần Đăng (-5,9%) và Tây Ninh (-6,5%). Đối với lượng mưa mùa mưa, kết quả mô phỏng thấp hơn thực đo ( $RE_{tinh} = -7,1\%$ , dao động từ 2%-15% giữa các trạm quan trắc), trái ngược với

lượng mưa mùa khô ( $RE_{\text{tinh}} = 41,2\%$  - sai số khá cao, dao động từ 32%-61% giữa các trạm quan trắc). Những nhận định tương tự được rút ra khi xem xét sai số tuyệt đối MARE: lượng mưa năm với  $MARE_{\text{tinh}} = 16,3\%$  (dao động từ 14 - 18,7%), lượng mưa mùa mưa với  $MARE_{\text{tinh}} = 17,6\%$  (dao động từ 12 - 23%) và lượng mưa mùa khô với  $MARE_{\text{tinh}} = 60,4\%$ , sai số cao (dao động từ 59 - 65%).

Trong nghiên cứu này, phương pháp chi tiết hóa thống kê tổ hợp trung vị của 11 mô hình khí hậu có thể được sử dụng để mô phỏng kịch bản biến đổi lượng mưa năm và lượng mưa mùa mưa khu vực tỉnh Tây Ninh với sai số chấp nhận được.

**3. Kết quả và thảo luận**

**3.1. Kịch bản biến đổi lượng mưa năm**

Kịch bản biến đổi lượng mưa tại Tây Ninh đến năm 2100 được trình bày ở Bảng 2.

Hình 2 cho thấy thấy lượng mưa năm ở Tây Ninh có xu thế tăng theo thời gian (2020-2100) với mức tăng cùng chiều với sự thay đổi các kịch bản KNK (RCP2.6 - RCP8.5). Cụ thể như sau:

- Về giá trị: Đến giữa XXI, mức tăng lượng

*Bảng 2. Mức độ biến đổi lượng mưa (%) so với giai đoạn 1986 - 2005 tại tỉnh Tây Ninh*

Giai đoạn	Lượng mưa	RCP2.6	RCP4.5	RCP6.0	RCP8.5
2020	Mùa mưa	4	6,3	6,7	9
	Năm	5,6	7,7	8,0	8,5
2030	Mùa mưa	4	7,2	8,3	9,7
	Năm	5,6	9	9,3	10,9
2050	Mùa mưa	4,5	9,3	12	15,9
	Năm	5,8	15,6	16,0	21,1
2100	Mùa mưa	7	12,5	19	23,3
	Năm	7,3	18,7	21,0	24,7

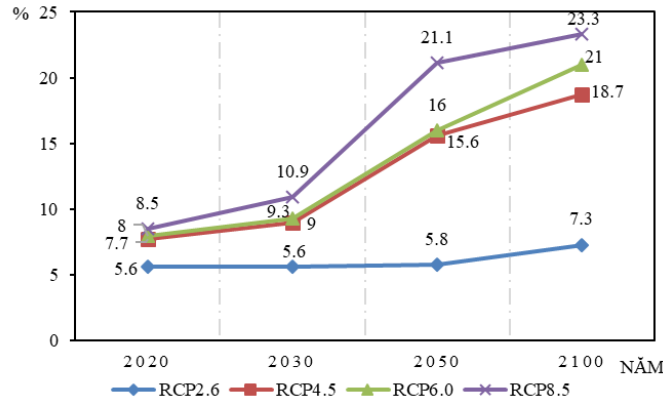
Có thể giải thích hình thái biến đổi lượng mưa theo thời gian và theo các kịch bản RCP bằng sự biến đổi nồng độ KNK trong khí quyển, theo đó là cường bức xạ ở các giai đoạn khác nhau đến năm 2100. Hình 3 cho thấy sự chuyển biến mức độ bắt đầu rõ nét kể từ thập niên 40 của thế

mưa năm dao động 5,8 - 21,1% (RCP2.6 - RCP8.5). Số liệu tương ứng vào cuối XXI là 7,3 - 24,7%.

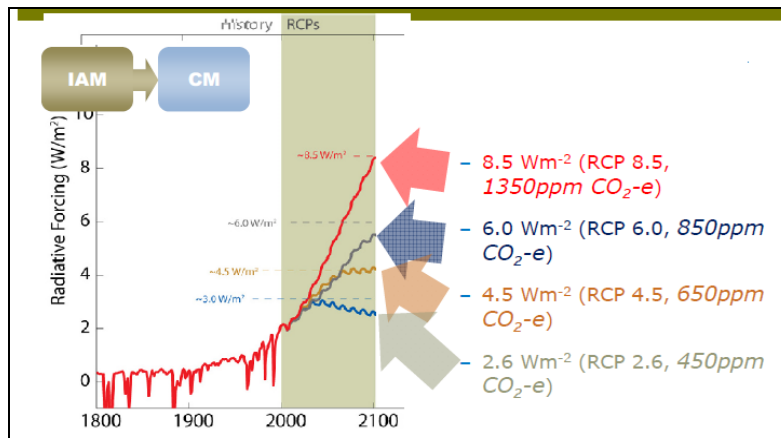
- Xu thế biến đổi giữa các mốc thời gian: có 2 xu hướng (i) mức tăng lượng mưa đáng kể những năm gần giữa thế kỷ (khoảng 7,9% RCP4.5 - 12,6% RCP8.5) và tiếp tục tăng giai đoạn nửa cuối thế kỷ XXI (1,5% RCP2.6 - 2,2% RCP8.5), (ii) riêng kịch bản RCP2.6 có mức tăng tương đối tương đồng.

- Chênh lệch giữa các kịch bản RCP: có 2 xu hướng (i) chênh lệch không đáng kể giữa các KB ở giai đoạn nửa đầu XXI (5,6% - 8,5% năm 2020 và 5,6% - 10,9% năm 2030), (ii) chênh lệch khá rõ nét từ năm 2050 đến cuối XXI (5,8 - 21,1% năm 2050 và 7,3 - 23,63% năm 2100). Kịch bản RCP 4.5 và RCP6.5 đều thể hiện mức tăng trung bình KNK (lần lượt là trung bình thấp và trung bình cao), nên sai khác kết quả giữa 2 kịch bản này luôn luôn nhỏ ở tất cả các giai đoạn mô phỏng. Xu thế tương tự cũng được ghi nhận trong các kịch bản biến đổi lượng mưa mùa mưa tại tỉnh Tây Ninh đến năm 2100.

ki XXI. Trong đó, cường bức xạ có xu thế tăng liên tục ở kịch bản RCP8.5 (1.350 ppm CO<sub>2</sub>-eq); tăng dần và ổn định đối với kịch bản RCP6.0 (850 ppm CO<sub>2</sub>-eq) và RCP4.5 (650 ppm CO<sub>2</sub>-eq); tăng đến cực đại và giảm dần ở kịch bản RCP2.6 (450 ppm CO<sub>2</sub>-eq).



Hình 2. Mức độ biến đổi lượng mưa năm tại tỉnh Tây Ninh so với giai đoạn 1986-2005



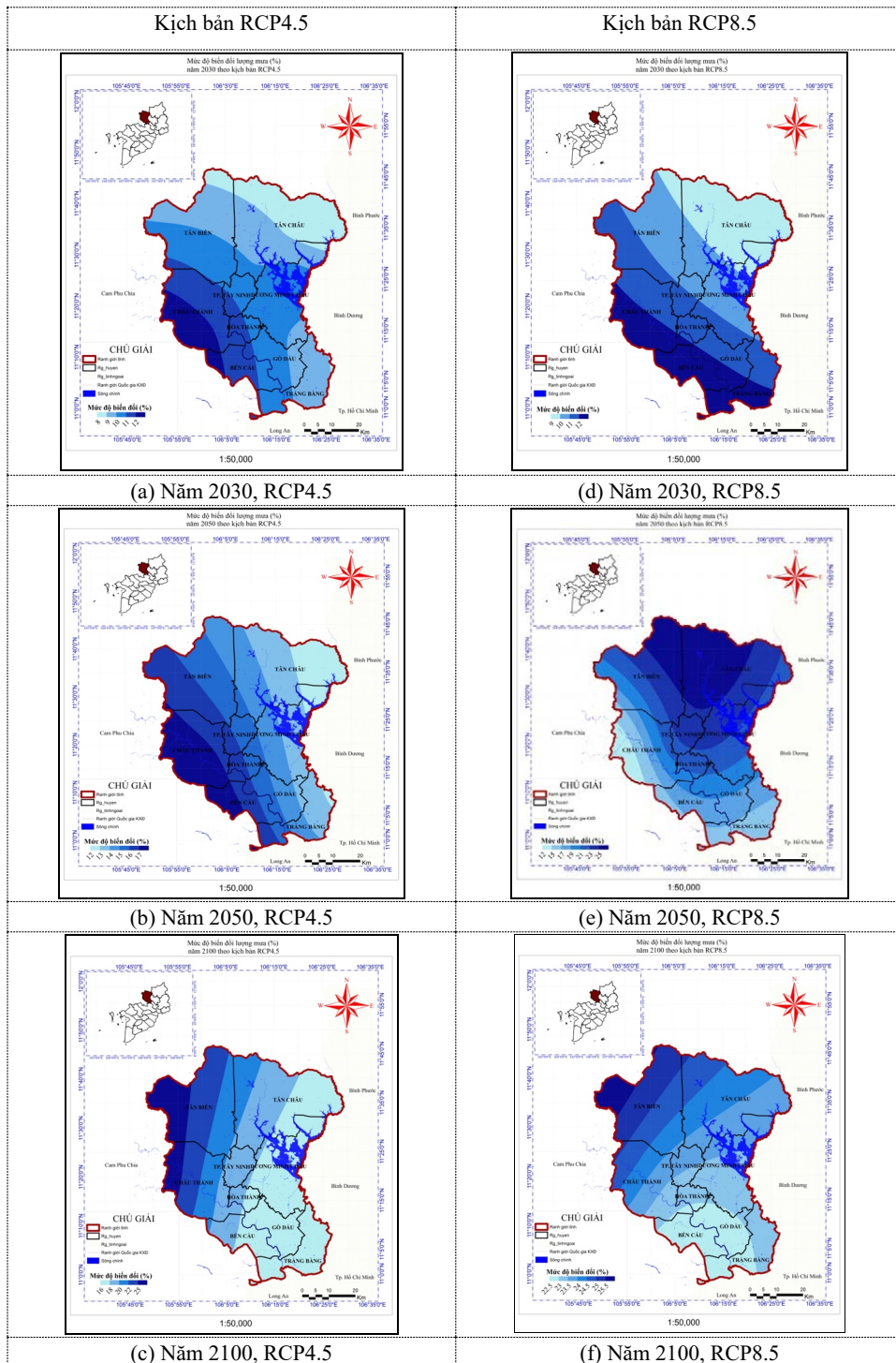
Hình 3. Các kịch bản khí nhà kính sử dụng trong AR5 [21]

Bảng 2 cũng cho thấy lượng mưa mùa mưa tại tỉnh Tây Ninh gia tăng theo thời gian (2020 - 2100) và theo các kịch bản KNK (RCP2.6 - RCP8.5): mức tăng đến cuối thế kỉ XXI dao động 7% - 23,3% (RCP2.6 - RCP8.5) thấp hơn mức độ gia tăng lượng mưa năm (7,3% - 24,7%).

Bảng 3 mô tả phân bố mức độ biến đổi lượng mưa tại tỉnh Tây Ninh đến năm 2100. Kết quả mô phỏng được biểu diễn ở hình 4-5 đối với lượng mưa năm và hình 6-7 đối với lượng mưa mùa mưa.

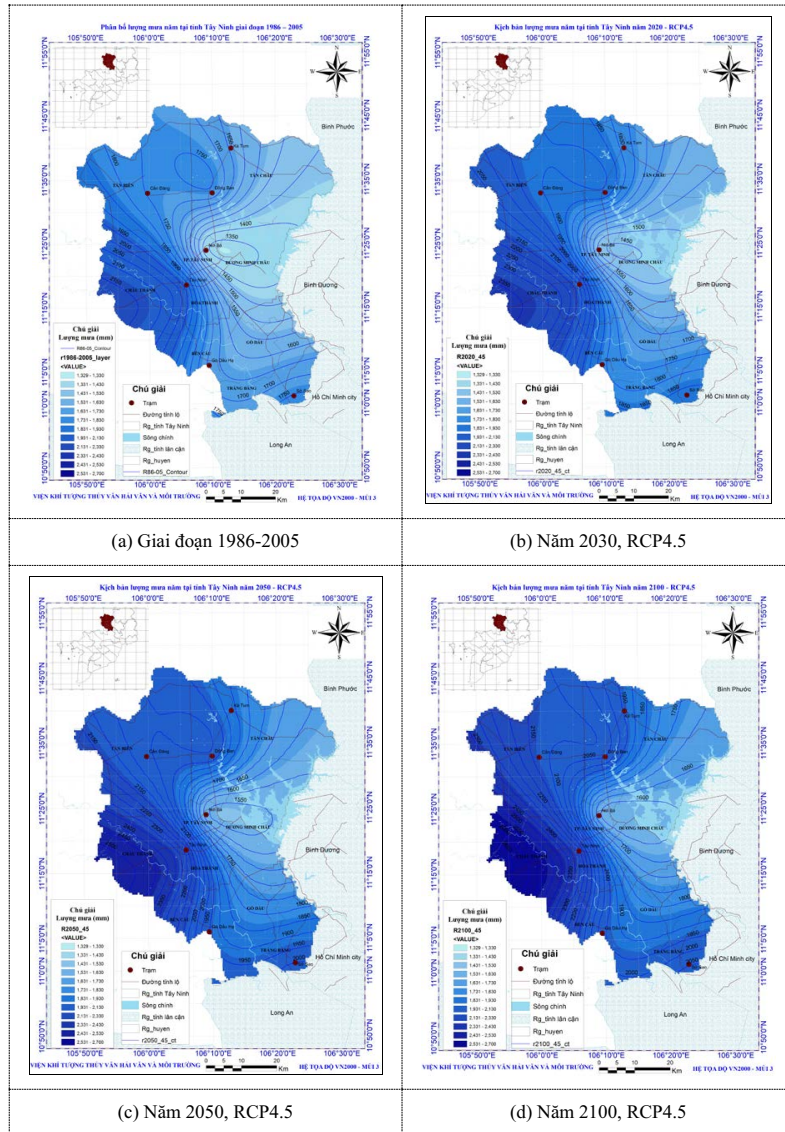
Bảng 3. Phân bố mức độ biến đổi lượng mưa tại tỉnh Tây Ninh so với giai đoạn 1986-2005

(a) LƯỢNG MƯA NĂM					
Kịch bản	Năm	Mức tăng	Xu thế phân bố	Mức tăng cao nhất	Mức tăng thấp nhất
RCP4.5	2030	8 - 9,5%	Giảm dần hướng TN - ĐB	Châu Thành	Tân Châu
	2050	12 - 15%	Giảm dần hướng TN - ĐB	Châu Thành, Bến Cầu	Tân Châu
	2100	18 - 20%	Giảm dần hướng TB - ĐN	Tân Biên, Châu Thành	D.M. Châu, Trảng Bàng, Gò Dầu, Bến Cầu
RCP8.5	2030	9 - 12%	Giảm dần hướng TN - ĐB	Châu Thành, Bến Cầu, Trảng Bàng	Tân Châu
	2050	17 - 22%	Giảm dần hướng Bắc - Nam	Tân Châu, Tân Biên	Châu Thành
	2100	22 - 26%	Giảm dần hướng TB - ĐN	Tân Biên	Gò Dầu, Bến Cầu, Trảng Bàng
(b) LƯỢNG MƯA MÙA MƯA					
Kịch bản	Năm	Mức tăng	Xu thế phân bố	Mức tăng cao nhất	Mức tăng thấp nhất
RCP 4.5	2050	9 - 10%	Giảm từ Tây -Đông	Châu Thành	Trảng Bàng
	2100	16 - 20%	Giảm dần từ TB - ĐN	Tân Biên, Châu Thành	Gò Dầu, Bến Cầu, Trảng Bàng
RCP 8.5	2050	13 - 16%	Giảm dần từ TB - ĐN	Tân Biên, Châu Thành	Trảng Bàng
	2100	21 - 26%	Giảm dần từ TB - ĐN	Tân Biên, Tân Châu	Trảng Bàng

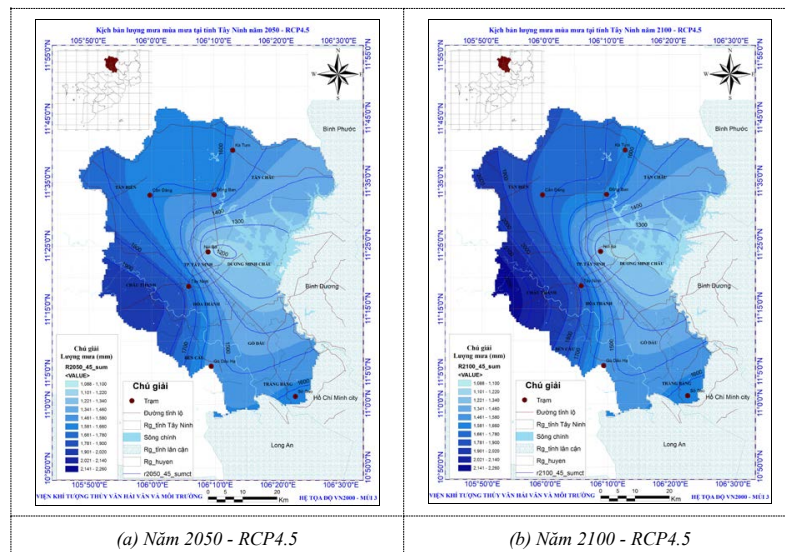


Hình 4. Mức độ biến đổi lượng mưa năm tại tỉnh Tây Ninh so với giai đoạn 1986-2005

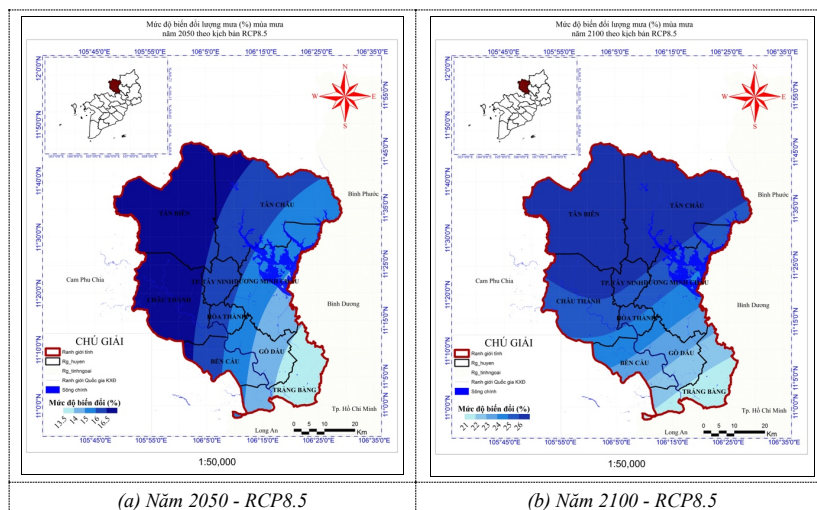




Hình 5. Phân bố lượng mưa năm tại tỉnh Tây Ninh theo kịch bản RCP4.5



Hình 6. Phân bố lượng mưa mùa mưa tại tỉnh Tây Ninh theo kịch bản RCP4.5



Hình 7. Mức độ biến đổi lượng mưa mùa mưa tỉnh Tây Ninh theo kịch bản RCP8.5

#### 4. Kết luận

Bằng phần mềm SimCLIM, nghiên cứu đã xây dựng các kịch bản biến đổi lượng mưa tại tỉnh Tây Ninh đến năm 2100. Theo thời gian cũng như theo các kịch bản RCPs (RCP2.6 - RCP8.5), lượng mưa năm ở Tây Ninh gia tăng 18 - 20% RCP4.5 và 22 - 26% RCP8.5 vào năm 2100 so với giai đoạn 1986-2005. Số liệu tương ứng với lượng mưa mùa mưa là 16 - 20% và 21 - 26%. Theo không gian, lượng mưa (theo năm và theo mùa) ở Tây Ninh phân bố giảm dần theo

hướng Tây - Đông. Ở kịch bản RCP4.5, lượng mưa mùa mưa năm 2050 dao động từ 1200-1900 mm, cao nhất ở huyện Châu Thành, Tân Biên (khoảng 1800-1900mm), tiếp sau là Tp. Tây Ninh, Gò Dầu, Trảng Bàng (từ 1500-1600mm), thấp nhất tại huyện Dương Minh Châu (từ 1200-1300mm). Kết quả nghiên cứu là cơ sở quan trọng cho công tác đánh giá tác động, tính dễ bị tổn thương do sự thay đổi lượng mưa nói riêng và BĐKH nói chung tại địa phương.

**Lời cảm ơn:** Nghiên cứu này trong khuôn khổ đề tài NCUD và PTCN cấp tỉnh do Sở KH&CN tỉnh Tây Ninh là cơ quan chủ quản và viện KTTV Hải văn và Môi trường là cơ quan chủ trì.

#### Tài liệu tham khảo

1. Bộ Tài nguyên và Môi trường (2016), *Kịch bản Biến đổi khí hậu, nước biển dâng cho Việt Nam, Hà Nội.*
2. Phan Văn Tân, Ngô Đức Thành (2013), *Biến đổi khí hậu ở Việt Nam: Một số kết quả nghiên cứu, thách thức và cơ hội trong hội nhập quốc tế.* Tạp chí Khoa học ĐHQGHN, Các Khoa học Trái đất và Môi trường, 29 (2), 42-55.
3. Hildebrandsson, H.H., (1897), *Quelques recherches sur les entres d'action de l'atmosphère*, K. Svenska Vetens - Akad. Handl., 29, 33.
4. Walker, G.T. (1923), *Correlation in seasonal variability of weather, VIII. A preliminary study of world weather.* Memoirs of the India Meteorological Department, 24, 75-131.
5. Barnston, A.G., Ropelewski, C.F. (1992). *Prediction of ENSO episodes using Canonical Correlation Analysis.* Journal of Climate, 5, 1316-1345.
6. Tangang, F.T., Hsieh, W.W., Tang, B., (1997), *Forecasting the equatorial Pacific sea surface temperatures by neural networks models.* Climate Dynamics, 13, 135-147.

7. Barnston, A.G., Thiao, W., Kumar, V., (1996), *Long-lead forecasts of seasonal precipitation in Africa using CCA*. Weather Forecasting, 11, 506-520.
8. Ward, M.N., Folland, C.K. (1991). *Prediction of seasonal rainfall in the north of Nordeste of Brazil using eigenvectors of sea surface temperature*. International Journal of Climatology, 11, 711-743.
9. Colman, A.W., (1997), *Prediction of summer central England temperature from preceding North Atlantic winter sea surface temperature*, International Journal of Climatology, 17, 1285-1300.
10. Phan Văn Tân (2010), *Nghiên cứu tác động của biến đổi khí hậu toàn cầu đến các yếu tố và hiện tượng khí hậu cực đoan ở Việt Nam, khả năng dự báo và giải pháp chiến lược ứng phó*, Chương trình KHCN cấp nhà nước KC08/06-10. Mã số đề tài: KC08.29/06-10/
11. Kleeman, R., Moore, A.M., Smith, N.R., (1995), *Assimilation of sub-surface thermal data into an intermediate tropical coupled ocean-atmosphere model*, Monthly Weather Review, 123, 3103-3113.
12. Cane, M.A., Zebiak, S.E., Dolan, S.C., (1986), *Experimental forecasts of El Nino*, Nature, 321, 827-832.
13. Chakraborty, A., Krishnamurti, T.N., (2006). *Improved seasonal climate forecasts of the South Asian summer monsoon using a suite of 13 coupled ocean-atmosphere models*, Monthly Weather Review, 134, 1697-1721.
14. IPCC (2007), *Climate Change 2007: Climate Change Impacts, Adaptation and Vulnerability, Summary for Policy Makers*, Contribution of Working Group II to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change, Cambridge University Press, Cambridge and New York.
15. UBND tỉnh Tây Ninh (2013), *Kế hoạch hành động ứng phó với BĐKH tỉnh Tây Ninh*.
16. Bộ Tài nguyên và Môi trường (2009). *Kịch bản Biến đổi khí hậu, nước biển dâng cho Việt Nam, Hà Nội*.
17. UBND tỉnh Bình Định (2017). *Cập nhật Kế hoạch hành động ứng phó với BĐKH tỉnh Bình Định*.
18. UBND tỉnh Vĩnh Long (2016). *Cập nhật Kế hoạch hành động ứng phó với BĐKH tỉnh Vĩnh Long*.
19. Lê Ngọc Tuấn, Ngô Nam Thịnh, Nguyễn Kỳ Phùng (2018), *Xây dựng kịch bản mực nước biển dâng trong bối cảnh biến đổi khí hậu cho khu vực thành phố Hồ Chí Minh*. Tạp chí Phát triển Khoa học và Công nghệ. Chuyên san KHTN 2 (5), 184-191.
20. Ky Phung Nguyen, Van Tin Nguyen, Ngoc Tuan Le (2017), *Precipitation scenarios in Ho Chi Minh city in the context of climate change*, Vietnam Journal of Science and Technology, 55 (4C), 115-121.
21. IPCC (2013), *Climate Change 2013: The Physical Science Basis. Contribution of Working Group I to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change*, Cambridge University Press, Cambridge, United Kingdom and New York, NY, USA, 1535 pp.

## PRECIPITATION SCENARIOS IN TAYNINH PROVINCE IN THE CONTEXT OF CLIMATE CHANGE

Le Ngoc Tuan<sup>1\*</sup>, Nguyen Van Tin<sup>2</sup>, Tran Tuan Hoang<sup>2</sup>,  
Pham Thanh Long<sup>2</sup>, Nguyen Ky Phung<sup>3</sup>

<sup>1</sup>University of Science - Vietnam National University Hochiminh City

<sup>2</sup>Sub-Institute of HydroMeteorology and Climate change

<sup>3</sup>Department of Science and Technology - Hochiminh City

**Abstract:** *By data collecting and processing method and SimCLIM software, this work aimed at developing precipitation scenarios in Tay Ninh province corresponding to RCP2.6, RCP4.5, RCP6.0, and RCP8.5 scenarios. Results showed the annual precipitation would increase over the time and RCPs: 18 - 20% for RCP4.5 and 22 - 26% for RCP8.5 in 2100 compared to those in the period of 1986-2005. By space, annual and seasonal precipitations in Tay Ninh province would decrease from the West to the East. For RCP4.5, precipitation of rainy season would be 1200-1900 mm in 2050, the highest would distribute in Chau Thanh and Tan Bien districts (1800-1900 mm), followed by Tay Ninh city, Go Dau and Trang Bang districts (1500-1600mm), and the lowest would be at Duong Minh Chau district (1200-1300mm). These results are an important basis for assessing impacts and vulnerability due to precipitation variations in particular and climate change in general in Tay Ninh province.*

**Keywords:** *Climate change scenario, annual precipitation, seasonal precipitation.*

# NGHIÊN CỨU XÂY DỰNG MÔ HÌNH TRỒNG RAU THÍCH NGHI VỚI HẠN HÁN TẠI VÙNG CÁT KHÔ HẠN HOANG MẠC, THỬ NGHIỆM VỚI CÂY HÀNH TRÊN ĐỊA BÀN TỈNH NINH THUẬN

Hoàng Anh Huy<sup>1\*</sup>, Đỗ Bình Dương<sup>1</sup>

**Tóm tắt:** Thiên tai và tác động của thiên tai do biến đổi khí hậu đang có diễn biến phức tạp và gây thiệt hại lớn về kinh tế xã hội, tạo nên gánh nặng đối với nền kinh tế trong và ngoài nước, trong đó những mô hình kinh tế hiện tại có nguy cơ dễ bị phơi bày trước thiên tai, gây nên tình trạng dễ bị tổn thương. Do đó, nhiều mô hình, chỉ tiêu kinh tế, có thể sẽ không còn phù hợp hay cần phải điều chỉnh để ứng phó được với các loại hình thiên tai, đặc biệt là các loại hình thiên tai mang tính chất cực đoan hướng tới phát triển bền vững. Bài báo giới thiệu nghiên cứu thí điểm mô hình trồng rau thích nghi với hạn hán tại vùng cát khô hạn hoang mạc trên địa bàn tỉnh Ninh Thuận. Kết quả cho thấy mô hình cho hiệu quả cao đặc biệt khi áp dụng phương pháp tưới chảy tràn truyền thống kết hợp với phương pháp tưới phun mưa, nhỏ giọt tiết kiệm đem lại hiệu quả kinh tế cho người nông dân rất cao.

**Từ khóa:** Mô hình trồng rau, cây hành, thích nghi, hạn hán, hoang mạc, Ninh Thuận.

Ban Biên tập nhận bài: 10/12/2019 Ngày phản biện xong: 22/11/2019 Ngày đăng bài: 25/01/2020

## 1. Mở đầu

Biến đổi khí hậu (BĐKH) đang là thách thức đối với nhân loại và nền kinh tế toàn cầu. BĐKH làm các thiên tai như bão, lũ lụt, hạn hán, xói lở bờ, xâm nhập mặn ngày càng nghiêm trọng và diễn biến phức tạp gây thiệt hại nhiều về người và của, ảnh hưởng nặng nề đến đời sống kinh tế - xã hội. Theo IPCC (2007), các hiện tượng cực đoan ngày càng gia tăng về tần suất và cường độ, khu vực chịu ảnh hưởng của hạn hán thì ngày càng gia tăng [1]. Các dự tính trung bình thập niên cho thế kỷ 21 cho thấy sự gia tăng của hạn hán ở nhiều nơi trên thế giới, đặc biệt là ở các khu vực cận nhiệt đới và vĩ độ trung bình [2], bao gồm cả tần suất và mức độ kéo dài. Theo kịch bản BĐKH được Bộ Tài nguyên và Môi trường cập nhật năm 2011, nếu mực nước biển dâng 1m, sẽ có khoảng 39% diện tích đồng bằng sông Cửu Long, trên 10% diện tích vùng đồng bằng sông Hồng và Quảng Ninh, và trên 2,5%

diện tích thuộc các tỉnh ven biển miền Trung có nguy cơ bị ngập [3]. Điều này làm cho sản lượng lúa vụ đông xuân của khu vực Nam Trung Bộ sẽ giảm 10% vào năm 2020 và giảm 8% vào năm 2070, còn khu vực đồng bằng sông Hồng sẽ giảm là 12,5% và 16,5 % [4]. Các nghiên cứu của Đặng Thị Hoa và Quyền Đình Hà (2014) [5], Nguyễn Tuấn Anh (2012) [6], Komba và Muchapondwa (2012) [7], Gutu (2014) [8] chỉ ra rằng việc thay đổi giống cây trồng phù hợp với tình hình thời tiết, điều kiện thổ nhưỡng được coi là phương thức thích ứng hợp lý. Nghiên cứu của Tran (2010) [9] tại nhiều vùng đồng bằng sông Cửu Long cho thấy người dân trồng những loại lúa nổi để thích ứng với tình hình ngập lụt. Thay đổi cơ cấu cây trồng cũng được áp dụng khá phổ biến: thay đổi cơ cấu cây trồng theo hướng đa dạng hóa Gutu (2014) [8], thử nghiệm xen giống lúa cá hoặc luân canh cây trồng [5,9]. Ngoài ra công tác thủy lợi, tưới tiêu, người dân chủ động tôn bờ, nâng cấp hệ thống thủy lợi, khơi thông kênh mương, rửa mặn đồng ruộng nhằm hạn chế những ảnh hưởng của các hình

<sup>1</sup>Trường Đại học Tài nguyên và Môi trường Hà Nội

Email: hahuy@hunre.edu.vn

thái thời tiết cực đoan được coi là những biện pháp hữu hiệu [9,10]. Ngoài hai biện pháp thay đổi giống cây và thay đổi kỹ thuật canh tác, nhiều hộ gia đình đặc biệt những gia đình có điều kiện kinh tế khá và vừa chuyển sang hoạt động nuôi trồng thủy sản [5,11,12], hoặc chuyển hẳn sang các hoạt động phi nông nghiệp, đi làm ăn xa ở các địa phương khác [10,13]. Thay đổi giống, thay đổi cơ cấu nuôi trồng cũng được chú ý ở một số ít hộ [5,14]. Việc thay đổi kỹ thuật cũng được chú trọng trong việc thích ứng với BĐKH tại nhiều quốc gia trên thế giới như tại Myanma, nông dân thích ứng bằng cách thay đổi thời gian trồng trọt [7,8], người dân Bangladesh thiết lập các “khu vườn nổi” để trồng rau để thích ứng với tình hình ngập nước vào mùa mưa [15].

Những phân tích trên đây cho thấy, các mô hình kinh tế, xã hội thích ứng với BĐKH tại khu vực miền Trung có thể thấy rằng đã có nhiều công trình, dự án, đề tài triển khai xây dựng các mô hình với nhiều kiểu loại khác nhau và trên thực tiễn đã tồn tại nhiều mô hình thích ứng với BĐKH. Tuy nhiên, thực tế cho thấy việc xây dựng mô hình kinh tế, xã hội để thích ứng được với các thiên tai cực đoan trong bối cảnh biến đổi khí hậu hướng đến phát triển bền vững còn chưa được đầu tư nghiên cứu. Do đó, việc tìm những giải pháp giảm thiểu và ứng phó với BĐKH, việc lồng ghép BĐKH vào kế hoạch phát triển kinh tế - xã hội vùng, địa phương đang là một hướng đi đúng đắn và có ý nghĩa. Tại Ninh Thuận, hành và tỏi là 2 loại cây trồng truyền thống ở tỉnh Ninh Thuận và cũng là cây trồng chủ lực của xã Thanh Hải và Nhơn Hải. Tuy nhiên, trước tình hình biến đổi khí hậu, hạn hán kéo dài, nhiều hộ gia đình đã không thể tiếp tục trồng hành, tỏi vì giếng nước bị nhiễm mặn, thậm chí khô cạn không đủ nước đảm bảo việc tưới tiêu. Ngược lại, những năm mưa bão gây ngập lụt sẽ khiến hành bị thối, nhiều hộ gia đình mất trắng. Do đó, việc xây dựng mô hình trồng rau (cây hành) thích nghi với hạn hán tại vùng

cát khô hạn hoang mạc tại đây là rất cần thiết và có ý nghĩa quan trọng.

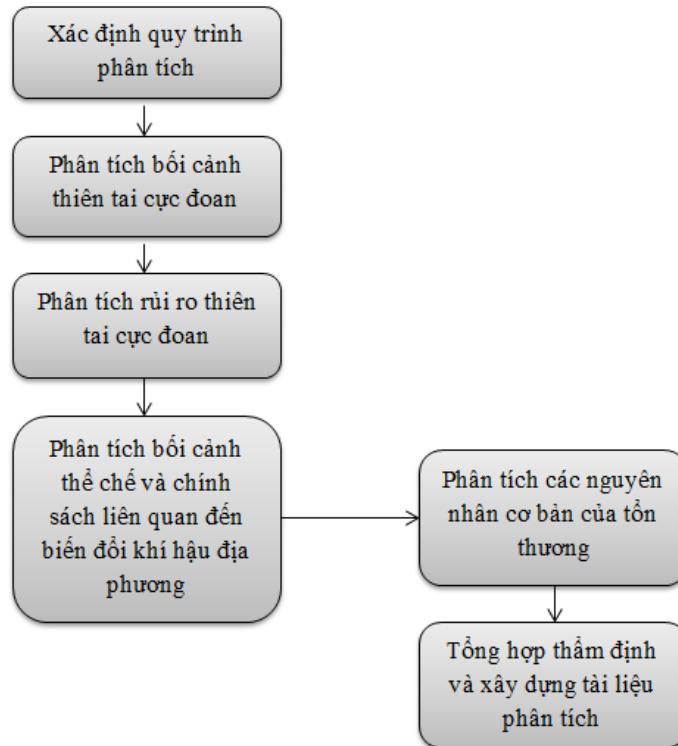
## 2. Xây dựng mô hình

### 2.1 Giới thiệu khu vực nghiên cứu

Tỉnh Ninh Thuận được biết đến là một vùng có khí hậu khắc nghiệt và khô hạn vào bậc nhất cả nước. Bên cạnh đó, dưới áp lực của gia tăng dân số, nhu cầu phát triển kinh tế xã hội ở đây đã ảnh hưởng tiêu cực đến tài nguyên nước như cạn kiệt nguồn nước mùa cạn, hạ thấp mực nước ngầm, suy thoái chất lượng nước. Ninh Thuận đang tập trung chuyển dịch cơ cấu kinh tế theo hướng ưu tiên lĩnh vực công nghiệp, dịch vụ (39-40%), tiếp đó là công nghiệp - xây dựng (30-31%) và sau cùng là nông-lâm-thủy sản (28-29%). Trong đó, xây dựng và triển khai đề án ứng phó với biến đổi khí hậu gắn với chủ trương tiết kiệm nước trong sản xuất, kinh doanh; chuyển mạnh diện tích đất lúa kém hiệu quả sang trồng cây có hiệu quả (giảm 1.700 ha lúa so với năm 2010) và xây dựng, triển khai đề án phục hồi và trồng rừng mới ở lưu vực các hồ chứa nước trên địa bàn tỉnh. Ninh Thuận là một trong những tỉnh thuộc Nam Trung Bộ chịu ảnh hưởng nghiêm trọng bởi tác động của thiên tai do biến đổi khí hậu gây thiệt hại lớn về kinh tế xã hội làm cho những mô hình kinh tế hiện tại có nguy cơ dễ bị phơi bày trước thiên tai, gây nên tình trạng dễ bị tổn thương. Nhiều mô hình kinh tế không còn phù hợp hay cần phải điều chỉnh để ứng phó được với các loại hình thiên tai, đặc biệt là các loại hình thiên tai mang tính chất cực đoan hướng tới phát triển bền vững.

### 2.2 Lựa chọn mô hình

Khu vực Nam Trung Bộ nói chung và Ninh Thuận nói riêng đang chịu ảnh hưởng lớn từ việc hứng chịu hậu quả của các hiện tượng thời tiết thiên tai cực đoan, việc xây dựng đánh giá hiệu quả mô hình kinh tế, xã hội bền vững thích nghi trong bối cảnh biến đổi khí hậu là cực kỳ cần thiết với các bước trong sơ đồ thể hiện trong hình 1.



Hình 1. Các bước phân tích mô hình

Lựa chọn mô hình kinh tế, xã hội bền vững, thích nghi với các hiện tượng thiên tai cực đoan trong bối cảnh Biến đổi khí hậu thông qua tổng quan sơ bộ các tài liệu hiện có về các mô hình ứng phó biến đổi khí hậu ở địa bàn miền Trung nói chung và khu vực Nam Trung Bộ nói riêng, có thể gợi ý một số mô hình hữu ích làm cơ sở cho việc rà soát, sàng lọc và phân tích các điểm phù hợp cho nghiên cứu. Rà soát các mô hình KT, XH hiện có tại tỉnh Ninh Thuận. Do vậy để có thể áp dụng một mô hình cụ thể hoặc nhóm mô hình để triển khai thử nghiệm mang tính hình mẫu cần tiến hành các bước nghiên cứu sau:

Bước 1: Lập kế hoạch triển khai thực hiện có hiệu quả.

Bước 2: Bảo đảm quan hệ đối tác hiệu quả.

Bước 3: Xây dựng năng lực cán bộ và các bên/đối tác liên quan.

Bước 4: Giám sát bối cảnh và điều chỉnh cách tiếp cận mô hình.

Bước 5: Đảm bảo các tiêu chí về kinh tế, xã hội, môi trường, tính phù hợp của mô hình.

Bước 6: Các phương án phòng ngừa rủi ro/tính huống khẩn cấp.

Đối với mô hình trồng rau (cây hành) thích

nghi với hạn hán tại vùng cát khô hạn hoang mạc sử dụng hệ thống tưới phun tiết kiệm nước (1ha). Các bước phân tích mô hình bao gồm:

Bước 1: Xác định quy trình phân tích.

Bước 2: Phân tích bối cảnh thiên tai cực đoan.

Bước 3: Phân tích rủi ro thiên tai cực đoan.

Bước 4: Phân tích bối cảnh thể chế và chính sách liên quan đến BĐKH địa phương.

Bước 5: Phân tích các nguyên nhân cơ bản tổn thương.

Bước 6: Tổng hợp, thẩm định và xây dựng tài liệu phân tích.

### 2.3. Thử nghiệm mô hình

#### a. Lựa chọn mô hình

Qua kết quả điều tra khảo sát thực địa và kết quả đánh giá khả năng thích nghi với BĐKH của các mô hình hiện có trên các địa phương của 14 tỉnh/thành ở miền Trung. Nghiên cứu đã lựa chọn được mô hình trồng rau trên đất cát khô hạn để hoàn thiện và tiến hành triển khai xây dựng thử nghiệm tại tỉnh Ninh Thuận.

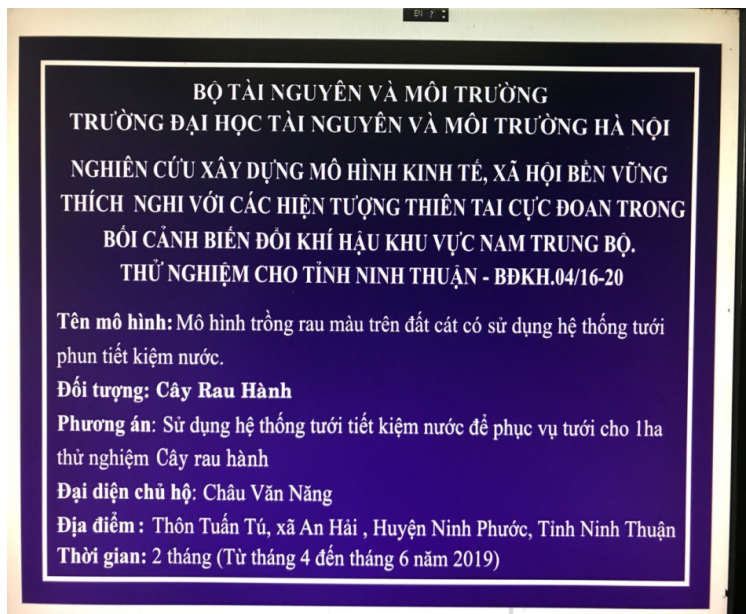
#### b. Lựa chọn hộ thử nghiệm

Hộ dân tham gia thử nghiệm mô hình được lựa chọn theo 2 tiêu chí chính: Tiêu chí ưu tiên và tiêu chí kinh tế xã hội. Tiêu chí ưu tiên gồm

có: những hộ có tâm huyết và sẵn sàng tham gia thử nghiệm cùng nhóm nghiên cứu; hộ có kinh nghiệm trồng rau; hộ có uy tín và được sự tin nhiệm của cộng đồng; chủ hộ sẵn sàng chia sẻ kinh nghiệm thực hiện mô hình với các hộ khác; và địa điểm thực hiện dễ tiếp cận. Tiêu chí kinh tế xã hội gồm có: hộ có số lao động và diện tích đất đáp ứng việc thực hiện tốt mô hình; điều kiện kinh tế đáp ứng yêu cầu về vốn đối ứng với cơ quan chủ trì; ưu tiên các hộ có nữ giới tham gia tích cực vào hoạt động của mô hình; chủ hộ tích cực tham gia vào các hoạt động của nhóm nghiên cứu triển khai trên địa bàn: thử nghiệm mô hình, đào tạo và tham quan mô hình.

Tiêu chí trước tiên trong lựa chọn hộ tham gia xây dựng mô hình đảm bảo các điều kiện về hệ thống giao thông nội vùng khu vực xây dựng mô hình rất thuận tiện cho việc đi lại và vận chuyển nguyên vật liệu và sản phẩm; điều kiện tự nhiên

phù hợp với yêu cầu của từng mô hình thí điểm. Tiêu chí ưu tiên gồm những hộ có tâm huyết và sẵn sàng tham gia thử nghiệm cùng nhóm nghiên cứu, có kinh nghiệm và uy tín trồng rau; và sẵn sàng chia sẻ kinh nghiệm thực hiện mô hình với các hộ khác. Ngoài ra, tiêu chí kinh tế xã hội cũng được xem xét đến như số lao động và diện tích đất đáp ứng việc thực hiện tốt mô hình; điều kiện kinh tế đáp ứng yêu cầu về vốn đối ứng với cơ quan chủ trì; có sự tham gia tích cực của nữ giới vào hoạt động của mô hình; và chủ hộ phải tích cực tham gia vào các hoạt động cùng nhóm nghiên cứu triển khai trên địa bàn: thử nghiệm mô hình, đào tạo và tham quan mô hình. Trên cơ sở các tiêu chí trên, chủ hộ: Châu Văn Năng, địa chỉ: Thôn Tuấn Tú, xã An Hải, Huyện Ninh Phước, Tỉnh Ninh Thuận đã được lựa chọn (Hình 2).



*Hình 2. Biển mô hình thí điểm*

*c. Cách thức triển khai*

Kế hoạch thực hiện được xây dựng thông qua trao đổi, thống nhất của nhóm nghiên cứu với chủ hộ, nội dung bao gồm các kỹ thuật liên quan đến xây dựng hệ thống tưới nước tiết kiệm và làm giàn lưới che nắng cho trồng rau. Ngoài ra còn xây dựng kế hoạch chi tiết thực hiện mô hình. Trên cơ sở kế hoạch đã được thống nhất, chủ hộ và thành viên nhóm nghiên cứu cùng xây dựng quy

trình kỹ thuật thực hiện mô hình. Quy trình này vừa đáp ứng yêu cầu khoa học, vừa đáp ứng điều kiện thực tế của hộ (lao động, đất đai, kinh tế, kinh nghiệm). Dựa vào kế hoạch sản xuất và quy trình kỹ thuật đã thống nhất, chủ hộ trực tiếp điều hành sản xuất mô hình thử nghiệm: từ khâu thiết kế và xây dựng hệ thống tưới nước tiết kiệm và làm giàn lưới, làm đất, xuống giống, chăm sóc và thu hoạch. Trong quá trình sản xuất, chủ hộ



kết hợp chặt chẽ với nhóm nghiên cứu trong tất cả các hoạt động, đồng thời ghi chép đầy đủ các thông tin theo nhật ký mô hình đã được nhóm nghiên cứu xây dựng. Trong khi đó, nhóm nghiên cứu tham gia và hỗ trợ kỹ thuật hợp đồng với cán bộ ở địa phương theo dõi và giám sát hoạt động thử nghiệm mô hình của hộ, theo dõi các điều kiện thời tiết, khí hậu, sâu bệnh ảnh hưởng đến mô hình cũng như tình hình giá cả thị trường của các loại sản phẩm đầu ra. Cán bộ phụ trách mô hình ở địa phương có trách nhiệm báo cáo định kỳ cho thành viên của nhóm nghiên cứu. Việc theo dõi và phân tích số liệu, tài liệu được ghi chép trong sổ “Nhật ký mô hình” do thành viên nhóm nghiên cứu xây dựng để theo dõi các chỉ tiêu gồm thời gian sinh trưởng và phát triển của các cây cà rốt, hành lá, củ cải và theo dõi sự vận hành của hệ thống tưới nước tiết kiệm.

#### *d. Giám sát bối cảnh và điều chỉnh cách tiếp cận mô hình*

Làm luống và tạo rãnh: đất cày ải trước một tháng, trước khi lên liếp 3-5 ngày tiến hành rải vôi nếu đất sét cần trộn cát mịn đều trên mặt liếp. Làm liếp cao 15-20cm, mặt liếp rộng 0,7-0,9m, khoảng cách mương giữa hai liếp 20-30 cm. Liếp trồng cần bằng phẳng, tưới nhẹ và phủ 1 lớp rom trước khi trồng, xịt thuốc diệt mầm cỏ bằng Ronstar, Dual. Một héc ta đất trồng hành cần 15-20 tấn phân chuồng, 300kg lân, 250-300kg kali, 50kg tro bếp. Để tiết kiệm, người ta thường trộn đều các loại phân rồi bỏ vào từng hố. Sau đó phủ lên một lớp đất mỏng rồi mới bắt đầu trồng hành.

Chuẩn bị giống: hiện nay có 2 giống hành phổ biến: giống hành gốc tím (hành sậy) và gốc trắng (hành hương). Hành gốc tím nông dân thích trồng hơn vì năng suất cao, ít sâu bệnh và ít đổ gãy lá hơn. Chọn củ giống tốt có màu tím sậm, đầy tròn, không mọc rễ non, không sâu bệnh. Trước khi trồng lột bỏ vỏ bao chóp củ, nên xử lý thuốc ngừa bệnh thối củ bằng thuốc: Copperzinc, Aliette, Mancozeb hoặc Rampart, Kasuran. Ngâm ủ giống bằng cách cho củ hành giống vào nước vo sạch (như vo gạo) rồi cho vào túi vải ngâm trong nước ấm trong vòng 6 giờ sau đó vớt

lên để ráo và ủ trong thùng kín (âu nhựa, bát xô, chậu để đầy kín) trong vòng 24 đến 48 giờ khi hạt nứt nanh thì đem gieo (12 giờ kiểm tra và tưới ẩm một lần).

Gieo củ: gieo củ xuống vùng đất đã làm tơi xốp kỹ, hàng cách hàng 12-15 cm x cây cách cây 10-15cm. Mật độ 4000-4500 bụi/1.000m<sup>2</sup>, trồng 1-2 củ/hốc, nếu đất sét cắm củ sâu 2/3 lớp mặt, nếu đất cát cắm củ vừa ngập mặt đất. Sau khi gieo củ, tưới ẩm cho củ, phủ một lớp trấu hoặc mùn mỏng, tưới ẩm rồi phủ một lớp rom rạ mỏng lên trên, tưới ẩm 2 lần mỗi ngày, khoảng 4 ngày sau khi cây đã bật lên thì bóc bỏ lớp rom rạ và tưới ẩm hàng ngày.

Phân bón: hành củ trồng trực tiếp nên cần phải chú ý chăm sóc. Khi hành mọc mầm phải kiểm tra lớp rom rạ, tránh rom rạ đè gãy mầm hành. Phân bón cho 1.000m<sup>2</sup> đất trồng gồm vôi (50 kg-60 kg), phân hữu cơ (1,5-2 tấn, Humix, Komix 40-50 kg), phân vô cơ (SA 25-30 kg; Supper Lân 10-15 kg; DAP 30 kg; Kali 12 kg; NPK 27 kg) và thuốc bảo vệ thực vật (thuốc Furadan 2 kg).

Cách bón: gồm bón lót (toàn bộ vôi + lân + phân hữu cơ (chuồng hoai) + 20 kg DAP + 15 kg NPK + 2 kg Furadan), bón thúc lần 1 (5-7 NSKT): tưới 5-6 kg S.A, bón thúc lần 2 (15-20 NSKT): tưới 6-8 kg SA + 3 kg DAP + 2 kg NPK + 3 kg Kali, bón thúc lần 3 (30 NSKT): toàn bộ phân hữu cơ vi sinh (phân cá, Komix, Humix) + 5 kg NPK + 5 kg DAP + 6-7 kg SA + 4 kg Kali, bón thúc lần 4 (40 NSKT): 5 kg NPK + 5 kg Kali + 8-10 kg SA + 2 kg DAP. Công thức bón phân này có thể thay đổi theo đất đai, thời tiết và màu xanh của hành. Nếu hành xấu nên tưới thêm SA hoặc DAP để lá, rễ củ phát triển. Trong 10 ngày đầu hành được chăm sóc bằng cách tưới 1-2 lần/ngày, 11 ngày trở đi 2 ngày/lần. Lượng nước tưới phải tăng đều ổn định.

Chăm sóc: tưới nước đầy đủ 2 lần/ngày cho cây hành để cây sinh trưởng nhanh, cho năng suất cao. Sử dụng phương pháp tưới phun mưa, nhỏ giọt tiết kiệm nước, tưới chảy tràn truyền thống Thời gian tưới buổi sáng từ 7-8h, thời gian tưới buổi chiều từ 3-4h, thời gian tưới có thể thay

đổi phụ thuộc vào điều kiện thời tiết. Nguồn nước sử dụng phục vụ cho việc tưới tiêu là nước ngầm được lấy từ các giếng khoan có độ sâu từ 9-13m. Nước được khai thác từ giếng khoan bơm trực tiếp vào hệ thống mương cứng để tưới tràn hay hệ thống ống PVC để tưới phun mưa, phun mưa, nhỏ giọt hoặc bơm vào bể chứa nước, sau đó sử dụng bơm áp lực để tiến hành bơm nước đến hệ thống kênh dẫn nước và hệ thống tưới phun mưa. Nước tưới tiêu được dẫn qua hệ thống ống PVC 60, hệ thống ống dẫn nước được kết nối với nhau bằng các đầu nối T60 và các ống nối 60. Nguồn năng lượng sử dụng để cấp cho máy bơm hoạt động được lấy từ nguồn năng lượng mặt trời.

**3. Kết quả và thảo luận**

Kết quả nghiên cứu từ việc ba lần thử nghiệm mô hình được tổng hợp trong Bảng 1. Thử nghiệm lần thứ nhất trên diện tích 2000m<sup>2</sup> sử dụng phương pháp tưới tràn truyền thống mỗi ngày tưới với sáng (07h00-08h00) và chiều (15h00-16h00), lượng nước 6,5-7,0 m<sup>3</sup>/ngày cho thấy cây hành sinh trưởng và phát triển tốt, không có hiện tượng nấm mốc trên thân cây hành và đạt năng suất 2,2-2,3 tấn/1000m<sup>2</sup>. Thử nghiệm lần hai trên diện tích 2000m<sup>2</sup> dùng phương pháp tưới phun mưa, nhỏ giọt tiết kiệm mỗi ngày tưới với sáng 07h00-08h00 và chiều (15h00-16h00), lượng nước cần thiết là 5,5-6,0

m<sup>3</sup>/ngày. Kết quả thử nghiệm cho thấy cây hành sinh trưởng và phát triển tốt, tuy nhiên lại xuất hiện hiện tượng nấm thân cây, nấm mốc thân cây và lá hành không còn giữ được phần hành. Năng suất đạt thấp hơn với 1,8-2,0 tấn/1000m<sup>2</sup>. Thử nghiệm lần ba trên diện tích 2000m<sup>2</sup> bằng phương pháp tưới phun mưa cho 10 ngày đầu sinh trưởng, 20 ngày sau sử dụng phương pháp tưới tràn truyền thống với 10 ngày đầu Lượng nước cần 5,5-6,0m<sup>3</sup>/ngày và 20 ngày sau cần 6,5-7,0m<sup>3</sup>/ngày. Kết quả cho thấy, cây hành sinh trưởng và phát triển tốt, không còn xuất hiện hiện tượng nấm thân cây, lá hành còn giữ được phần hành và năng suất đạt 2,4-2,5 tấn/1000m<sup>2</sup>. Trên cơ sở kết quả đạt được từ ba lần thử nghiệm mô hình như trên, nghiên cứu đã triển khai nhân rộng trên diện tích còn lại với 4000m<sup>2</sup> sử dụng phương pháp tưới phun mưa cho khoảng 10 ngày đầu sinh trưởng và sử dụng phương pháp tưới tràn truyền thống cho 20 ngày sau, trong đó trong 10 ngày đầu lượng nước cần thiết là 5,5-6,0 m<sup>3</sup>/ngày và trong 20 ngày sau tưới 6,5-7,0 m<sup>3</sup>/ngày. Kết quả đạt được từ việc thử nghiệm trên thực tế với cùng mức đầu tư ban đầu trên cùng một diện tích cho thấy khi áp dụng phương pháp tưới chảy tràn truyền thống kết hợp với phương pháp tưới phun mưa, nhỏ giọt tiết kiệm thì đạt hiệu quả kinh tế cao hơn.

*Bảng 1. Bảng tổng hợp kết quả thử nghiệm mô hình trồng rau với cây hành*

Yếu tố xét	Tưới tràn truyền thống	Tưới phun mưa, nhỏ giọt	Kết hợp tưới tràn với phun mưa, nhỏ giọt
Lượng nước (m <sup>3</sup> )	195-210	165-180	185-200
Sản lượng (tấn)	2,2-2,3	1,8-2,0	2,4-2,5
Chất lượng và hình thức	Màu sản phẩm đẹp, giữ được phần nhưng thân hành có nhiều hiện tượng cong không thẳng	Màu sản phẩm kém do có hiện tượng nấm thân, phần hành kém. Thân hành thẳng đều	Màu sản phẩm đẹp phần hành đều, thân thẳng mập đều

#### 4. Kết luận

Kết quả nghiên cứu thí điểm mô hình trồng rau thích nghi với hạn hán tại vùng cát khô hạn hoang mạc cho thấy hiệu quả cao đặc biệt khi áp dụng phương pháp tưới chảy tràn truyền thống kết hợp với phương pháp tưới phun mưa, nhỏ giọt tiết kiệm cho thấy như trên thì việc triển khai nhân rộng mô hình đem lại hiệu quả kinh tế cho người nông dân rất cao: tiết kiệm được chi phí, nhân công trong quá trình sản xuất, sản phẩm thu hoạch đạt sản lượng cao không còn hiện tượng dập nát, gãy thân. Tuy nhiên bên cạnh những hiệu quả đạt được còn một vấn đề cần bàn tới là nguồn vốn đầu tư ban đầu cho người nông dân để trang bị hệ thống năng lượng mặt trời, hệ

thống tưới phun mưa, nhỏ giọt tiết kiệm. Kết quả từ việc triển khai thí điểm mô hình trồng rau (cây hành) thích nghi với hạn hán tại vùng cát khô hạn hoang mạc tại tỉnh Ninh Thuận giúp mang lại nhiều lợi ích cho người dân trong việc thích nghi với tình hình BĐKH như sử dụng nước hợp lý và tiết kiệm, có sự chủ động về nguồn nước tăng thêm thu nhập cho người dân, đảm bảo sinh kế cho người dân trong điều kiện BĐKH, tìm ra được mô hình tối ưu để thích nghi với BĐKH phù hợp với điều kiện thực tế ở địa phương, đặc biệt là nâng cao nhận thức cho cộng đồng về thích nghi với BĐKH (hạn hán) và nhân rộng mô hình.

**Lời cảm ơn:** *Lời cảm ơn: Nhóm nghiên cứu xin chân thành cảm ơn sự hỗ trợ của đề tài khoa học “Nghiên cứu xây dựng mô hình kinh tế, xã hội bền vững, thích nghi với các hiện tượng thiên tai cực đoan trong bối cảnh biến đổi khí hậu khu vực Nam Trung Bộ, thử nghiệm cho tỉnh Ninh Thuận”, mã số: BĐKH.04/16-20 trong việc thực hiện và công bố nghiên cứu này.*

#### Tài liệu tham khảo

1. IPCC (2007), *Understanding and attributing Climate change*, New York, USA.
2. Christensen, J.H., et al. (2007), *Regional climate projections. In Climate Change, 2007: The Physical Science Basis. Contribution of Working group I to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change*, University Press, Cambridge, Chapter 11, 847-940.
3. Đinh Vũ Thanh (2013), *Tác động và giải pháp ứng phó với biến đổi khí hậu của ngành Nông nghiệp - Phát triển nông thôn*. Bộ Nông nghiệp và Phát triển nông thôn, Hà Nội.
4. UNJP (2011), *Strengthening capacities to enhance coordinated and integrated disaster risk reduction actions and adaptation to climate change in agriculture in the northern mountain regions of Vietnam*, FAO, Ha Noi.
5. Đặng Thị Hoa và Quyền Đình Hà (2014), *Thích ứng với biến đổi khí hậu trong sản xuất nông nghiệp của người dân ven biển huyện Giao Thủy, tỉnh Nam Định*. Tạp chí Khoa học và Phát triển, 12 (6), 885-894.
6. Nguyễn Tuấn Anh (2016), *Giáo trình Xã hội học môi trường*. NXB Đại học Quốc gia Hà Nội, Hà Nội.
7. Komba, C., Muchapondwa, E., (2012), *Adaptation to Climate Change by Smallholder Farmers in Tanzania*. Economic Research, Southern Africa.
8. Gutu, P., (2014), *An analysis of factor affecting climate change adaptation strategies on maize production by household - Case of Seke district, Zimbabwe*.
9. Tran, V.H., (2010), *Understanding farmer production strategies in context of policies for adaptation to floods in Vietnam (Case study at two communes, An Giang province, Vietnam)*, Department of Urban and Rural Development Faculty of Natural Resources and Agriculture Sciences, Swedish University of Agricultural Sciences, Swedish.

10. Trần Thọ Đạt, Vũ Thị Hoài Thu (2013), *Tác động của biến đổi khí hậu đến tăng trưởng và phát triển ở Việt Nam và một số gợi ý chính sách*. Tạp chí kinh tế và Phát triển, 7 (193), 15-22.
11. Trần Thọ Đạt và Vũ Thị Hoài Thu (2012), *Biến đổi khí hậu và sinh kế ven biển*. NXB Giao thông Vận tải, Hà Nội.
12. Đặng Thị Hoa, Ngô Tuấn Quang, Ngô Thị Thanh (2013), *Ứng xử của người nông dân vùng ven biển với biến đổi khí hậu tại xã Giao Thiện, huyện Giao Thủy, tỉnh Nam Định*. Tạp chí Khoa học và Công nghệ Lâm nghiệp, 4, 90-96.
13. Nguyễn Tuấn Anh (2012), *Thích ứng với biến đổi khí hậu dựa vào cộng đồng (Nghiên cứu trường hợp xã Cồn Thoi, huyện Kim Sơn, tỉnh Ninh Bình)*. Tạp chí Nghiên cứu con người, 6 (63), 36-50.
14. FAO (2014), *Climate change adaptation in Fishery and aquaculture - Compilation of initial examples*. Food and Agriculture organization fo the United nations, Rome.
15. Alam, M. et al. (2013), *Chapter 14: Coastal Livelihood Adaptation in Changing Climate: Bangladesh Experience of NAPA Priority Project Implementation*. From book: Climate Change Adaptation Actions in Bangladesh, Springer, 253-276.

## **DEVELOPING A MODEL OF GROWING VEGETABLES ADAPTED TO DROUGHTS IN THE DESERT SANDY AREAS, A CASE STUDY ON BUNCHING EVERGREEN WHITE ONIONS IN NINH THUAN PROVINCE**

**Hoang Anh Huy<sup>1\*</sup>, Do Binh Duong<sup>1</sup>**

<sup>1</sup>Hanoi University of Natural Resources and Environment, No. 41A Phu Dien, Bac Tu Liem, Hanoi 100000, Vietnam

**Abstract:** *Natural disasters and their impacts due to climate change are complicated and cause great socio-economic losses, placing a heavy burden on domestic and foreign economies, in which the current economic models are at risk of being exposed to natural disasters, causing vulnerability. Therefore, many economic models and indicators may no longer be suitable or need to be adjusted to cope with different types of natural disasters. The paper introduces a pilot study of a drought-adaptive vegetable growing model in desert sandy areas with bunching evergreen white onions in Ninh Thuan province. The results show that the model gives high efficiency, especially when the traditional overflow method is combined with the economical sprinkler and drip irrigation methods that bring high economic benefits to the farmers.*

**Keywords:** *Model of growing vegetables, Bunching evergreen white onions, Adaption, Desert sandy areas, Ninh Thuan.*

# NGHIÊN CỨU ỨNG DỤNG SỐ LIỆU MƯA VỆ TINH MÔ PHÒNG LŨ KHU VỰC TRUNG LƯU SÔNG MÃ

Nguyễn Tiến Kiên<sup>1</sup>

**Tóm tắt:** Hiện nay, các hệ thống dự báo lũ trên thế giới đã tích hợp nhiều nguồn dữ liệu mưa là sản phẩm ra đa, vệ tinh để bổ sung và kết hợp với mưa thực đo được phát triển phổ biến tại các cơ quan khí tượng thủy văn ở các nước tiên tiến như Mỹ, Nhật, Trung Quốc, Hàn Quốc... Báo cáo này sẽ trình bày kết quả tính toán dòng chảy lũ trên dòng chính sông Mã dựa trên nghiên cứu ứng dụng mô hình thủy văn IFAS của Viện nghiên cứu công chính Nhật PWRI. Nguồn dữ liệu đầu vào mô hình là mưa thực đo và sản phẩm mưa vệ tinh GSMaP\_NRT. Kết quả tính toán cho thấy với mạng lưới trạm thưa thớt, việc mô phỏng dòng chảy lũ cho các vị trí khu vực trung và thượng lưu sông Mã là không tốt với cả hai nguồn số liệu mưa thực đo và mưa vệ tinh. Khi so sánh các kết quả tính toán, một số trường hợp việc sử dụng mưa vệ tinh cho kết quả khả quan hơn khi sử dụng mưa thực đo, đây là tiền đề cần nhắc việc áp dụng số liệu mưa vệ tinh trong tính toán dòng chảy lũ cho những vùng không có hoặc ít trạm đo như khu vực trung và thượng lưu sông Mã.

**Từ khóa:** GSMaP\_NRT, Lưu vực sông Mã, Mô phỏng dòng chảy lũ, Mô hình IFAS.

Ban Biên tập nhận bài: 08/12/2019 Ngày phản biện xong: 12/1/2020 Ngày đăng bài: 25/01/2020

## 1. Đặt vấn đề

Thực trạng mạng lưới trạm thưa thớt đang là vấn đề khó khăn và thách thức trong việc tính toán mô phỏng dòng chảy và dự báo lũ trên lưu vực. Nhiều nghiên cứu của các nhà khoa học trên thế giới [1-2,5] tích hợp các nguồn số liệu mưa thực đo và vệ tinh vào mô hình thủy văn thủy lực tính toán dòng chảy cho các lưu vực sông không có hoặc thiếu trạm đo mặt đất và chứng minh đó là giải pháp tính hiệu quả tính toán mô phỏng dòng chảy trên lưu vực sông. Trên thực tế, một số cơ quan khí tượng thủy văn cũng đã tích hợp nhiều nguồn dữ liệu viễn thám như mưa vệ tinh, mưa dự báo số trị, dữ liệu cao độ số, thảm phủ... và số liệu thực đo vào trong các mô hình thủy văn, thủy lực trong hệ thống dự báo lũ.

Sông Mã là sông lớn liên quốc gia với tổng diện tích toàn lưu vực là 28400km<sup>2</sup>, trong đó phần diện tích lưu vực thuộc Việt Nam là 17600km<sup>2</sup> chiếm 62% tổng diện tích, tại Lào là 10800 km<sup>2</sup> chiếm 38% diện tích lưu vực. Hiện nay, thực trạng mạng lưới trạm khí tượng thủy văn trên lưu vực thưa thớt, đặc biệt khu vực

<sup>1</sup>Trung tâm Dự báo khí tượng thủy văn quốc gia  
Email: kien.wrs@gmail.com

trung và thượng lưu vực. Trên lưu vực và vùng lân cận có 12 trạm khí hậu quan trắc các yếu tố như nhiệt độ, độ ẩm, bốc hơi, nắng, gió, mưa và các đặc trưng khí tượng khác. Ngoài ra còn có 51 trạm đo mưa được đặt ở các trạm thủy văn, bu điện, thị trấn. Hầu hết các trạm có số liệu dài như Thanh Hoá từ 1899 - 1948, 1955- nay hoặc Hồi Xuân 1923 - 1944, 1960 - nay, Bái Thượng 1921 - 1946, 1955 - 1990 v.v... tới nay, trên lưu vực còn 6 trạm khí tượng, 42 trạm đo mưa. Vùng thượng nguồn sông Mã có 2 trạm khí tượng: Tuần Giáo, trạm Sông Mã. Còn các trạm Sơn La, Cò Nòi, Yên Châu, Mộc Châu nằm ở khu vực lân cận [4].

Trên lãnh thổ Lào không có tài liệu khí tượng hoặc đo mưa nào được thu thập. Phần lãnh thổ Thanh Hoá, Nghệ An có mạng lưới trạm khí tượng, đo mưa khá dày, chủ yếu là đo mưa. Bài báo này trình bày kết quả ứng dụng mô hình thủy văn IFAS tích hợp sản phẩm dữ liệu mưa vệ tinh GSMaP\_NRT, số liệu mưa thực đo mô phỏng dòng chảy lũ trong thời gian từ năm 2000 - 2009 (thời gian hệ thống sông Mã chưa chịu quá nhiều tác động của hồ chứa trên lưu vực) nhằm đánh giá những nghiên cứu tính toán dự báo lũ dựa

trên dữ liệu mưa vệ tinh về sau. Lưu vực sông Mã được lựa chọn để nghiên cứu vì đây là lưu vực có địa hình đa dạng, trải từ miền núi cao xuống đồng bằng. Với thực trạng mạng lưới đo đạc khí tượng thủy văn khi vùng hạ lưu có mạng lưới đo mưa khá dày, vùng thượng lưu ít trạm đo, thậm chí không có trạm đo tại khu vực đất nước Lào (chiếm 38%) là những khó khăn trong việc tính toán dòng chảy trên hệ thống sông nói chung và dự báo lũ nói riêng.

Chính vì vậy, nghiên cứu xây dựng mô hình thủy văn có sử dụng nguồn mưa thực đo và mưa vệ tinh để mô phỏng dòng chảy lũ sẽ đánh giá hiệu quả ứng dụng mưa vệ tinh GSMAP cho lưu vực sông Mã sẽ có nhiều ý nghĩa thực tiễn phục vụ bài toán tính toán thủy văn và dự báo lũ về sau.

## 2. Phương pháp nghiên cứu

### 2.1 Mô hình thủy văn IFAS

IFAS (*Integrated Flood Analysis System*) được gọi là Hệ thống phân tích lũ tổng hợp do Viện nghiên cứu công chính Nhật Bản PWRI (*Public Works Research Institute*) [3,7]. IFAS cung cấp giao diện cho đầu vào không chỉ gồm dữ liệu mưa ở các trạm đo mặt đất mà còn dựa dữ liệu mưa vệ tinh, và các chức năng GIS để tạo mạng lưới kênh sông và ước tính các tham số của công cụ phân tích chế độ dòng chảy (mô hình thủy văn thông số phân bố PWRI) và giao diện để hiển thị kết quả đầu ra. Được phát triển từ năm 2007, qua các hoạt động nghiên cứu được triển khai bởi Trung tâm quốc tế về quản lý thảm họa và rủi ro về nước (ICHARM) dưới sự bảo trợ của UNESCO, hệ thống IFAS đã được chuyển giao, đào tạo miễn phí cho các nước đang phát triển ở Châu Á, trong đó có Việt Nam vào năm 2011.

Nghiên cứu ứng dụng IFAS trong tính toán thủy văn tại Việt Nam điển hình có thể kể đến là đề tài khoa học cấp Bộ năm 2013 “Nghiên cứu ứng dụng số liệu vệ tinh, mưa dự báo số trị kết

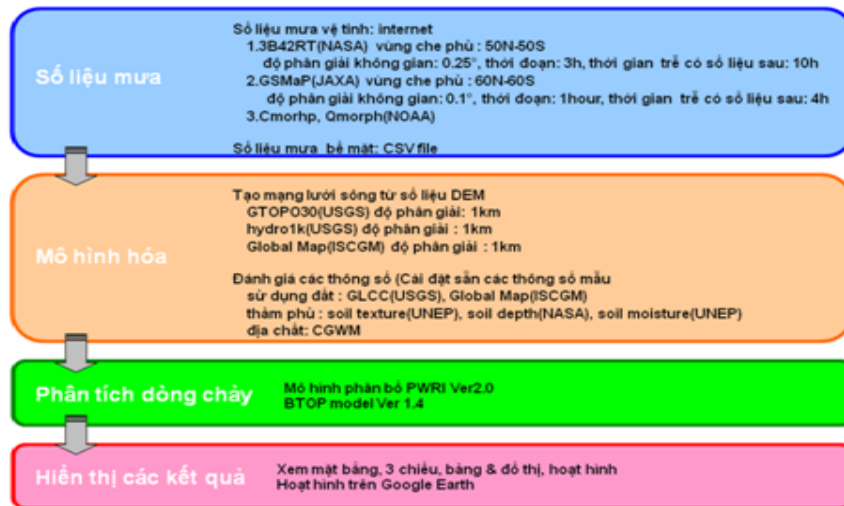
hợp số liệu bề mặt trong dự báo lũ hệ thống sông Hồng - Thái Bình” của TS. Đặng Ngọc Tĩnh [6]. Dựa trên nghiên cứu này và sự hỗ trợ trong khuôn khổ nghiên cứu của “Chương trình Chu trình nước Châu Á”, TS. Đặng Ngọc Tĩnh đã nghiên cứu xây dựng hệ thống dự báo lũ cho lưu vực sông Thái Bình với sự tích hợp của mô hình thủy văn IFAS, mô hình thủy lực MIKE 11 với dữ liệu mưa đầu vào từ các trạm đo, mưa vệ tinh GSMaP\_NRT, mưa dự báo từ các mô hình số trị ECMWF, GFS, HRM và hệ thống dự báo vẫn được sử dụng trong nghiệp vụ. Hiện nay, một số cơ quan dự báo khu vực như Bắc Trung Bộ, Việt Bắc đã ứng dụng mô hình IFAS để xây dựng những phương án dự báo lũ cho các hệ thống sông trong nhiệm vụ được giao.

Một số ưu điểm chính của IFAS đó là khả năng tích hợp nhiều nguồn dữ liệu mưa ước lượng từ ảnh mây vệ tinh, radar, số liệu thực đo làm đầu vào; phân tích, tính toán dòng chảy trên lưu vực sông dựa trên mô hình thủy văn thông số phân bố; tự thiết lập mô hình tính toán dòng chảy trên cơ sở số liệu từ hệ thống thông tin địa lý toàn cầu (GIS), dữ liệu viễn thám gồm địa hình, thảm phủ, loại đất...; có khả năng hiển thị trực quan kết quả ở dạng đồ thị, bảng biểu và biểu đồ.

Số liệu mưa vệ tinh và mưa thực đo bề mặt được nhập vào như số liệu dạng ô lưới (*grid*). Đường phân thủy được tạo ra từ số liệu mô hình số độ cao (DEM). Mô hình tính toán được tạo thành bằng thiết lập các thông số trên cơ sở số liệu sử dụng đất hoặc lớp phủ, điều kiện địa chất và chất đất [6].

Mô hình thủy văn trong IFAS (gọi tắt mô hình IFAS) thuộc mô hình có thông số phân bố bao gồm ba mô hình bộ phận là mô hình nước mặt, mô hình nước ngầm và mô hình nước trong sông với cấu trúc của hệ thống mô hình thủy văn bao gồm 3 mô hình bộ phận được tổng hợp ở bảng 1 và minh họa ở hình 1.

Cấu trúc của IFAS



Hình 1. Cấu trúc chính của IFAS

Bảng 1. Cấu trúc của hệ thống mô hình thủy văn

Mô hình	Chức năng
Mô hình nước mặt	Thấm xuống tầng ngầm; Dòng chảy mặt; Lượng trữ mặt; Bốc hơi từ mức nước ngầm; Xuất ra dòng trung gian nhanh chóng.
Mô hình nước ngầm	Xuất ra dòng nước ngầm
Mô hình trong sông	Chảy trong lòng sông

2.2 Dữ liệu đầu vào mô hình

Dữ liệu mưa GSMaP (*Global Satellite Mapping of Precipitation*) là dữ liệu mưa ước lượng từ vệ tinh có độ phân giải cao được Cơ quan Khoa học và Công nghệ Nhật Bản (JST) và Cơ quan Khám phá Vũ trụ Nhật Bản (JAXA) cung cấp.

Dự án dữ liệu mưa GSMaP được bắt đầu từ năm 2002, sử dụng các dữ liệu thực đo từ đa cảm biến để từ đó xác định cường độ mưa. Ba sản phẩm ước lượng mưa GSMaP chính thường được sử dụng rộng rãi được tổng hợp ở bảng 2.

Bảng 2. Các sản phẩm ước lượng mưa GSMaP

Loại sản phẩm	Tên	Độ phân giải	Độ trễ	Thời gian cập nhật
Tiêu chuẩn	GSMaP_MKV		3 ngày	
Gần thời gian thực	GSMaP_NRT	0,1° x 0,1°	3-4 giờ	1 giờ
Thời gian thực	GSMaP_NOW		0 giờ	0,5 giờ

Sản phẩm GSMaP\_NOW (Near\_Real\_Time), sản phẩm mưa gần với thời gian thực với thuật toán vẫn dựa trên thuật toán chuẩn của GSMaP nhưng được giản hoá bớt ở một số quá trình nhằm giúp cho việc thực hiện được khả thi và thời gian trễ gần với thời gian thực. Và nguồn dữ liệu mưa GSMaP\_NRT được đề xuất sử dụng trong nghiên cứu này. Một số ưu điểm của sản phẩm mưa vệ tinh được lựa chọn là dữ liệu GSMaP\_NRT được JAXA cung cấp khá đầy đủ, ổn định trong nhiều năm, độ trễ về dữ liệu truyền

về là 3-4 giờ nên có thể đảm bảo được yêu cầu nghiên cứu và có khả năng tích hợp kịp thời để tính toán dòng chảy trong các hệ thống dự báo lũ.

Sản phẩm GSMaP\_NOW với ưu điểm là sản phẩm được cập nhật thời gian thực, tuy nhiên sản phẩm này cần hệ thống máy tính cấu hình cao chuyên dụng để thu nhận từ vệ tinh khí tượng Himawari.

Sản phẩm GSMaP\_MKV được JAXA lưu trữ với chuỗi số liệu lịch sử khá dài, đầy đủ, thuật toán xử lý hoàn chỉnh, được cập nhật các phiên

bản phù hợp với nguồn thu từ các vệ tinh mới. Tuy nhiên, do độ trễ của GSMaP\_MVK thường từ 3-4 ngày nên nguồn số liệu này được sử dụng trong các nghiên cứu đánh giá, phân tích, thường không sử dụng trong các hệ thống nghiệp vụ dự báo.

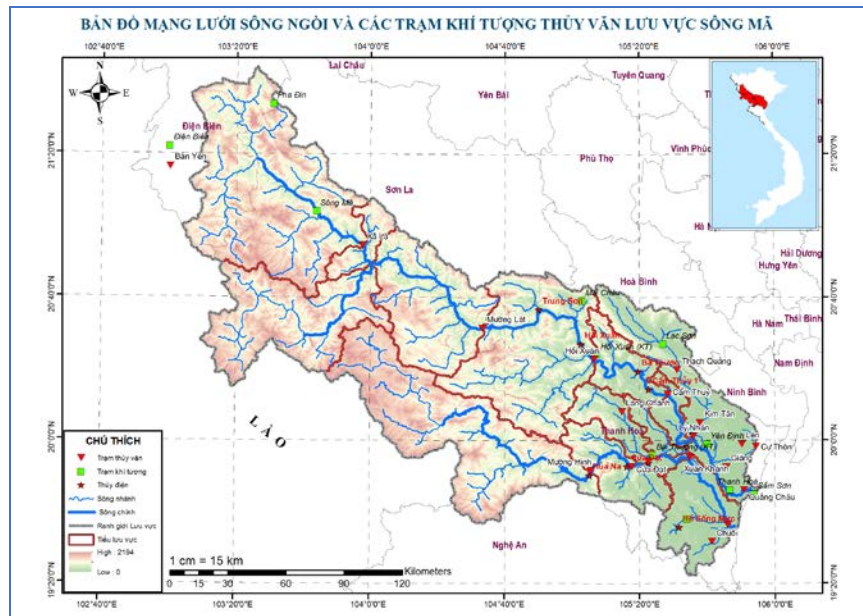
b) Số liệu thực đo

- Số liệu mưa từ 25 trạm đo trong và lân cận lưu vực có chuỗi số liệu lịch sử từ năm 2000 đến nay. Do điều kiện đo đạc tại các trạm, số liệu mưa thực đo thu thập được là lượng mưa 6 giờ. Bảng 2 tổng hợp các trạm đo mưa mặt đất có số liệu được sử dụng là đầu vào mô hình thủy văn.

- Số liệu mực nước và đường quan hệ H-Q

trung bình nhiều năm tổng hợp từ 2005 đến 2012 cho các vị trí thuộc khu vực trung lưu của lưu vực là Cẩm Thủy trên dòng chính sông Mã và Bái Thượng trên sông Chu, sông nhánh chính thuộc hệ thống sông Mã, được sử dụng xây dựng cơ sở dữ liệu đầu vào cho mô hình IFAS.

- Lựa chọn 4 đợt lũ để hiệu chỉnh từ năm 2000 đến 2008 (bảng 3) và kiểm định 2 trận lũ cuối năm 2008 và 2009. Các trận lũ được chọn xuất hiện tập trung trong 3 tháng lũ chính vụ từ tháng 8 đến tháng 10 nhằm đảm bảo sự tương đồng về thời gian và dòng chảy cơ bản trong sông.



Hình 2. Mạng lưới trạm khí tượng thủy văn chính lưu vực sông Mã

Bảng 3. Đặc trưng 4 trận lũ trên sông Mã tại Cẩm Thủy và sông Chu tại Bái Thượng

Trạm	Sông	Thời gian trận lũ	Đỉnh lũ (m <sup>3</sup> /s)	Thời gian xuất hiện	Biên độ lũ (m <sup>3</sup> /s)
Cẩm Thủy	Mã	27/8 - 22/9/2000	4000	19h 12/9/2000	3346
		14/9 - 15/10/2005	4410	7h 28/9/2005	3756
		25/9 - 21/10/2007	7698	19h 5/10/2007	7358
		23/9 - 19/10/2008	4100	23h 27/9/2008	2300
Bái Thượng	Chu	27/8 - 22/9/2000	2390	19h 11/9/2000	2142
		14/9 - 15/10/2005	2480	19h 14/9/2005	2151
		25/9 - 21/10/2007	3950	7h 5/10/2007	3784
		23/9 - 19/10/2008	704	13h 1/10/2008	558

c) So sánh hai nguồn số liệu mưa được tích hợp trong mô hình

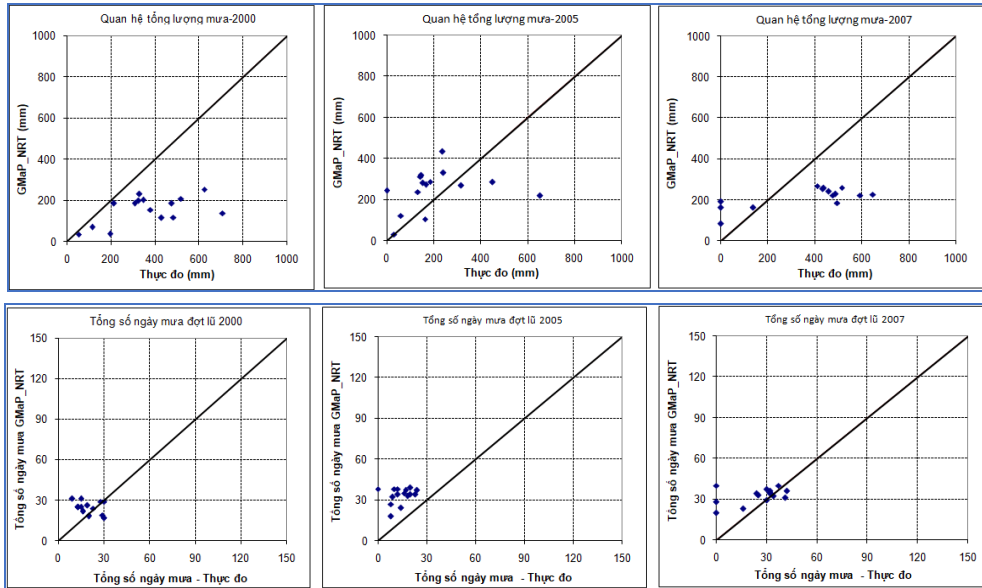
Hai nguồn số liệu mưa thực đo và vệ tinh có

sự khác biệt lớn theo phân bố theo không gian, thời gian, giá trị lượng mưa. Hình 3 minh họa sự phân bố tổng lượng mưa và số ngày mưa cho 3



trận mưa gây lũ lớn trong tháng 8 đến tháng 10 năm 2000, 2005 và 2007. Có thể thấy tổng lượng mưa GSMaP có xu thế thiên thấp so với lượng

mưa thực đo tuy nhiên số ngày mưa GSMaP cao hơn hẳn so với số ngày mưa thực đo.



Hình 3. Phân bố quan hệ tổng lượng mưa và số ngày mưa trong 3 trận lũ lớn năm 2000, 2005 và 2007

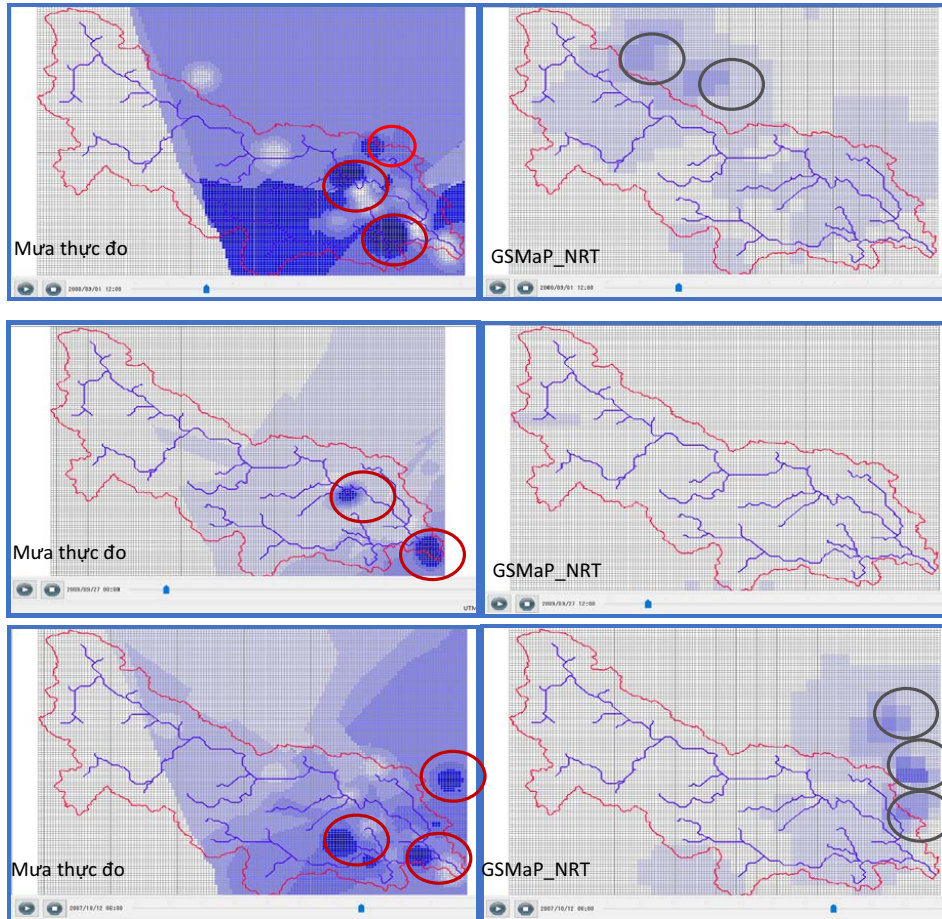
Sự khác biệt giữa hai nguồn số liệu mưa về phân bố theo không gian được minh họa ở hình 4 với việc mô phỏng sự phân bố của hai nguồn số liệu mưa được hiển thị khi tích hợp trong mô hình IFAS. Lựa chọn cùng một thời điểm xuất hiện lượng mưa lớn, có thể thấy sự khác biệt về vị trí xuất hiện tâm mưa và lượng mưa.

Qua sự phân bố mưa được minh họa ở hình 4, trên lưu vực sông Mã, mật độ trạm đo tập trung khu vực hạ lưu khá dày, do đó, hình ảnh tâm mưa thực đo xuất hiện rất rõ rệt. Đối với khu vực trung lưu và thượng lưu, mật độ trạm đo thưa thớt, đặc biệt khu vực thuộc Lào, phân bố mưa được xác định theo phương pháp nội suy (trong nghiên cứu này sử dụng phương pháp Kriging), do đó, mức độ tin cậy phân bố mưa cho các khu vực này còn hạn chế. Trong khi đó, phân bố mưa GSMaP xác định được các tâm mưa khu vực thượng lưu, đây là ưu điểm của nguồn mưa vệ

tinh khi bao phủ được không gian lớn, nhất là khu vực không có trạm đo mặt đất.

Hai nguồn số liệu mưa thực đo và vệ tinh được tích hợp trong mô hình IFAS có sự khác biệt lớn theo phân bố theo không gian, thời gian, giá trị lượng mưa trong cùng thời điểm. Hình 4 minh họa trực quan sự khác biệt về vị trí xuất hiện tâm mưa và lượng mưa trong cùng một thời điểm giữa hai nguồn số liệu trong 3 đợt lũ năm 2000, 2007 và 2009. Có thể thấy lượng mưa GSMaP có xu hướng thiên thấp so với lượng mưa thực đo vùng hạ lưu lưu vực sông Mã, khu vực có mật độ trạm đo tương đối nhiều.

Đối với phân bố mưa thực đo trên lưu vực, tác giả sử dụng phương pháp Kriging, do vậy lượng mưa tại khu vực trung lưu sông Mã thuộc Lào là không có trạm đo sẽ có độ tin cậy không cao do thuật toán nội suy cho khu vực này kém.



Hình 4. Sự khác biệt về phân bố mưa lưu vực sông Mã với số liệu mưa thực đo và mưa GSMaP\_NRT được tích hợp trong mô hình IFAS

### 2.3 Phương pháp đánh giá

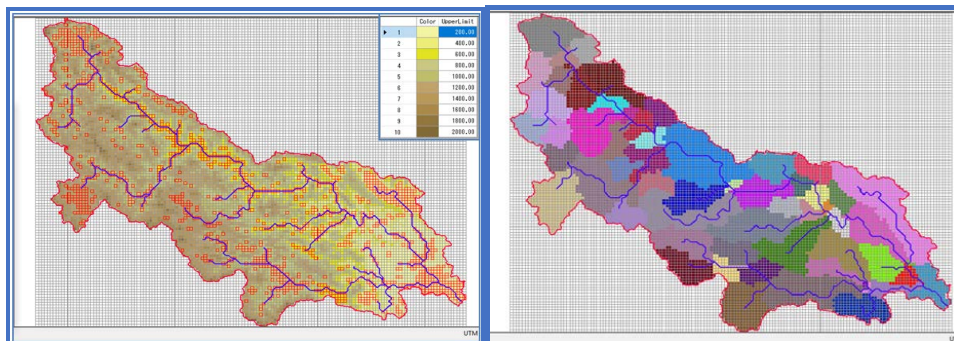
Trong nghiên cứu sử dụng tiêu chuẩn đánh giá chất lượng mô phỏng của mô hình là NASH-Sutcliffe:

$$NASH = 1 - \frac{\sum (Q_{tt} - Q_{obs})^2}{\sum (Q_{tt} - \bar{Q}_{obs})^2} \quad (1)$$

Trong đó  $Q_{tt}$  là lưu lượng lũ tính toán ( $m^3/s$ );

$Q_{obs}$  là lưu lượng lũ thực đo ( $m^3/s$ );  $\bar{Q}_{obs}$  là lưu lượng lũ thực đo trung bình ( $m^3/s$ ).

Hình 5 minh họa những số liệu cao độ số (DEM 30x30), bản đồ phân chia lưu vực sông Mã được tích hợp trong mô hình thủy văn IFAS. Phân bố mưa trên lưu vực với nguồn số liệu thực đo từ trạm mặt đất và dữ liệu mưa GSMaP\_NRT tích hợp trong mô hình IFAS.



Bản đồ cao độ DEM

Bản đồ phân chia tiểu lưu vực trong mô hình

Hình 5. Bản đồ phân bố cao độ và phân chia lưu vực trong mô hình IFAS

3. Kết quả nghiên cứu

Dựa trên số liệu mưa thực đo, hiệu chỉnh

thông số mô hình IFAS với bộ thông số tối ưu

được tổng hợp ở bảng 4.

Bảng 4. Bộ thông số hiệu chỉnh cho mô hình IFAS

Tầng nước mặt							
STT	SKF	HFMXD	HFMND	HFOD	SNF	FALFX	FIFD
1	0.00055	0.1	0.01	0.005	0.7	0.8	0
2	0.000025	0.05	0.01	0.005	2.0	0.6	0
3	0.000015	0.05	0.01	0.005	2.0	0.5	0
4	0.000002	0.001	0.0005	0.0001	0.1	0.9	0
5	0.00002	0.05	0.01	0.005	2	0.5	0

Với thông số			
Thông số	Ý nghĩa	Ký hiệu	Đơn vị
SKF	Khả năng thấm	$f_0$	cm/s
HFMXD	Chiều cao trữ lớn nhất	$S_{12}$	m
HFMND	Chiều cao dòng chảy sát mặt	$S_{11}$	m
HFOD	Chiều cao dòng chảy ngầm	$S_{10}$	m
SNF	Hệ số nhám bề mặt	N	$m^{-1/3}/s$
FALFX	Hệ số điều tiết d/c sát mặt	$\alpha_n$	Không thứ nguyên
HIFD	Chiều cao nước ban đầu		M

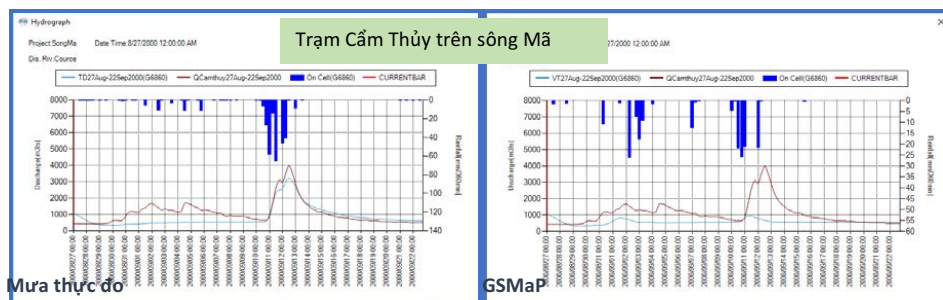
Tầng nước ngầm				
STT	AUD	AGD	HCGD	HIGD
1	0.10	0.02	2.0	2.0
2	0.11	0.02	2.0	2.0
3	0.12	0.02	2.0	2.0
4	0.13	0.02	2.0	2.0

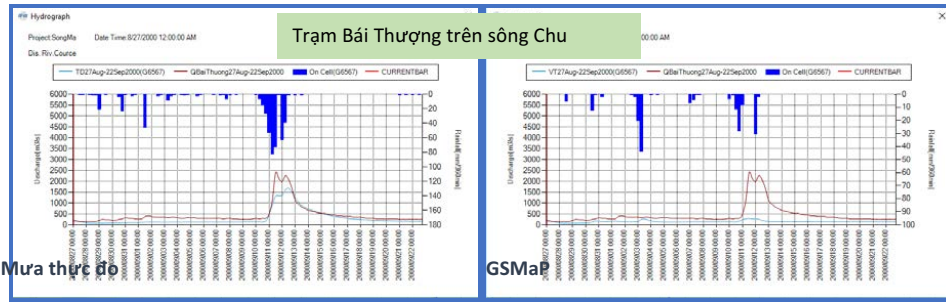
  

Với thông số			
Thông số	Ký hiệu	Ký hiệu	Đơn vị
AUD	Hệ số d/c sát mặt	$A_u$	$(1/mm/ngày)^{1/2}$
AGD	Hệ số d/c cơ sở	$A_g$	l/ngày
HCGD	Chiều cao d/c sát mặt	$S_g$	M
HIGD	Chiều cao ban đầu		

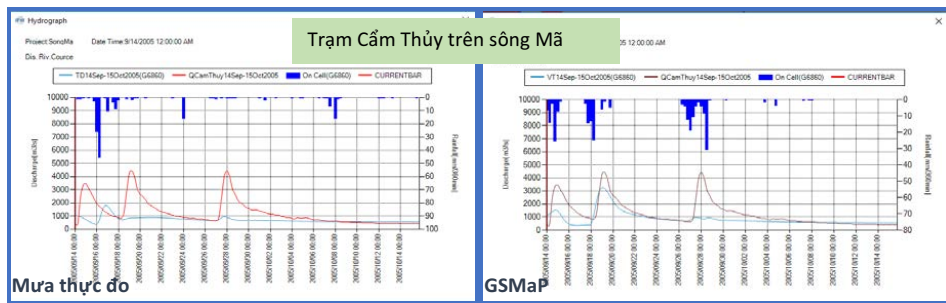
Với bộ thông số được tối ưu, tính toán mô phỏng dòng chảy lũ với số liệu GSMaP. Đánh giá kết quả hiệu chỉnh mô hình IFAS với các trận

lũ từ năm 2000 -2008 dựa trên chỉ số mức độ phù hợp giữa tính toán và thực đo NASH được tổng hợp ở bảng 5 và các hình 6 - 9.

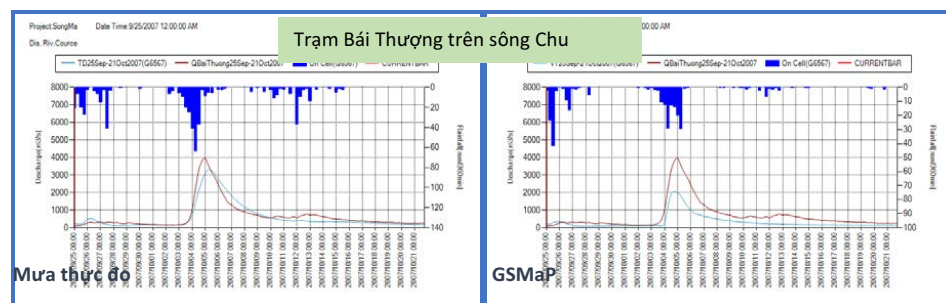
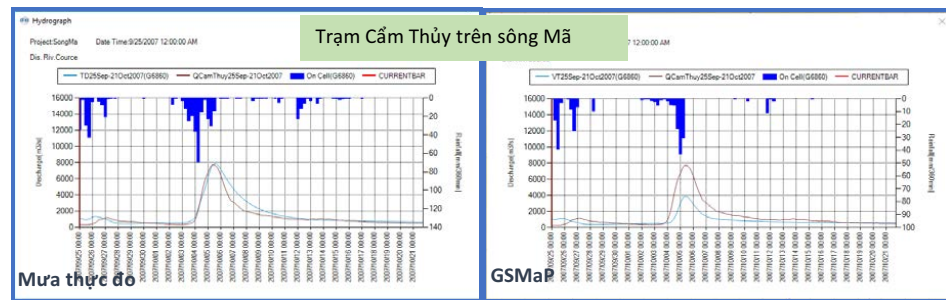




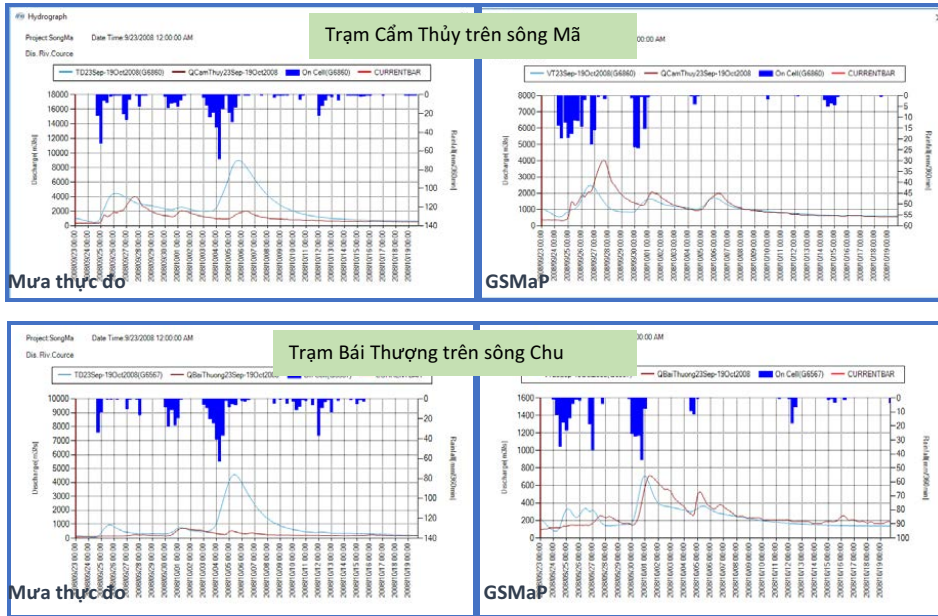
Hình 6. Kết quả mô phỏng dòng chảy lũ với số liệu thực đo và GSMaP\_NRT tại Cẩm Thủy trên sông Mã, Bái Thượng trên sông Chu (đợt lũ 27/8 - 22/9/2000)



Hình 7. Kết quả mô phỏng dòng chảy lũ với số liệu thực đo và GSMaP\_NRT tại Cẩm Thủy trên sông Mã, Bái Thượng trên sông Chu (đợt lũ 14/9 - 15/10/2005)

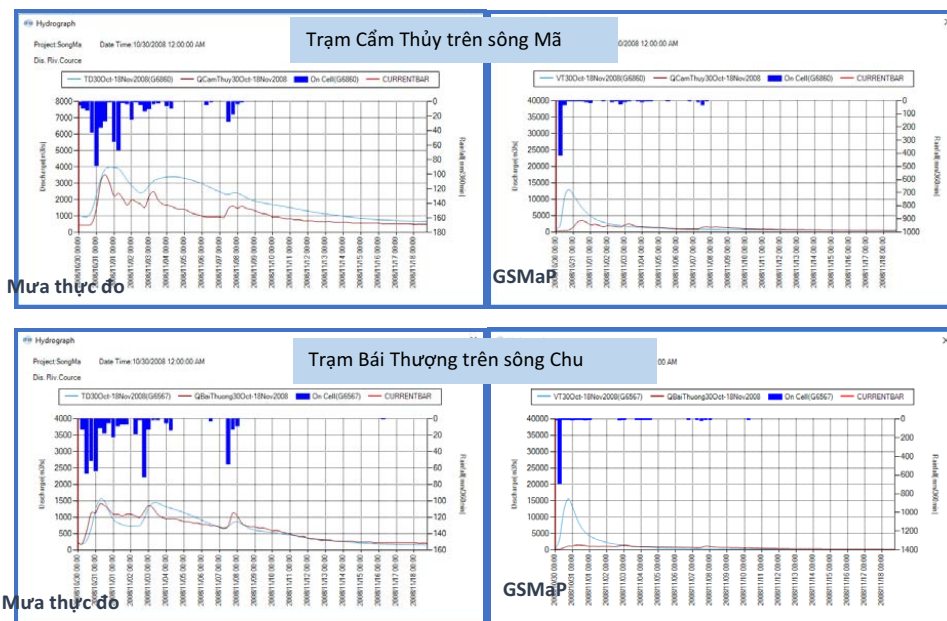


Hình 8. Kết quả mô phỏng dòng chảy lũ với số liệu thực đo và GSMaP\_NRT tại Cẩm Thủy trên sông Mã, Bái Thượng trên sông Chu (đợt lũ 25/9 - 21/10/2007)

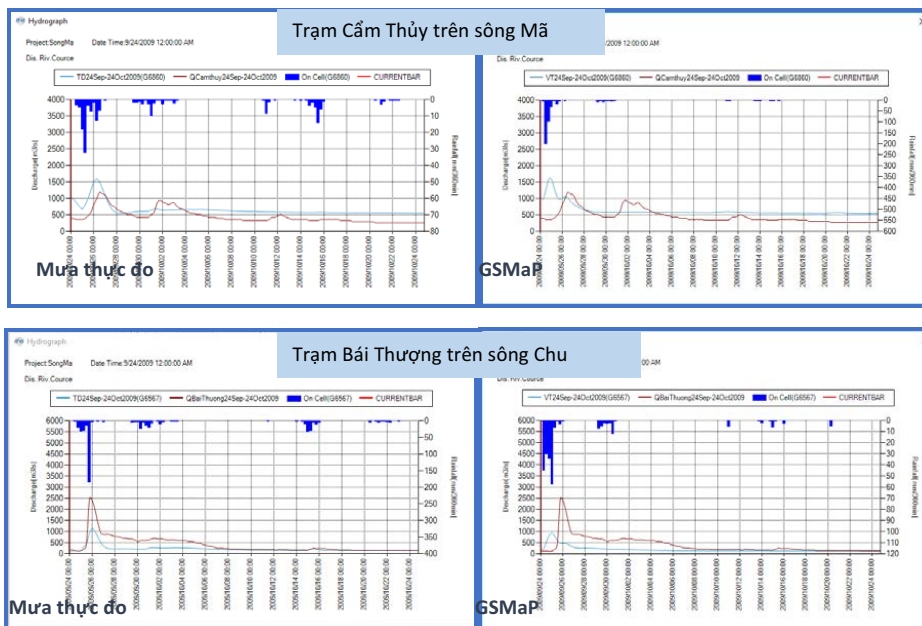


Hình 9. Kết quả mô phỏng dòng chảy lũ với số liệu thực đo và GSMaP\_NRT tại Cẩm Thủy trên sông Mã, Bái Thượng trên sông Chu (đợt lũ 23/9 - 19/10/2008)

Kết quả kiểm định 2 trận lũ lớn và vừa năm 2008 và 2009 được minh họa ở hình 10 và 11.



Hình 10. Kết quả mô phỏng dòng chảy lũ với số liệu thực đo và GSMaP\_NRT tại Cẩm Thủy trên sông Mã, Bái Thượng trên sông Chu (đợt lũ 30/10 - 18/11/2008)



Hình 11. Kết quả mô phỏng dòng chảy lũ với số liệu thực đo và GSMaP\_NRT tại Cẩm Thủy trên sông Mã, Bái Thượng trên sông Chu (đợt lũ 24/9 - 24/10/2009)

Bảng 5. Đánh giá kết quả mô phỏng dòng chảy lũ của mô hình IFAS dựa trên chỉ số NASH

Trạm	Sông	Thời gian trận lũ	NASH	
			Mưa thực đo	GSMaP_NRT
Cẩm Thủy	Mã	27/8 – 22/9/2000	0.48	Ko mô phỏng được
		14/9 – 15/10/2005	Ko mô phỏng được	0.16
		25/9 – 21/10/2007	0.91	0.52
		23/9 – 19/10/2008	Ko mô phỏng được	0.35
Bái Thượng	Chu	27/8 – 22/9/2000	0.75	Ko mô phỏng được
		14/9 – 15/10/2005	Ko mô phỏng được	Ko mô phỏng được
		25/9 – 21/10/2007	0.94	0.49
		23/9 – 19/10/2008	Ko mô phỏng được	0.37
Kết quả đánh giá 2 trận lũ kiểm định				
Cẩm Thủy	Mã	30/10 – 18/11/2008	0.42	Ko mô phỏng được
		24/10 – 24/10/2009	Ko mô phỏng được	Ko mô phỏng được
Bái Thượng	Chu	30/10 – 18/11/2008	0.83	Ko mô phỏng được
		24/9 – 24/10/2009	0.29	Ko mô phỏng được

Kết quả hiệu chỉnh mô hình IFAS cho các trận lũ lớn nhất năm 2000, 2005, 2008 và 2009 chưa tốt với hình thể thời tiết chính gây mưa - lũ là ảnh hưởng của bão, hoàn lưu bão đổ bộ khu vực miền Trung (bão số 4, WUKONG - 9/2000; bão số 6, VICENTE - 9/2005; hoàn lưu bão số 8, KOPPU - 9/2009), phân bố mưa lớn trên lưu vực tập trung nhiều khu vực hạ lưu vùng Thanh Hóa - Nghệ An.

Năm 2007, đợt lũ lớn nhất trên lưu vực sông

Mã xuất hiện vào đầu tháng X với nguyên nhân gây mưa - lũ lớn là do ảnh hưởng trực tiếp của bão số 5 (LEKIMA), phân bố mưa trải đều trên lưu vực từ thượng đến trung lưu sông Mã. Mô hình đã tính toán mô phỏng đợt lũ này khá tốt, chỉ số NASH là 0,91 tại Cẩm Thủy và 0,94 tại Bái Thượng.

Kết quả ở bảng 5 cho thấy, sử dụng mô hình IFAS mô phỏng lũ tại Cẩm Thủy trên dòng chính sông Mã có kết quả tốt hơn mô phỏng lũ cho vị

trí Bái Thượng trên sông Chu. Mặc dù hai vị trí nằm ở khu vực trung lưu hệ thống sông Mã, tự nhiên, khu vực trung lưu vực sông Chu có một phần thuộc Lào, là nơi không có thông tin và số liệu mưa nên phần nào ảnh hưởng đến phân bố mưa thực đo theo phương pháp Kriging, do đó ảnh hưởng đến tính toán dòng chảy lũ từ mưa khu vực trung lưu sông Chu.

Sử dụng số liệu mưa vệ tinh GSMaP\_NRT là đầu vào mô hình IFAS, kết quả tính toán cho thấy việc sử dụng nguồn số liệu này chưa mô phỏng được dòng chảy lũ trên dòng chính sông Mã và sông Chu. Đặc biệt, trận lũ các năm 2000, 2008 và 2009 cho thấy phân bố mưa vệ tinh tại Cẩm Thủy và Bái Thượng không tương thích với lượng dòng chảy lũ thực đo, phần lớn là thiên thấp so với thực tế.

Tuy nhiên, một số trường hợp như trận lũ vào tháng 9 đến tháng 10 năm 2005 và 2008 cho thấy, sử dụng mưa vệ tinh cho kết quả tính toán dòng chảy khả quan hơn khi sử dụng số liệu mưa thực đo, đặc biệt trong một số trường hợp, dòng chảy tính toán với lượng mưa vệ tinh tuy thiên thấp về giá trị nhưng khả năng bắt đỉnh lũ tốt hơn dòng chảy tính toán với mưa thực đo như trận lũ năm 2005 và lũ lớn năm 2007.

#### 4. Kết luận

Nghiên cứu này đã ứng dụng mô hình thủy văn IFAS tính toán mô phỏng dòng chảy lũ khu vực trung lưu lưu vực sông Mã. Đây là khu vực có mạng lưới trạm khí tượng thủy văn hạn chế, do đó, tác giả sử dụng hai nguồn số liệu mưa

thực đo từ các trạm mặt đất và mưa vệ tinh GSMaP nhằm mục đích đánh giá chất lượng mưa vệ tinh qua kết quả mô phỏng dòng chảy lũ trên lưu vực sông thiếu số liệu trong khoảng thời gian lưu vực sông ít chịu tác động của các hệ thống hồ chứa.

Dựa trên chỉ số đánh giá mức độ tương thích giữa kết quả tính toán và thực tế NASH-Sutcliffe, kết quả mô phỏng dòng chảy không được tốt khi sử dụng cả hai nguồn số liệu mưa.

Nhiều nghiên cứu học đã kết luận “số liệu ước lượng mưa viễn thám không thể sử dụng thay thế với mô hình thủy văn được hiệu chỉnh với số liệu mưa thực đo tại các trạm mặt đất, trừ khi được hiệu chỉnh lại với số liệu mưa vệ tinh” [1,6]. Tuy vậy, qua nghiên cứu này, một số trường hợp cho thấy sử dụng mưa vệ tinh mô phỏng lũ cho kết quả tốt hơn khi sử dụng số liệu mưa thực đo, từ đó, tại những khu vực với thực trạng quá ít hoặc không có dữ liệu mưa thực đo, việc sử dụng mưa vệ tinh là đầu vào mô hình thủy văn là giải pháp có thể chấp nhận được “*something better than nothing*”.

Trong một số trường hợp, sử dụng mưa vệ tinh cho kết quả tính toán thời gian xuất hiện đỉnh lũ tương đối sát với thời gian đỉnh lũ thực tế, trong khi đó, dùng mưa thực đo mô phỏng độ lớn trận lũ tốt hơn, từ đó, định hướng nghiên cứu về việc hiệu chỉnh độ sai lệch giữa nguồn số liệu mưa vệ tinh và thực đo là cần thiết, nhằm sử dụng hiệu quả hơn số liệu mưa vệ tinh trong tính toán lũ.

### Tài liệu tham khảo

1. Artan, G., et al. (2007), *Adequacy of satellite derived rainfall data for stream*. Natural Hazard, 167-185.
2. Hossain, F., Katiyar, N., Hong, Y., Wolf, A., (2007), *The emerging role of satellite rainfall data in improving the hydro-political situation of flood monitoring in the under-developed regions of the world*, Nat Hazards, vol. 43 , 199 - 210.
3. Hafiz, I., Sidek, L.M., Basri, H., Hanapi, M.N., (2013), *Application of Integrated Flood Analysis System (IFAS) for Dungun River Basin*. Conference Paper in IOP Conference Series Earth and Environmental Science. Doi: 10.1088/1755-1315/16/1/012128.
4. Phòng khí tượng thủy văn, Viện Quy hoạch Thủy Lợi (2014), *Báo cáo thủy văn Hà Nội: Dự án rà soát quy hoạch thủy lợi lưu vực sông Mã*.

5. Shrestha, Singh, M., (2011), *Bias-Adjustment of Satellite-Based Rainfall Estimates over the Central Himalayas of Nepal for Flood Prediction*, Kyoto, Thesis or Dissertation.

6. Đặng Ngọc Tĩnh (2013), *Nghiên cứu ứng dụng số liệu vệ tinh mưa dự báo số trị kết hợp số liệu bề mặt trong dự báo lũ hệ thống sông Hồng - Thái Bình*. Hà Nội: Báo cáo tổng kết đề tài nghiên cứu khoa học cấp Bộ.

7. Tsukuba (2009), *Integrated Flood Analysis System (IFAS version 1.2) User's Manual*. Japan: Public Works Research Institute (PWRI). International Centre for Water Hazard and Risk Management under the auspices of UNESCO (ICHARM).

## APPLICATION OF IFAS HYDROLOGICAL MODEL FOR SIMULATING THE MIDDLE REACH OF THE MA RIVER BASIN

Nguyen Tien Kien<sup>1</sup>

<sup>1</sup>National Center for Hydro-Meteorological Forecasting

**Abstract:** *Currently, many kinds of rainfall data sources as radar and satellite products have been integrated in flood forecasting systems in the world for supplementing and combining with the observation in the system, especially flood forecast system in hydro-meteorological agencies from USA, Japan, China, Korea ... This study presents the simulation results of flood flows on the Ma River main stream based on the application of IFAS hydrological model from Japan Institute of Public Work (PWRI)s. The model input data sources include observed rainfall and GSMaP\_NRT satellite rainfall product. The flood flow simulation results show that the situation of sparse station network is an important cause leading to bad results of flood flow simulation for upper and middle reaches of the Ma river with both observed rainfall and satellite rainfall input data. Based on model results, some cases of using satellite rainfall show better results in comparing with using the observed rainfall, it is the premise to consider the application of the satellite rainfall data as input hydrological model to calculate flood flow for areas without or few measurement stations such as the middle and upper parts of Ma river basin.*

**Keywords:** *GSMaP\_NRT, Ma River basin, Flood flow simulation, IFAS model.*



# NÂNG CAO HIỆU NĂNG CỦA DEEP LEARNING TRONG HỆ THỐNG TÍNH TOÁN HIỆU NĂNG CAO CRAY-XC40

Ngô Văn Mạnh<sup>1</sup>, Nguyễn Thị Hiền<sup>2</sup>, Nguyễn Xuân Hoài<sup>3</sup>,  
Đặng Văn Nam<sup>4</sup>, Nguyễn Việt Huy<sup>5</sup>

**Tóm tắt:** Deep Learning (DL) đang trở thành một công cụ quan trọng cho nghiên cứu và được ứng dụng vào nhiều lĩnh vực khác nhau trong cuộc sống. Ứng dụng DL trong bài báo dự báo, cảnh báo liên quan đến khí tượng thủy văn đang là một hướng nghiên cứu tiềm năng và có nhiều thách thức. Với lượng dữ liệu đầu vào lớn và yêu cầu dự đoán nhanh tức thời, tính chính xác cao là những điểm khiến cho mạng nơ ron trong DL trở nên phức tạp và bị hạn chế trong hiệu suất tính toán, thời gian tính toán bị kéo dài so với yêu cầu nghiệp vụ dự báo, cảnh báo thực tế. Tính toán hiệu năng cao (High Performance Computing - HPC) với số lượng nút tính toán lớn được sử dụng để giải quyết các vấn đề hạn chế của DL trong bài toán dữ liệu lớn. Hãng Cray đã cung cấp một module cắm (Cray Programming Environments DL Plugin – Cray PE DL Plugin) cho phép lập trình DL trên môi trường song song cho tính toán hiệu năng cao. Trong bài báo này, nghiên cứu trình bày phương pháp thiết lập cấu hình mạng nơ ron trong DL sử dụng Tensorflow trên nền tảng Cray-XC40.

**Từ khóa:** Công cụ Cray PE DL, học sâu.

Ban Biên tập nhận bài: 12/12/2019 Ngày phản biện xong: 05/1/2020 Ngày đăng bài: 25/01/2020

## 1. Đặt vấn đề

Trí tuệ nhân tạo (AI) đã thay đổi cách thức mà các viện nghiên cứu và các ngành công nghiệp giải quyết một loạt các vấn đề phức tạp. Đặc biệt, Deep Learning (DL) với mạng nơ ron là một công cụ mạnh để trích xuất thông tin từ bộ dữ liệu lớn thông qua hoạt động phân loại, dự đoán và hồi quy. DL cũng có tiềm năng trong các hoạt động phân tích chủ quan, giúp trả về kết quả tính toán lại chính xác hơn. Các mạng nơ ron sâu đòi hỏi lượng tính toán rất lớn, có thể mất vài tuần nếu chỉ được thực hiện trên một nút CPU hoặc GPU. Đây là một trong những rào cản chính trong việc áp dụng DL vào thực tế.

Kỹ thuật giảm dần ngẫu nhiên (*Stochastic gradient descent* - SGD) là kỹ thuật tối ưu hóa thường được sử dụng nhất để đào tạo các mạng nơ ron sâu. Quá trình đào tạo đòi hỏi một tập dữ liệu lớn, các thông tin của mỗi mẫu đều được gán

<sup>1</sup>Trung tâm Thông tin và Dữ liệu khí tượng thủy văn

<sup>2</sup>Học viện Kỹ thuật quân sự

<sup>3</sup>Viện AI Việt nam

<sup>4</sup>Đại học Mở-Địa Chất

Email: nguyenthithienqn@gmail.com

nhân. Một bước của SGD sử dụng một tập con ngẫu nhiên của bộ dữ liệu, được gọi là một lô, để tính toán các đạo hàm riêng cho mỗi tham số điều chỉnh được trong mạng. Các đạo hàm riêng này (hoặc các biến thiên riêng), đo sự khác biệt giữa đầu ra của mạng nơ ron và các giá trị quan sát được (nhân). Mỗi mẫu trong tập hợp con ngẫu nhiên lại tạo ra các biến thiên đạo hàm riêng. Tất cả các đạo hàm riêng của mỗi mẫu sẽ được tính trung bình và giá trị trung bình này được sử dụng để cập nhật các tham số mạng cho bước SGD tiếp theo. SGD thường thay đổi khi sử dụng các công cụ tối ưu hóa mới (là các phương thức dùng để cập nhật mô hình để tính toán các giá trị đạo hàm riêng).

SGD có thể được song song hóa bằng cách chia đều một số lượng đủ lớn các lô nhỏ cho một tập các tiến trình xử lý. Mỗi tiến trình sẽ tính toán đạo hàm cục bộ và sau đó gửi kết quả để tính toán đạo hàm trung bình toàn cục. Các tham số mạng nơ ron sau đó được cập nhật với các giá trị đạo hàm tính được này. Kỹ thuật này được gọi là SGD song song dữ liệu đồng bộ (*Synchronous data parallel SGD* - SSGD).

Có thể giảm thời gian đào tạo DL sử dụng

SSGD bằng cách tăng kích thước lô toàn cục (tổng trên tất cả các tiến trình) và tăng kích thước bước SGD, còn được gọi là tốc độ học (*learning rate*). Các lỗi trên các đạo hàm trung bình toàn cục sẽ giảm khi đào tạo bằng nhiều mẫu hơn. Lỗi giảm cho phép cập nhật nhiều hơn cho mô hình tại mỗi bước, từ đó dẫn đến sự hội tụ nhanh hơn. Việc tăng kích thước các lô chỉ đến một giới hạn nhất định khi đó sự hội tụ sẽ chậm đi hoặc không hội tụ nữa [1-5].

Module cắm Cray PE DL Plugin giải quyết vấn đề học song song thông qua một kết hợp các cải tiến thuật toán và tối ưu hóa cao hoạt động giao tiếp dựa trên giao diện truyền thông điệp (*Message Passing Interface – MPI*). So với các khung DL tính toán các đạo hàm trung bình toàn cục chỉ dựa trên một tính toán MPI chung Allreduce thì Cray PE DL Plugin vượt trội hơn hẳn. Nghiên cứu này mô tả các giải pháp được sử dụng trong Cray PE DL Plugin và làm thế nào các giải pháp này tạo ra hiệu suất tối ưu trên nền tảng Cray. Nghiên cứu thảo luận về việc áp dụng Cray PE DL Plugin vào TensorFlow, một khung DL phổ biến và đánh giá các cải tiến hiệu suất trên nền tảng Cray-XC40 với Bộ xử lý Intel KNL. Kết quả cho thấy hiệu suất thời gian tính toán giảm khoảng 10 (khi sử dụng 8 nút tính toán) cho bài toán dự báo tốc độ gió sử dụng DL dựa trên hồi quy (*Long Short Term Memory -*

*LSTM*).

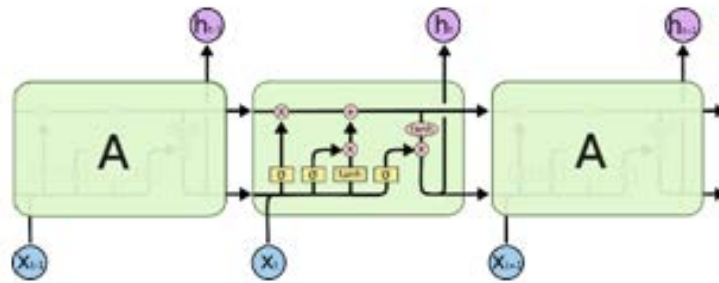
**2. Phương pháp triển khai**

**2.1. Long Short Term Memory - LSTM**

Mạng bộ nhớ dài-ngắn (*Long Short Term Memory networks*), thường được gọi là LSTM - là một dạng đặc biệt của RNN, nó có khả năng học được các phụ thuộc xa. LSTM được giới thiệu bởi Hochreiter & Schmidhuber (1997) [6], và sau đó đã được cải tiến và phổ biến bởi rất nhiều người trong ngành. LSTM là một trong những mạng thần kinh nhân tạo được sử dụng phổ biến trong phân tích dữ liệu chuỗi thời gian (*time-series*).

LSTM được thiết kế để tránh được vấn đề phụ thuộc xa (*long-term dependency*). Việc nhớ thông tin trong suốt thời gian dài là đặc tính mặc định của chúng, chứ không cần phải đào tạo nó để có thể nhớ được. Tức là ngay nội tại của nó đã có thể ghi nhớ được mà không cần bất kì can thiệp nào.

Mọi mạng hồi quy đều có dạng là một chuỗi các mô-đun lặp đi lặp lại của mạng nơ-ron. Với mạng RNN chuẩn, các mô-đun này có cấu trúc rất đơn giản, thường là một tầng tanh. LSTM cũng có kiến trúc dạng chuỗi như vậy, nhưng các mô-đun trong nó có cấu trúc khác với mạng RNN chuẩn. Thay vì chỉ có một tầng mạng nơ-ron, chúng có tới 4 tầng tương tác với nhau một cách đặc biệt.



Hình 1. Mạng LSTM

**2.2. Nền tảng triển khai DL trên Cray**

**a) Nền tảng hỗ trợ DL**

Một số nền tảng được xây dựng sẵn hỗ trợ cho DL gồm:

**TensorFlow**

TensorFlow là một lớp phần mềm mã nguồn mở cung cấp một bộ các quy tắc tính toán số hiệu suất cao. TensorFlow có thể dễ dàng triển khai

trên nhiều nền tảng phần cứng, từ các CPU thông thường và các bộ xử lý đồ họa GPU cho đến các bộ xử lý Tensor thiết kế chuyên biệt (*Tensor Processing Units - TPU*). Ngoài ra, TensorFlow cũng có thể được triển khai trên các cụm máy tính (*cluster*) bao gồm các máy chủ tính toán hiệu suất cao và các kết nối nội bộ. Tuy nhiên, cơ sở hạ tầng phần cứng và giao tiếp đóng một vai

trò quan trọng trong việc mở rộng TensorFlow trên một số lượng lớn các nút tính toán.

### **gRPC**

gRPC là một lớp lớp gọi thủ tục từ xa mã nguồn mở (*Remote Procedure Call layer - RPC*) ban đầu được phát triển bởi Google. gRPC cung cấp một lớp trừu tượng để phát triển các dịch vụ và các ứng dụng phân tán và được xếp lớp trên giao thức HTTP/2. gRPC cũng cung cấp một loạt các tính năng cho phép giao tiếp, đồng bộ hóa và kiểm soát luồng giữa máy khách và máy chủ trong một ứng dụng phân tán. gRPC là một trong những giao thức giao tiếp được sử dụng trong khung TensorFlow của Google.

### **Horovod**

Horovod là một khung DL phân tán, mã nguồn mở cho TensorFlow của Uber. Horovod sử dụng giao diện truyền thông điệp MPI để thiết lập một hạ tầng phân tán cho TensorFlow. Trong nội bộ, hoạt động giảm thiểu toàn cục được thực hiện bằng một công cụ Allreduce dạng vòng để sử dụng băng thông truyền tin được cung cấp bởi một kết nối cụm hiệu suất cao điển hình. Các phiên bản gần đây của Horovod sử dụng các lớp truyền tin NCCL và NCCL2 của NVIDIA để tối ưu hóa hiệu suất truyền tin trên các hệ thống hiện đại với nhiều GPU trên mỗi nút.

#### *b) Giải pháp thiết kế*

Nhiều khung song song hóa cho DL, chẳng hạn như gRPC trong TensorFlow, gồm hai lớp xử lý. Các hoạt động xử lý máy chủ tham số (*Parameter Server - PS*) thu thập biến thiên từ các hoạt động xử lý máy trạm, tính toán biến thiên trung bình toàn thể, cập nhật các tham số mạng và gửi các giá trị tham số mới tới các máy trạm. Thông thường người dùng có thể chọn số lượng hoạt động xử lý PS trên một số lượng lớn máy trạm sẽ gặp phải các vấn đề về hiệu suất và hạn chế quy mô. Cấu hình kiểu này thiết lập một mẫu giao tiếp nhiều-đến-ít, gây tắc nghẽn hầu hết các mạng. Một số lượng hạn chế các hoạt động xử lý PS cũng sẽ gặp khó khăn trong việc gửi các giá trị tham số cập nhật đủ nhanh để theo kịp nhu cầu của máy trạm. Tăng số lượng các hoạt động

xử lý PS có thể làm giảm các nút thắt cổ chai trong truyền tin và cập nhật tham số. Tuy nhiên, sử dụng quá nhiều các hoạt động xử lý PS lại dẫn đến các mẫu giao tiếp nhiều-nhiều, sẽ không đáp ứng số lượng lớn các nút. Xác định số lượng tối ưu các hoạt động xử lý PS sẽ rất mất công sức của người dùng. Dùng gRPC trong TensorFlow, người dùng còn phải cung cấp tên nút và số cổng, như vậy lại nảy sinh các vấn đề về khả năng sử dụng.

Cray PE DL Plugin xử lý các vấn đề về khả năng sử dụng và hiệu suất mở rộng trong TensorFlow và các khung DL tương tự. Không có hoạt động xử lý PS khi sử dụng Cray PE DL Plugin. Mỗi xử lý là một máy trạm, và một hoạt động giảm thiểu toàn thể tùy chỉnh thay thế cho hoạt động tính toán biến thiên trung bình của toàn bộ các hoạt động xử lý PS. Mỗi máy trạm sau đó có thể dễ dàng tính toán cập nhật tham số mạng, việc này thường chỉ tốn một phần nhỏ của thời gian thực hiện. Thuật toán trong Hình 1 mô tả sơ bộ cách học song song dữ liệu sử dụng Cray PE DL Plugin. Giảm thiểu tùy chỉnh được tối ưu hóa cụ thể cho hoạt động DL và có thể thấy hiệu suất cao hơn 35% so với MPI Iallreduce() mặc định có sẵn trong Cray MPICH khi kích thước thông điệp và vị trí xử lý là tương đương. Ngoài ra để cải thiện hiệu suất truyền tin ở một quy mô lớn hơn, thiết lập giảm thiểu tùy chỉnh cũng cung cấp khả năng tuyệt vời chống lớp truyền tin/tính toán. Khả năng tạm ẩn truyền tin trong pha tính toán biến thiên trung bình đóng vai trò chính trong việc cải thiện thời gian cho đào tạo phân tán.

---

Require:  $N$  = total number of epochs  
 Require:  $n$  = total number of training samples  
 Require:  $k$  = number of MPI ranks  
 Require:  $b$  = number of training samples in a batch per process

```

1: for epoch = 1 ... N do
2:   for step = 1 ... n/(bk) do
3:      $g_{step} \leftarrow \text{compute\_gradients}(\text{local\_batch}_{step})$ 
4:      $G_{step} \leftarrow \text{mc.gradients}(g_{step})$ 
5:      $loss_{step} \leftarrow \text{apply\_gradients}(G_{step})$ 

```

---

Hình 2. Code giả lập cho thuật toán đào tạo song song dữ liệu. Cray PE DL Plugin được trình bày bằng mc, và hàm trung bình đạo hàm là hàm mc.gradients().

Trong đó N là tổng số chu kỳ; n là số lượng mẫu đào tạo; k là số cấp MPI; b là số mẫu đào tạo trong một lô dữ liệu trong một lần xử lý.

Không cần điều chỉnh TensorFlow để sử dụng Cray PE DL Plugin cho song song hóa. Tính năng TensorFlow Op được sử dụng để thêm các bước truyền tin cần thiết vào đồ thị thực hiện một cách tối ưu (tài liệu có tại [https://www.tensorflow.org/extend/adding\\_an\\_op](https://www.tensorflow.org/extend/adding_an_op)). Người dùng có thể bắt đầu với một TensorFlow nổi tiếp hoặc một tập lệnh client khung khác rồi gọi thêm các thành phần cần thiết để khởi tạo, truyền tin và kết thúc. Đối với các tình huống yêu cầu nhiều giảm thiểu biến thiên cùng lúc, các nhóm luồng (thread) giảm thiểu được sử dụng để tăng tốc độ lập với một vài hoạt động gọi đơn giản. Giao diện C / C ++ và Python 2/3 có sẵn trong Cray PE DL Plugin.

Cray PE DL Plugin đã có sẵn trong gói Cray Developer Toolkit - CDT được cài cho các hệ thống Cray XC. Bản hiện tại CDT 19.09 hỗ trợ Keras, TensorFlow 1.3.1 và kiến trúc dựa trên Intel®CPU và GPU NVIDIA.

*c) Bộ tập lệnh trong Cray PE DL plugin*

Các bước cần có trong Cray PE DL Plugin bao gồm:

- Khởi tạo Cray PE DL Plugin.
- Khởi tạo các giá trị tham số mô hình ban đầu: Chỉ định số lượng nhóm, luồng, kích thước mô hình.
- Sử dụng Cray PE DL Plugin để truyền các biến thiên sau khi tính toán các biến thiên và thực thi mô hình.
- Kết thúc Cray PE DL Plugin.

Trong phần này sẽ trình bày chi tiết cho việc áp dụng cho một tập lệnh bằng Python cho phép sử dụng Keras thực thi các mô hình học máy DL.

- Khởi tạo: Bước đầu tiên là khởi tạo Cray PE DL Plugin. Điều này được thực hiện bằng cách trước tiên import module rồi thiết lập môi trường ban đầu như hình 3:

```
from __future__ import print_function
import keras
from keras.datasets import mnist
from keras.models import Sequential
from keras.layers import Dense, Dropout, Flatten
from keras.layers import Conv2D, MaxPooling2D
from keras import backend as K
# BO SUNG CHO CRAY
import math
import tensorflow as tf
import dl_comm.keras as cdl

config = tf.ConfigProto()
#config.gpu_options.allow_growth = True
#config.gpu_options.visible_device_list = str(cdl.local_rank())
#config.gpu_options.per_process_gpu_memory_fraction = 0.8
K.set_session(tf.Session(config=config))
# KET THUC BO SUNG CHO CRAY
```

Hình 3. Khởi tạo Cray PE DL Plugin

Cray PE DL Plugin sử dụng cấu hình cho cả CPU và GPU, để thực hiện sử dụng GPU cho tính toán cần thiết lập tham số cấu hình ban đầu như hình 4:

```
config = tf.ConfigProto()
#config.gpu_options.allow_growth = True
#config.gpu_options.visible_device_list = str(cdl.local_rank())
#config.gpu_options.per_process_gpu_memory_fraction = 0.8
```

Hình 4. Thiết lập tham số cấu hình ban đầu

- Khởi tạo các tham số mô hình ban đầu: Với Keras, cần thiết lập các thông số ban đầu của mô hình sẽ sử dụng như hình 5:

```
model = Sequential()
model.add(Conv2D(32, kernel_size=(3, 3),
                activation='relu',
                input_shape=input_shape))
model.add(Conv2D(64, (3, 3), activation='relu'))
model.add(MaxPooling2D(pool_size=(2, 2)))
model.add(Dropout(0.25))
model.add(Flatten())
model.add(Dense(128, activation='relu'))
model.add(Dropout(0.5))
model.add(Dense(num_classes, activation='softmax'))
```

Hình 5. Thiết lập các thông số ban đầu

- Tổng hợp biến thiên: Hoạt động truyền tin và tính toán chuyên sâu này được tối ưu hóa cao trong Plugin Cray PE DL Plugin. Hoạt động này được đặt giữa hoạt động tính toán biến thiên và cập nhật mô hình, được cấu hình như hình 6.

```
# BO SUNG CHO CRAY
opt = keras.optimizers.Adadelta(1.0 * cdl.get_nranks())

# Wrap the optimizer to use the Plugin
opt = cdl.DistributedOptimizer(opt)
# KET THUC BO SUNG CHO CRAY
```

Hình 6. Sử dụng tối ưu hóa trong Cray

Một tập lệnh học nối tiếp thường sử dụng một phương thức tối thiểu hóa minimize() của một đối tượng tối ưu hóa optimizer. Phương thức này tính toán biến thiên và cập nhật mô hình với các biến thiên này. Việc cập nhật kết quả tính toán của các bước song song được thực hiện bởi hàm callback như hình 7:

```
# BO SUNG CHO CRAY
# Add callback to broadcast initial variables
callbacks = [cdl.BroadcastVariablesCallback(0, K)]
```

Hình 7. Cập nhật kết quả tính toán song song

Thực hiện học máy của mô hình và đánh giá kết quả của mô hình được thực hiện như hình 8:

```
model.fit(x_train, y_train,
         batch_size=batch_size,
         # BO SUNG CHO CRAY
         callbacks=callbacks,
         # KET THUC BO SUNG CHO CRAY
         epochs=epochs,
         verbose=verbose_level,
         validation_data=(x_test, y_test))
score = model.evaluate(x_test, y_test, verbose=0)
```

Hình 8. Học máy và đánh giá kết quả mô hình

- Kết thúc: Bước bắt buộc cuối cùng để chuyển đổi một tập lệnh đào tạo nối tiếp là kết thúc Cray PE DL Plugin, tương tự như việc kết thúc MPI. Khi rank của nút trả về là 0 khi đó quá trình tính toán song song kết thúc như hình 9.

```
# BO SUNG CHO CRAY
if cdl.get_rank() == 0:
    print('Test loss:', score[0])
    print('Test accuracy:', score[1])
# KET THUC BO SUNG CHO CRAY
```

Hình 9. Kết thúc Cray PE DL Plugin

d) Triển khai, cài đặt Cray PE DL Plugin trên Cray-XC40

Hiệu suất tốt nhất đạt được với một cấp MPI trên mỗi nút. Cray PE DL Plugin phải được cấu hình để sử dụng 2-4 luồng (thread) truyền tin. Trong vài trường hợp với các nút GPU, hiệu suất có thể được cải thiện bằng cách sử dụng lên đến 8 luồng. Đối với đào tạo MKL và MKL-DNN, quan trọng là không đặt OMP\_NUM\_THREADS quá cao, nếu không các core có thể bị đăng ký vượt mức. Ví dụ: nếu có 36 core vật lý trên một nút, hiệu suất tối ưu đạt được với OMP\_NUM\_THREADS=34, nên để lại 2 core/luồng để liên lạc với Cray PE DL Plugin.

Ngoài ra, với TensorFlow và ví dụ tf\_cnn\_benchmarks, num\_intra\_threads nên được đặt để phù hợp với giá trị OMP\_NUM\_THREADS, và num\_inter\_threads thường được đặt từ 1-3 luồng tùy thuộc vào số lượng HyperThreads có trên mỗi core. Đối với các KNL CPU, tốt nhất để lại một HyperThread rảnh trên mỗi core. Biến môi trường KMP\_BLOCKTIME có thể giúp cải thiện hiệu suất đôi chút nếu được đặt là 0 hoặc 30.

Đối với các nút GPU, số lượng luồng CUDA được sử dụng để nhớ đệm dữ liệu đến chủ thể tính toán có thể được điều chỉnh thông qua biến môi trường ML\_COMM\_NUM\_CUDA\_STREAMS và số lượng bản sao mà mỗi luồng thực hiện có thể được thay đổi với biến môi trường ML\_COMM\_CPY\_PER\_CUDA\_STREAM. Các cài đặt mặc định 2 và 8, tương ứng, theo thử nghiệm là tốt nhất cho gần như tất cả các tình huống.

### 3. Thử nghiệm

Trong thử nghiệm của nghiên cứu sẽ sử dụng mạng DL long short term memory-LSTM cho bài toán dự đoán tốc độ gió trong 18 giờ tiếp theo.

Dữ liệu thực nghiệm là dữ liệu quan trắc tốc độ gió từ 01 tháng 1 năm 2014 đến 31 tháng 12 năm 2019, với tần suất quan trắc 3h một lần, tại 13 trạm quan trắc: Hà Giang, Cao Bằng, Tuyên Quang, Hòa Bình, Nam Định, Hà Đông, Phú Liên, Lạng Sơn, Bãi Cháy, Tiên Yên, Móng Cái, Bạch Long Vĩ, Hội Xuân.

Số lượng mẫu học là 15,200 mẫu, số lượng mẫu kiểm tra là 500 mẫu. Thử nghiệm sẽ thực thi LSTM với các epoch =500, 800.

Thiết lập mô hình LSTM trên máy chủ thông thường và máy chủ Cray-XC40 sử dụng Cray PE DL Plugin. Thông số máy chủ thông thường CPU (2 Multi cores (28 thread) Intel Xeon E5-2690 v4s), RAM (64 GB). Đối với máy Cray-XC40, 1 nút có CPU (2 cores (36 thread), Intel Xeon E5-2697 v4 18C 2.3 GHz), RAM (16 GB). Cấu hình thực thi LSTM trong thử nghiệm trên Cray-XC40 sử dụng 8 nút, mỗi nút sử dụng 34 thread.

```

"""#Xây dựng mô hình LSTM"""
#Stacked LSTM (Nhiều lớp LSTM)
model = Sequential()
model.add(LSTM(50, activation='relu',
              return_sequences=True,
              batch_input_shape=(None,8, 13)))
model.add(LSTM(50,
              return_sequences=False,
              activation='relu'))
model.add(Dropout(0.3))
model.add(Dense(13))
model.compile(optimizer='adam',
              loss='mse',
              metrics=['accuracy'])
model.summary()
"""#Huấn luyện mô hình"""
#Fit model Vanilla LSTM
start_time = time.time()
epochTime = 500
model.fit(x_train, y_train, batch_size=3, epochs=epochTime, validation_split=validation_split)
end_time = time.time()

```

Hình 10. Cấu hình LSTM trên máy chủ thường

```

"""#Xây dựng mô hình LSTM"""
validation_split = 0.05 #Tỷ lệ % tách tập Validation trong tập Test
#epochTimes = 12.0
epochTimes = 500
# CRAY ADDED
epochs = int(math.ceil(epochTimes / cdl.get_nranks()))
# END CRAY ADDED
#Stacked LSTM (Nhiều lớp LSTM)
model = Sequential()
model.add(LSTM(50, activation='relu',
              return_sequences=True,
              batch_input_shape=(None,8, 13)))
model.add(LSTM(50,
              return_sequences=False,
              activation='relu'))
model.add(Dropout(0.3))
model.add(Dense(13))
# CRAY ADDED
opt = keras.optimizers.Adadelta(1.0 * cdl.get_nranks())
# Wrap the optimizer to use the Plugin
opt = cdl.DistributedOptimizer(opt)
#END CRAY ADDED
model.compile(optimizer = opt,
              loss='mse',
              metrics=['accuracy'])
model.summary()
# CRAY ADDED
# Add callback to broadcast initial variables
callbacks = [cdl.BroadcastVariablesCallback(0, K)]

```

Hình 11. Cấu hình LSTM trên máy Cray-XC40

```

#!/bin/bash
PBS -q aiq
PBS -l nodes=4
PBS -S /bin/bash
PBS -N ai
PBS -l walltime=0:10:0
PBS -j oe

cd $PBS_O_WORKDIR
module load craype-network-aries
module load cray-mpich
module load craype-dl-plugin-py3

export OMP_NUM_THREADS=34
export MPICH_MAX_THREAD_SAFETY=multiple
export MPICH_NEMESIS_ASYNC_PROGRESS=ML

beg_secs="date +%s"
echo "START JOB AT" `date +%Y/%m/%y %H:%M`
date
time aprun -n 4 -N 1 -j 1 -d $OMP_NUM_THREADS -cc none python3.6 /cray_home/cntt/ai/code/WMMH_AI_FINAL.py
date
echo "END JOB AT" `date +%Y/%m/%y %H:%M`
export end_secs="date +%s"
(( wallsecs = end_secs - beg_secs ))
echo "Time taken by run in seconds is" $wallsecs
date
exit 0

```

Hình 12. Cấu hình PBS để submit job trên Cray-XC40

#### 4. Phân tích kết quả

Trong phần này, nghiên cứu sẽ phân tích và đánh giá kết quả đạt được khi thực thi thực nghiệm trên máy chủ thường và Cray-XC40. Kết quả dự đoán với tính chính xác của LSTM khi chạy trên máy chủ thường và Cray-XC40 là tương đương nhau với khoảng sai số trung bình giữa máy chủ thường và Cray-XC40 khoảng 0.03, kết quả chi tiết tại bảng 1, bảng 2 và bảng 3 là kết quả sai số trung bình.

Bảng 1. Sai số dự báo của LSTM trên Cray-XC40

STT	Station	MAE (Epoch = 500)	MAE (Epoch = 800)
1	48805 - HA GIANG	0.81523	0.9741
2	48808 - CAO BANG	0.77397	0.65291
3	48812 - TUYEN QUANG	0.55088	0.67463
4	48818 - HOA BINH	0.66411	0.52507
5	48823 - NAM DINH	0.73743	0.72945
6	48825 - HA DONG	0.42744	0.72918
7	48826 - PHU LIEN	0.85284	0.71751
8	48830 - LANG SON	0.58352	0.53875
9	48833 - BAI CHAY	0.74615	0.74463
10	48837 - TIEN YEN	0.81491	0.86019
11	48838 - MONG CAI	0.85648	0.88636
12	48839 - BACH LONG VY	0.89402	0.68479
13	48842 - HOI XUAN	0.82788	0.88395
14	All Station	0.73422417	0.738584

Bảng 2. Sai số dự báo của LSTM trên máy chủ thường

STT	Station	MAE (Epoch = 500)	MAE (Epoch = 800)
1	48805 - HA GIANG	0.81484	0.82883
2	48808 - CAO BANG	0.71858	0.85846
3	48812 - TUYEN QUANG	0.56044	0.66563
4	48818 - HOA BINH	0.58697	0.67589
5	48823 - NAM DINH	0.72503	0.75761
6	48825 - HA DONG	0.46304	0.55307
7	48826 - PHU LIEN	0.83042	0.91817
8	48830 - LANG SON	0.58961	0.53911
9	48833 - BAI CHAY	0.82476	0.79877
10	48837 - TIEN YEN	0.84871	0.86146
11	48838 - MONG CAI	0.80696	0.8723
12	48839 - BACH LONG VY	0.74131	0.73887
13	48842 - HOI XUAN	0.8547	0.97105
14	All Station	0.72041706	0.77225093

*Bảng 3. Sai số dự báo của LSTM trung bình cho tất cả các trạm*

STT	Machine	MAE (Epoch = 500)	MAE (Epoch = 800)
1	Máy chủ cứng	0.70315556	0.77225093
2	Cray-XC40	0.73422417	0.738584

Đối với hiệu suất về thời gian thực thi mô hình LSTM thì trên Cray-XC40 cho kết quả nhanh trung bình gấp 10 lần so với máy chủ thông thường (trong trường hợp Cray-XC40 sử dụng 8 nút, mỗi nút sử dụng 34 thread và máy chủ thông thường có 28 thread). Kết quả chi tiết ở bảng 4.

*Bảng 3. Sai số dự báo của LSTM trung bình cho tất cả các trạm*

STT	Cấu hình	Thời gian (phút)
2	Cray-XC40, 8 nút, epoch = 500	34.8
3	Cray-XC40, 8 nút, epoch = 800	54.1
5	Máy chủ cứng, epoch = 500	382.68
6	Máy chủ cứng, epoch = 800	577.04

**Lời cảm ơn:** Nghiên cứu này được hỗ trợ bởi đề tài “Nghiên cứu cơ sở khoa học và giải pháp ứng dụng trí tuệ nhân tạo để nhận dạng, hỗ trợ dự báo và cảnh báo một số hiện tượng khí tượng thủy văn nguy hiểm trong bối cảnh biến đổi khí hậu tại Việt Nam”, mã số BĐKH.34/16-20”.

### Tài liệu tham khảo

1. Das, D., Avancha, S., Mudigere, D., Vaidynathan, K., Sridharan, S., Kalamkar, D., Kaul, B., Dubey, P., (2016), *Distributed Deep Learning Using Synchronous Stochastic Gradient Descent*. ArXiv e-prints.
2. Kingma, D.P., Ba, J., (2014), *Adam: A Method for Stochastic Optimization*. ArXiv e-prints.
3. Iandola, F.N., Ashraf, K., Moskewicz, M.W., Keutzer, K., (2015), *Fire-Caffe: near-linear acceleration of deep neural network training on compute clusters*. ArXiv e-prints.
4. Mendygral, P., Hill, N., Kandalla, K., Moise, D., Balma, J., Marcel Schongens, M., (2018), *High Performance Scalable Deep Learning with the Cray Programming Environments Deep Learning Plugin*. CUG 2018.
5. Zheng, S., Meng, Q., Wang, T., Chen, W., Yu, N., Ma, Z.M., Tie-Yan Liu, T.Y., (2016), *Asynchronous Stochastic Gradient Descent with Delay Compensation*. ArXiv e-prints.
6. Hochreiter, S., Jurgen Schmidhuber, J., (1997), *Long short-term memory*. *Neural computation*, 9(8), 1735-1780.
7. Chen, J., Pan, X., Monga, R., Bengio, S., Jozefowicz, R., (2017), *Revisiting Distributed Synchronous SGD*. ArXiv e-prints.
8. You, Y., Gitman, I., Ginsburg, B., (2017), *Scaling SGD batch size to 32k for imagenet training*. ArXiv e-prints.
- [9] Peter, A., Whigham, Crapper, P.F., (2001), *Modeling rainfall-runoff using genetic programming*. *Mathematical and Computer Modelling*, 33 (6-7), 707-721.

Với kết quả về tính chính xác giống nhau khi sử dụng LSTM trên môi trường máy chủ thường và Cray-XC40 và hiệu năng về thời gian học của Cray-XC40 tốt hơn hẳn máy chủ thường (giảm 10 lần, nếu tăng số lượng nút tiếp thì thời gian tiếp tục giảm). Với thời gian như trong bảng 4, LSTM hoàn toàn có thể được sử dụng được vào trong nghiệp vụ dự báo khí tượng thủy văn. Đây chính là ý nghĩa khi sử dụng Cray PE DL cho các bài toán DL trong nghiệp vụ thực tế.

### 5. Kết luận

Nghiên cứu đã trình bày về ứng dụng của công cụ Cray PE DL Plugin trong bài toán DL, Cray PE DL cho phép mở rộng quy mô học DL tới một số lượng lớn các nút trong hệ thống qua đó giảm đáng kể thời gian học cho mạng nơ ron và tăng tính hiệu quả của DL khi đưa vào ứng dụng thực tế trong bài toán dự báo liên quan đến Khí tượng thủy văn. Nhất là trong giai đoạn hiện nay khi yêu cầu của xã hội cần các bản tin cảnh báo cực ngắn trong thời gian 30 phút - 1h.

## IMPROVING THE PERFORMANCE OF DEEP LEARNING IN HIGH-PERFORMANCE COMPUTING SYSTEM CRAY-XC40

Ngo Van Manh<sup>1</sup>, Nguyen Thi Hien<sup>2</sup>, Nguyen Xuan Hoai<sup>3</sup>,  
Dang Van Nam<sup>4</sup>, Nguyen Viet Huy<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Center for Hydro-Meteorological Data and Information

<sup>2</sup>Le Quy Don Technical University

<sup>3</sup>AI Academy Vietnam

<sup>4</sup>Hanoi University of Mining and Geology

**Abstract:** *Deep Learning (DL) is becoming an important tool in research and is applied in many different areas. The application of ML in forecasting and warning bulletins of Meteorology and Hydrology is a potential and challenging research field. Due to large input data and requirement for instantaneous and high accuracy prediction, the neural network in DL becomes complex and limited in computing performance, thus the calculating time is prolonged compared with requirements of actual forecasting and warnings. High Performance Computing (HPC) with a large number of computing nút is used to solve the limitation of DL in big-data subject. Cray has provided a plug-in module (Cray Programming Environments DL Plugin - Cray PE DL Plugin) that enables DL programming in parallization environment for high-performance computing. In this paper, the study presents the method of configuring neuron network in DL using Tensorflow on Cray XC-40 platform.*

**Keywords:** *Cray PE DL plguin, deep learning.*



## TÓM TẮT TÌNH HÌNH KHÍ TƯỢNG THÁNG 12 NĂM 2019

**T**ình hình nhiệt độ trong tháng 12/2019 tại Bắc Bộ và miền Trung cao hơn từ 0,5-1,0°C so với TBNN.

Tổng lượng mưa tháng 12 trên cả nước đều thấp hơn so với TBNN cùng thời kỳ. Trong đó, Tây Nguyên và Nam Bộ hầu như không mưa

### 1. Hiện tượng thời tiết đặc biệt:

+ Bão, Áp thấp nhiệt đới (ANTĐ):

Xoáy thuận nhiệt đới: Trong tháng 12 có 02 cơn bão trên khu vực Biển Đông (cơn bão số 7 có tên quốc tế là Kammuri và cơn bão số 8 có tên quốc tế là PHANFONE) đều không ảnh hưởng đến đất liền Việt Nam:

Bão số 7 (tên quốc tế Kammuri): Chiều tối ngày 03/12, bão Kammuri đã vượt qua miền Trung Phi-líp-pin và đi vào Biển Đông và trở thành cơn bão số 7 trên Biển Đông năm 2019 với cường độ mạnh cấp 13, giật cấp 16. Sau khi vào Biển Đông, bão số 7 di chuyển theo hướng Tây Tây Bắc với tốc độ 15-20km/h và cường độ bão giảm dần. Chiều ngày 04/12, cường độ bão giảm xuống cấp 10, giật cấp 12 và di chuyển chậm lại với tốc độ khoảng 15km/h. Đêm 04/12 bão đã suy yếu nhanh xuống cấp 8, giật cấp 10, sau tan nhanh trên biển.

Bão số 8 (tên quốc tế PHANFONE): Tối ngày 25/12, bão Phanfone đã vượt qua miền Trung Philippin đi vào Biển Đông và trở thành cơn bão số 8 trên khu vực Biển Đông trong năm 2019, cường độ bão mạnh cấp 12, giật cấp 14. Sau khi vào Biển Đông bão di chuyển theo hướng Tây Tây Bắc với tốc độ từ 10-15km/h. Chiều ngày 26/12, cường độ bão mạnh lên cấp 13, giật cấp 15. Sáng ngày 27/12, cường độ bão giảm xuống cấp 11, giật cấp 13, di chuyển theo hướng Tây và cường độ giảm nhanh. Sáng sớm ngày 28/12, cường độ bão giảm xuống cấp 8, giật cấp 10 sau đó suy yếu thành

áp thấp nhiệt đới. Chiều tối cùng ngày suy yếu thành vùng áp thấp trên vùng biển phía Tây của khu vực giữa Biển Đông.

+ Không khí lạnh:

Tháng 12 có 5 đợt không khí lạnh với diễn biến như sau:

- Từ chiều ngày 01/12, một đợt không khí lạnh có cường độ mạnh ảnh hưởng đến các tỉnh Bắc Bộ, Bắc và trung Trung Bộ và một số nơi ở Nam Trung Trung Bộ, nhiệt độ thấp nhất giảm từ 2-3oC (Mẫu Sơn 4,1°C, Trùng Khánh 10,0oC, Đỉnh Lập 9,4°C, Tam Đảo 8,2°C, Đồng Văn 6,6°C, Sa Pa 5,2°C,...). Ở Vịnh Bắc Bộ có gió Đông Bắc mạnh cấp 7, giật cấp 9.

- Từ chiều ngày 04/12, một đợt không khí lạnh tăng cường với cường độ mạnh ảnh hưởng đến các tỉnh Bắc Bộ, Bắc và trung Trung Bộ và một số nơi ở Nam Trung Trung Bộ. Do kết hợp với trường phân kỳ trên cao nên nhiệt độ về đêm và sáng giảm sâu, nhiều nơi vùng núi cao của Bắc Bộ và Bắc Trung Bộ nhiệt độ thấp nhất trong ngày 08/12 xuống mức xấp xỉ 0°C, xuất hiện băng tuyết và băng giá (Sin Hồ -2,4oC, Bắc Hà 0,5oC, Đồng Văn 0,2°C, Ngân Sơn 1,0°C, Trùng Khánh 0,4oC, Đỉnh Lập 0,8°C,...). Ở Vịnh Bắc Bộ có gió Đông Bắc mạnh cấp 7, giật cấp 8. Rét đậm đã xuất hiện trên diện rộng từ ngày 07 đến ngày 11/12 tại Bắc Bộ và Thanh Hóa, Nghệ An; riêng khu vực đồng bằng Bắc Bộ rét đậm chỉ tập trung trong ngày 07-08/12.

- Từ sáng sớm ngày 19/12, một đợt không khí lạnh có cường độ trung bình ảnh hưởng đến các tỉnh Bắc Bộ và Bắc Trung Bộ, nhiệt độ cao nhất giảm từ 10-15°C, nhiệt độ thấp nhất giảm từ 3-5°C (Mẫu Sơn 7,4°C, Trùng Khánh 9,6°C, Lạng Sơn 10,7°C, Ngân Sơn 11,5°C, Đồng Văn 10,3°C, Sa Pa 9,0°C,...). Ở Vịnh Bắc Bộ có gió Đông Bắc mạnh cấp 6,

giật cấp 7.

- Từ sáng ngày 26/12, một đợt không khí lạnh có cường độ trung bình ảnh hưởng đến các tỉnh Bắc Bộ, Bắc Trung Bộ và một số nơi ở Trung Trung Bộ, nhiệt độ cao nhất giảm từ 7-10°C, nhiệt độ thấp nhất giảm từ 4-7°C (Mẫu Sơn 4,7°C, Trùng Khánh 10,0°C, Bắc Sơn 10,8°C, Ngân Sơn 10,5°C, Cao Bằng 11,6°C, Đồng Văn 8,4°C, Tam Đảo 9,7°C, Sa Pa 6,1°C, Mộc Châu 9,7°C, Sìn Hồ 8,5°C, Pha Đin 9,3°C,...). Ở Vịnh Bắc Bộ có gió Đông Bắc mạnh cấp 6, giật cấp 8.

- Từ sáng ngày 31/12, một đợt không khí lạnh có cường độ yếu ảnh hưởng đến các tỉnh Bắc Bộ, Bắc Trung Bộ, nhiệt độ cao nhất giảm từ 2-4°C, nhiệt độ thấp nhất ít thay đổi. Ở phía Bắc vịnh Bắc Bộ có gió Đông Bắc mạnh cấp 5.

Từ ngày 06-08/9, nắng nóng xảy ra ở các tỉnh thuộc đồng bằng, trung du Bắc Bộ, còn tại các tỉnh Trung Bộ từ Thanh Hóa đến Thừa Thiên Huế xảy ra muộn hơn từ ngày 07-10/9, riêng các tỉnh từ Đà Nẵng đến Bình Thuận còn kéo dài đến ngày 11/9. Nhiệt độ cao nhất trong đợt nắng nóng này phổ biến từ 35-37°C, một số nơi có nhiệt độ cao hơn như: Con Cuông (Nghệ An) 38,9°C, Hội Xuân (Thanh Hóa) 37,8°C, Đô Lương (Nghệ An) 37,7°C...

+ Mưa vừa, mưa to:

Trong tháng 12/2019, khu vực Bắc Bộ phổ biến không mưa và khô hanh kéo dài từ đầu tháng đến ngày 19/12. Đáng chú ý là từ ngày 27 đến ngày 29/12 do ảnh hưởng của rãnh gió tây trên cao, khu vực vùng núi phía bắc có mưa rào và dông rải rác, riêng Lai Châu và Điện Biên 30-50mm, có nơi cao hơn.

- Tại các tỉnh Trung Bộ, trong tháng 12 có mưa rào và dông lượng không lớn, chủ yếu do ảnh hưởng đơn thuần của đới gió đông bắc kết hợp địa hình. Mưa không liên tục, xuất hiện

chủ yếu trong ngày 01-02/12 tại Trung Bộ với tổng lượng mưa phổ biến 10-30mm, từ ngày 3-6/12, diện mưa thu hẹp chỉ còn tập trung tại Trung Trung Bộ. Từ ngày 12-15/12, khu vực có mưa rào nhẹ rải rác, lượng mưa mỗi ngày phổ biến dưới 5mm. Từ 19-21/12, mưa xuất hiện trở lại tại các tỉnh Bắc Trung Bộ do ảnh hưởng của không khí lạnh. Sau đó từ ngày 27 đến sáng ngày 31 có mưa rào rải rác do ảnh hưởng của gió đông bắc sau kết hợp với gió đông trên cao.

Đợt mưa điển hình từ ngày 31/12/2019 đến 01/01/2020, do ảnh hưởng của của không khí lạnh tăng cường lệch đông kết hợp với đới gió đông trên cao nên các tỉnh Bắc và Trung Trung Bộ có mưa, riêng các tỉnh từ nam Nghệ An đến Quảng Trị có mưa vừa, mưa to với lượng mưa phổ biến 50-100mm, có nơi lớn hơn như Kỳ Anh (Hà Tĩnh) 141mm, Hà Tĩnh 111mm,...

## 2. Tình hình nhiệt độ:

Nhiệt độ trung bình trong tháng 12/2019 tại Tây Nguyên và miền Tây Nam Bộ phổ biến xấp xỉ TBNN, các nơi khác đa phần cao hơn từ 0.5-1.0°C so với TBNN cùng thời kỳ.

## 3. Tình hình mưa:

Tổng lượng mưa tháng 12 trên cả nước đều thấp hơn so với TBNN cùng thời kỳ. Trong đó, Tây Nguyên và Nam Bộ hầu như không mưa.

## 4. Tình hình nắng:

Trong tháng 12/2019, số giờ nắng ở hầu khắp các khu vực toàn quốc có số giờ nắng phổ biến cao hơn so với TBNN cùng thời kỳ; chỉ cục bộ vài nơi thấp hơn so với TBNN.

Nơi có số giờ nắng cao nhất là Trị An (Đồng Nai) là 318 giờ nắng, cao hơn TBNN cùng thời kỳ 127 giờ.

Nơi có số giờ nắng thấp nhất là Tuyên Hóa (Quảng Bình) là 52 giờ, thấp hơn TBNN cùng thời kỳ 2 giờ.

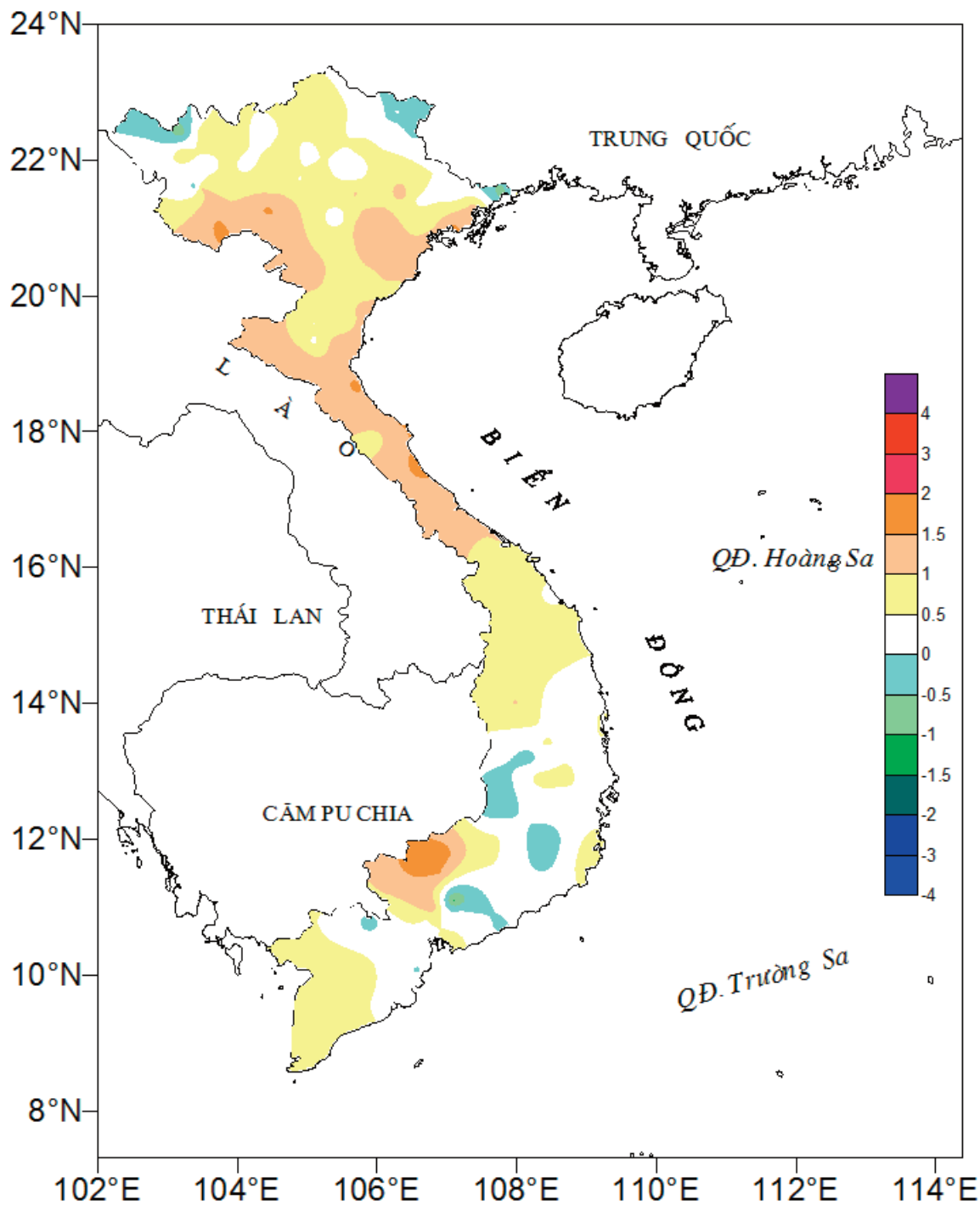
ĐẶC TRƯNG MỘT SỐ YẾU TỐ KHÍ TƯỢNG

Số thứ tự	TÊN TRẠM	Nhiệt độ (°C)								Độ ẩm (%)		
		Trung bình	Chuẩn sai	Cao nhất			Thấp nhất			Trung bình	Thấp nhất	Ngày
				Trung bình	Tuyệt đối	Ngày	Trung bình	Tuyệt đối	Ngày			
1	Tam Đường	14.3	0.7	20.9	26.4	1	10.1	3.3	8	77	34	8
2	Điện Biên	16.5	0.3	25.7	30.0	19	10.7	2.0	8	83	28	8
3	Sơn La	16.0	1.0	23.6	29.2	25	10.8	2.4	8	74	26	8
4	Sa Pa	9.9	0.4	13.9	19.5	17	7.3	1.6	6	82	45	9
5	Lào Cai	18.0	0.7	23.6	27.7	19	14.7	0.8	7	80	26	6
6	Yên Bái	17.9	0.9	23.0	28.2	19	14.8	6.4	8	84	32	8
7	Hà Giang	17.5	0.8	22.9	27.4	18	14.5	6.6	8	79	19	7
8	Tuyên Quang	18.1	0.9	23.0	28.5	18	15.2	7.5	8	79	30	6
9	Lạng Sơn	15.0	0.2	21.0	28.0	18	11.5	1.8	8	75	24	8
10	Cao Bằng	15.2	0.2	21.7	28.6	18	11.3	3.0	8	82	29	7
11	Thái Nguyên	18.3	1.0	22.9	28.1	18	15.2	7.4	8	71	25	11
12	Bắc Giang	18.2	0.5	23.5	29.0	18	15.0	7.4	8	73	27	4
13	Phú Thọ	18.0	0.4	23.0	29.0	18	14.9	6.6	8	81	29	9
14	Hoà Bình	18.2	0.7	23.1	30.0	25	15.0	7.6	8	81	25	8
15	Hà Nội (Hà Đông)	18.7	0.9	23.3	29.0	18	15.9	9.1	10	75	25	7
16	Tiên Yên	17.4	1.0	23.0	27.5	16	14.1	5.7	7	78	23	10
17	Bãi Cháy	19.1	1.6	23.0	26.8	16	16.5	9.8	8	73	15	7
18	Phù Lĩễn	19.0	0.9	23.7	27.5	16	16.1	11.5	8	81	30	7
19	Thái Bình	18.9	1.2	23.5	27.6	16	15.8	9.5	8	77	25	7
20	Nam Định	19.0	0.6	24.0	29.0	18	16.2	1.0	7	77	35	5
21	Thanh Hoá	19.6	1.0	23.7	27.7	18	17.0	10.5	7	77	26	7
22	Vinh	20.1	1.2	23.5	28.2	24	17.9	11.6	10	80	54	6
23	Đồng Hới	21.1	1.2	24.1	27.5	19	19.1	14.6	10	81	47	6
24	Huế	21.4	0.6	25.4	29.5	23	18.5	13.7	8	90	50	7
25	Đà Nẵng	22.7	0.8	26.0	29.2	18	20.5	16.2	10	81	50	7
26	Quảng Ngãi	23.0	0.6	26.3	29.4	18	20.5	17.4	10	85	59	10
27	Quy Nhơn	24.2	0.5	26.7	29.2	31	22.4	19.8	6	77	51	8
28	Plây Cu	19.7	0.4	27.0	30.5	29	15.3	11.5	10	76	40	25
29	Buôn Ma Thuột	21.0	-0.2	25.7	30.1	23	18.1	14.3	7	79	50	23
30	Đà Lạt	16.6	-0.1	23.8	26.4	29	12.1	8.5	25	82	34	25
31	Nha Trang	24.8	0.9	27.3	29.5	30	23.0	20.5	10	76	52	27
32	Phan Thiết	25.5	0.2	29.9	32.2	31	22.0	20.5	5	76	51	7
33	Vũng Tàu	26.1	0.6	30.0	32.0	15	23.2	21.8	28	76	54	30
34	Tây Ninh	26.4	1.2	32.9	35.2	17	21.6	18.0	9	73	52	10
35	T.P H-C-M	27.5	1.8	32.3	34.6	16	23.9	20.5	7	66	41	17
36	Tiền giang	25.7	0.8	30.6	32.9	14	22.3	19.3	9	79	39	14
37	Cần Thơ	26.2	0.6	31.0	33.1	16	21.4	19.7	9	74	48	31
38	Sóc Trăng	25.9	0.3	30.6	32.4	14	22.7	20.0	9	77	38	31
39	Rạch Giá	26.4	0.5	29.9	32.3	18	22.7	19.4	7	75	51	2
40	Cà Mau	26.5	1.0	31.0	32.8	0	24.0	20.3	9	82	41	11

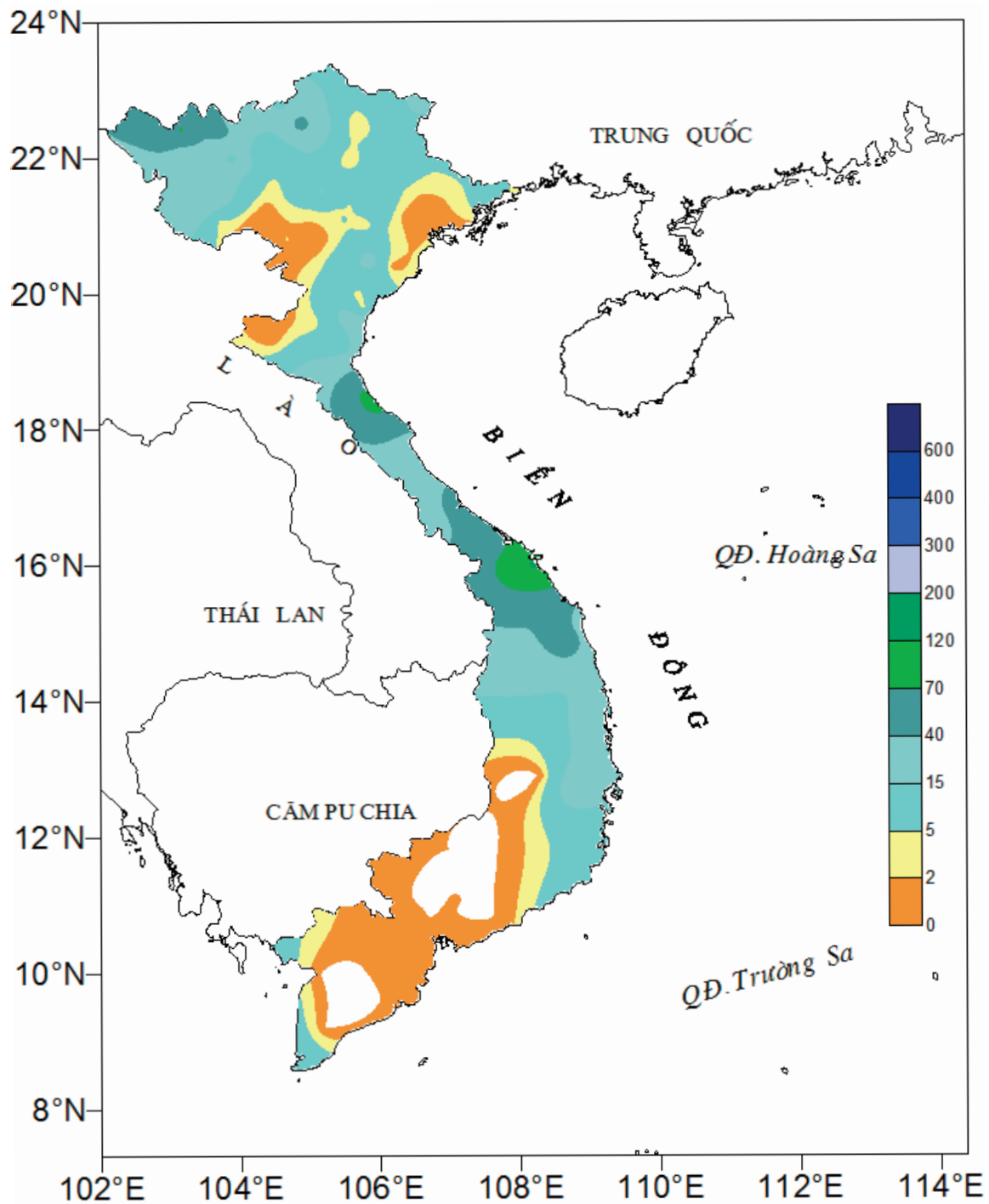
Ghi chú: Ghi theo công điện khí hậu hàng tháng

CỦA CÁC TRẠM THÁNG 4 NĂM 2019

Lượng mưa (mm)							Lượng bốc hơi (mm)			Giờ nắng		Số ngày			
Tổng số	Chuẩn sai	Cao nhất	Ngày	Số ngày liên tục		Số ngày có mưa	Tổng số	Cao nhất	Ngày	Tổng số	Chuẩn sai	Gió tây khô nóng		Đông	Mưa phùn
				Không mưa	Có mưa							Nhẹ	Mạnh		
73	-107	37	3	11	2	7	124	10	19	240	30	0	0	8	0
68	-67	24	3	14	4	10	107	8	18	266	65	3	9	10	0
67	-49	27	30	15	3	7	144	14	20	263	75	5	3	12	0
137	-60	55	3	7	4	14	127	15	20	217	48	0	0	8	1
68	-52	36	8	7	3	9	122	7	20	188	43	7	2	5	0
81	-50	36	1	5	7	18	59	4	22	83	14	0	0	10	8
51	-65	16	30	6	6	14	77	5	24	128	16	0	0	7	0
100	-2	24	27	5	5	14	65	4	29	116	27	1	0	8	3
93	-3	37	4	7	4	13	57	5	22	92	-3	3	0	7	1
89	1	22	30	5	4	11	61	4	24	108	-13	2	1	13	0
175	57	41	1	5	6	16	78	5	22	84	3	0	0	8	0
227	128	82	1	4	4	16	52	4	27	107	16	0	0	7	0
162	53	79	1	6	2	10	59	4	22	82	-5	0	0	5	0
63	-33	22	30	6	3	12	71	5	22	153	41	2	3	9	0
166	76	119	30	4	4	15	68	6	24	98	18	2	0	9	8
29	-101	14	4	8	5	14	46	3	26	57	-20	0	0	6	0
185	107	77	30	7	5	12	45	3	27	72	-17	0	0	5	0
155	62	49	30	7	5	15	39	3	22	96	0	0	0	12	0
44	-43	15	15	13	4	8	57	6	22	92	2	0	0	6	1
97	15	36	1	9	4	12	68	5	22	106	8	2	0	7	0
60	1	26	15	8	3	9	60	4	21	146	37	1	1	7	4
81	20	32	30	9	2	9	78	8	19	182	50	0	0	7	0
12	-44	10	30	17	1	4	98	11	19	213	52	3	2	10	0
1	-51	1	23	22	1	2	82	5	30	229	76	11	0	11	0
-	-27	-	-	30	0	0	80	4	20	238	35	2	0	3	0
-	-38	-	-	29	1	1	73	3	29	256	18	5	0	0	0
-	-32	-	-	30	0	0	106	4	26	303	41	0	0	0	0
77	-18	28	16	10	3	6	90	4	25	223	-10	1	0	14	0
73	-24	44	13	11	3	4	117	5	10	263	10	15	0	6	0
189	37	49	20	7	5	16	54	4	26	209	3	0	0	13	0
-	-33	-	-	30	0	0	277	6	26	303	44	0	0	0	0
16	-16	11	4	13	1	3	124	5	5	300	18	0	0	1	0
9	-24	5	4	10	1	3	111	2	59	299	25	0	0	0	0
32	-55	2	1	12	5	8	138	6	21	240	-16	22	1	4	0
39	-11	15	28	9	2	4	141	7	19	221	-18	25	2	1	0
4	-51	3	4	13	1	2	107	4	19	272	-1	2	0	1	0
74	24	57	28	23	2	3	112	5	2	267	3	21	0	5	0
9	-56	5	27	25	2	3	107	4	2	276	29	15	0	2	0
53	-45	18	27	8	3	8	113	5	2	270	36	3	0	9	0
61	-39	29	11	10	2	4	114	5	6	244	19	0	0	5	0



**Tổng chuẩn sai nhiệt độ trung bình tháng 12/2019**



Hình 2: Tổng lượng mưa tháng 12/2019

# Table of content

- 1** **Nguyen Binh Phong, Nguyen Tien Manh, Nguyen Xuan Anh, Pham Le Khuong, Nguyen Duc Nam, Pham Xuan Thanh, Nguyen Van Hiep** (2020), *Application of a dynamical vortex initialization scheme on simulation and study of structure of typhoon MUJIGAE (2015) during near-shore and landfall period*. Vietnam Journal of Hydrometeorology, Volume 709, 1 - 12.
- 13** **Nguyễn Thu Hiền** (2020), *Assessment of salinity intrusion effects on the downstream River in the context of climate change: Case study at Ca river*. Vietnam Journal of Hydrometeorology, Volume 709, 13 - 24.
- 25** **Tran Dinh Linh, Pham Minh Tien, Chu Thi Thu Huong** (2020), *Characteristics of the Aleutian low*. Vietnam Journal of Hydrometeorology, Volume 709, 25 - 32.
- 33** **Le Ngoc Tuan, Nguyen Van Tin, Tran Tuan Hoang, Pham Thanh Long, Nguyen Ky Phung** (2020), *Proposing distribution of coastal zone in Ho Chi Minh City*. Vietnam Journal of Hydrometeorology, Volume 709, 33 - 42.
- 43** **Hoang Anh Huy, Do Binh Duong** (2020), *Developing a model of growing vegetables adapted to droughts in the desert sandy areas, a case study on bunching evergreen white onions in Ninh Thuan Province*. Vietnam Journal of Hydrometeorology, Volume 709, 43 - 50.
- 51** **Nguyen Tien Kien** (2020), *Application of IFAS hydrological model for simulating the middle reach of the Ma River basin*. Vietnam Journal of Hydrometeorology, Volume 709, 51 - 62 .
- 63** **Ngo Van Manh, Nguyen Thi Hien, Nguyen Xuan Hoai, Dang Van Nam, Nguyen Viet Huy** (2020), *Improving the performance of Deep Learning in high-performance computing system Cray-XC40*. Vietnam Journal of Hydrometeorology, Volume 709, 63 - 70.
- 71** **Summary of the Agro-Meteorological, Hydrological Conditions in December 2019 - National Center for Hydro-Meteorological Forecasting**