

**TẠP CHÍ**

# **KHÍ TƯỢNG THỦY VĂN**

**Vietnam Journal of Hydro - Meteorology**

**ISSN 2525 - 2208**



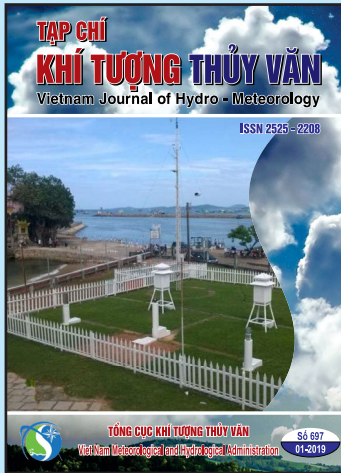
**TỔNG CỤC KHÍ TƯỢNG THỦY VĂN**  
**Viet Nam Meteorological and Hydrological Administration**

**Số 697**

**01-2019**

## MỤC LỤC

### Bài báo khoa học



**TỔNG BIÊN TẬP**  
PGS. TS. Trần Hồng Thái

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

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

- |                              |                         |
|------------------------------|-------------------------|
| 1. GS. TS. Phan Văn Tân      | 8. TS. Hoàng Đức Cường  |
| 2. PGS. TS. Nguyễn Văn Thắng | 9. TS. Đinh Thái Hưng   |
| 3. PGS. TS. Dương Hồng Sơn   | 10. TS. Dương Văn Khánh |
| 4. PGS. TS. Dương Văn Khảm   | 11. TS. Trần Quang Tiến |
| 5. PGS. TS. Nguyễn Thanh Sơn | 12. ThS. Nguyễn Văn Tuệ |
| 6. PGS. TS. Hoàng Minh Tuyền | 13. TS. Võ Văn Hòa      |
| 7. TS. Tống Ngọc Thanh       |                         |

### 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: tapchiktvt@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

- 1 Trần Hồng Thái, Đoàn Quang Trí, Trần Đỗ Thủy Tuyên, Ngô Thanh Tâm, Bùi Thị Dịu:** Áp dụng mô hình Mike she kết hợp sử dụng sản phẩm mưa dự báo IFS dự báo lưu lượng đến hồ lưu vực sông Trà Khúc-Sông Vệ
- 13 Vũ Văn Cương, Trần Thực, Đinh Thái Hưng:** Điều tra và đúc kết tri thức của cộng đồng dân tộc thiểu số tỉnh Lai Châu trong ứng phó với thiên tai và khí hậu cực đoan
- 20 Huỳnh Yên Nhi, Lê Thị Kim Thoa:** Trích xuất đường bờ biển từ ảnh SENTINEL-1A khu vực thành phố Phan Thiết
- 26 Hoàng Phúc Lâm, Nguyễn Đức Nam, Đỗ Thị Thanh Thủy, Hoàng Đức Cường:** Xây dựng mô hình thống kê hiệu chỉnh kết quả dự báo mưa cho khu vực Bắc Bộ sử dụng xoáy thế
- 33 Trần Đức Bá, Võ Văn Hòa, Đoàn Quang Trí:** Đánh giá chất lượng dự báo mưa hạn ngắn của mô hình IFS trên khu vực Bắc Trung Bộ
- 44 Nguyễn Trâm Anh, Nguyễn Kỳ Phùng:** Đánh giá mức độ rủi ro vùng biên ven bờ khu vực Mỹ Giang - Hòn Đò - Bãi Cỏ thuộc xã Ninh Phước, Ninh Hòa, Khánh Hòa
- 52 Đinh Ngọc Huy:** Một vài đặc điểm lan truyền của dòng chảy mật độ vào thủy vực Bornholm (Biển Baltic) trong thời kỳ “dòng hải lưu chính”

### Tổng kết tình hình khí tượng thủy văn

- 58 Tóm tắt tình hình khí tượng, khí tượng nông nghiệp và thủy văn tháng 12 năm 2018 - Trung tâm Dự báo khí tượng thủy văn Trung ương và Viện Khoa học Khí tượng Thủy văn và Biến đổi khí hậu**

# ÁP DỤNG MÔ HÌNH MIKE SHE KẾT HỢP SỬ DỤNG SẢN PHẨM MƯA DỰ BÁO IFS DỰ BÁO LƯU LƯỢNG ĐẾN HỒ LƯU VỰC SÔNG TRÀ KHÚC-SÔNG VỆ

Trần Hồng Thái<sup>1,2</sup>, Đoàn Quang Trí<sup>2</sup>, Trần Đỗ Thủy Tuyên<sup>3</sup>,  
Ngô Thanh Tâm<sup>2</sup>, Bùi Thị Dịu<sup>2</sup>

**Tóm tắt:** Nghiên cứu đã ứng dụng được sản phẩm mưa dự báo IFS làm đầu vào cho mô hình MIKE SHE phục vụ tính toán và dự báo lưu lượng nước đến cho hai hồ chứa trên lưu vực sông Trà Khúc-Sông Vệ. Quá trình hiệu chỉnh và kiểm định mô hình thủy văn sử dụng số liệu của các trạm lũ điển hình trên lưu vực từ năm 2013-2016. Kết quả hiệu chỉnh và kiểm định mô hình chỉ ra sự tương đồng về pha và biên độ dao động giữa lưu lượng tính toán và thực đo tại hai trạm Sơn Giang và An Chỉ. Kết quả đánh giá kiểm định và dự báo lưu lượng nước đến hai hồ ĐăkĐrinh và hồ Nước Trong cho kết quả rất tốt theo các chỉ tiêu đánh giá  $r$ ,  $R^2$ ,  $NSE$ ,  $RMSE$ ,  $MAE$ ,  $PBIAS$ . Kết quả dự báo thử nghiệm cho hai trạm lũ điển hình năm 2017 cho thấy chất lượng dự báo lưu lượng đến hai hồ đã tăng lên đáng kể. Đây sẽ là một công cụ hiệu quả phục vụ tốt cho công tác dự báo nghiệp vụ trong tương lai.

**Từ khóa:** IFS, MIKE SHE, Trà Khúc-Sông Vệ.

Ban Biên tập nhận bài: 09/11/2018 Ngày phản biện xong: 25/12/2018 Ngày đăng bài: 25/01/2019

## 1. Đặt vấn đề

Để nâng cao chất lượng mô phỏng dòng chảy từ mưa, xu hướng mới trên thế giới hiện nay là sử dụng các mô hình thủy văn có thông số phân bố. Các ứng dụng theo xu hướng này đang được nghiên cứu phát triển và áp dụng trong dự báo thủy văn. Đầu vào của các mô hình thủy văn có thông số phân bố là các số liệu thông tin địa lý (GIS), viễn thám, ước lượng mưa từ vệ tinh, ra đa hay mưa dự báo số trị. Đại học Tokyo bước đầu phát triển mô hình thủy văn phân bố sử dụng vốn từ Quỹ nước và năng lượng (Water and Energy Budget-based Distributed Hydrological Model, WEB-DHM) mô phỏng cho năm 2006 với dòng chảy sông Hồng trong khuôn khổ Chương trình Chu trình nước châu Á (Asia Water Cycle Initiative, AWCI) [29]. Mô hình này dựa trên số liệu viễn thám và số liệu mưa bề

mặt. Trong một vài năm trở lại đây việc ứng dụng mô hình số trị trong nghiên cứu khí tượng nói chung và dự báo thời tiết nói riêng đã được phát triển mạnh mẽ ở nước ta. Hàng loạt các mô hình số trị khu vực đã được nghiên cứu áp dụng nhằm dự báo thời tiết, đặc biệt là dự báo các hiện tượng cực đoan như mưa lớn, bão, áp thấp nhiệt đới, ... Mô hình khu vực hạn chế RAMS (Regional Area Model System) đã được nghiên cứu và đang được thử nghiệm trong dự báo thực tế tại Trường Đại học Khoa học Tự nhiên. Đây là một mô hình có nhiều ưu điểm trong mô phỏng các quá trình lớp biên. Điều kiện ban đầu và điều kiện biên cho mô hình RAMS được lấy từ sản phẩm của mô hình AVN/NCEP (Mỹ). Từ nhiều năm nay, Trung tâm dự báo KTTV Trung ương (TTDBTU) nay là Trung tâm Dự báo Khí tượng Thủy văn quốc gia (TTDBQG) đã đầu tư nghiên

<sup>1</sup>Tổng cục Khí tượng Thủy văn, Hà Nội

<sup>2</sup>Tạp chí Khí tượng Thủy văn, Tổng cục Khí tượng Thủy văn, Hà Nội

<sup>3</sup>Trường Đại học Tài Nguyên và Môi trường Hà Nội

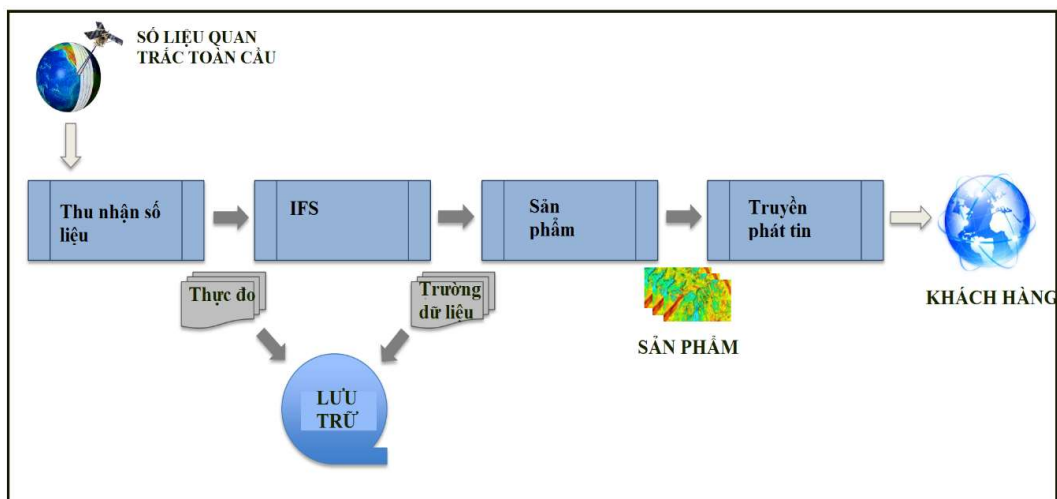
Email: doanquangtrikttv@gmail.com

cứu và đưa vào sử dụng một số công nghệ hiện đại trong dự báo mưa số trị. Trong đó, TTDBQG đã được Bộ Tài nguyên và Môi trường đầu tư dự án mua các sản phẩm (dạng ảnh có sẵn trên trang web) và số liệu dạng số (dạng mã GRIB truyền qua mạng Internet) của Trung tâm Dự báo hạn vừa Châu Âu (ECMWF) để phục vụ công tác dự báo nghiệp vụ khí tượng hạn ngắn - hạn dài (Hình 1). Đây là nguồn số liệu dự báo khí tượng toàn cầu toàn diện nhất mà TTDBQG có thể khai thác. Trong nghiên cứu này đã sử dụng sản phẩm mưa dự báo IFS làm đầu vào cho việc mô phỏng dòng chảy tới hồ trên lưu vực sông Trà Khúc-Sông Vệ. Từ khi các hệ thống hồ chứa ở Việt Nam đi vào hoạt động, dự báo lũ đã trở thành một nhiệm vụ quan trọng phục vụ việc điều hành hồ chống lũ cho hạ du và sản xuất điện năng. Đây là một vấn đề hết sức phức tạp được nhiều nhà nghiên cứu trong nước quan tâm.

Hiện nay rất nhiều mô hình toán thủy văn, thủy lực đã được nghiên cứu để ứng dụng trên các hệ thống sông miền Trung, nhưng chỉ rất ít trong số đó có thể ứng dụng được trong nghiệp vụ dự báo hàng ngày: mô hình Wetspa kết hợp với mô hình thủy lực HEC-RAS đã nghiên cứu và ứng dụng thành công trên lưu vực sông Vu

Gia - Thu Bồn [8]; bộ mô hình MIKE (MIKE NAM, MIKE 11-GIS, MIKE FLOOD) cho sông Thạch Hãn [26]; mô hình thủy lực TELEMAC-2D kết hợp với MIKE NAM cho vùng hạ lưu hệ thống sông Trà Khúc - Sông Vệ [28]. MIKE SHE được sử dụng nhiều nơi trên thế giới, tuy nhiên ở Việt Nam những nghiên cứu ứng dụng MIKE SHE còn chưa nhiều [13, 22]. Các nghiên cứu ở lưu vực sông Trà Khúc - Sông Vệ chủ yếu sử dụng mô hình thông số tập trung MIKE NAM để mô phỏng dòng chảy, chưa có nghiên cứu nào ứng dụng mô hình thông số phân bố MIKE SHE được sử dụng trong nghiên cứu dự báo nghiệp vụ. Mô hình MIKE SHE có khả năng mô phỏng quá trình mưa-dòng chảy trên từng ô lưới theo không gian, phù hợp với việc sử dụng số liệu mưa số trị.

Mục đích của nghiên cứu này: (1) Ứng dụng sản phẩm của mô hình IFS làm đầu vào cho mô hình thủy văn; (2) Nghiên cứu ứng dụng mô hình thủy văn thông số phân bố MIKE SHE tính toán, dự báo lưu lượng nước đến hai hồ ĐăkĐrinh và hồ Nước Trong; (3) Đánh giá khả năng áp dụng của mô hình trong bài toán phục vụ công tác nghiệp vụ dự báo.



Hình 1. Sơ đồ quá trình thu - nhận dữ liệu của IFS

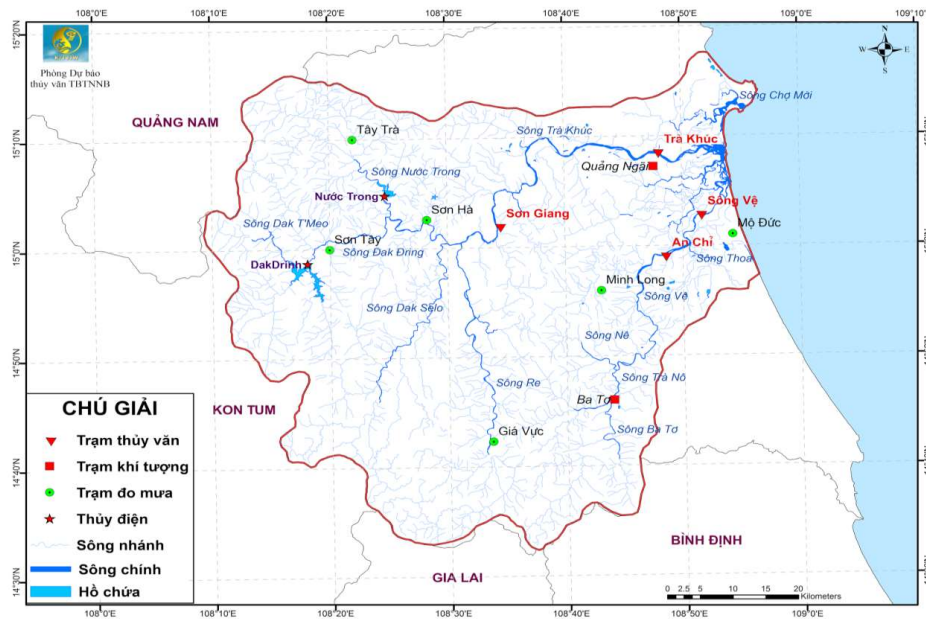
## 2. Phương pháp nghiên cứu và thu thập tài liệu

### 2.1 Giới thiệu vị trí khu vực nghiên cứu

Lưu vực sông Trà Khúc -Sông Vệ tỉnh Quảng Ngãi thuộc khu vực Trung Trung Bộ (hình 2). Ranh giới lưu vực sông Trà Khúc: phía Bắc giáp

lưu vực sông Trà Bồng, phía Nam giáp lưu vực sông Vệ, phía Tây giáp lưu vực sông Sê San, phía Đông giáp biển Đông. Lưu vực sông nằm trên địa bàn các huyện Sơn Hà, Sơn Tây, Trà Bồng, Ba Tơ, Sơn Tịnh, Tư Nghĩa, Nghĩa Hành, thị xã Quảng Ngãi và một phần huyện Kon Plong thuộc tỉnh Kon Tum. Với tổng diện tích 4.600km<sup>2</sup> sông Trà Khúc - sông Vệ có mô đun dòng chảy trung bình nhiều năm đạt 70 ÷ 80 l/s/km<sup>2</sup>. Trên sông Trà Khúc tại Sơn Giang đạt 193m<sup>3</sup>/s tương ứng với mô số dòng chảy là 71,3 l/s/km<sup>2</sup> và tổng lượng dòng chảy 6,1 tỷ m<sup>3</sup> nước. Mưa lũ lớn ở vùng ven biển miền Trung nói chung và hệ thống sông Trà Khúc - Sông Vệ nói riêng thường do các hình thể thời tiết như: bão,

áp thấp nhiệt đới, không khí lạnh, dải hội tụ nhiệt đới và các nhiễu động nhiệt đới khác như gió đông (chủ yếu là sóng đông) gây nên. Đặc điểm tự nhiên của sông Trà Khúc chịu sự chi phối của điều kiện địa hình trên lưu vực sông. Phần thượng lưu là các dãy núi có địa hình dốc nên sông ở đoạn này có hệ số dòng chảy lớn, thời gian tập trung nước nhanh. Lũ trên sông Trà Khúc thường xảy ra rất nhanh, biên độ từ 3-5 m; lũ thường lên trong một ngày, ngắn nhất là 12 giờ, dài nhất là 71 giờ; cường suất nước lên thường là 30 - 40 cm/giờ, cao nhất là 78 cm/giờ. Vào mùa khô (từ tháng 1 đến tháng 8), lưu lượng trung bình chỉ còn nhỏ hơn 100 m<sup>3</sup>/s.



Hình 2. Bản đồ mạng lưới trạm khí tượng thủy văn lưu vực Trà Khúc - Sông Vệ

## 2.2 Thu thập tài liệu

Trong nghiên cứu này một số dữ liệu đầu vào được sử dụng như sau:

Số liệu khí tượng: Sử dụng số liệu mưa số trị từ mô hình IFS với thời đoạn 6 giờ phục vụ làm đầu vào cho mô hình thủy văn MIKE SHE; Số liệu mưa thực đo tại các trạm Khí tượng, thủy văn trên lưu vực phục vụ việc hiệu chỉnh và kiểm định mô hình thủy văn từ năm 2012-2016.

Số liệu thủy văn: Sử dụng số liệu của 02 trạm thủy văn phục vụ cho quá trình hiệu chỉnh và

kiểm định mô hình bao gồm: Sơn Giang và An Chi với chuỗi số liệu từ năm 2012-2016. Số liệu lưu lượng nước đến hai hồ ĐăkĐrinh và hồ Nước Trong từ năm 2016 tới nay phục vụ kiểm định và đánh giá dự báo lưu lượng nước đến hồ.

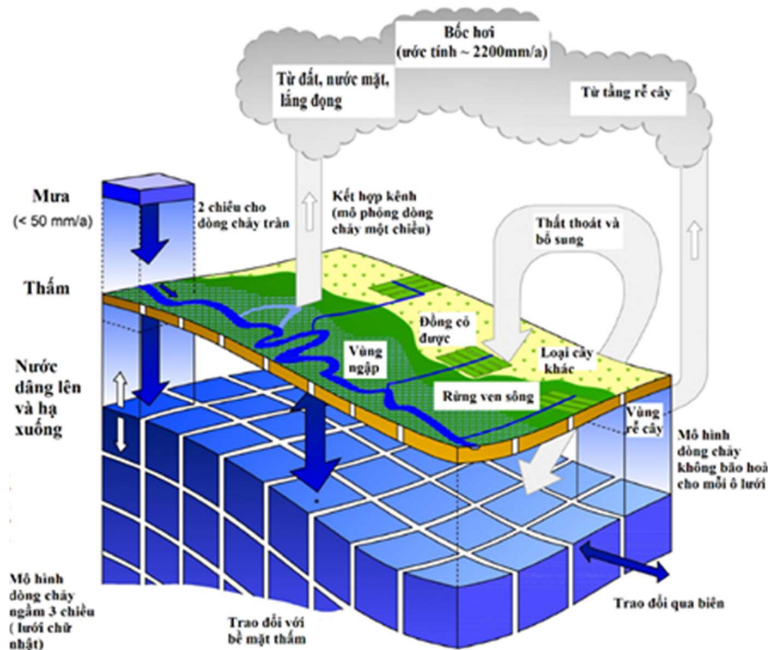
Số liệu địa hình: sử dụng bản đồ số độ cao (DEM) cho toàn bộ lưu vực Trà Khúc-Sông Vệ tỉ lệ 1:12500 phục vụ cho việc phân chia lưu vực trong mô hình MIKE SHE [27]. Bản đồ sử dụng đất toàn quốc (Atlas Việt Nam) trong đó tiến hành thiết lập phân loại đất phù hợp đối với lưu

vực nghiên cứu. Bản đồ thảm phủ thực vật cho khu vực nghiên cứu được xử lý từ bản đồ thảm phủ thực vật toàn quốc.

### 2.3 Giới thiệu mô hình MIKE SHE

MIKE SHE là một mô hình thủy văn thông số phân bố dựa trên các quá trình vật lý được tích hợp đầy đủ, mô hình này có khả năng mô phỏng các quá trình thủy văn tại một điểm, trên một diện rộng, quy mô lưu vực, quá trình vận chuyển các phần tử, và có thể được liên kết với MIKE 11 để mô phỏng các mối quan hệ trong lưu vực sông. Mô hình MIKE SHE ban đầu được phát triển bởi ba tổ chức châu Âu (Viện Thủy lực Đan Mạch, Viện Thủy văn Anh và một công ty tư vấn Pháp SOGREAH) vào năm 1977. DHI đã dẫn đầu trong việc phát triển và nghiên cứu MIKE SHE để cải thiện và bổ sung [9, 10]. Bản chất vật lý của mô hình bao gồm quá trình mô phỏng địa hình tự nhiên và các đặc điểm của lưu vực như thực vật, đất và thời tiết.

Bản chất phân tán của mô hình cho phép người dùng thay đổi các bộ tham số theo không gian và thời gian như: sử dụng đất, hệ thống thoát nước, dữ liệu thời tiết và bốc hơi, các giá trị dòng chảy trên mặt đất. Sự phân bố không gian được thực hiện thông qua một mạng lưới trực giao cho phép phân loại theo chiều ngang hoặc dọc, được áp dụng trong mỗi bộ tham số [1, 2]. Phân phối thời gian cho phép người dùng thay đổi các tham số theo thời gian hoặc đặt các giá trị không đổi cho các tham số cho toàn bộ thời gian mô phỏng. Người dùng cũng có thể thay đổi độ phức tạp quá trình mô phỏng bằng cách điều chỉnh thiết lập mô-đun của mô hình trong giao diện người dùng. MIKE SHE bao gồm các mô-đun: Dòng chảy tràn (OF), sông và hồ (OC), dòng chảy chưa bão hòa (UZ), bốc thoát hơi nước (ET), và dòng chảy bão hòa (SF) (Hình 3). Nếu mô-đun dòng chảy bão hòa được chọn thì trong đó sẽ bao gồm mô-đun UZ và ET.



Hình 3. Sơ đồ mô phỏng trong mô hình MIKE SHE [9, 10]

### 2.4 Đánh giá mô hình

Việc ứng dụng các công cụ mô hình hóa trong quản lý tài nguyên nước đang ngày một phổ biến và hiệu quả nhằm mục đích dự đoán những thay đổi trong tương lai về khí hậu, thay đổi về tình

hình sử dụng đất và cây trồng cũng như phục vụ quản lý số lượng và chất lượng tài nguyên nước và đất tốt hơn [17]. Tuy nhiên, để đánh giá khả năng của các mô hình này để đưa ra dự đoán một cách chính xác vẫn cần được kiểm nghiệm bằng

các chỉ số đánh giá mô hình cho phù hợp [7, 11, 14, 17, 18, 24]. Trong bài báo này đã sử dụng 05 chỉ số để đánh giá chất lượng của mô hình so với số liệu quan trắc thực tế bao gồm:  $r$ ,  $R^2$ , NSE, RMSE và PBIAS.

**Hệ số tương quan (Correlation coefficient) ( $r$ )**

Hệ số tương quan ( $r$ ) đôi khi bị nhầm lẫn với  $R^2$ . Cả hai đều được sử dụng trong việc đánh giá các mô hình thủy văn. Tương quan Pearson là thước đo được sử dụng phổ biến nhất của chuỗi liên kết thống kê. Nó cung cấp ước tính số lượng của chuỗi thống kê đồng biến giữa số liệu tính toán và thực đo [3]. Hệ số tương quan ( $r$ ) được tính theo công thức 1.

$$r = \frac{\sum_{i=1}^N (Q_{TD} - \bar{Q}_{TD})(Q_{TT} - \bar{Q}_{TD})}{\sqrt{\sum_{i=1}^N (Q_{TD} - \bar{Q}_{TD})^2 (Q_{TT} - \bar{Q}_{TD})^2}} \quad (1)$$

Trong đó  $\bar{Q}_{TD}$  là giá trị lưu lượng thực đo; là giá trị lưu lượng trung bình thực đo;  $Q_{TT}$  là giá trị lưu lượng tính toán;  $N$  là số lượng giá trị thực đo.

**Hệ số xác định (Coefficient of determination) ( $R^2$ )**

Hệ số xác định được định nghĩa là bình phương của hệ số tương quan [15]. Phương trình tính toán giá trị  $R^2$  được trình bày trong công thức 2. Các giá trị  $R^2$  nằm trong khoảng từ 0 đến 1. Các giá trị mô phỏng bằng 1 đại diện cho một phân bố hoàn hảo giữa các giá trị mô phỏng và thực đo, trong khi các giá trị bằng 0 chỉ ra không có sự tương quan. Một sự bất lợi lớn của  $R^2$  là, sẽ có sự không rõ ràng trong các kết quả nếu như mô hình đánh giá thiên cao hoặc thiên thấp các kết quả [15]. Mặc dù điều này có thể dễ dàng được phân loại bằng cách so sánh trực quan các kết quả mô phỏng và thực đo [22].

$$R^2 = \frac{\sum_{i=1}^N (Q_{TD} - \bar{Q}_{TD})(Q_{TT} - \bar{Q}_{TD})}{\sqrt{\sum_{i=1}^N (Q_{TD} - \bar{Q}_{TD})^2 (Q_{TT} - \bar{Q}_{TD})^2}} \quad (2)$$

**Hệ số Nash (Nash-Sutcliffe efficiency) (NSE)**

Nash và Sutcliffe (NSE) (1970) [23] là phương pháp phổ biến và đáng tin cậy nhất để

đánh giá chất lượng của các mô hình thủy văn. Chỉ số NSE được tính toán theo công thức 3. Các giá trị NSE nằm trong khoảng từ 0 đến 1. Một sự phù hợp tốt nhất được biểu thị bằng giá trị 1 trong khi 0 biểu thị sự phù hợp kém. Andersen và cs (2001) [4] đã chỉ ra rằng NSE trong khoảng từ 0,5 đến 0,95 thể hiện kết quả mô phỏng tốt. Hiện nay trong các nghiên cứu đánh giá mô hình thủy văn việc sử dụng chỉ tiêu NSE như là một công cụ phổ biến trong hầu hết các nghiên cứu [19].

$$NSE = 1 - \frac{\sum_{i=1}^N (Q_{iTD} - Q_{iTT})^2}{\sum_{i=1}^N (Q_{iTD} - \bar{Q}_{iTD})^2} \quad (3)$$

**Sai số bình phương trung bình (Root mean square error) (RMSE)**

Để có một kết quả đánh giá hiệu quả việc lựa chọn cẩn thận các biến cho RMSE đã được đưa ra bởi Moriasi và cs (2007) [18]. Đây là điều kiện tiên quyết được tính toán bởi phương trình 4, đánh giá mức độ phù hợp giữa số liệu thực đo và tính toán. Các giá trị thường được sử dụng là lưu lượng đỉnh lũ, thời gian đạt đỉnh và tổng lượng. Các thông số khác cũng có thể được sử dụng tùy thuộc vào mô hình và mục tiêu đặt ra.

$$RMSE = \left( \frac{\sum_{i=1}^N (Q_{iTD} - Q_{iTT})^2}{N} \right)^{\frac{1}{p}} \quad (4)$$

**Sai số trung bình tuyệt đối (Mean absolute error) (MAE)**

MAE được tính toán bởi phương trình 5, được sử dụng để đánh giá sự khác biệt giữa dữ liệu thực đo và tính toán từ mô hình. Giá trị MAE bằng 0 chỉ ra sự phù hợp tốt nhất. Đã có rất nhiều nghiên cứu áp dụng MAE để đánh giá chất lượng các mô hình thủy văn như HEC-HMS, DENFIS, ARX, HEC-1, LSM, SWAT [5, 6, 16, 20, 28].

$$MAE = \frac{\sum_{i=1}^N |Q_{iTD} - Q_{iTT}|}{N} \quad (5)$$

**Phân trăm BIAS (PBIAS)**

Gupta và cs (1999) [12] đã chỉ ra rằng PBIAS

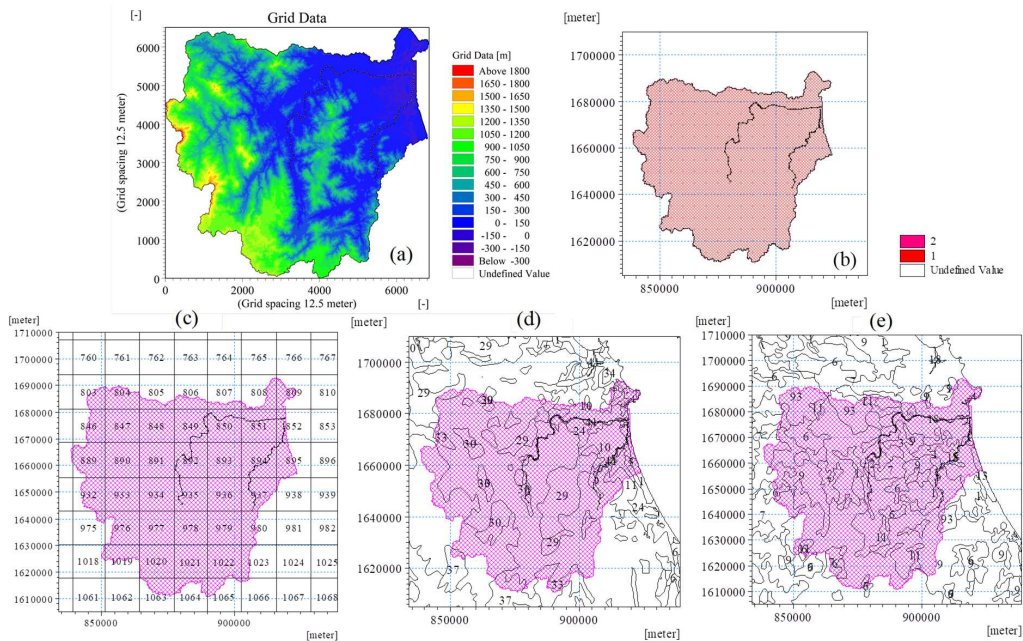
là một loại phân tích sai số thống kê định lượng khả năng mô phỏng các giá trị của mô hình để đánh giá giới hạn dao động của chuỗi dữ liệu quan trắc được. PBIAS có thể được tính toán bằng cách sử dụng công thức 6.

$$PBIAS = \frac{\sum_{i=1}^N (Q_{iTD} - Q_{iTT}) \times 100}{\sum_{i=1}^N Q_{iTD}} \quad (6)$$

### 2.5 Thiết lập các thông số đầu vào cho mô hình MIKE SHE

Địa hình khu vực tính toán được xử lý từ số liệu DEM khu vực Trà Khúc-Sông Vệ bởi công cụ hỗ trợ của ArcGIS. Mô hình MIKE SHE cho

phép tiếp nhận dữ liệu dạng lưới Dfs2, dạng đường/điểm shp file (Hình 4a). Miền tính của lưu vực nghiên cứu được xác định danh giới cho cả vùng (Hình 4b). Số liệu mưa, bốc hơi được lấy từ mô hình số trị IFS, cách xử lý và tích hợp số liệu mưa vào mô hình được tiến hành thông qua quá trình tiền xử lý (pre-processing) để tạo thành file dfs2 làm đầu vào cho mô hình MIKE SHE (Hình 4c). Bản đồ sử dụng đất được xử lý từ bản đồ sử dụng đất toàn quốc (Atlas Việt nam) trong đó tiến hành thiết lập phân loại đất phù hợp đối với lưu vực nghiên cứu (Hình 4d). Bản đồ thảm phủ thực vật được xử lý từ bản đồ thảm phủ thực vật toàn quốc (Hình 4e).



Hình 4. (a) Thiết lập địa hình vùng tính; (b) Thiết lập vùng tính và lưới tính; (c) Thiết lập biên khí tượng; (d) Thiết lập phân loại đất; (e) Thiết lập các thông số thảm phủ thực vật.

## 3. Kết quả và thảo luận

### 3.1 Hiệu chỉnh và kiểm định mô hình

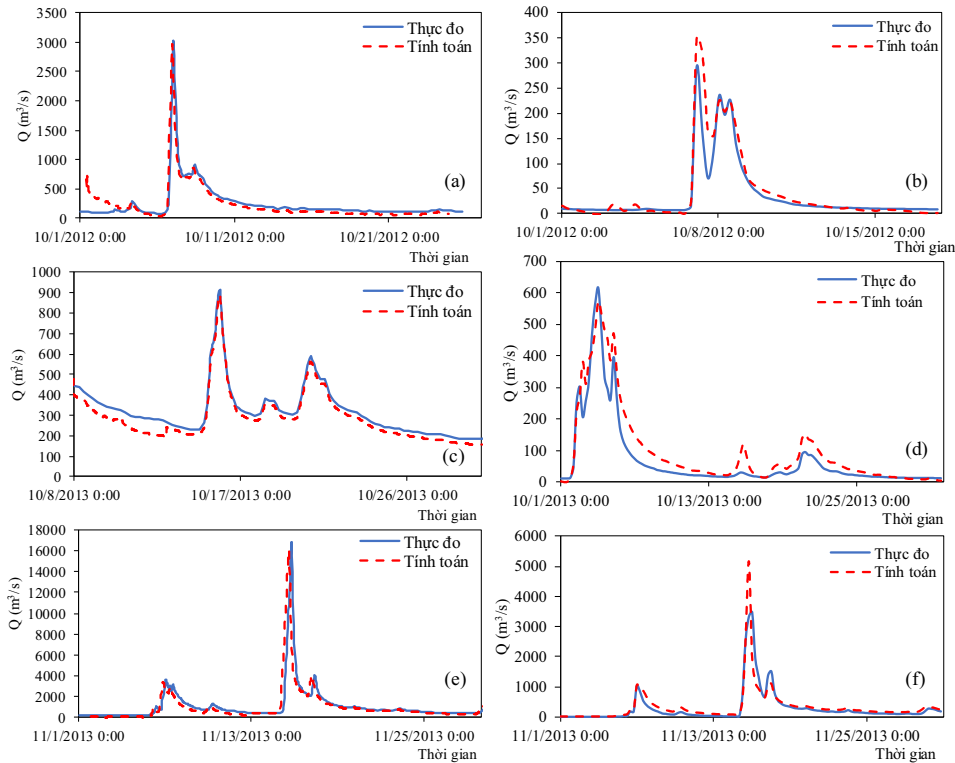
Quá trình hiệu chỉnh mô hình được lựa chọn với 03 trận lũ điển hình tháng 10 năm 2012, tháng 10 năm 2013 và tháng 11 năm 2013 (Hình 5). Quá trình kiểm nghiệm mô hình được lựa chọn với 03 trận lũ điển hình tháng 11/2015, tháng 11/2016 và tháng 12/2016 (Hình 6). Hai trạm được lựa chọn để phục vụ hiệu chỉnh và kiểm định mô hình là trạm Sơn Giang trên lưu vực sông Trà Khúc và trạm An Chỉ trên lưu vực

sông Vệ. Để đánh giá kết quả hiệu chỉnh và kiểm nghiệm mô hình nghiên cứu đã sử dụng 06 thông số để đánh giá: r, R2, NSE, RMSE, MAE, và PBIAS. Trong đó giá trị r dao động từ 3,14 đến 6,25 trong cả hai quá trình hiệu chỉnh và kiểm định mô hình. Giá trị R2 dao động từ 0,81 đến 0,87. Chỉ số Nash đạt giá trị dao động từ 0,80 đến 0,86. Giá trị RMSE dao động từ 5,5 đến 23,9. Giá trị PBIAS dao động từ -7,8% đến 9,84% trong cả hai quá trình hiệu chỉnh và kiểm định mô hình (Bảng 1). Kết quả tính toán chỉ ra

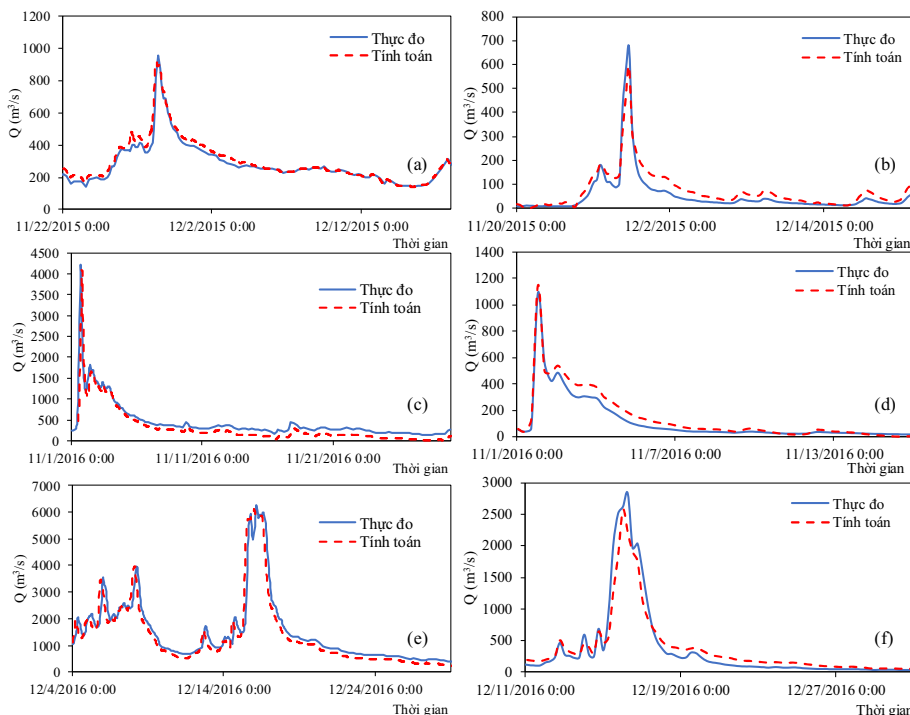


rằng mức độ trung bình của các giá trị mô phỏng dòng chảy được đánh giá là rất tốt ( $PBIAS < \pm 10$ ) trong cả hai quá trình hiệu chỉnh và kiểm định mô hình. Bộ thông số của mô hình MIKE

SHE trong quá trình hiệu chỉnh và kiểm định được sử dụng để tính toán, dự báo lưu lượng nước đến hai hồ ĐăkĐrinh và hồ Nước Trong trên lưu vực sông Trà Khúc-Sông Vệ (Bảng 2).



Hình 5. Kết quả hiệu chỉnh mô hình với 03 trận lũ năm 2012-2013 tại hai trạm: (a, c, e) Son Giang; (b, d, f) An Chi.



Hình 6. Kết quả kiểm định mô hình với 03 trận lũ năm 2015-2016 tại hai trạm: (a, c, e) Son Giang; (b, d, f) An Chi

Bảng 1. Tổng hợp kết quả đánh giá trong quá trình hiệu chỉnh và kiểm định mô hình

Quá trình	Trận lũ	Chỉ tiêu	Son Giang	An Chi	Quá trình	Trận lũ	Chỉ tiêu	Son Giang	An Chi
Hiệu chỉnh	10/2012	r	5,17	2,62	Kiểm định	11/2015	r	4,7	2,19
		R <sup>2</sup>	0,87	0,91			R <sup>2</sup>	0,86	0,93
		NSE	0,86	0,81			NSE	0,84	0,87
		RMSE	23,9	19,7			RMSE	10,4	8,5
		MAE	18,2	9,1			MAE	19,6	5,6
	PBIAS	9,84	-6,5	PBIAS		-4,96	-3,7		
	10/2013	r	6,25	3,5		11/2016	r	4,15	2,5
		R <sup>2</sup>	0,84	0,91			R <sup>2</sup>	0,81	0,93
		NSE	0,83	0,84			NSE	0,8	0,89
		RMSE	6,67	5,2			RMSE	5,5	6,1
		MAE	16,5	12,39			MAE	15,4	7,9
	PBIAS	-0,18	-3,8	PBIAS		5,44	-4,6		
	11/2013	r	5,47	2,07		12/2016	r	3,14	4,01
		R <sup>2</sup>	0,82	0,91			R <sup>2</sup>	0,83	0,92
		NSE	0,84	0,8			NSE	0,86	0,86
RMSE		8,63	8,9	RMSE	21,7		7,4		
MAE		10,25	9,4	MAE	17,1		8,9		
PBIAS	5,46	-7,8	PBIAS	1,48	7,9				

Bảng 2. Thông số chính mô hình MIKE SHE lưu vực sông Trà Khúc - Sông Vệ

Thông số chính	Đơn vị	Giá trị tối ưu
<i>Hệ số nhám lòng sông - Hệ số Strickler</i>		
Nhánh và thượng lưu Trà Khúc	m <sup>1/3</sup> /s	18
Nhánh và thượng lưu Sông Vệ	m <sup>1/3</sup> /s	25
Nhánh kết nối	m <sup>1/3</sup> /s	30
Hạ lưu sông	m <sup>1/3</sup> /s	40
<i>Dòng chảy tràn- Hệ số Strickler</i>		
Rừng trồng	m <sup>1/3</sup> /s	5
Đất nông nghiệp	m <sup>1/3</sup> /s	8
Lúa	m <sup>1/3</sup> /s	16
Cây hàng năm	m <sup>1/3</sup> /s	8
Cây lâu năm	m <sup>1/3</sup> /s	8
Đất đã sử dụng	m <sup>1/3</sup> /s	5
Rừng tự nhiên	m <sup>1/3</sup> /s	2
Đô thị	m <sup>1/3</sup> /s	90
Bề mặt nước	m <sup>1/3</sup> /s	33
<i>Dòng chảy không bão hoà - Độ rỗng của đất</i>		
K <sub>uz</sub> -Sét	m/s	1.2x10 <sup>-8</sup>
K <sub>uz</sub> -Sét bùn	m/s	2.45x10 <sup>-6</sup>
K <sub>uz</sub> -cát mịn	m/s	8.5x10 <sup>-6</sup>
K <sub>uz</sub> -Sét dẻo	m/s	2.085x10 <sup>-4</sup>
K <sub>uz</sub> -Cát	m/s	2.89x10 <sup>-4</sup>
<i>Vùng bão hoà</i>		
K <sub>h</sub> - Hệ số thấm theo chiều ngang	m/s	6.7x10 <sup>-5</sup>

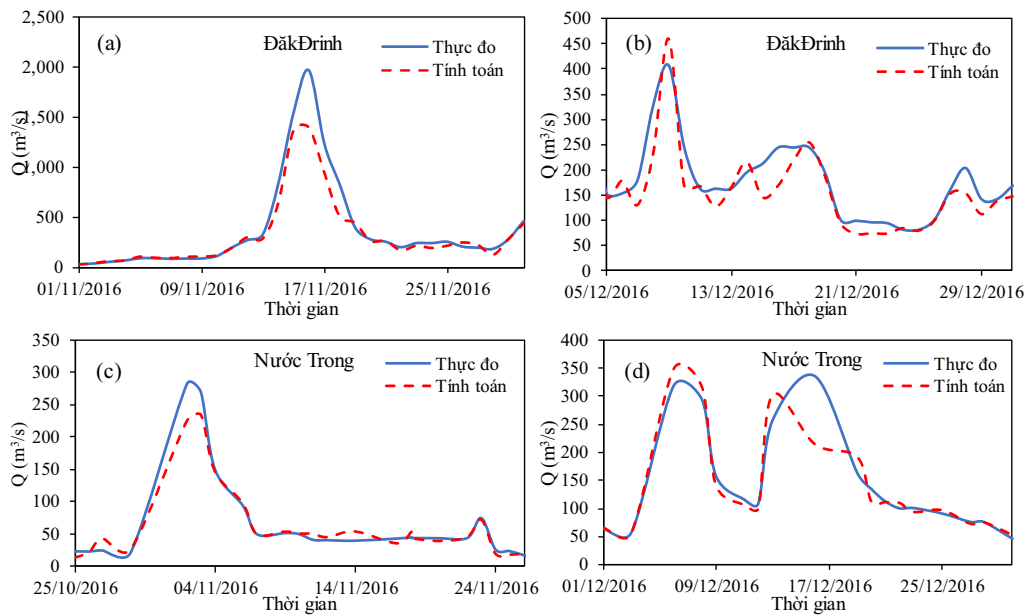
### 3.2 Đánh giá chất lượng kiểm định và dự báo lưu lượng đến hồ

Để phục vụ việc đánh giá chất lượng tính toán của mô hình, nhóm nghiên cứu đã tiến hành

kiểm định lại lưu lượng nước đến hai hồ ĐăkĐrinh và hồ Nước Trong trong hai trận lũ tháng 11/2016 và tháng 12/2016 (Hình 7). Nghiên cứu đã sử dụng 05 chỉ số để đánh giá r,

$R^2$ , NSE, RMSE, MAE, PBIAS để so sánh và đánh giá kết quả tính toán và thực đo từ mô hình. Trong đó, giá trị  $r$  dao động từ 1,87-2,66;  $R^2$  dao động từ 0,84-0,87; NSE dao động từ 0,83-0,86; RMSE dao động từ 4,2-11,6; MAE dao động từ 6,9-9,6; PBIAS dao động từ 1,1-5,5 đối với cả hai trận lũ năm 2016. Các kết quả đánh giá kiểm định đối với 02 trận lũ chỉ ra rằng có sự tương đồng cao về pha và biên độ dao động đối với đường quá trình tính toán và thực đo. Chất lượng

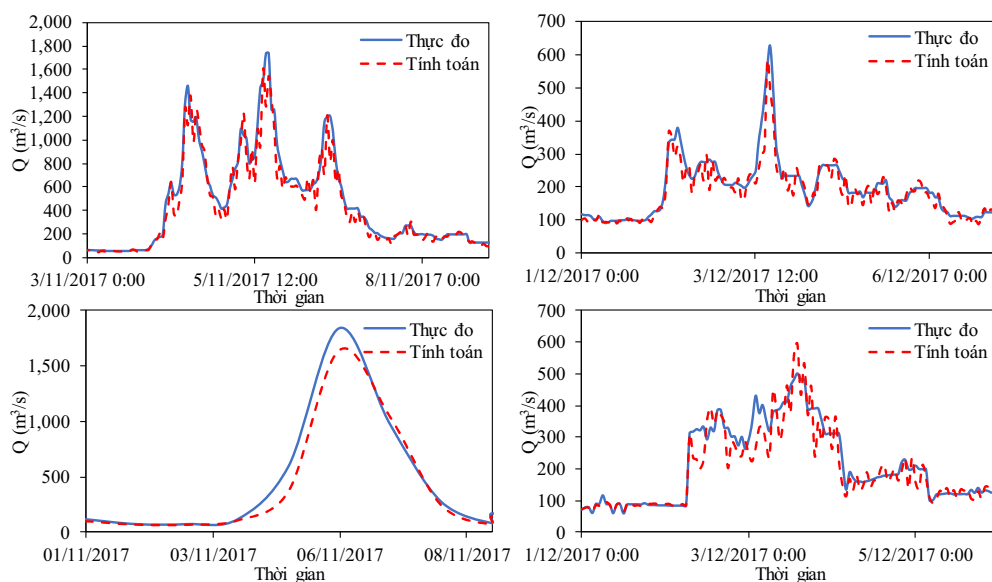
đánh giá mô hình cho cả hai trận lũ năm 2016 với các chỉ tiêu đánh giá  $r$ ,  $R^2$ , NSE, RMSE, MAE, PBIAS cho kết quả rất tốt. Mô hình MIKE SHE tiếp tục được sử dụng để dự báo lưu lượng nước đến cho hai hồ ĐăkĐrinh và hồ Nước Trong trong hai trận lũ tháng 11/2017 và tháng 12/2017 (Hình 8). Kết quả đánh giá dự báo thử nghiệm cho kết quả tốt với chỉ tiêu NSE > 0,82;  $1,3 < r < 7,6$ ;  $R^2 > 0,85$ ; PBIAS < ±10% (rất tốt) (Bảng 3).



Hình 7. Kết quả kiểm định lưu lượng nước đến hai hồ ĐăkĐrinh và hồ Nước Trong trong hai trận lũ tháng 11/2016 và tháng 12/2016

Bảng 3. Kết quả kiểm định và dự báo lưu lượng nước đến hồ ĐăkĐrinh và hồ Nước Trong

Quá trình	Năm	Chỉ tiêu	ĐăkĐrinh	Nước Trong	Quá trình	Năm	Chỉ tiêu	ĐăkĐrinh	Nước Trong	
Kiểm định	11/2016	$r$	2,22	1,87	Dự báo	11/2017	$r$	3,7	3,4	
		$R^2$	0,85	0,84			$R^2$	0,86	0,88	
		NSE	0,83	0,84			NSE	0,82	0,84	
		RMSE	4,2	10,9			RMSE	6,7	8,9	
		MAE	6,9	9,6			MAE	9,4	13,7	
			PBIAS	5,5	1,1			PBIAS	3,8	5,5
	12/2016	$r$	2,27	2,66	12/2017	$r$	1,3	7,6		
		$R^2$	0,84	0,87		$R^2$	0,85	0,87		
		NSE	0,85	0,86		NSE	0,83	0,85		
		RMSE	8,5	11,6		RMSE	13,4	8,2		
MAE		7,9	8,9	MAE		2,46	9,7			
		PBIAS	4,9	2,13			PBIAS	4,19	1,7	



Hình 8. Kết quả thử nghiệm dự báo lưu lượng nước đến hai hồ ĐăkĐrinh và hồ Nước Trong.

#### 4. Kết luận

Nghiên cứu đã bước đầu thử nghiệm thành công việc kết hợp sản phẩm mưa dự báo từ mô hình IFS làm đầu vào cho mô hình thủy văn thông số phân bố MIKE SHE, phục vụ dự báo lưu lượng nước đến hai hồ ĐăkĐrinh và hồ Nước Trong trên lưu vực sông Trà Khúc-Sông Vệ. Kết quả đánh giá bước đầu cho thấy chất lượng dự báo lưu lượng nước đến các hồ đã nâng lên đáng kể dựa trên các chỉ tiêu đánh giá chất lượng của mô hình  $r$ ,  $R^2$ , NSE, RMSE, MAE, PBIAS. Đây có thể sẽ là một bộ công cụ hiệu quả được sử dụng tại phòng tác nghiệp của Trung tâm Dự báo

Khí tượng Thủy văn quốc gia và các sản phẩm dự báo sẽ hỗ trợ cho các đài KTTV khu vực cung cấp các bản tin phục vụ quy trình vận hành liên hồ chứa tới các hồ.

Lời cảm ơn: Bài báo là một phần kết quả của luận văn thạc sỹ của học viên Trần Đỗ Thủy Tuyên. Nghiên cứu này là một phần kết quả của đề tài nghiên cứu khoa học và phát triển công nghệ cấp Bộ: “Nghiên cứu ứng dụng số liệu dự báo của Trung tâm Dự báo thời tiết hạn vừa Châu Âu để xây dựng các phương án dự báo lũ 5 ngày cho các sông chính ở Trung Trung Bộ”, mã số: TNMT.2018.05.35

#### Tài liệu tham khảo

1. Abbott, M.B., Bathurst, J.C., Cunge, J.A., O’Connell, P.E., Rasmussen, J. (1986a), *An introduction to the European Hydrological System-Systeme Hydrologique Europeen, “SHE”, 1: history and philosophy of a physically-based, distributed modelling system*. J. Hydrol. 87, 45-59.
2. Abbott, M.B., Bathurst, J.C., Cunge, J.A., O’connell, P.E., Rasmussen, J. (1986b), *An introduction to the European Hydrological System Systeme Hydrologique Europeen, “SHE”, 2: Structure of a physically-based, distributed modelling system*. J. Hydrol. 87, 61-77.
3. Addiscott, T.M., Whitmore, A.P. (1987), *Computer simulation of changes in soil mineral nitrogen and crop nitrogen during autumn, winter and spring*. J. Agric. Sci. 109, 141-157.
4. Andersen, J., Refsgaard, J.C., Jensen, K.H. (2001), *Distributed hydrological modelling of the Senegal River basin Model construction and validation*. J. Hydrol. 247, 200-214.
5. Alansi, A.W., Amin, M.S.M., Abdul Halim, G., Shafri, H.Z.M., Aimrun, W. (2009), *Validation of SWAT model for stream flow simulation and forecasting in Upper Bernam humid tropical river basin, Malaysia*. Hydrol. Earth Syst. Sci. 6, 7581-7609.

6. Adnan, N.A., Atkinson, P.M. (2018), *Disentangling the effects of longterm changes in precipitation and land use on hydrological response in a monsoonal catchment*. J. Flood Risk Manag. 11, 1063-1077.
7. Bathurst, J.C., Ewen, J., Parkin, G., O'Connell, P.E., Cooper, J.D. (2004), *Validation of catchment models for predicting land-use and climate change impacts. 3. Blind validation for internal and outlet responses*. J. Hydrol. 287, 74-94.
8. Dự án nhiệm vụ chuyên môn (2013-2015), *Xây dựng công nghệ dự báo lũ hạn ngắn phục vụ điều tiết hồ chứa cho lưu vực sông Vu Gia - Thu Bồn và lưu vực sông Ba*.
9. Danish Hydraulic Institute (DHI), 2014a, *MIKE SHE User Manual*, Volume 1: User Guide, 370 p.
10. Danish Hydraulic Institute (DHI), 2014b, *MIKE SHE User Manual*, Volume 2: Reference Guide, 444 p.
11. Engel, B.A., Flanagan, D.C. (2006), *Modeling and risk analysis of nonpoint-source pollution caused by atrazine using SWAT*. Trans. ASABE 49, 667-678.
12. Gupta, H.V., Sorooshian, S., Yapo, P.O. (1999), *Status of automatic calibration for hydrologic models: comparison with multilevel expert calibration*. J. Hydrol. Eng. 4, 135-143.
13. Hoàng Anh Huy (2016), *Nghiên cứu khả năng ứng dụng mô hình Mike-She để mô phỏng độ ẩm trong đất, áp dụng thí điểm cho dòng chính khu vực sông La*.
14. Jakeman, A.J., Letcher, R.A., Norton, J.P. (2006), *Ten iterative steps in development and evaluation of environmental models*. Environ. Modell. Softw. 21, 602-614.
15. Krause, P., Boyle, D.P., Bäse, F. (2005), *Comparison of different efficiency criteria for hydrological model assessment*. Adv. Geosci. 5, 89-97.
16. Kwin, C.T., Talei, A., Alaghmand, S., Chua, L.H.C. (2016), *Rainfall-runoff modeling using dynamic evolving neural fuzzy inference system with online learning*. Proc. Eng. 154, 1103-1109.
17. Moriasi, D., Wilson, B. (2012), *Hydrologic and water quality models: use, calibration, and validation*. Trans. ASABE 55, 1241-1247.
18. Moriasi, D.N., Arnold, J.G., Liew, M.W. et al. (2007), *Model evaluation guidelines for systematic quantification of accuracy in watershed simulations*. Trans. ASABE 50, 885-900.
19. McCuen, R.H., Knight, Z., Cutter, A.G. (2006), *Evaluation of the Nash-Sutcliffe efficiency Index*. J. Hydrol. Eng. 11, 597-602.
20. Mustafa, Y.M., Amin, M.S.M., Lee, T.S., Shariff, A.R.M. (2012), *Evaluation of land development impact on a tropical watershed hydrology using remote sensing and GIS*. J. Spat. Hydrol. 5, 16-30.
21. Ngô Đức Chân (2015), *Nghiên cứu xác định lượng cung cấp thấm từ các hồ chứa nước lớn cho các tầng chứa nước ở Đông Nam Bộ bằng phương pháp mô hình số. Áp dụng thử nghiệm cho hồ Dầu Tiếng*.
22. Nejadhashemi, A.P., Wardynski, B.J., Munoz, J.D. (2011), *Evaluating the impacts of land use changes on hydrologic responses in the agricultural regions of Michigan and Wisconsin*. Hydrol. Earth Syst. Sci. Disc. 8, 3421-3468.
23. Nash, J.E., Sutcliffe, J.V. (1970), *River flow forecasting through conceptual models part I-a discussion of principles*. J. Hydrol. 10, 282-290.
24. Santhi, C., Arnold, J.G., Williams, J.R., Hauck, L.M., Dugas, W.A. (2001), *Application of a watershed model to evaluate management effects on point and nonpoint source pollution*. Trans. ASABE 44, 1559-1570.
25. Vũ Đức Long (2014), *Nghiên cứu xây dựng công nghệ cảnh báo, dự báo lũ và cảnh báo ngập*

lụt cho các sông chính ở Quảng Bình, Quảng Trị.

26. Vũ Đức Long (2015), *Nghiên cứu ứng dụng thử nghiệm mô hình TELEMAC 2D tính toán lũ và cảnh báo ngập lụt cho vùng hạ lưu sông Trà Khúc - Sông Vệ*.

27. Vertex. <https://vertex.daac.asf.alaska.edu/>

28. Wong, C.L., Venneker, R., Uhlenbrook, S. (2010), *Analysis and modelling of runoff from two distinct river basins in Peninsular Malaysia*. In: *HydroPredict conference*, p. 11.

29. Wang, L., Koike, T., Yang, K., Jackson, T.J., Bindlish, R., Yang, D. (2008), *WEB-DHM: A distributed biosphere hydrological model developed by coupling a simple biosphere scheme with a hillslope hydrological model*. American Geophysical Union, Fall Meeting 2008, abstract id. H32D-08.

## APPLICATION MIKE SHE MODEL COMBINED WITH RAINFALL FORECASTING PRODUCT (IFS) TO FORECAST INFLOW TO RESERVOIRS ON TRA KHUC - SONG VE BASIN

Tran Hong Thai<sup>1</sup>, Doan Quang Tri<sup>2</sup>, Tran Do Thuy Tuyen<sup>3</sup>,  
Ngo Thanh Tam<sup>2</sup>, Bui Thi Diu<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Viet Nam Meteorological and Hydrometeorological Administration, Ha Noi, Vietnam

<sup>2</sup>Vietnam Journal of Hydrometeorology, Viet Nam Meteorological and  
Hydrometeorological Administration, Ha Noi, Vietnam

<sup>3</sup>Hanoi University of Natural Resources and Environment, Ha Noi, Vietnam

**Abstract:** *The paper has applied the IFS products to calculate and forecast the inflow to two reservoirs on Tra Khuc - Song Ve basin. The process of calibration and validation hydrological models is regulated by the input data of typical floods on the basin from the period of 2013 - 2016. The results of these processes indicate the similarity between calculated and measured discharge at two stations including Son Giang and An Chi. These results then be used to calibrate and forecast the inflow to two reservoirs including DakDrinh and Nuoc Trong. The outcomes are relatively qualified in accordance with several criterials such as r, R2, NSE, RMSE, MAE and PBIAS. Experimental results for the two typical floods in 2017 indicate that the quality of forecasted flows to the two reservoirs has increased significantly. This is supposed to be an effective tool for forecastors in the future.*

**Keywords:** *IFS, MIKE SHE, Tra Khuc-Song Ve.*

# ĐIỀU TRA VÀ ĐÚC KẾT TRI THỨC CỦA CỘNG ĐỒNG DÂN TỘC THIỂU SỐ TỈNH LAI CHÂU TRONG ỨNG PHÓ VỚI THIÊN TAI VÀ KHÍ HẬU CỰC ĐOAN

Vũ Văn Cương<sup>1</sup>, Trần Thực<sup>2</sup>, Đinh Thái Hưng<sup>3</sup>

**Tóm tắt:** Hệ thống tri thức của cộng đồng dân tộc thiểu số tỉnh Lai Châu đã được tích lũy qua hàng nghìn năm trong quá trình lao động sản xuất. Những tri thức này, chứa đựng nhiều kinh nghiệm, kỹ thuật thực hành và ứng xử với môi trường tự nhiên, đã giúp người dân giảm nhẹ tác động của thiên tai và khí hậu cực đoan trong trồng trọt, chăn nuôi và quản lý tài nguyên thiên nhiên. Bài báo này trình bày kết quả đánh giá tri thức của cộng đồng dân tộc thiểu số tỉnh Lai Châu trong ứng phó với thiên tai và khí hậu cực đoan trong các lĩnh vực kinh tế - xã hội. Phương pháp Delphi được áp dụng trong điều tra xã hội học ở cộng đồng người Dao tại xã Hồ Thầu, người H'Mông ở xã Tà Lèng, người Hà Nhì ở xã Thu Lũm huyện Mường Tè đại diện vùng sinh thái đai cao từ 500m đến trên 1500m; cộng đồng người Lào ở Nà Tăm huyện Tam Đường, người Thái ở Tân Uyên đại diện cho vùng sinh thái đai thấp từ 500m trở xuống. Những tri thức quý giá của cộng đồng dân tộc thiểu số ở Lai Châu được phân tích và đúc kết trong nghiên cứu này bao gồm: về nhà ở; phương thức sử dụng giống cây địa phương trong sản xuất lương thực, thực phẩm; kỹ thuật canh tác xen canh, luân canh cây trồng trên nương, trên ruộng một vụ lúa; phương thức chuyển đổi cây trồng trên nương; các kỹ thuật trong chăn nuôi gia súc và quản lý nguồn nước, tài nguyên rừng bằng luật tục, tín ngưỡng.

**Từ khóa:** Tri thức của cộng đồng, dân tộc thiểu số, ứng phó thiên tai và khí hậu cực đoan.

Ban Biên tập nhận bài: 18/10/2018 Ngày phản biện xong: 05/12/2018 Ngày đăng bài: 25/01/2019

## 1. Đặt vấn đề

Lịch sử tồn tại, phát triển của cộng đồng các dân tộc thiểu số cho thấy người dân đã tự thuần hoá các giống cây lương thực, thực phẩm từ tự nhiên, cải tạo đất tự nhiên thành đất sản xuất, điều chỉnh các hành vi để tạo ra kỹ thuật trồng, chăm sóc và thu hoạch cây trồng theo mùa vụ, thiết lập các nguyên tắc ứng xử giữa con người với tự nhiên theo hướng quản lý, khai thác bền vững nguồn tài nguyên thiên nhiên. Do đó, hệ thống tri thức của cộng đồng trong quản lý xã hội, sản xuất và ứng xử với thiên nhiên đã trở thành nền tảng, cơ sở giúp cộng đồng các dân tộc thiểu số giải quyết vấn đề lương thực, quản lý tài nguyên [2][8]. Trong hoạt động thích ứng và

giảm thiểu những thiệt hại do khí hậu cực đoan và thiên tai gây ra, người dân đã sử dụng nhiều giải pháp phong phú như: sử dụng các giống lúa, giống mạch sinh trưởng ngắn ngày, chống chịu khô hạn và trồng xen nhiều loại cây trên cùng một diện tích canh tác (trồng xen cây mạch, đậu tương, khoai tây). Khi môi trường khí hậu thay đổi, tri thức của cộng đồng trở thành cơ sở quý giá cho việc phát triển các chiến lược thích ứng và quản lý tài nguyên thiên nhiên ở cấp địa phương [7]. Bài báo này trình bày kết quả điều tra và đúc kết những giải pháp, tri thức cộng đồng đã và đang được áp dụng ứng phó hiệu quả với thiên tai và khí hậu cực đoan trên địa bàn tỉnh Lai Châu.

## 2. Địa bàn và phương pháp nghiên cứu

- Địa bàn nghiên cứu: Tỉnh Lai Châu là tỉnh miền núi, diện tích đất tự nhiên có trên 60% ở độ cao trên 1000m, hơn 90% diện tích có độ dốc trên 25°, đất nông nghiệp chiếm 92% diện tích

<sup>1</sup>Sở Khoa học và Công nghệ tỉnh Lai Châu

<sup>2</sup>Viện Khoa học Khí tượng Thủy văn và Biến đổi khí hậu

<sup>3</sup>Tổng Cục Khí tượng Thủy văn

Email: vucuongkhnlc@gmail.com

đất tự nhiên [5]. Lai Châu có 20 cộng đồng dân tộc thiểu số cùng sinh sống, cư trú ở các vùng sinh thái khác nhau. Vùng sinh thái có độ cao từ 900 đến 1500m là nơi cư trú các dân tộc H'Mông, Dao và Hà Nhì; vùng sinh thái có độ cao từ 500-900m là nơi cư trú của dân tộc Dao và Hà Nhì, vùng sinh thái ven sông suối, thung lũng có độ cao dưới 500m là nơi cư trú của các dân tộc Thái, Tày, Giáy, Lào và Lự [3]. Theo thống kê từ năm 2009-2016 lũ ống, lũ quét, trượt lở đất, đá, khô hạn, giông lốc và mưa đá đã làm 5023ha lúa, hoa màu bị mất trắng, 189 công trình thủy lợi, nước sinh hoạt và 15,4km bờ kênh thủy lợi bị lũ phá hủy. Trong 7 năm thiên tai và cực đoan khí hậu đã làm 88 người chết và bị thương, làm sập và hư hỏng 12.112 ngôi nhà [1]. Những thiệt hại về tính mạng, kinh tế - xã hội nêu trên phản ánh mức độ dễ bị tổn thương của cộng đồng các dân tộc thiểu số tỉnh Lai Châu trong hiện tại, trong tương lai những thiệt hại này có nguy cơ gia tăng dưới tác động của biến đổi khí hậu làm gia tăng tần suất, cường độ và phạm vi tác động của thiên tai và cực đoan khí hậu.

- *Phương pháp nghiên cứu:* Điều tra xã hội bằng phương pháp Delphi được áp dụng, đây là phương pháp tham vấn để đạt được sự đồng thuận của một nhóm chuyên gia, quá trình tham vấn được lặp đi lặp lại nhiều vòng để thu thập, sàng lọc các giải pháp đề xuất của chuyên gia để đưa ra giải pháp tốt nhất [6]. Phương pháp Delphi hai vòng được áp dụng trong nghiên cứu này.

Vòng 1 là những câu hỏi mở, người tham gia khảo sát tự do đưa ra các giải pháp mà cộng đồng các dân tộc đã sử dụng để ứng phó thiên tai và khí hậu cực đoan trong trồng trọt, chăn nuôi, quản lý nguồn nước, tài nguyên rừng và bảo vệ sức khỏe nhân dân trên địa bàn tỉnh Lai Châu.

Vòng 2 là những câu hỏi đóng. Những câu trả lời của người tham gia khảo sát ở vòng 1 được tổng hợp thành các câu hỏi đóng. Bảng câu hỏi ở Vòng 2 được sắp xếp theo thang điểm từ 1 đến 5 (1 = rất không đồng ý/không tác động, 2 = không đồng ý/ít tác động, 3 = đồng ý/tác động vừa, 4 = rất đồng ý/tác động mạnh, 5 = hoàn toàn đồng ý/tác động nghiêm trọng). Số liệu khảo sát

được xử lý trên phần mềm thống kê SPSS. Các giải pháp có giá trị trung bình lớn tiệm cận đến điểm 5 phản ánh giải pháp nhận được sự đồng thuận cao.

Hệ số Kendall (W) được sử dụng để đánh giá mức độ đồng thuận:  $W = 12S/m^2 * (n^3 - n)$ . Trong đó S là tổng độ lệch chuẩn bình phương; m, n là số phần tử tương ứng của đối tượng x và y. Giá trị của W đạt được theo các ngưỡng 0.0-0.1; 0.1-0.3; 0.3-0.5; 0.5-0.7; 0.7-1.0 tương ứng với mức độ đồng thuận rất yếu, yếu, trung bình; mạnh, rất mạnh.

Nghiên cứu đã khảo sát tại cộng đồng các dân tộc cư trú ở vùng sinh thái khác nhau, cụ thể: Cộng đồng người Dao tại xã Hồ Thầu, người H'Mông ở xã Tà Lèng, người Hà Nhì ở xã Thu Lũm huyện Mường Tè đại diện vùng sinh thái đai cao từ 500m đến trên 1500m; cộng đồng người Lào ở Nà Tăm huyện Tam Đường, người Thái ở Tân Uyên đại diện cho vùng sinh thái đai thấp từ 500m trở xuống.

Số lượng chuyên gia được tham vấn, trong phương pháp Delphi không có nguyên tắc cố định quyết định số lượng chuyên gia, tùy thuộc từng nghiên cứu và số lượng chuyên gia chuyên sâu trong lĩnh vực nghiên cứu [6]. Nghiên cứu nhận thức về biến đổi khí hậu của học sinh phổ thông, Trần Minh Ngọc thực hiện điều tra 56 phiếu; Chu Thanh Hương tham vấn 60 chuyên gia trong nghiên cứu giải pháp thích ứng với BĐKH ở Quảng Ngãi. Trong nghiên cứu chúng tôi tham vấn 60 thành viên (60 phiếu) là những trưởng bản, người uy tín trong cộng đồng, người đang giữ chức vụ quản lý (gọi là thành viên tham gia khảo sát). Cụ thể là 40 thành viên tại 5 xã cộng đồng người Dao, H'Mông, Hà Nhì, Thái, Lào, mỗi một xã 8 thành viên; 20 thành viên là cán bộ tại các Phòng Tài nguyên và Môi trường và Phòng Nông nghiệp và Phát triển nông thôn.

### 3. Kết quả nghiên cứu

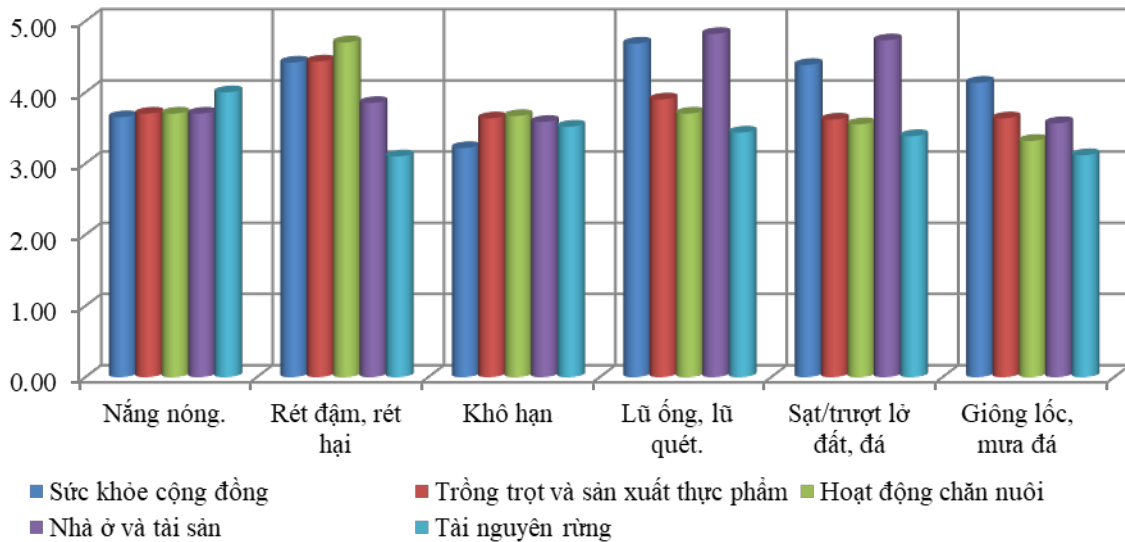
Kết quả điều tra và phân tích bao gồm: (i) Thiên tai, khí hậu cực đoan ở Lai Châu; (ii) Hệ thống tri thức của cộng đồng dân tộc thiểu số tỉnh Lai Châu trong ứng phó với thiên tai và khí hậu cực đoan.



**3.1. Thiên tai, cực đoan khí hậu ở Lai Châu**

Kết quả khảo sát, điều tra và đánh giá phạm vi và lĩnh vực chịu tác động của thiên tai và cực đoan khí hậu ở cộng đồng dân tộc thiểu số ở Lai Châu được tổng hợp trong hình Hình 1, thể hiện như sau:

Các loại hình thiên tai và khí hậu cực đoan



Hình 1. Tác động của thiên tai đến cộng đồng dân tộc thiểu số ở Lai Châu

**3.2. Tri thức của cộng đồng đã sử dụng ứng phó thiên tai, khí hậu cực đoan**

Trong khảo sát vòng 1 về hệ thống tri thức của cộng đồng ứng phó với thiên tai và khí hậu cực đoan trong lĩnh vực trồng trọt, chăn nuôi, quản lý khai thác nguồn nước và tài nguyên rừng, bảo vệ sức khỏe cộng đồng, chúng tôi đưa ra 5 câu hỏi mở gửi đến các thành viên tham gia khảo sát. Các thành viên chủ động đưa ra các giải pháp đã được người dân sử dụng tại cộng đồng nhằm ứng phó giảm thiểu rủi ro thiên tai và khí hậu cực đoan. Kết quả trong 5 lĩnh vực khảo sát, các thành viên đã đưa 21 giải pháp ứng phó với thiên tai được tổng hợp trong (Bảng 1), cụ thể sau:

- Tri thức của cộng đồng trong trồng trọt: Quá trình tham vấn về giải pháp ứng phó với thiên tai khô hạn, rét đậm rét hại trong khu vực, chúng tôi đã nhận được 6 giải pháp với tỷ lệ lựa chọn khác nhau. Giải pháp điều chỉnh thời vụ, sử dụng cây trồng ngắn ngày có tỷ lệ lựa chọn khá thấp lần lượt là 48% và 41%; các giải pháp nhận được sự lựa chọn với tỷ lệ cao, gồm: sử dụng cây trồng địa phương (85%), trồng chè thay thế cây màu

thường xuất hiện ở Lai Châu bao gồm: giông lốc, mưa đá, lũ ống, lũ quét, trượt lở đất đá, khô hạn, rét đậm, rét hại.

Lĩnh vực chịu tác động lớn nhất gồm: tính mạng và tài sản của người dân, trồng trọt, chăn nuôi, nguồn nước, tài nguyên rừng.

trên nương (93%), trồng xen canh một số loại rau với nương ngô (78%) và trồng lạc, ngô luân canh với đất ruộng một vụ (76%). Các giải pháp mà các thành viên đánh giá với tỷ lệ cao, là các giải pháp gắn liền với tập quán sản xuất nhỏ lẻ, kết hợp mô hình sản xuất tự cung tự cấp của người dân trong cộng đồng.

- Tri thức của cộng đồng trong chăn nuôi: Trong cộng đồng vẫn tồn tại tập quán chăn nuôi thả rông, nguồn thức ăn hoàn toàn phụ thuộc vào tự nhiên, có mức độ rủi ro cao trước thiên tai và khí hậu cực đoan. Điều này thúc đẩy người dân điều chỉnh để giảm thiểu rủi ro cho đàn gia súc. Các thành viên tham gia khảo sát đã đưa ra 5 giải pháp, trong đó các giải pháp về nuôi nhốt, di chuyển đàn gia súc đi nơi khác ít được người dân sử dụng cho nên tỷ lệ lựa chọn thấp, lần lượt là 45% và 58%. Các giải pháp được lựa chọn với tỷ lệ cao trên 70% là nuôi nhốt kết hợp với thả rông, sử dụng phụ phẩm nông nghiệp và trồng cỏ làm thức ăn dự trữ cho gia súc trong mùa đông.

- Tri thức của cộng đồng trong quản lý nguồn nước: Các thành viên đã đưa ra 3 giải pháp khai

thác bền vững nguồn nước cho sinh hoạt, sản xuất tại cộng đồng, trong đó giải pháp phân phối, chia sẻ nguồn nước theo luật tục của cộng đồng được đánh giá thấp nhất (55%); các giải pháp bảo vệ rừng đầu nguồn, quản lý hệ thống thủy lợi bằng luật tục là những giải pháp nhận được tỷ lệ lựa chọn cao (trên 80%).

- Tri thức của cộng đồng trong quản lý tài nguyên rừng: Các thành viên đã đưa ra 3 giải pháp, trong đó giải pháp quản lý rừng bằng luật pháp nhận được tỷ lệ thấp nhất (55%), hai giải

pháp quản lý rừng bằng tín ngưỡng và luật tục có tỷ lệ cao nhất (92%); trồng cây dược liệu và cây thực phẩm dưới tán rừng có tỷ lệ lựa chọn ở mức trung bình (77%).

- Tri thức của cộng đồng trong bảo vệ tính mạng và tài sản người dân: Có 4 giải pháp được lựa chọn, trong đó giải pháp dũ trừ lương thực, thực phẩm vào mùa mưa và hạn chế ngủ nướng trong mùa mưa có tỷ lệ lựa chọn thấp nhất lần lượt là 41% và 58%.

*Bảng 1. Kết quả khảo sát tại vòng 1 về hệ thống tri thức của cộng đồng ứng phó với thiên tai và khí hậu cực đoan*

Tri thức cộng đồng	Ký hiệu	Hệ thống tri thức của cộng đồng dân tộc thiểu số ứng phó với thiên tai và khí hậu cực đoan ở khu vực	Số phiếu lựa chọn (N=60)	Tỷ lệ chọn lựa (%)
Bảo vệ tính mạng và tài sản	S1	Duy trì nhà ở truyền thống.	53/60	88
	S2	Gia cố nhà ở trước mùa mưa.	47/60	80
	S3	Hạn chế ngủ nướng vào mùa mưa.	35/60	58
	S4	Dũ trừ lương thực, thực phẩm trong mùa mưa.	25/60	41
Lĩnh vực trồng trọt	T1	Điều chỉnh thời vụ trồng, chăm sóc và thu hoạch cây trồng.	29/60	48
	T2	Trồng cây lương thực, thực phẩm địa phương có giá trị.	51/60	85
	T3	Trồng chè thay thế cây màu trên đất nương.	56/60	93
	T4	Xen canh rau bí, rau đậu, dưa mè với nương ngô.	47/60	78
	T5	Trồng lạc, ngô luân canh trên đất sản xuất một vụ lúa.	46/60	76
	T6	Sử dụng cây trồng ngăn ngày.	25/60	41
Lĩnh vực chăn nuôi	C1	Chăn nuôi gia súc bằng nuôi nhốt.	27/60	45
	C2	Sử dụng phụ phẩm nông nghiệp làm thức ăn dự trữ cho gia súc.	52/60	87
	C3	Trồng cỏ bổ sung nguồn thức ăn cho gia súc.	44/60	73
	C4	Di chuyển gia súc khi có thiên tai, khí hậu cực đoan xảy ra.	30/60	58
	C5	Thả rông kết hợp với nuôi nhốt.	60/60	100
Bảo vệ nguồn nước	N1	Bảo vệ rừng đầu nguồn nước bằng luật tục.	58/60	97
	N2	Quản lý hệ thống thủy lợi bằng luật tục.	51/60	85
	N3	Phân phối, chia sẻ nguồn nước luật tục của cộng đồng.	33/60	55
Bảo vệ rừng	R1	Trồng cây dược liệu và cây thực phẩm dưới tán rừng.	46/60	77
	R2	Quản lý rừng bằng tín ngưỡng và luật tục cộng đồng.	55/60	92
	R3	Quản lý rừng bằng quy định của nhà nước.	32/60	53

Kết quả khảo sát ở Vòng 1 cho thấy trong số 21 các giải pháp ứng phó với thiên tai và khí hậu cực đoan được các thành viên đưa ra, có 8 giải pháp có tỷ lệ lựa chọn dưới 70%, các giải pháp phản ánh đúng với thực tiễn kinh tế - xã hội ở khu vực. Thí dụ, giải pháp sử dụng giống cây trồng ngăn ngày người dân ít sử dụng vì phải bỏ tiền ra mua giống; giải pháp điều chỉnh thời vụ cây trồng khó áp dụng do điều kiện địa hình đồi núi, có nhiều tiểu vùng khí hậu vì thế người dân

khó nắm bắt để điều chỉnh thời vụ trồng, chăm sóc và thu hoạch cây trồng.

Các giải pháp được lựa chọn ở Vòng 1 được chúng tôi chuyển thành các câu hỏi đóng cho Vòng 2, phân thành 5 lĩnh vực: (i) Lĩnh vực bảo vệ tính mạng và tài sản, có 4 giải pháp ký hiệu từ S1 đến S4; (ii) Lĩnh vực trồng trọt, có 6 giải pháp ký hiệu từ T1 đến T6; (iii) Lĩnh vực chăn nuôi có 5 giải pháp ký hiệu từ C1 đến C5; (iv) Lĩnh vực bảo vệ nguồn nước, có 3 giải pháp ký hiệu từ N1

đến N5; (v) Lĩnh vực bảo vệ rừng, có 3 giải pháp ký hiệu là R1 đến R3.

Các chỉ số được sắp xếp theo thang điểm từ 1 đến 5 (1 = rất không đồng ý/không tác động, 2 = không đồng ý/ít tác động, 3 = đồng ý/tác động vừa, 4 = rất đồng ý/tác động mạnh, 5 = hoàn toàn đồng ý/tác động nghiêm trọng). Kết quả tham vấn ở Vòng 2, được tổng hợp trong Hình 2, cho thấy:

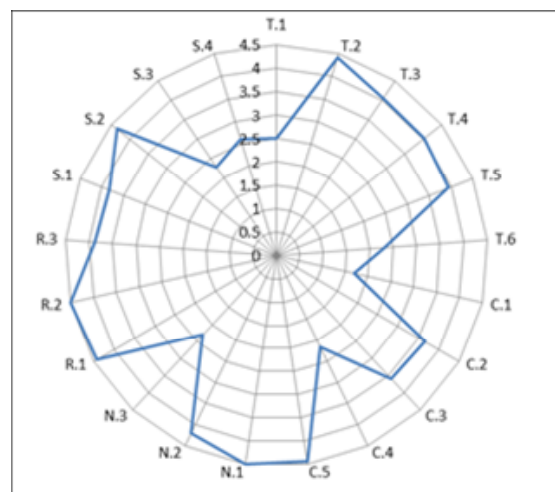
1) Tri thức của cộng đồng trong bảo vệ tính mạng và tài sản: Chỉ số đánh giá của hai giải pháp S1 và S2 là khá cao, lần lượt là 3,83 và 4,35. Hai giải pháp S3 và S4 có giá trị trung khá thấp lần lượt là 2,6 và (2,28). Điều này phản ánh nhà ở của người dân tộc Thái, Lào được thiết kế hai tầng bằng gỗ (nhà sàn), tầng dưới làm kho lương thực và dụng cụ lao động, tầng trên dùng làm nơi sinh hoạt, tập quán ở nhà sàn đã giúp người dân đối phó với lũ ống, lũ quét. Cộng đồng dân tộc H'Mông, Dao, Hà Nhì cư trú phân tán ở núi cao, kiến trúc nhà với tường nhà dày từ 35 đến 40 cm, được nhồi bằng đất, kỹ thuật và kiến trúc của ngôi nhà giúp cộng đồng đối phó hiệu quả với điều kiện khí hậu giá lạnh vùng núi cao, để chống tốc mái do giông lốc vào đầu mùa mưa cộng đồng thường dùng tre làm khung gia cố mái nhà. Các kỹ thuật nhà ở cho thấy cộng đồng hiểu rất rõ điều kiện khí hậu và lũ lụt, nên đã sử dụng các kỹ thuật phù hợp nhằm thích ứng với tự nhiên, điều này đã giúp người dân giảm thiểu được rủi ro thiên tai và khí hậu cực đoan.

2) Tri thức của cộng đồng trong lĩnh vực trồng trọt: Kết quả đánh giá cho thấy giải pháp T1 và T6 có giá trị trung bình thấp nhất, lần lượt là 2,3 và 2,5, giải pháp có giá trị trung bình cao gồm T2 (4,42), T3 (4,05) và T4 (3,95). Thực tế, trong cộng đồng trồng ngô, lạc luân canh với đất một vụ lúa, sử dụng cây rau đậu, cây bí và cây dưa mềo trồng xen với nương ngô và duy trì sử dụng một số giống cây trồng đặc sản địa phương để sản xuất. Đây là mô hình sản xuất điển hình của nông nghiệp bền vững ở vùng cao, bảo vệ đất và chống xói mòn, giữ được độ phì nhiêu của đất, đặc biệt giảm sâu bệnh cây trồng đảm bảo thu nhập cho người dân [4]. Do vậy, có thể khẳng định kỹ thuật luân canh, xen canh và trồng

các giống đặc sản của người dân là một trong những giải pháp được các thành viên lựa chọn để đối phó hiệu quả với thiên tai và khí hậu cực đoan cho trồng trọt cây lương thực và thực phẩm.

3) Tri thức của cộng đồng trong lĩnh vực chăn nuôi nhằm ứng phó với rét đậm, rét hại cho đàn gia súc: Hai giải pháp C1 và C4 thấp nhất, lần lượt là 1,7 và 2,17. Các giải pháp C2, C3, C5 có giá trị trung bình lần lượt là 3,66, 3,58 và 4,43. Thực tế sản xuất cho thấy, đàn gia súc của người dân bị thiệt hại chủ yếu là do rét đậm, rét hại, do vậy người dân ưu tiên sử dụng các giải pháp C2, C3, C5 nhằm giải quyết vấn đề thức ăn và giữ ấm cho đàn gia súc trong điều kiện thời tiết rét đậm rét hại, giúp giảm thiểu rủi ro cho đàn gia súc.

4) Tri thức của cộng đồng trong quản lý nguồn nước: Giải pháp N3 có giá trị trung bình thấp (2,3), hai giải pháp N1 và N2 có giá trị trung bình khá cao, lần lượt là 4,5 và 4,21. Hai giải pháp có giá trị trung bình cao liên quan chặt chẽ với mô hình cộng đồng tự quản mà người dân đang duy trì. Các giải pháp người dân đang sử dụng dựa trên lợi ích chung của cộng đồng đã gắn kết các thành viên với tinh thần trách nhiệm cao trong quản lý, vận hành hệ thống thủy lợi, quản lý hiệu quả rừng đầu nguồn duy trì nguồn nước cho cộng đồng.



Hình 2. Kết quả khảo sát Vòng 2 về đánh giá hệ thống tri thức của cộng đồng dân tộc thiểu số tỉnh Lai Châu trong ứng phó với thiên tai và khí hậu cực đoan

5) Tri thức của cộng đồng trong quản lý tài nguyên rừng: Các giải pháp R1 và R2 có giá trị trung bình cao, lần lượt là 4,42 và 4,5, giải pháp R3 có giá trị thấp (2,9). Thực tế cho thấy cộng đồng vẫn đang duy trì phương thức trồng được liệu, cây thực phẩm dưới tán rừng, hơn nữa, trong đời sống văn hóa cộng đồng vẫn duy trì hoạt động tín ngưỡng thờ rừng thiêng, quản lý chất lượng rừng bằng các giải pháp R1, R2, vì thế các giải pháp này được ưu tiên lựa chọn để duy trì sinh kế, tín ngưỡng trong cộng đồng.

Hệ số Kendall (W) được xác định với giá trị là 0,36, cho thấy các giải pháp nhận được sự đồng thuận ở mức trung bình. Các giải pháp ứng phó với thiên tai và khí hậu cực đoan trong bảo vệ tính mạng và tài sản, trồng trọt, chăn nuôi, bảo vệ nguồn nước và bảo vệ rừng được lựa chọn bởi các thành viên tham gia là có mức độ tin cậy cao. Bởi, các thành viên tham gia đánh giá là những trưởng bản, người uy tín trong cộng đồng, cán bộ cán quản lý địa phương. Thực tế họ là những chuyên gia trong việc hình thành, thực hành áp dụng và phát triển các giải pháp được chọn lọc. Các đánh giá phản ánh sát thực đời sống kinh tế, văn hóa xã hội của cộng đồng các dân tộc thiểu số ở Lai Châu.

#### **4. Kết luận**

Nghiên cứu điều tra tri thức cộng đồng dân tộc thiểu số ở Lai Châu trong ứng phó với thiên tai và khí hậu cực đoan cho thấy: Thiên tai lũ ống, lũ quét, trượt lở đất đá, khô hạn và rét đậm rét hại là những nhân tố gây tác động lớn nhất đối với trồng trọt, chăn nuôi, nguồn nước, tài nguyên rừng và sức khỏe, tính mạng của cộng đồng dân tộc thiểu số ở Lai Châu. Để ứng phó với thiên tai và cực đoan khí hậu nhằm giảm thiểu tác động, đảm bảo an toàn tính mạng, tài sản và sản xuất, cộng đồng các dân tộc thiểu số ở Lai Châu đã sử dụng cây trồng bản địa có giá trị, duy trì kỹ thuật trồng luân canh, xen canh trên nương ngô và ruộng một vụ, tích trữ nguồn thức ăn và sử dụng phương pháp nuôi nhốt và thả rông đàn gia súc, sử dụng luật tục, tín ngưỡng để bảo vệ nguồn nước và tài nguyên rừng. Cộng đồng các dân tộc thiểu số ở Lai Châu đã hình thành và duy trì các mô hình truyền thống trong sản xuất nông nghiệp, chăn nuôi bền vững, tạo ra môi trường sống phù hợp, lành mạnh và hài hòa với thiên nhiên. Các tri thức này cần được đúc kết và nhân rộng và cần được lồng ghép vào các dự án, chính sách thích ứng với biến đổi khí hậu ở cấp cộng đồng.

#### **Tài liệu tham khảo**

1. Ban phòng chống và tìm kiếm cứu nạn thiên tai của tỉnh Lai Châu, Báo cáo tình hình thiệt hại do mưa lũ, thiên tai trên địa bàn tỉnh, các năm 2009, 2010, 2011, 2012, 2013, 2014, 2015, 2016.
2. Hoàng Xuân Tý và nnk (1998), *Kiến thức bản địa của người vùng cao trong nông nghiệp và quản lý tài nguyên thiên nhiên; Các khái niệm và vai trò của tri thức bản địa*. Nhà xuất bản Nông nghiệp Hà Nội.
3. Lê Đình Cúc (2007), *Lai Châu và các dân tộc ở Lai Châu*, Nhà xuất bản Văn hóa – Thông tin.
4. Lê Trọng Cúc (2016), *Sinh Thái Nhân văn và phát triển bền vững*, Nhà xuất bản Đại học quốc gia Hà Nội.
5. Ủy Ban nhân tỉnh Lai Châu (2011), *Quy hoạch sử dụng đất tỉnh Lai Châu đến năm 2020*.
6. Gregory J. Skulmoski, Francis T. Hartman and Jennifer Krahn (2007), *The Delphi Method for Graduate Research Journal of Information Technology Education*, Volume 6, 2007.
7. IPCC (2007), *Climate Change: Impacts, Adaptation and Vulnerability*.
8. UNESCO(2010), Indigenous knowledge and sustainability, [http://www.unesco.org/education/tlsf/mods/theme\\_c/mod11.html](http://www.unesco.org/education/tlsf/mods/theme_c/mod11.html).

# INVESTIGATING AND CASTING THE KNOWLEDGE OF THE COMMUNITY ETHNIC MINORITY IN LAI CHAU PROVINCE RESPONSE TO NATURAL DISASTER AND EXTREME CLIMATE

Vu Van Cuong<sup>1</sup>, Tran Thuc<sup>2</sup>, Dinh Thai Hung<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Department of Science and Technology of Lai Chau Province

<sup>2</sup>Institute of Meteorology, Hydrology and Climate Change

<sup>3</sup>Viet Nam Meteorological and Hydrological Administration

**Abstract:** *The knowledge system of the ethnic minority community in Lai Chau Province has been accumulated over thousands of years in the process of production. These knowledge, which contains experience, practical techniques and behaviors with the natural environment, has helped people to mitigate the impact of natural disasters and climate extremes in cultivation, animal husbandry and natural resources management. This paper presents the results of knowledge assessment of ethnic minority communities in Lai Chau Province in response to natural disasters and climate extremes in the socio-economic activities. The Delphi method is applied in the sociological survey of the Dao people in Ho Thau commune, the H'Mong people in Ta Leng commune, the Ha Nhi people in Thu Lum commune of Muong Te district represent high ecological zones from 500m up to 1500m; The Lao community in Na Tam commune of Tam Duong district and Thai people in Tan Uyen represents a lowland ecological zone of 500m or less. The valuable knowledge of ethnic minority communities in Lai Chau is analyzed and summarized in this study including: housing; methods of using local plant varieties in food production; techniques of intercropping cultivation, crop rotation on upland fields, one rice crop field; methods of shifting crops on upland fields; techniques in animal husbandry and management of water resources and forest resources with customary laws and beliefs.*

**Keywords:** *Knowledge of community, ethnic minorities, response to natural disasters and climate extremes.*

# TRÍCH XUẤT ĐƯỜNG BỜ BIỂN TỪ ẢNH SENTINEL-1A KHU VỰC THÀNH PHỐ PHAN THIẾT

Huỳnh Yên Nhi<sup>1</sup>, Lê Thị Kim Thoa<sup>2</sup>

**Tóm tắt:** Trong những năm gần đây, quá trình xói lở, bồi tụ tại khu vực ven biển ngày càng diễn biến phức tạp và có chiều hướng ngày càng gia tăng về tốc độ và phạm vi. Phương pháp viễn thám được xem là một công nghệ thu thập, xử lý dữ liệu hữu ích giúp cho các nhà khoa học có thể theo dõi hình thái diễn biến đường bờ một cách nhanh chóng và liên tục qua thời gian. Trong nghiên cứu này, dữ liệu ảnh radar Sentinel-1A được sử dụng nhằm trích xuất thông tin đường bờ tại khu vực thành phố Phan Thiết. Ranh giới giữa đất và nước được xác định thông qua quy trình gồm hai bước: phân cụm mờ và thiết lập ngưỡng. Kết quả rút trích đường bờ tại khu vực nghiên cứu được chuyển sang dạng véc tơ và sau đó so sánh với đường bờ được số hóa thủ công. 350 vị trí được chọn cách đều nhau 100 m để tạo mặt cắt ngang giữa 2 kết quả đường bờ nhằm tính toán sự sai khác. Kết quả cho thấy, có 298 vị trí (85%) có khoảng cách 2 đường bờ từ 0 đến 10 m (1 pixel) và 52 vị trí (15%) là trên 10 m. Kết quả trên cho thấy khả năng ứng dụng phương pháp phân cụm mờ và thiết lập ngưỡng nhằm rút trích đường bờ tự động trên ảnh vệ tinh Sentinel-1A phục vụ đánh giá nhanh tình hình xói lở, bồi tụ khu vực ven biển hữu hiệu.

**Từ khóa:** Xói lở/Bồi tụ, Trích xuất đường bờ, Ảnh Sentinel-1A, Phân cụm mờ và thiết lập ngưỡng.

Ban Biên tập nhận bài: 12/10/2018; Ngày phản biện xong: 26/12/2018; Ngày đăng bài: 25/01/2019

## 1. Đặt vấn đề

Thành phố (TP) Phan Thiết có tiềm năng trong phát triển kinh tế biển với các lĩnh vực như du lịch, cảng biển và nuôi trồng thủy hải sản... Tuy nhiên, nơi đây đang diễn ra tình trạng xói lở và bồi tụ nghiêm trọng do chịu ảnh hưởng của triều cường và sóng lớn. Một số nghiên cứu cũng đã chỉ ra rằng việc xây dựng đê chắn sóng ảnh hưởng đến quy luật xói lở và bồi tụ ở khu vực này [1,2,3]. Vì vậy, theo dõi biến động đường bờ là việc làm cần thiết phục vụ cho công tác quản lý và qui hoạch kinh tế xã hội. Đường bờ biển là một trong những đối tượng nghiên cứu năng động nhất của vùng ven biển. Theo Dolan nó được định nghĩa một cách đơn giản theo tính chất vật lý là nơi giao nhau giữa đất và nước [4]. Dưới tác động của các yếu tố hải dương (thủy triều, sóng, gió), cấu trúc địa mạo và các hoạt động kinh tế xã hội của con người, đường bờ thay đổi liên tục theo thời gian [5].

Đường bờ có thể xác định bằng nhiều phương  
<sup>1,2</sup>Trường ĐH Tài nguyên Môi trường TP. HCM  
Email: [nhihy@hcmunre.edu.vn](mailto:nhihy@hcmunre.edu.vn)

pháp khác nhau [6,7,8], trong đó phương pháp viễn thám đã được sử dụng phổ biến hiện nay, bởi tính ưu việt của dữ liệu liên tục và phạm vi rộng. Năng lượng sóng radar có khả năng xuyên qua mây, mưa và thu nhận tín hiệu vào ban đêm, phù hợp cho việc giám sát đường bờ, đặc biệt là ở khu vực thường chịu ảnh hưởng bởi mây, mưa. Ảnh radar thu nhận độ tương phản dựa trên tính chất điện môi và độ nhám bề mặt của đối tượng, từ đó có thể xác định được ranh giới giữa đất và nước [9,10]. Trong những năm gần đây, có nhiều công trình tập trung nghiên cứu các phương pháp trích xuất đường bờ từ dữ liệu radar, với nhiều thuật toán được sử dụng như: phát hiện cạnh (*Edge Detection*) [11,12,13]; thiết lập ngưỡng (*Setting Thresholds*) [14,15,16]; mô hình đường viền động (*Active Contour Model*) [17]... hoặc các phương pháp kết hợp [18,19,20]. Trong đó, hướng tiếp cận logic mờ của Demir và các cộng sự [21,22] đã cho kết quả trích xuất đường bờ với độ chính xác cao. Từ sự thành công này, chúng tôi hy vọng rằng phương pháp phân cụm

mờ có thể cho kết quả khả quan tại khu vực biển TP. Phan Thiết, Việt Nam.

**2. Khu vực nghiên cứu và dữ liệu**

*a) Khu vực nghiên cứu*

Khu vực nghiên cứu là vùng ven biển biển của TP Phan Thiết, tỉnh Bình Thuận, với chiều dài khoảng 35 km (Hình 1). Khu vực này nằm trong vùng nhiệt đới gió mùa với hai hướng gió chính là: Gió mùa Đông Bắc (từ tháng 11 đến tháng 4) và gió mùa Tây Nam (từ tháng 5 đến tháng 10). Mực nước thủy triều trung bình từ 2 - 3m [23].



Hình 1. Sơ đồ khu vực nghiên cứu

*b) Dữ liệu*

Ảnh vệ tinh ra đa Sentinel-1A được sử dụng để trích xuất thông tin đường bờ tại khu vực nghiên cứu. Ảnh Sentinel-1A được tải miễn phí từ Cơ quan hàng không vũ trụ châu Âu (ESA). Thông tin của dữ liệu được mô tả tại Bảng 1.

Bảng 1. Đặc trưng của ảnh vệ tinh Sentinel-

Ngày thu thập	15/11/2017
Thiết bị:	SAR-C
Chế độ chụp	IW Swath mode
Phân cực	VH, VV
Độ phân giải không gian	10m
Mức xử lý	1

Ngoài ra, dữ liệu ảnh vệ tinh độ phân giải cao Google Earth được trích xuất đường bờ bằng phương pháp số hóa thủ công nhằm đánh giá lại kết quả trích xuất đường bờ từ ảnh Sentinel-1A. Dựa vào bảng độ cao mực nước từng giờ tại trạm Vũng Tàu, cho thấy mực nước triều tại khu vực

nghiên cứu không biến động nhiều, biên độ giao động giữa nước ròng và nước lớn từ 1-2 m. Đồng thời, tại khu vực ven biển TP. Phan Thiết chiều rộng bãi triều tương đối hẹp (trung bình 15 - 20 m khi triều thấp) [2], một số nơi có độ dốc lớn và có kè bảo vệ. Vì vậy, ảnh vệ tinh Google Earth (10/10/2017) phù hợp để đánh giá độ chính xác kết quả trích xuất đường bờ từ ảnh Sentinel-1A có độ phân giải không gian 10m.

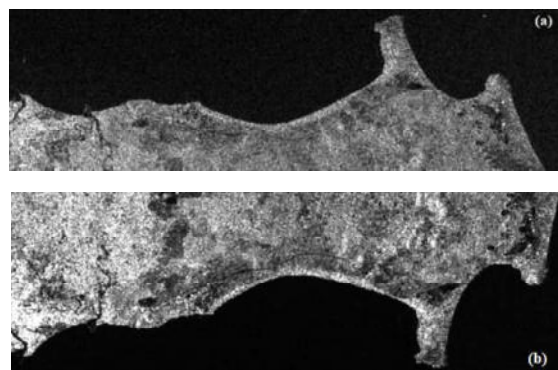
**3. Phương pháp nghiên cứu**

Trong bài viết này, chúng tôi sử dụng phương pháp phân cụm mờ để trích xuất thông tin đường bờ khu vực TP. Phan Thiết. Đặc điểm của phương pháp này là dựa trên cường độ và tính chất cấu trúc của đối tượng được thu nhận từ kỹ thuật InSAR (Radar khẩu độ tổng hợp giao thoa). Sau đó, kết quả trích xuất đường bờ tự động từ phương pháp phân cụm được so sánh với đường bờ được số hóa bằng phương pháp thủ công.

Quy trình xử lý dữ liệu Sentinel-1A IW GRDH bao gồm các nội dung sau:

*a) Tiền xử lý ảnh Sentinel-1A*

Ảnh vệ tinh Sentinel-1A được chuyển đổi giá trị số sang giá trị tán xạ ngược của ảnh radar [24]. Bộ lọc Lee [25] một trong những phương pháp lọc không gian được áp dụng trong nghiên cứu này nhằm giảm hiện tượng muối tiêu và những tín hiệu không đồng nhất tại bề mặt của nước biển. Tiếp theo, mô hình số độ cao toàn cầu SRTM được sử dụng nhằm mục đích hiệu chỉnh các biến dạng hình học. Hệ tọa độ World Geodetic System 84 (WGS 84) và phép chiếu UTM zone 49 North được thiết lập cho dữ liệu ảnh vệ tinh Sentinel-1A (Hình 2).



Hình 2. Ảnh vệ tinh Sentinel-1A trước (a) và sau (b) khi tiền xử lý

*b) Xác định ranh giới giữa đất và nước*

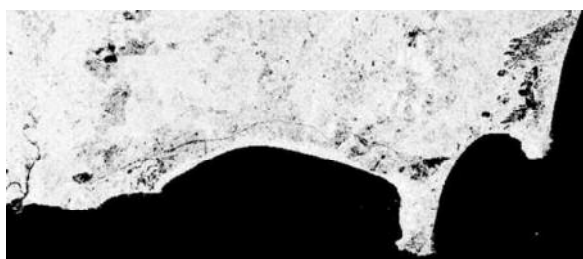
Ranh giới giữa đất và nước được xác định thông qua quy trình gồm hai bước: phân cụm mờ và thiết lập ngưỡng. Đầu tiên, các hàm phân cụm mờ được sử dụng để đưa các giá trị pixel về ngưỡng từ 0 đến 1. Do giá trị trung bình và độ lệch chuẩn giữa các pixel đất và nước là rất lớn, hàm phân cụm mờ được thiết lập theo công thức (1) nhằm làm tối ưu hóa độ phân tán dữ liệu:

$$\mu(x) = 1 - \frac{bs}{x - am + bs} \text{ if } x > am \text{ otherwise } \mu(x) = 0 \quad (1)$$

Trong đó: m = giá trị trung bình; s = độ lệch chuẩn; b và a là các thông số thực nghiệm.

Giá trị trung bình và độ lệch chuẩn trên ảnh Sentinel 1A tại khu vực nghiên cứu với kết quả lần lượt là: m = 0,31 và s = 0,44.

Để khởi tạo hàm phân cụm mờ, một loạt các giá trị thực nghiệm được sử dụng để lựa chọn thông số a và b phù hợp với khu vực nghiên cứu. Kết quả thực nghiệm cho thấy a = 0,43 và b = 0,04 là phù hợp để phân biệt tốt đối tượng đất và nước tại khu vực nghiên cứu. Kết quả áp dụng hàm phân cụm mờ cho thấy vùng có giá trị pixel càng gần đến 1 thì có màu càng sáng, vùng có giá trị pixel càng gần đến 0 thì có màu càng tối (Hình 3).



Hình 3. Kết quả áp dụng hàm phân cụm mờ.

Sau khi áp dụng hàm phân cụm mờ thì ranh giới giữa đất và nước trên ảnh được phân biệt rõ ràng. Phương pháp được sử dụng tiếp theo trong quy trình trích xuất đường bờ là việc áp dụng ngưỡng thích hợp để phân đoạn ảnh. Dựa trên biểu đồ hiển thị dạng phân phối tần suất các giá trị pixel của kết quả phân cụm mờ, giá trị ngưỡng tối ưu 0,502 được sử dụng để tạo ảnh nhị phân gồm 2 đối tượng đất và nước. Các giá trị pixel trên ngưỡng 0,502 sẽ được phân vào lớp

đất, ngược lại là lớp nước. Phương pháp này tạo ra sản phẩm là một ảnh nhị phân có chứa các giá trị pixel là 1 (lớp đất) hoặc 0 (lớp nước).

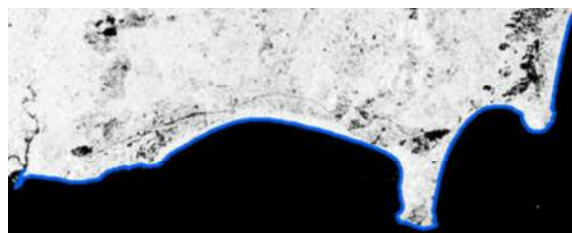
Ranh giới giữa đất và nước trên ảnh nhị phân được xác định để trích xuất đường bờ (Hình 4).



Hình 4. Kết quả áp dụng ngưỡng để phân tách giữa đất (màu đỏ) và nước (màu đen)

*c) Trích xuất dữ liệu đường bờ biển*

Từ kết quả xác định ranh giới giữa đất và nước, dữ liệu được chuyển sang dạng véc tơ. Kỹ thuật khái quát hóa đối tượng trong GIS được sử dụng để loại bỏ hiệu ứng zic zắc của đường bờ (Hình 5).



Hình 5. Kết quả đường bờ biển được trích xuất từ ảnh vệ tinh Sentinel-1A

*d) Đánh giá độ chính xác của đường bờ biển được trích xuất*

Kết quả đường bờ trích xuất từ phương pháp phân cụm mờ - thiết lập ngưỡng được đánh giá độ chính xác với đường bờ được số hóa thủ công, bằng cách tính toán khoảng cách vuông góc giữa 2 đường.

Nhằm trích xuất thông tin đối tượng đường bờ biển từ phương pháp số hóa thủ công (*Digitizing*), dữ liệu ảnh vệ tinh độ phân giải cao Google Earth với độ phân giải không gian 1m được hiển thị trên phần mềm GIS thông qua công cụ HCMGIS. Ảnh Google Earth được số hóa thủ công dựa trên việc nhận biết sự khác biệt về tính chất phản xạ của đối tượng đất và nước. Kết quả đường bờ biển được trích xuất từ

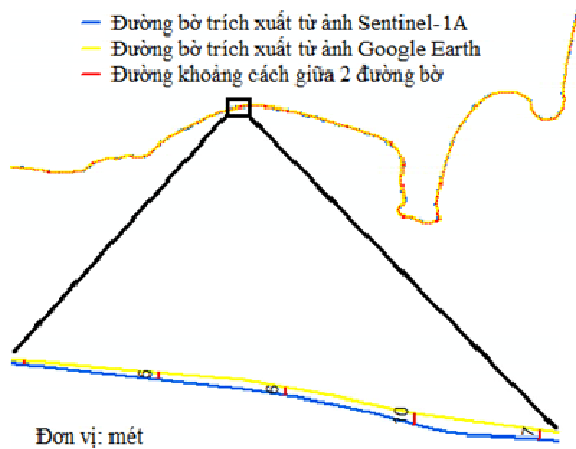


phương pháp số hóa được thể hiện như trong Hình 6.



Hình 6. Kết quả đường bờ biển được trích xuất từ ảnh Google Earth bằng phương pháp số hóa

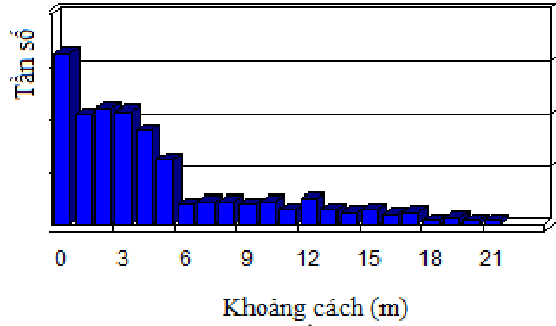
Công cụ DSAS (*Digital Shoreline Analysis System*) được sử dụng để tính toán sự khác biệt giữa tỷ lệ đường bờ trích xuất từ phương pháp phân cụm mờ - thiết lập ngưỡng và đường bờ được số hóa thủ công. 350 đoạn thẳng cách đều nhau 100 m dùng để tính khoảng cách giữa 2 đường bờ (Hình 7).



Hình 7. Vị trí các đường khoảng cách giữa 2 đường bờ được xác định bằng công cụ DSAS

#### 4. Kết quả và thảo luận

Thống kê cho 350 vị trí tính khoảng cách giữa 2 kết quả đường bờ được thể hiện như trong Hình 8.



Hình 8. Sự khác nhau về khoảng cách giữa 2 đường bờ

Trong đó, 298 (85%) vị trí có độ sai khác giữa 2 đường bờ từ 0 - 10 m (tương đương với sai số 1 pixel trên ảnh Sentinel-1A), 52 (15%) vị trí có độ sai khác giữa 2 đường bờ từ 11 - 22 m. Khoảng cách sai khác trung bình và cao nhất giữa 2 kết quả trích xuất đường bờ lần lượt là 4,7 m và 22 m. Từ đó cho thấy kết quả trích xuất đường bờ bằng phương pháp phân cụm mờ và thiết lập ngưỡng từ ảnh vệ tinh Sentinel-1A đạt độ chính xác cao, có khả năng phân biệt rõ ranh giới giữa đối tượng đất và nước.

#### 5. Kết luận

Kết quả trích xuất đường bờ bằng phương pháp phân cụm mờ áp dụng cho ảnh vệ tinh Sentinel-1A tại khu vực ven biển TP. Phan Thiết cho kết quả tương đồng với phương pháp giải đoán bằng mắt thường. Phương pháp này có ưu điểm nổi bật là đường bờ được trích xuất một cách tự động. Thách thức của phương pháp này là việc chọn các thông số thực nghiệm và xác lập ngưỡng tối ưu để trích xuất thông tin đường bờ. Chúng tôi tin rằng, với nguồn ảnh ra đa Sentinel-1A miễn phí và các phương pháp rút trích đường bờ cải tiến sẽ giúp cho các nhà khoa học có thể đánh giá nhanh sự biến động đường bờ một cách liên tục trong phạm vi lớn. Từ đó, đưa ra được các phương án hợp lý với tình trạng xói lở và bồi tụ ở khu vực ven biển.

#### Tài liệu tham khảo

1. Nguyễn Đình Vương (2017). *Đánh giá quá trình xâm thực bờ biển tỉnh Bình Thuận - Phân tích nguyên nhân và đề xuất giải pháp phòng chống*, Tạp chí Khoa học kỹ thuật Thủy lợi và Môi trường, no. 12, p. 84.
2. Phạm Bá Trung (2011). *Hiện trạng Xói lở - Bồi tụ bờ biển tỉnh Bình Thuận*, Vietnam journal of earth sciences, vol. 33, no. 3, pp. 322 - 328.

3. Huỳnh Trung Tín, Yoshiaki Nishikawa, Nguyễn Thành Luân, and Bùi Trọng Vinh, *Cơ chế xói lở bãi biển Đồi Dương, Tp. Phan Thiết và đề xuất giải pháp phòng chống*.
4. Robert, D., Hayden, B.P., May, P. and May, S. (1980). *The reliability of shoreline change measurements from aerial photographs*, Shore and beach, vol. 48, no. 4, pp. 22 - 29.
5. Elizabeth, H.B. and Turner, I.L. (2005). *Shoreline definition and detection: a review*, Journal of coastal research, pp. 688 - 703.
6. Stephen, P. (1983). *Shoreline mapping: a comparison of techniques*, Shore and Beach, vol. 51, no. 3, pp. 28 - 33.
7. Ron, L., Di.K. and Ma, R. (2001). *A comparative study of shoreline mapping techniques*, GIS for coastal zone management, pp. 53 - 60.
8. Robert, D., Fenster, M.S., and Stuart Holme, J. (1991). *Temporal analysis of shoreline recession and accretion*, Journal of coastal research, pp. 723 - 744.
9. Offer, R., Siegal, Z., Blumberg, D.G., and Adamowski, J. (2016) *Investigating the backscatter contrast anomaly in synthetic aperture radar (SAR) imagery of the dunes along the Israel–Egypt border*, International journal of applied earth observation and geoinformation, vol. 46, pp. 13 - 21.
10. Harold, C.M., Lewis, J.A., and Wing, R. (1971). *Mapping and Landform Analysis of Coastal Regions with Radar*, Geological Society of America Bulletin, vol. 82, no. 2, pp. 345 - 358.
11. H, L., and Jezek, K. (2004). *Automated extraction of coastline from satellite imagery by integrating Canny edge detection and locally adaptive thresholding methods*, International Journal of remote sensing, vol. 25, no. 5, pp. 937 - 958.
12. Andrea, B., Nunziata, F., Mascolo, L., and Migliaccio, M. (2014). *A multipolarization analysis of coastline extraction using X-band COSMO-SkyMed SAR data*, IEEE Journal of Selected Topics in Applied Earth Observations and Remote Sensing, vol. 7, no. 7, pp. 2811 - 2820.
13. Sheng, G., Yang, W., Deng, X., He, C., Cao, Y., and Sun, H. (2012) *Coastline detection in synthetic aperture radar (SAR) images by integrating watershed transformation and controllable gradient vector flow (GVF) snake model*, IEEE Journal of Oceanic Engineering, vol. 37, no. 3, pp. 375 - 383.
14. Ireena, A.E. (1998). *An automatic coastline detector for use with SAR images*, Sandia National Laboratories (SNL - NM), Albuquerque, NM.
15. Łukasz, M., Mazurek, P., and Chybicki, A. (2016). *Coastline change - detection method using remote sensing satellite observation data*, Hydroacoustics, vol. 19.
16. Filsa, B., and Hayati, N. (2016). *Coastline changes detection using Sentinel-1 satellite imagery in Surabaya, East Java, Indonesia*, Geoid, vol. 11, no. 2, pp. 190 - 198.
17. Hongwei, Zhang., Zhang, B., Guo, H., Lu, J., and He, H. (2013). *An automatic coastline extraction method based on active contour model*, in Geoinformatics (GEOINFORMATICS), 2013 21st International Conference on, pp. 1 - 5: IEEE.
18. Rafael, LP., Nunziata, F., and Migliaccio, M. (2015). *Coastline extraction and coastal area classification via SAR hybrid-polarimetry architecture*, in Geoscience and Remote Sensing Symposium (IGARSS), 2015 IEEE International, pp. 3798 - 3801: IEEE.
19. Mohammad, M., and Akbarizadeh, G. (2017). *Coastline extraction from SAR images using spatial fuzzy clustering and the active contour method*, International journal of remote sensing, vol. 38, no. 2, pp. 355 - 370.
20. Zhongling, L., Li, F., Li, N., Wang, R., and Zhang, H. (2016). *A novel region-merging approach for coastline extraction from Sentinel-1A IW mode SAR imagery*, IEEE Geoscience and remote sensing letters, vol. 13, no. 3, pp. 324 - 328.

21. N, Demir., Kaynarcaa, M., and Oya, S. (2016). *Extraction of coastlines with fuzzy approach using SENTINEL-1 SAR image*, ISPRS - International Archives of the Photogrammetry, Remote Sensing and Spatial Information Sciences, vol. 1, pp. 747 - 751.
22. N, D., Oy, S., Erdem, F., Şeker, DZ., and Bayram, B. (2017). *Integrated shoreline extraction approach with use of Rasat MS and Sentinel-1a SAR images*, ISPRS Annals of Photogrammetry, Remote Sensing & Spatial Information Sciences, vol. 4.
23. Hồng Long Bù (2004). *Một số kết quả khảo sát, nghiên cứu hiện tượng xói lở, bồi tụ khu vực ven biển Bình Thuận* Some studied results on erosion and deposition in the coastal area of Binh Thuan province.
24. N, M., Meadows, PJ., TYPE, D., and NOTE, T. (2015). *Radiometric Calibration of S-1 Level-1 Products Generated by the S-1 IPF*, Viewed at <https://sentinel.esa.int/documents/247904/685163/S1-Radiometric-Calibration-V1.0.pdf>.
25. Jong, SL. (1986). *Speckle suppression and analysis for synthetic aperture radar images*, Optical engineering, vol. 25, no. 5, p. 255636.

## THE EXTRACTION OF SHORELINE USING THE SENTINEL-1A SATELLITE IMAGERY IN PHAN THIET CITY

Huynh Yen Nhi<sup>1</sup>, Le Thi Kim Thoa<sup>2</sup>

<sup>1,2</sup> University of Natural Resources and Environment

**Abstract:** *In recent years, erosions (or accretion processes) have been occurring in coastal areas. Remote sensing is used to measure the shoreline morphology for a long time. In this study, Sentinel-1A satellite imagery is used to extract the shoreline in Phan Thiet City. The boundary between land and water is determined by a two-step process: fuzzy clustering and interactive thresholding. The results of shoreline extraction are extracted into vector form. This shoreline is compared to manually digitized shoreline. There are 350 locations considered to determine the distance between two shorelines, of which 298 locations (85%) are 0 to 10 m (equivalent to 1 pixel of Sentinel-1A) and 52 (85%) locations are over 10 m. The study results show that the ability to apply fuzzy clustering and set thresholds to extract the shoreline automatically on Sentinel-1A images is effective for rapid assessment of coastal erosion and accretion in coastal area.*

**Keywords:** *Erosion/Accretion, Shoreline extraction, Sentinel-1A, Fuzzy clustering and Interactive thresholding.*

# XÂY DỰNG MÔ HÌNH THỐNG KÊ HIỆU CHỈNH KẾT QUẢ DỰ BÁO MƯA CHO KHU VỰC BẮC BỘ SỬ DỤNG XOÁY THỂ

Hoàng Phúc Lâm<sup>1</sup>, Nguyễn Đức Nam<sup>2</sup>, Đỗ Thị Thanh Thủy<sup>1</sup>, Hoàng Đức Cường<sup>1</sup>

**Tóm tắt:** Trong bài báo này, nhóm nghiên cứu xây dựng mô hình hồi quy từng bước dự báo lượng mưa cho khu vực Bắc Bộ sử dụng yếu tố dự báo là tổng lượng mưa quan trắc 24 giờ trung bình khu vực và nhân tố dự báo là số liệu trung bình ngày các yếu tố xoáy thể, tốc độ thẳng đứng, độ phân kỳ trên các mực đẳng nhiệt độ thế và mực đẳng áp. Kết quả đánh giá độc lập cho thấy lượng mưa dự báo có tương quan tốt (0,6 - 0,8), sai số RMSE còn khá nhỏ (4-6mm/ngày) nhưng thường vẫn cho lượng mưa thấp hơn so với thực tế trong các ngày mưa lớn.

**Từ khóa:** Mưa lớn, xoáy thể, định lượng mưa, MOS, hiệu chỉnh.

Ban Biên tập nhận bài: 15/10/2018 Ngày phản biện xong: 22/11/2018 Ngày đăng bài: 25/01/2019

## 1. Mở đầu

Ngày nay các hệ thống dự báo thời tiết số là một thành phần quan trọng trong trợ giúp các dự báo viên đưa ra bản tin dự báo thời tiết. Một hệ thống dự báo số gồm ba thành phần: hệ thống phân tích, mô hình dự báo (tất định hoặc tổ hợp) và hệ thống diễn giải dự báo. Trạng thái khí quyển hiện tại sau khi được tạo ra nhờ hệ thống phân tích sẽ được sử dụng làm điều kiện ban đầu cho mô hình dự báo. Với sự phát triển của tốc độ tính toán cũng như mức độ chính xác trong mô phỏng vật lý, các mô hình hiện tại có thể cung cấp dự báo với chất lượng tốt cho các trường khí quyển trên cao. Tuy nhiên, với các trường khí tượng bề mặt, tác động trực tiếp đến đời sống hàng ngày kết quả dự báo từ mô hình thường có sai số lớn. Một ví dụ điển hình là dự báo lượng mưa hay nhiệt độ tại độ cao hai mét. Những sai số này có thể được hiệu chỉnh bằng các phương pháp thống kê thông qua thành phần thứ ba của hệ thống dự báo số đó là hệ thống diễn giải dự báo [4, 5, 10].

Trong khi đó, xoáy thể trên mặt đẳng nhiệt độ thế vị có tính bảo toàn trong môi trường đoạn

<sup>1</sup>Trung tâm Dự báo khí tượng thủy văn quốc gia, Tổng cục KTTV

<sup>2</sup>Viện Vật lý Địa cầu, Viện Hàn lâm Khoa học và Công nghệ Việt Nam

Email: lamhpvn@gmail.com

nhật, không ma sát. Năm 2012, Russell và cs [9] phân tích đối lưu sâu trên khu vực vĩ độ trung bình (48-49 độ vĩ Bắc) của Anh và Pháp trong khuôn khổ nghiên cứu về mưa do địa hình tháng 7/2007 sử dụng dị thường xoáy thể trên khí quyển tầng cao. Trong nghiên cứu này, Russell đã phát triển được một mô hình kinh nghiệm về vai trò của dị thường xoáy thể quy mô lớn trên khí quyển tầng cao đối với đối lưu sâu: dòng gió có cường độ lớn ở bên dưới trung tâm của một dị thường PV lớn, với cường độ nhỏ hơn nhưng phổ biến với lượng mưa lớn hơn ở phía Đông của dị thường PV, ở giữa hai khu vực này là một khu vực không mưa. Cũng liên quan đến dị thường xoáy thể tầng cao và đối lưu khí quyển, Nielsen-Gammon [6] năm 2008 đã tiến hành một thí nghiệm số trong điều kiện lý tưởng với việc thiết lập một dị thường xoáy thể ở tầng cao và tính toán ảnh hưởng của nó đến các trường khí tượng xung quanh (đường dòng, độ cao địa thế vị, nhiệt độ, các chỉ số bất ổn định...). Nghiên cứu này chỉ ra rằng sự thay đổi của các trường khí tượng tỉ lệ thuận với cường độ xoáy thể. Ở vùng nhiệt đới, Berry và cs [3], Lam Hoang và cs [8] đã sử dụng xoáy thể trên các mặt đẳng nhiệt độ thế vị để phân tích và theo dấu các nhiễu động xoáy thuận trên khu vực Châu Úc và chỉ ra rằng các xoáy thuận nhiệt đới trong khu vực gió mùa ở vùng Bắc Úc có cấu trúc tương tự các nhiễu động trong gió

mùa Ấn Độ, cả hai đều có cấu trúc xoáy thế cực đại mạnh, phát triển gần như thẳng đứng từ bề mặt lên đến đỉnh tầng đối lưu và có quy mô ngang khoảng 1500 km, thời gian tồn tại khoảng 2 - 5 ngày và có liên quan đến mưa lớn ở khu vực Bắc Úc. Khi xoáy thế di chuyển trong vùng nhiệt đới ở khu vực Bắc Úc, chúng thường khiến mưa tăng; thậm chí ở một số khu vực ở Tây Bắc Úc, mưa liên quan đến xoáy thế chiếm tới 50% lượng mưa năm. Khi tổ hợp các xoáy thế xuất hiện tại khu vực Darwin, các tác giả đã chỉ ra rằng mưa tăng đáng kể ở rìa phía trước, theo hướng chuyển động của xoáy thế này. Mỗi quan hệ giữa xoáy thế và dông cũng được Herteinstein nghiên cứu năm 1991 khi nhóm nghiên cứu của ông khảo sát vai trò của dị thường xoáy thế trong việc kích hoạt đường tổ (squall lines - hay còn gọi là dải mây dông) trên số liệu quan trắc và mô phỏng của mô hình. Các tác giả đã chỉ ra rằng, dị thường xoáy thuận tầng đối lưu giữa thường được hình thành cùng với đường tổ là do phân bố nguồn nhiệt (làm lạnh bốc hơi tầng thấp, đốt nóng ngưng kết tầng cao) tạo ra trong khu vực mây tầng. Ở khu vực Châu Á, năm 1996 Jun Du [7] và cs đã nghiên cứu về các hệ thống đối lưu quy mô vừa dọc front Baiu và chỉ ra rằng, nguyên nhân tạo ra những ô mây đối lưu này là sự bất ổn định của xoáy thế cực đại tầng thấp dọc front. Tác giả cũng chỉ ra rằng sự di chuyển của các hệ thống đối lưu quy mô vừa từ tây sang đông có dạng sóng với bước sóng 1700 - 2100km và ít phụ thuộc vào kích thước của dị thường xoáy thế. Nghiên cứu này sẽ căn cứ vào mối quan hệ định lượng giữa giá trị xoáy thế trên các mặt đẳng nhiệt độ thế và lượng mưa. Từ mối quan hệ này sẽ được sử dụng làm một yếu tố để xây dựng công cụ hiệu chỉnh dự báo mưa của mô hình số trị cho khu vực Bắc Bộ

## 2. Số liệu

Số liệu quan trắc: Số liệu quan trắc mưa của các trạm đo được tổng hợp theo các khu vực Tây Bắc Bộ (29 trạm), Việt Bắc - Đông Bắc (52 trạm), Đồng Bằng Bắc Bộ (16 trạm) (các khu vực B1, B2 và B3 theo phân vùng khí hậu Việt Nam [1]).

Số liệu tái phân tích ECMWF của Trung tâm dự báo hạn vừa Châu Âu (ECMWF) được tạo ra bằng cách kết hợp các số liệu mô hình với số liệu quan trắc. Nó chứa ước tính của các nhân tố khí quyển như nhiệt độ, áp suất và gió ở độ cao khác nhau, cùng với đó là các thông số bề mặt như lượng mưa, độ ẩm đất và nhiệt độ mặt biển. Từ đó tạo ra bộ dữ liệu toàn cầu mô tả trạng thái khí quyển trong quá khứ. Bộ dữ liệu này được sử dụng để theo dõi biến đổi khí hậu, nghiên cứu và giáo dục. Các sản phẩm của số liệu tái phân tích ECMWF bao gồm: ERA - 15 (số liệu tái phân tích khoảng 15 năm từ 12/1978 đến tháng 2/1994), ERA - 40 (số liệu tái phân tích khoảng 45 năm từ năm 1957 đến năm 2002) và ERA - Interim (bao gồm số liệu tái phân tích từ năm 1979 đến nay).

Trong nghiên cứu này sử dụng số liệu tái phân tích ERA - Interim bao gồm: Số liệu tái phân tích của tốc độ thẳng đứng trên các mực đẳng áp 925, 850, 700, 500 mb; số liệu xoáy thế và phân kỳ ngang trên các mực đẳng nhiệt độ thế 315, 330, 350K. Các số liệu này có độ phân giải là 0,25 x 0,25 độ kinh vĩ.

Số liệu quan trắc sẽ được tổng hợp dựa trên 3 khu vực đã chia ở trên để tính trung bình cho từng khu vực; bằng cách tính trung bình số học lượng mưa tích lũy 24 giờ của các trạm thuộc từng khu vực.

Đối với số liệu dạng lưới dữ liệu như số liệu tái phân tích ERA - Interim, GPCP thì tính trung bình cho khu vực bằng cách lấy trung bình giá trị của tất cả các điểm dữ liệu của từng khu vực.

Số liệu ERA - Interim, với bốn giá trị mỗi ngày, tại các thời điểm quan trắc chính: 01, 07, 13 và 19 giờ, sẽ được xử lý tính toán để đưa ra các giá trị đặc trưng cho một ngày như sau:

- Với số liệu PV:

Giá trị trung bình ngày được tính là trung bình bốn giá trị trong một ngày của PV tại ba mực 315 K, 330 K, 350 K,

Từ số liệu trung bình ngày của ba mực, tính giá trị trung bình PV của 3 mực trong một ngày.

Xác định giá trị lớn nhất trong ngày trên mỗi mực đẳng nhiệt độ thế vị của PV rồi tìm giá trị

trung bình và giá trị lớn nhất của các cực đại PV tại ba mực.

- Với số liệu độ phân kỳ ngang và tốc độ thẳng đứng, ta tính trung bình ngày tại mỗi mực đối với độ phân kỳ ngang trên các mực đẳng nhiệt độ thể

315K, 330K, 350K, đối với tốc độ thẳng đứng các mực đẳng áp suất 925, 850, 700, 500 mb.

Dưới đây là bảng liệt kê ký hiệu và tên của các số liệu đã được xử lý:

Bảng 1. Ký hiệu và tên của số liệu đã xử lý

STT	Ký hiệu	Tên mô tả	Đơn vị
1.	r_obs	Mưa quan trắc	mm
2.	w_925	Tốc độ thẳng đứng trên mực 925 mb	Pa/s
3.	w_850	Tốc độ thẳng đứng trên mực 850 mb	Pa/s
4.	w_700	Tốc độ thẳng đứng trên mực 700 mb	Pa/s
5.	w_500	Tốc độ thẳng đứng trên mực 500 mb	Pa/s
6.	div_315	Phân kỳ trên mực 315K	1/s
7.	div_330	Phân kỳ trên mực 330K	1/s
8.	div_350	Phân kỳ trên mực 350K	1/s
9.	pv_315_tbd	Xoáy thế trên mực 315K trung bình ngày	PVU
10.	pv_330_tbd	Xoáy thế trên mực 330K trung bình ngày	PVU
11.	pv_350_tbd	Xoáy thế trên mực 350K trung bình ngày	PVU
12.	pv_tbd3lv	Xoáy thế trung bình 3 mực trung bình ngày	PVU
13.	pv_315_max	Xoáy thế cực đại trên mực 315K trong ngày	PVU
14.	pv_330_max	Xoáy thế cực đại trên mực 330K trong ngày	PVU
15.	pv_350_max	Xoáy thế cực đại trên mực 350K trong ngày	PVU
16.	pv_tbdmax3lv	Xoáy thế trung bình cực đại trên 3 mực	PVU

Các số liệu nêu trong bảng trên đều ở dạng mảng 2 chiều [3 x 4383], chiều thứ nhất là chiều không gian gồm 3 khu vực Tây Bắc, Việt Bắc-Đông Bắc và Đồng Bằng Bắc Bộ; chiều thứ hai là thời gian theo từng ngày từ năm 1997-2008. Các số liệu trên đều được đưa về định dạng NetCDF để thuận tiện trong xử lý tính toán.

### 3. Phương pháp

#### 3.1 Phương pháp hồi quy

Trong nghiên cứu sẽ xây dựng công cụ hiệu chỉnh bằng cách sử dụng phương pháp thống kê, cụ thể là sử dụng phương pháp hồi quy từng bước để chọn ra các yếu tố tốt nhất đưa vào phương trình hồi quy đa biến và xây dựng phương trình hiệu chỉnh dự báo. Phương pháp hồi quy tuyến tính đa biến sẽ xây dựng phương trình phụ thuộc của lượng mưa lên các giá trị của xoáy thế, giá trị tốc độ thẳng đứng và giá trị phân kỳ theo phương ngang.

Phương trình hồi quy tổng quát của Y lên X<sub>2</sub> ..., X<sub>m</sub> có dạng:

$$Y = \beta_1 + \beta_2 X_2 + \dots + \beta_m X_m \quad (1)$$

Trong đó  $\beta_i$  ( $i=1..m$ ) là các hệ số hồi quy mà chúng được xác định bằng phương pháp bình phương tối thiểu.

Ngoài ra, nghiên cứu còn xây dựng phương trình hồi quy tuyến tính một biến của giá trị lượng mưa lên từng giá trị xoáy thế cũng như giá trị tốc độ thẳng đứng.

Phương pháp hồi quy từng bước được sử dụng trong nghiên cứu được trình bày trong cuốn Phương pháp thống kê trong khí hậu của Phan Văn Tân [2].

Sau khi xây dựng xong các phương trình hồi quy trên, tính lượng mưa dựa trên các số liệu các giá trị xoáy thế, tốc độ thẳng đứng và độ phân kỳ. Sau đó đánh giá so sánh nó với số liệu mưa thực tế. Phương pháp đánh giá sai số được trình bày ở phần tiếp theo.

#### 3.2 Đánh giá sai số

- Sai số trung bình (*Mean Error - ME*): (2)

$$ME = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n (O_i - F_i)$$

- Sai số tuyệt đối trung bình (*Mean Absolute Error - MAE*):

$$MAE = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n |O_i - F_i| \quad (3)$$

- Sai số bình phương trung bình (*Root Mean Squared Error - RMSE*):

$$RMSE = \sqrt{\frac{1}{n} \sum_{i=1}^n (O_i - F_i)^2} \quad (4)$$

Trong đó  $O_i$  là giá trị quan trắc;  $F_i$  là giá trị dự báo;  $n$  là dung lượng mẫu.

#### 4. Kết quả và thảo luận

Về tương quan của mưa với các yếu tố khác, trong các yếu tố được liệt kê ở trên thì lượng mưa tương quan tốt nhất với tốc độ thẳng đứng ở mực 925 mb và 850 mb, trong đó tốc độ thẳng đứng trên mực 925mb có tương quan tốt hơn ở khu vực B1 và B2, nhưng riêng ở khu vực B3 thì mưa lại có tương quan tốt với tốc độ thẳng đứng mực 850mb hơn là ở mực 925mb. Ngoài ra ta cũng có thể thấy tương quan của tốc độ thẳng đứng mực 700mb với lượng mưa ở vùng B3 luôn lớn hơn so với tương ứng ở hai vùng B1 và B2. Với sự tương quan của lượng mưa và độ phân kỳ thì tương quan kém hơn giá trị tuyệt đối nhỏ hơn 0,5, tương quan lớn nhất là với giá trị phân kỳ ở mực đẳng nhiệt độ thế vị 315K giá trị tương quan là âm cho thấy độ phân kỳ trên mực 315K biến động ngược chiều so với giá trị lượng mưa, nói cách khác khi độ hội tụ trên mực 315K tăng thì mưa tăng.

Xét tương quan của lượng mưa với các giá trị xoáy thế, có thể thấy rõ tương quan của lượng mưa tốt nhất là với xoáy thế trên mực đẳng nhiệt độ thế 330K sau đó là đến xoáy thế trên mực 315K, còn với xoáy thế trên mực 350K đại diện cho giá trị xoáy thế trên tầng cao, thì hầu như không có tương quan với lượng mưa có giá trị tương quan tuyệt đối nhỏ hơn 0,1. Tương quan của chuỗi giá trị xoáy thế cực đại trong ngày thì thường có tương quan thấp hơn so với giá trị xoáy thế đã được tính trung bình trong ngày.

##### 4.1. Kết quả lựa chọn mô hình hồi quy đa biến:

Nghiên cứu tiến hành lựa chọn các thành phần của mô hình hồi quy đa biến bằng phương pháp hồi quy từng bước. Từ đó ta sẽ chọn được

các biến tốt nhất để xây dựng mô hình tối ưu nhất. Sau đây là kết quả sau khi sử dụng phương pháp hồi quy từng bước.

Bảng 2. Kết quả hồi quy từng bước

STT	Y	r_obs		
	Khu vực	B1	B2	B3
	X1..n			
1	w_925	x	x	x
2	w_850	x	x	x
3	w_700	x	x	x
4	w_500	x	x	x
5	div_315		x	x
6	div_330		x	x
7	div_350	x	x	x
8	pv_315_tbdy	x	x	x
9	pv_330_tbdy	x	x	x
10	pv_350_tbdy			
11	pv_tbdy3lv			
12	pv_315_max			
13	pv_330_max	x	x	x
14	pv_350_max			
15	pv_tbdy3lv	x	x	x

Bảng 2 chỉ ra danh sách các nhân tố dự báo  $X1... Xn$  trong đó gồm 15 biến và 01 yếu tố dự báo là lượng mưa quan trắc ( $r\_obs$ ). Với mỗi biến  $Y$  ta xây dựng được phương trình hồi quy đa biến cho ba khu vực Tây Bắc (B1), Việt Bắc - Đông Bắc (B2), Đồng Bằng Bắc Bộ (B3). Như vậy sẽ có 3 phương trình hồi quy đa biến được xây dựng từ các yếu tố được chọn khác nhau ứng với 3 khu vực dự báo; trên bảng 2 các yếu tố được chọn cho mỗi phương trình được đánh dấu [ x ], không chọn không đánh dấu [ ].

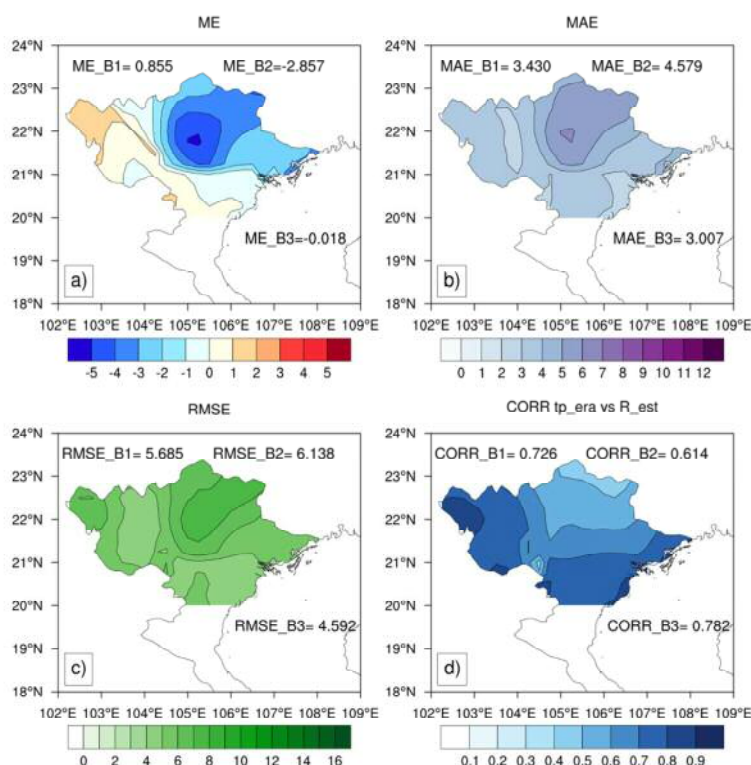
Sau khi tiến hành xong các bước nêu trên ta được kết quả mỗi vùng có 3 phương trình phụ thuộc của lượng mưa với các yếu tố được lựa chọn theo từng loại số liệu mưa và từng vùng B1, B2 và B3. Từ ba phương trình này, nghiên cứu sẽ lần lượt đưa ra lượng mưa tính toán từ các yếu tố tốc độ thẳng đứng, xoáy thế... cho bộ số liệu độ lệch của năm 2009. Mỗi phương trình sẽ được áp dụng để tính toán mưa tại tất cả các điểm lưới thuộc từng khu vực. Tính toán mưa với các yếu tố từ phương trình sẽ thu được kết quả lượng mưa tại mỗi điểm lưới, với những lượng mưa dự báo nhỏ hơn 0 sẽ được gán bằng không.

**4.2. Đánh giá kết quả mô hình hồi quy với yếu tố dự báo Y là mưa quan trắc ( $r_{obs}$ )**

Dưới đây là kết quả của mô hình hồi quy của số liệu lượng mưa quan trắc ( $r_{obs}$ ) với các yếu tố khác dựa vào kết quả hồi quy từng bước được trình bày trong bảng 2. Đối với số liệu lượng mưa quan trắc, cũng xây dựng được ba phương trình hồi quy tuyến tính đa biến cho ba khu vực B1, B2, B3. Sau đó tiến hành tính toán mưa đối với số liệu độc lập năm 2009 dựa vào các yếu tố đã lựa chọn ở bảng 2. Kết quả đánh giá sai số và tương quan được trình bày trong bảng 3 dưới đây.

Hình 1 thể hiện kết quả đánh giá, so sánh của số liệu dự báo độc lập năm 2009 với số liệu mưa tái phân tích, hình a) trình bày phân bố của sai số ME trên từng điểm lưới. Theo hình a) sai số ME

ở khu vực B1 chủ yếu là dương với giá trị ME trung bình khu vực là 0,855, trong khi vùng B2 và B3 giá trị này là âm. Đặc biệt, ở vùng B2 tồn tại một vùng sai số âm ở khu vực Hà Giang - Tuyên Quang với giá trị MAE từ khoảng 2 đến 5 mm, vùng B2 có giá trị MAE cao nhất có nơi lên đến 6 mm ở khu vực Hà Giang - Tuyên Quang. Hình c giá trị RMSE dao động khoảng giá trị 4 - 6, vùng B2 vẫn là vùng có RMSE cao nhất với giá trị trung bình vùng là 6,138 mm, vùng B3 có giá trị thấp nhất là 4,592. Về tương quan, có thể thấy ở hình d rõ ràng tương quan vùng B2 là thấp nhất với các màu xanh nhạt rõ ràng, giá trị hệ số tương quan trung bình khu vực B2 là 0,61, trong khi ở vùng B1 và B3 lần lượt là 0,72 và 0,78.



Hình 1. (a) Sai số ME, (b) MAE, (c) RMSE và (d) tương quan của mưa tính toán từ mô hình với yếu tố dự báo là mưa quan trắc ( $R_{obs}$ ), so sánh với mưa tái phân tích ERA-Interim năm 2009

Bảng 3 thể hiện các chỉ số đánh giá tính cho từng khu vực với mô hình hồi quy sử dụng yếu tố dự báo là mưa quan trắc ( $r_{obs}$ ). Kết quả đánh giá sai số của lượng mưa tính toán với mưa tái phân tích ERA thể hiện ở bảng 3 cho thấy giá trị tương quan và giá trị sai số đều vẫn còn tương

đối lớn. Xét hệ số tương quan, bảng 3 cho thấy hệ số tương quan đều nằm trong khoảng 0,6 đến 0,8. Giá trị sai số trung bình, ME, cho khu vực B1 là dương, B2 là âm và B3 là xấp xỉ 0. Giá trị sai số MAE ở bảng 3 phổ biến ở khoảng giá trị 3 đến 4. Giá trị sai số RMSE phổ biến ở khoảng 4,5



đến 6, giá trị này lớn hơn không nhiều so với sai số MAE.

*Bảng 3. Tổng hợp kết quả tương quan và sai số của mưa tính toán so với mưa tái phân tích ERA*

STT	Y	r_obs		
	Khu vực Chỉ số	B1	B2	B3
1	CORR	0.73	0.61	0.78
2	ME	0.85	-2.86	-0.02
3	MAE	3.43	4.58	3.01
4	RMSE	5.69	6.14	4.59

### 5. Kết luận

Bài báo đã xây dựng được 3 phương trình hồi quy tuyến tính đa biến cho 3 loại số liệu mưa và cho 3 khu vực Tây Bắc (B1), Việt Bắc - Đông Bắc (B2) và Đồng Bằng Bắc Bộ (B3). Với mỗi phương trình bao gồm các biến khác nhau được lựa chọn thông qua phương pháp hồi quy từng bước. Bài báo đã thử nghiệm áp dụng 3 phương trình với số liệu độc lập năm

2009 và đánh giá các chỉ số sai số và chỉ số tương quan của lượng mưa tính toán từ phương trình với lượng mưa tái phân tích ERA năm 2009. Nhìn chung khi so sánh lượng mưa tính toán với số liệu mưa tái phân tích ERA cho sai số tương đối nhỏ. Giá trị tương quan cao, phổ biến từ 0,6 đến 0,8, cá biệt có điểm lưới đạt giá trị tương quan trên 0,9.

Có thể nhận thấy hạn chế của kết quả nghiên cứu là sai số vẫn còn khá lớn, mưa dự báo còn nhỏ hơn thực tế khi xảy ra mưa lớn. Trong khi, thực tế mưa nhỏ thì mưa tính toán từ phương trình cho giá trị lớn hơn so với thực tế.

Để có thể ứng dụng những kết quả trên trong thực tế, cần thử nghiệm, đánh giá và so sánh với các phương án xây dựng mô hình khác như sử dụng số liệu mưa tái phân tích, mưa trên lưới (ví dụ như VnGP) để tìm ra phương án tốt nhất cho khu vực Bắc Bộ.

**Lời cảm ơn:** Nhóm nghiên cứu xin chân thành cảm ơn sự hỗ trợ của đề tài nghiên cứu khoa học KC.08.06/16-20 và TNMT.2017.05.01 trong việc thực hiện và công bố nghiên cứu này.

### Tài liệu tham khảo

1. Nguyễn Đức Ngữ, Nguyễn Trọng Hiệu (2005), *Khí hậu và tài nguyên khí hậu Việt Nam*. NXB Nông nghiệp, Hà Nội.
2. Phan Văn Tân (1999), *Phương pháp thống kê trong khí hậu*, NXB Đại học Quốc gia Hà Nội.
3. Berry, Reeder, Jakob (2012), *Coherent Synoptic Disturbances in the Australian Monsoon*;
4. Dallavalle J.P. and B. Glahn, (2005). *Toward a gridded MOS system. Preprints, 21th Conference on Weather Analysis and Forecasting*, Washington, DC, Amer. Meteor. Soc., 13B.2.
5. Glahn H.R. and D.A. Lowry, (1972), *The use of model output statistics (MOS) in objective weather forecasting*. J. Appl. Meteor.,
6. John W. Nielsen-Gammon and David A. Gold, (2008), *Potential Vorticity Diagnosis of the Severe Convective Regime*
7. Jun Du, Han-Ru Cho (1996), *Potential Vorticity Anomaly and Mesoscale Convective Systems on the Baiu (Mei-Yu) Front*;
8. Hoang, P.L., Reeder, M.J., Berry, G.J., Schwendike, J. (2017), *Coherent Potential Vorticity Maxima and Their Relationship to Extreme Summer Rainfall in the Australian and North African Tropics*, Journal of Southern Hemisphere Earth System Sciences, 66, 424-441.
9. Russell, G., Vaughan, E., Norton, G. (2012), *Large-scale potential vorticity anomalies and deep convection*
10. Wilks, D.S. (1995), *Statistical Method in the Atmospheric Sciences*. Academic Press.

## DEVELOP A STATISTICAL MODEL TO CORRECT THE MODEL RAINFALL FORECAST FOR BAC BO USING COHERENT POTENTIAL VORTICITY

Hoang Phuc Lam<sup>1</sup>, Nguyen Duc Nam<sup>2</sup>, Do Thi Thanh Thuy<sup>1</sup>, Hoang Duc Cuong<sup>1</sup>

<sup>1</sup>National Meteorological Forecasting Center, General Department of Hydrometeorology

<sup>2</sup>Institute of Geophysics, Vietnam Academy of Science and Technology

**Abstract:** *In this paper, three stepwise regression models are constructed to forecast the quantitative rainfall for Bac Bo region using daily average data of potential vorticity and vertical component of wind speed on isentropic levels and divergence on isobaric surfaces. The independent evaluation results show that the precipitation is well correlated (0.6-0.8) with the reanalysis rainfall, the RMSE error is relatively small (4-6 mm/day) but usually the forecast rainfall is lower than the actual in heavy rainfall days.*

**Keywords:** *Heavy rain, potential vorticity, quantitative precipitation forecast, MOS, correction.*

# ĐÁNH GIÁ CHẤT LƯỢNG DỰ BÁO MƯA HẠN NGẮN CỦA MÔ HÌNH IFS TRÊN KHU VỰC BẮC TRUNG BỘ

Trần Đức Bá<sup>1</sup>, Võ Văn Hòa<sup>2</sup>, Đoàn Quang Trí<sup>3</sup>

**Tóm tắt:** Bài báo này đưa ra kết quả đánh giá dự báo mưa hạn ngắn từ mô hình IFS của Trung tâm Dự báo hạn vừa Châu Âu - ECMWF trên khu vực Bắc Trung Bộ. Nghiên cứu sử dụng số liệu quan trắc lượng mưa trong 24 giờ của 20 trạm khí tượng thuộc khu vực Bắc Trung Bộ trong thời gian 6 năm từ 2012 - 2017. Kết quả đánh giá cho thấy mô hình IFS dự báo mưa thời hạn ngắn cho khu vực nghiên cứu là có kỹ năng tốt cho các ngưỡng mưa nhỏ và vừa. Đối với các ngưỡng mưa to đến rất to thì chất lượng dự báo của IFS giảm nhanh và có ít kỹ năng dự báo ở các hạn dự báo 72h. Tuy nhiên, vẫn có một vài đợt mưa lớn được mô hình IFS nắm bắt tốt cả về diện và lượng.

**Từ khóa:** Đánh giá dự báo, dự báo mưa hạn ngắn, mô hình IFS.

Ban Biên tập nhận bài: 12/10/2018 Ngày phản biện xong: 25/12/2018 Ngày đăng bài: 25/01/2019

## 1. Mở đầu

Trong những năm gần đây, với sự tác động của biến đổi của khí hậu toàn cầu thiên tai ở nước ta ngày càng gia tăng và diễn biến phức tạp. Do đặc điểm địa lý, địa hình đa dạng, phức tạp, nằm ở khu vực giao tranh mạnh mẽ của các khối khí lại nằm ở khu vực là một trong năm ổ bão lớn trên thế giới, nên hàng năm thiên tai diễn ra ở trên khắp mọi miền Tổ quốc ảnh hưởng nghiêm trọng đến cuộc sống của người dân. Không nằm ngoài xu thế chung của cả nước, những năm gần đây trên khu vực Bắc Trung Bộ thiên tai xảy ra nhiều và diễn biến phức tạp, gây thiệt hại lớn đến kinh tế, xã hội, tài sản và tính mạng của nhân dân. Một trong những nguyên nhân chủ quan có ảnh hưởng đến những thiệt hại lớn do thiên tai gây ra đó là công tác dự báo mưa chưa đảm bảo yêu cầu phục vụ cho công tác phòng chống thiên tai. Phải nói rằng dự báo mưa có vai trò đặc biệt quan trọng trong công tác phòng chống thiên tai, dự báo mưa được liệt vào hàng các hiện tượng thời tiết khó dự báo nhất. Vì vậy, dự báo mưa và đánh giá dự báo mưa là vấn đề quan trọng cần thiết phải nghiên cứu.

<sup>1</sup>Đài Khí tượng Thủy văn khu vực Bắc Trung Bộ

<sup>2</sup>Đài Khí tượng Thủy văn khu vực Đồng bằng Bắc Bộ

<sup>3</sup>Tạp chí Khí tượng Thủy văn

Email: vovanhoa80@yahoo.com

Trong nghiệp vụ dự báo tại Trung tâm Dự báo Khí tượng Thủy văn quốc gia hiện nay, ngoài sử dụng phương pháp truyền thống kết hợp với các công cụ viễn thám thì sản phẩm của mô hình IFS đã trở thành một công cụ thường được sử dụng để tham khảo nhất do kết quả dự báo có độ tin cậy tốt hơn các mô hình khác. Tuy nhiên, để nâng cao chất lượng dự báo thì trong quá trình ứng dụng mô hình cần phải có những nghiên cứu, đánh giá được mức độ chính xác của mô hình so với các giá trị quan trắc, để tìm ra ưu, nhược điểm của mô hình từ đó rút ra kinh nghiệm để nâng cao chất lượng dự báo [1]. Do đó, việc đánh giá và chỉ ra chất lượng dự báo của mô hình IFS trên khu vực Bắc Trung Bộ (BTB) là hết sức cần thiết. Kết quả đánh giá chất lượng sẽ cung cấp nhiều thông tin tham khảo hữu ích cho dự báo viên trong quá trình dự báo mưa. Bài báo này sẽ trình bày kết quả nghiên cứu đánh giá chất lượng dự báo mưa của mô hình IFS cho khu vực BTB dựa trên số liệu quan trắc của 20 trạm khí tượng thuộc ba tỉnh Thanh Hóa, Nghệ An và Hà Tĩnh trong giai đoạn 2012 - 2017. Quá trình đánh giá được thực hiện trên không gian trạm quan trắc trong đó sử dụng các chỉ số đánh giá dự báo định lượng mưa và dự báo pha. Các nội dung tiếp theo sẽ trình bày chi tiết về tập số liệu được sử dụng, phương pháp đánh giá và kết quả đánh giá.

## 2. Mô tả tập số liệu và phương pháp đánh giá

### 2.1. Khái quát về hệ thống IFS

Hệ thống dự báo tích hợp (Integrated Forecasting System - IFS) là hệ thống dự báo thời tiết số toàn cầu được phát triển và duy trì bởi Trung tâm dự báo thời tiết hạn vừa Châu Âu (ECMWF). Hệ thống IFS là tập hợp một số phần mềm ứng dụng được tạo sẵn thông qua một hệ thống phần mềm máy tính tích hợp. Hiện nay, nhiều trung tâm dự báo khí tượng trên thế giới đang thiết lập sử dụng các mô hình dự báo toàn cầu hoặc khu vực cho nhiều mục đích khác nhau, tương ứng với mỗi quy mô của hiện tượng quan tâm, sẽ có các lớp mô hình NWP riêng, ví dụ như ở quy mô toàn cầu sẽ có mô hình toàn cầu, ở khu vực có mô hình lãnh thổ hạn chế, ở quy mô vừa có mô hình bão. Tuy nhiên, ECMWF chỉ sử dụng duy nhất một hệ thống mô hình IFS để mô tả toàn bộ các quy mô chuyển động của khí quyển. Hệ thống dự báo tích hợp IFS gồm 2 thành phần chính là: 1) Mô hình hoàn lưu chung khí quyển có lồng ghép với mô hình sóng biển, mô hình hoàn lưu chung đại dương và mô hình bề mặt đất; 2) Hệ thống đồng hóa số liệu 4DVAR [2].

Số liệu từ hệ thống IFS được ECMWF cung cấp dưới dạng sản phẩm (tệp tin ảnh trên trang Web) và dạng số dưới dạng mã GRIB2. Các sản phẩm dạng ảnh được cung cấp qua địa chỉ <http://www.ecmwf.int> và bắt buộc phải có tài khoản truy cập [2]. Đây là những sản phẩm đã được tạo sẵn cho các khu vực khác nhau và người truy cập chỉ có thể xem, không thể sửa theo ý muốn. Các lớp sản phẩm được cung cấp trên trang điện tử nói trên bao phủ từ dự báo hạn vừa cho đến hạn mùa. Đối với dự báo hạn vừa dạng tất định có độ phân giải 0,25 độ, ECMWF cung cấp số liệu cho Trung tâm Dự báo KTTV quốc gia dưới dạng các tệp tin mã GRIB2 thông qua mạng Internet. Từ cuối năm 2014, độ phân giải của số liệu mô hình IFS cung cấp cho Trung tâm Dự báo KTTV quốc gia đã tăng lên 9km (trong giai đoạn 2011-2014 là 14km).

### 2.2. Đối tượng và phương pháp đánh giá

Để có thể đánh giá được chất lượng dự báo

mưa hạn ngắn của mô hình IFS, trong nghiên cứu này chúng tôi sử dụng lượng mưa tích lũy 24h (mốc thời gian lấy lượng mưa 24 giờ là từ 7 giờ sáng (00 giờ GMT) đến 7 giờ sáng ngày hôm sau). Số liệu mô hình IFS được khai thác kết quả dự báo phiên dự báo 7 giờ sáng (00 giờ GMT). Mặt khác, lượng mưa tích lũy 24h được sử dụng để đánh giá, nên trong các phần đánh giá dưới đây các kết quả tính toán các chỉ số đánh giá cho các hạn dự báo 24h, 48h và 72h cần được hiểu tương ứng là đánh giá dự báo lượng mưa tích lũy 24h từ 00-24h (dự báo lượng mưa ngày thứ đầu tiên), 24h-48h (dự báo lượng mưa ngày thứ hai) và 48-72h (dự báo lượng mưa ngày thứ ba). Khái niệm lượng mưa tích lũy tổng cộng theo hạn dự báo không được sử dụng trong nghiên cứu này.

Để chỉ ra được chất lượng dự báo mưa mô hình IFS theo cả định lượng và pha mưa, nghiên cứu sử dụng hai nhóm chỉ số đánh giá gồm các đánh giá dự báo định lượng (như ME, MAE, RMSE, BIAS, hệ số tương quan - HSTQ và SS) và các chỉ số đánh giá dự báo pha (POD, FAR, BIAS). Trong nghiên cứu này để làm rõ chất lượng dự báo mưa của mô hình IFS trên cả khu vực gồm 20 trạm nên các chỉ số đánh giá sẽ được tính cho từng trạm sau đó tính trung bình cho cả tỉnh để so sánh kết quả dự báo của các tỉnh khác nhau.

### 2.3. Mô tả tập số liệu nghiên cứu

Để phục vụ bài toán đánh giá dự báo mưa của mô hình IFS cho khu vực BTB tập số liệu sử dụng để đánh giá gồm có số liệu dự báo từ mô hình IFS và số liệu quan trắc lượng mưa trong 24 giờ của 20 trạm khí tượng thuộc khu vực BTB trong thời gian 6 năm từ năm 2012 - 2017 (Hình 1). Tập số liệu lượng mưa được khai thác từ tập số liệu lượng mưa đã qua kiểm soát và đánh giá chất lượng để loại bỏ các sai số.

Số liệu lượng mưa các trạm được thu thập và tập hợp riêng từng trạm, sau đó số liệu lượng mưa được phân cấp ra các pha khác nhau: không mưa, mưa nhỏ, mưa vừa, mưa to và mưa rất to để đánh giá riêng cho từng cấp lượng mưa. Lượng mưa được phân cấp theo Quyết định số 46/2014/QĐ - TTG của Thủ Tướng Chính phủ và quy định của Tổ chức Khí tượng thế giới (WMO).



Hình 1. Bản đồ các trạm khí tượng khu vực Bắc Trung Bộ

Số liệu mô hình IFS được khai thác trên ô lưới, để hạn chế ảnh hưởng của địa hình tới sai số nội suy lựa chọn phương pháp nội suy điểm gần nhất là khả thi nhất do lượng mưa mang tính địa phương cao, có thể xảy ra gián đoạn theo cả không gian và thời gian. Theo phương pháp này, từ vị trí của điểm cần nội suy, thuật toán sẽ tính toán khoảng cách của điểm nút lưới gần nhất và sử dụng giá trị tại nút lưới này để gán cho điểm nội suy trong đó đảm bảo nguyên tắc không sử dụng điểm nút lưới nằm trên biển.

### 3. Phân tích kết quả và đánh giá

#### 3.1. Kết quả đánh giá dự báo định lượng mưa

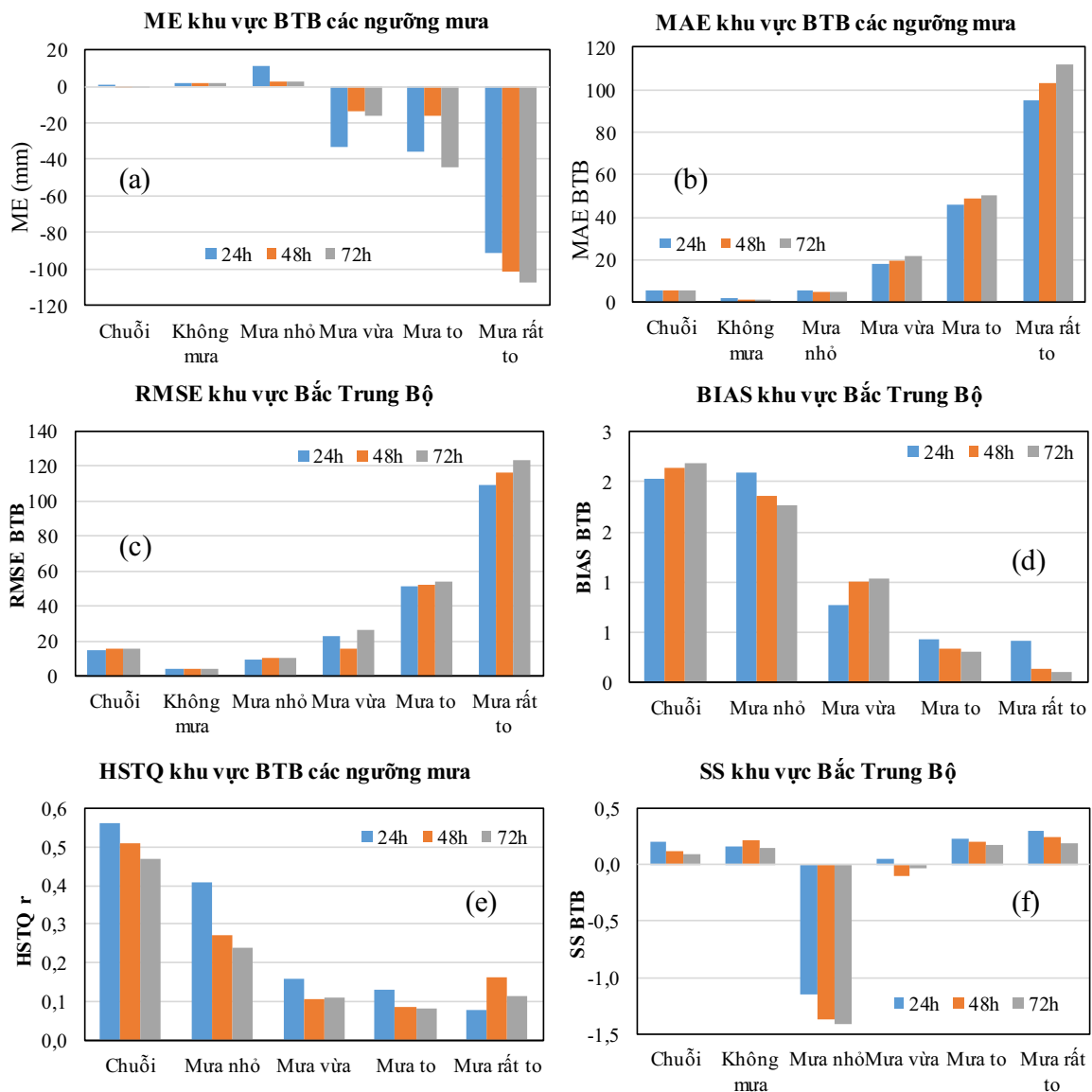
Hình 2 đưa ra kết quả tính toán các chỉ số ME, MAE, RMSE, BIAS, HSTQ và SS theo các ngưỡng mưa khác nhau và hạn dự báo khác nhau đối với lượng mưa tích lũy 24h từ mô hình IFS của ECMWF trong giai đoạn 2012 – 2017. Từ hình 2a có thể thấy khi tính toán sai số trung bình ME cho trường hợp không mưa và các cấp mưa gồm: mưa nhỏ, mưa vừa, mưa to, mưa rất to ta thấy rõ sự khác biệt: ở trường hợp không mưa và

mưa nhỏ mô hình có xu thế thiên cao rất lớn; ở các cấp mưa, ME chênh lệch không nhiều ở các thời đoạn dự báo 24 giờ, 48 giờ, 72 giờ; ở các cấp mưa xu thế thiên thấp của mô hình tăng dần từ cấp mưa vừa đến cấp mưa rất to, tăng từ trung bình 13 mm ở cấp mưa vừa lên đến trung bình 101 mm ở cấp mưa to ở cả 3 thời đoạn dự báo. Sự chênh lệch của ME giữa các trạm khác nhau trong các cấp mưa và cả trong thời đoạn dự báo đều không nhiều, ở cấp mưa vừa chênh lệch ME chỉ ở mức nhỏ hơn 16 mm, ở cấp mưa to chênh lệch ở mức 35 mm và cấp mưa rất to chênh lệch ở mức 30-67 mm. Như vậy, mặc dù sai số trung bình của cả chuỗi số liệu ở cả 3 thời đoạn dự báo đều ở mức nhỏ tuy nhiên, sai số là khá lớn ở các cấp mưa khác nhau, đặc biệt là cấp mưa to và mưa rất to, sai số trung bình cấp mưa to dao động ở mức 18-41 mm, cấp mưa rất to là 92-108 mm ở cả 3 thời đoạn dự báo.

Xem xét chỉ số ME của chuỗi lượng mưa 6 năm thấy rằng, tính trung bình cho cả khu vực tỉnh Thanh Hóa, Nghệ An và Hà Tĩnh, trung bình trong tỉnh Thanh Hóa và Nghệ An  $ME > 0$

ở thời đoạn dự báo 24 giờ và  $ME < 0$  ở thời đoạn dự báo 48 giờ và 72 giờ, trong khi đó ở khu vực Hà Tĩnh  $ME < 0$  ở cả 3 thời đoạn dự báo. Đánh giá riêng theo từng trạm và từng khu vực thấy rằng, ở thời đoạn dự báo 24 giờ, ở khu vực Thanh Hóa và Nghệ An hầu hết đều có  $ME > 0$  ngoại trừ trạm Nhu Xuân và trạm Con Cuông là  $ME < 0$ . Đối với khu vực Hà Tĩnh,  $ME < 0$  ở tất cả các trạm và ở cả 3 thời đoạn dự báo, ngoại trừ trạm Hương Sơn và trạm Hà Tĩnh  $ME > 0$  ở thời đoạn dự báo 24 giờ. Đối với cấp mưa nhỏ,  $ME > 0$  ở tất cả các trạm và ở cả 3 thời đoạn dự báo với mức sai số trung bình không chênh lệch

nhều giữa các trạm ở cả 3 thời đoạn dự báo. Đối với cấp mưa vừa  $ME < 0$  ở tất cả các trạm và ở cả 3 thời đoạn dự báo và xu thế thiên thấp tăng dần từ thời đoạn dự báo 24 giờ đến 72 giờ, riêng trạm Kỳ Anh kết quả dự báo của mô hình IFS có xu thế thiên thấp rất lớn,  $ME$  ở trạm này có giá trị tương ứng với thời đoạn 24, 48, 72 giờ lần lượt là: -25.3, -39.47 và -46.15 trong khi đó trung bình của cả khu vực thời đoạn 24, 48, 72 giờ lần lượt là: -10.94, -13.71 và -15.79. Đối với cấp mưa to  $ME < 0$  ở tất cả các trạm, ở cả 3 thời đoạn dự báo với chỉ số  $ME$  không chênh lệch nhiều (Hình 2a).



Hình 2. Biểu đồ đánh giá dự báo định lượng mưa theo các chỉ tiêu đánh giá ME, MAE, RMSE, BIAS, HSTQ và SS

Khi xem xét đánh giá sai số tuyệt đối trung bình MAE ta thấy, MAE khá nhỏ khi tính cho cả chuỗi số liệu, trung bình khu vực ở cả 3 hạn dự báo 24, 48, 72 giờ ở mức 5.5mm. Ở các cấp mưa MAE không sai khác nhiều ở các hạn dự báo, đối với cấp mưa vừa MAE dao động ở mức 18 - 22mm, đối với cấp mưa to MAE dao động từ 46 - 50mm và cấp mưa rất to MAE dao động từ 96 - 112mm ở cả 3 hạn dự báo 24 giờ, 48 giờ và 72 giờ (Hình 2b).

Hình 2c cho thấy sai số quân phương của chuỗi là không lớn nhưng biên độ này tăng dần theo cấp lượng mưa, ở cấp mưa rất to biên độ sai số > 100mm và tăng dần theo hạn dự báo. Cũng tương tự như MAE, RMSE của cả chuỗi, cấp mưa nhỏ và không mưa sai số và biên độ đều tương đương nhau ở cả 3 hạn dự báo. Xem xét riêng cho từng khu vực thì khu vực Hà Tĩnh có sai số quân phương lớn hơn khu vực Nghệ An và Thanh hóa ở hầu hết các cấp lượng mưa.

Hình 2d cho ta thấy sai số hệ thống của mô hình cho chuỗi dự báo gần bằng 1 là khá tốt, tuy nhiên, với cấp mưa nhỏ mô hình có sai số hệ thống là thiên cao ( $BIAS > 1$ ) nhưng ở các cấp mưa vừa, mưa to và mưa rất to mô hình IFS có xu thế thiên thấp ( $BIAS < 1$ ). Mức độ sai số hệ thống có xu thế tăng dần theo lượng mưa và theo hạn dự báo, cấp mưa rất to và hạn dự báo 72 giờ sai số hệ thống là lớn nhất.

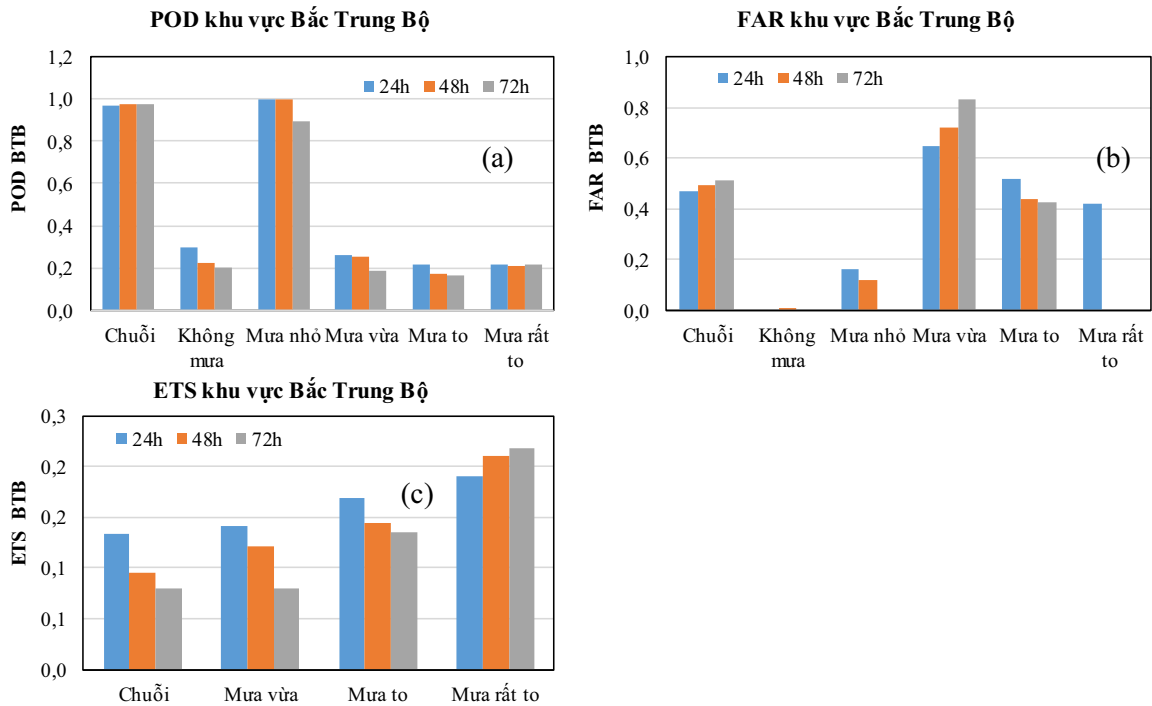
Đánh giá hệ số tương quan  $r$  ta thấy,  $r$  chung của cả chuỗi ở mức trung bình, cao nhất nhất ở hạn dự báo 24 giờ trung bình cả khu vực là 0.56 và giảm nhỏ hơn một ít ở hạn dự báo 48 giờ là 0.51 và hạn 72 giờ là 0.47 (Hình 2e). Tuy nhiên khi phân cấp theo cấp mưa thì ở các cấp mưa vừa, mưa to và mưa rất to  $r$  có xu thế giảm dần

và đều ở mức không tương quan hoặc tương quan yếu. Khi xem xét đánh giá kỹ năng dự báo của mô hình cho ta thấy rõ ràng mô hình có kỹ năng dự báo, kết quả dự báo của mô hình tốt hơn dự báo quán tính khí hậu ( $SS > 0$ ) ở hầu hết các cấp mưa và ở cả các hạn dự báo, tuy nhiên, chỉ số SS ở hầu hết các cấp mưa đều khá nhỏ điều đó cho thấy mức độ cải thiện là không nhiều (Hình 2f).

Khi đánh giá chỉ số kỹ năng dự báo SS cho từng trạm và từng khu vực cho thấy, chỉ số SS ở tất cả các trạm đều giảm dần theo mức độ tăng lên của thời đoạn dự báo, tuy nhiên có sự khác nhau giữa khu vực Hà Tĩnh với Khu vực Nghệ An và Thanh Hóa. Ở khu vực Hà Tĩnh SS chênh lệch không nhiều ở các thời đoạn dự báo, tuy nhiên, với Khu vực Nghệ An và Thanh Hóa SS có xu thế giảm nhiều ở thời đoạn dự báo 48 giờ và 72 giờ.

### 3.2. Kết quả đánh giá mưa pha mưa

Biểu đồ hệ số dự báo đúng cho ta biết khả năng dự báo đúng của mô hình đối với các cấp mưa trên khu vực BTB ở cả 3 hạn dự báo (Hình 3). Nhìn biểu đồ ta thấy khả năng dự báo được có mưa hay không có mưa với bất kỳ lượng nào cho chuỗi số liệu của các trạm từ 2012 - 2017 của mô hình IFS là khá hoàn hảo (POD gần bằng 1) ở cả 3 hạn dự báo. Tuy nhiên, đối với các cấp mưa chỉ số POD khá nhỏ, mức cao nhất là cấp mưa nhỏ. Các cấp mưa từ mưa vừa đến mưa rất to nhìn chung chỉ số POD có xu thế giảm dần theo hạn dự báo và theo lượng mưa, giá trị POD chỉ ở mức 0.18 - 0.26 cho ta thấy chất lượng dự báo của mô hình IFS cho các cấp mưa vừa, mưa to và mưa rất to là rất thấp.



Hình 3. Biểu đồ đánh giá mưa, pha mưa theo các chỉ số POD, FAR, ETS

Biểu đồ chỉ số dự báo không cho thấy, chỉ số FAR của cả chuỗi ở mức 0.48 - 0.51, tăng dần theo hạn dự báo và tăng dần ở cấp mưa nhỏ đến mưa vừa nhưng giảm thấp hơn ở cấp mưa to. Điều này cho thấy ở cấp mưa nhỏ và mưa vừa tỉ lệ dự báo không là khá cao, tỉ lệ dự báo không cấp mưa nhỏ là 0.57 - 0.60, ở cấp mưa vừa tỉ lệ dự báo không lên đến 0.73 - 0.81, như vậy ở cấp vừa tỉ lệ dự báo không nhiều hơn dự báo đúng khá nhiều. Xét riêng chỉ số FAR cho các khu vực cho thấy, nhìn chung chỉ số FAR ở khu vực Hà Tĩnh thấp hơn so với khu vực Nghệ An và Thanh Hóa khi đánh giá cho cả chuỗi và cả đánh giá riêng cho các cấp mưa. Qua đánh giá, cho thấy ở khu vực tỉnh Hà Tĩnh chỉ số POD cao hơn khu vực Nghệ An và Thanh Hóa, bên cạnh đó chỉ số FAR lại thấp hơn điều này cho thấy, mặc dù vẫn còn sai số lớn tuy nhiên kết quả dự báo của mô hình IFS ở khu vực Hà Tĩnh cho chất lượng dự báo cao hơn ở khu vực Nghệ An và Thanh Hóa.

Hình 3 cho thấy, đối với cả chuỗi số liệu mưa chưa phân theo cấp mưa và số liệu cấp mưa nhỏ BIAS có xu thế tăng dần theo thời đoạn dự báo, giá trị BIAS từ 2.05 - 2.5 cho thấy mô hình IFS dự báo không. Đối với cấp mưa vừa đến mưa to và mưa rất to giá trị BIAS giảm dần, ở cả 3 cấp

mưa và cả 3 thời đoạn dự báo 24, 48, 72 giờ BIAS đều < 1, điều này cho thấy ở các cấp mưa vừa, mưa to và mưa rất to mô hình dự báo sát.

### 3.3. Đánh giá cho một số trường hợp

Để xem xét kỹ năng dự báo các đợt mưa lớn diện rộng và diện hẹp của mô hình IFS cho khu vực BTB tiến hành lựa chọn 3 đợt mưa. Đợt thứ nhất là đợt mưa lớn diện rộng xảy ra trên toàn khu vực xảy ra vào ngày 9-13/10/2017, đợt mưa này do chịu ảnh hưởng của KKLTC kết hợp rìa phía bắc ITCZ có trục khoảng 16 - 19 vĩ độ bắc, gây mưa diện rộng trên toàn khu vực BTB, lượng mưa các khu vực phổ biến 200 - 600mm. Đợt thứ 2 là đợt mưa lớn diện hẹp xảy ra ngày 23/7 do ảnh hưởng RAT có trục qua phía bắc của BTB gây mưa lớn khu vực Thanh Hóa và một số khu vực phía bắc Nghệ An với lượng mưa từ 70 - 200mm (Các khu vực khác thuộc Nghệ An, Hà Tĩnh có mưa nhưng chỉ đạt mức mưa nhỏ và mưa vừa). Đợt thứ 3 là đợt mưa lớn diện hẹp xảy ra ngày 23-26/11/2016 do chịu ảnh hưởng của KKL, gây mưa lớn cho khu vực Hà Tĩnh với lượng từ 60 - 100mm, riêng khu vực Kỳ Anh 180mm (Các khu vực khác thuộc Nghệ An, Thanh Hóa có mưa nhưng chỉ đạt mức mưa nhỏ và mưa vừa).



Bảng 1. Bảng chỉ số đánh giá lượng mưa đợt mưa lớn diện rộng

Tỉnh	Chỉ số					
	ME	BIAS	MAE	RMSE	SS	R
Trung bình TH	-37.92	0.51	44.40	66.99	0.39	0.91
Trung bình NA	-16.51	0.78	30.25	37.78	0.53	0.92
Trung bình HT	-28.49	0.57	40.96	61.48	0.43	0.96
Trung bình Khu vực	-26.40	0.64	37.34	52.74	0.46	0.92

Với đợt mưa lớn diện rộng xảy ra vào ngày 9 - 13/10/2017, kết quả của mô hình dự báo IFS cho kết quả khá tốt, mặc dù mô hình dự báo lượng mưa có xu thế thiên thấp nhưng sai số tuyệt đối trung bình và biên độ sai số không quá lớn, tương quan giữa tập số liệu dự báo và thực đo đạt cao, trung bình đạt mức 0.92 là mức tương quan rất tốt (Bảng 1). Bên cạnh đó, chỉ số kỹ năng dự báo ss đạt khá cao, mức trung bình đạt 0.46 và sai số hệ thống - cho ta biết độ lớn của dự

báo trung bình so với độ lớn của quan trắc trung bình 0.64, là một kết quả tốt.

Bảng 1 còn cho ta nhận thấy rằng với đợt mưa lớn diện rộng xảy ra vào ngày 9 - 13/10/2017 kỹ năng dự báo lượng mưa của mô hình IFS tốt nhất ở khu vực Nghệ An. So với khu vực Thanh Hóa và Hà Tĩnh sai số dự báo lượng mưa, sai số tuyệt đối trung bình và biên độ sai số ở khu vực Nghệ An đều nhỏ hơn, đồng thời chỉ số kỹ năng dự báo SS và chỉ số BIAS đều cao hơn.

Bảng 2. Bảng các chỉ số đánh giá lượng mưa đợt mưa lớn diện hẹp

Tỉnh	Chỉ số					
	ME	BIAS	MAE	RMSE	SS	R
Trung bình TH	-12.21	0.54	10.25	14.04	0.34	0.67
Trung bình NA	-16.51	0.78	30.25	37.78	0.53	0.92
Trung bình HT	-15.16	0.67	17.15	27.10	0.54	0.84
Trung bình Khu vực	-11.24	0.85	20.63	27.33	0.47	0.81

Qua bảng 2 cho thấy, nhìn chung, mô hình IFS dự báo cho các đợt mưa lớn diện hẹp nói trên có kết quả khá tốt. Tương tự như kết quả dự báo cho đợt mưa lớn diện rộng, dự báo của mô hình có xu thế thiên thấp, sai số tuyệt đối và biên độ sai số đều không lớn, tương quan cao và kỹ năng dự báo ở mức khá tốt. Khi xem xét riêng các khu vực thì khu vực Nghệ An mô hình IFS dự báo có chất lượng dự báo tốt hơn khu vực Hà Tĩnh và Thanh Hóa, điều này có thể lý giải là trong cả 2 đợt mưa lớn diện hẹp khu vực Nghệ An phần lớn đều có mưa nhỏ và mưa vừa, điều này phù hợp với kết quả đánh giá chung, mưa nhỏ, mưa vừa mô hình IFS đều cho kết quả tốt hơn mưa to và

mưa rất to.

Đánh giá trên cho ta thấy rằng, trong đợt mưa lớn diện rộng nói trên mô hình IFS cho kết quả dự báo lượng mưa có độ tin cậy cao hơn và đồng nhất giữa các khu vực hơn so với các đợt mưa lớn diện hẹp. Tuy nhiên, những đánh giá với khoảng thời gian ngắn thường cho kết quả thiếu độ tin cậy trong đánh giá do khó có thể xác định kết quả dự báo tốt hơn do thời gian để đánh giá ngắn hay do hình thể thời tiết gây mưa.

Để đánh giá kết quả dự báo của mô hình IFS đối với các hình thể thời tiết gây mưa lớn đơn lẻ và các hình thể gây mưa lớn tổ hợp, tác giả tiến hành lựa chọn trong 50 đợt mưa lớn diện rộng

xảy ra trên khu vực BTB từ năm 2012 - 2017, lựa chọn đánh giá riêng cho các hình thể gây mưa lớn tổ hợp và các hình thể gây mưa lớn đơn lẻ. Tiêu chí lựa chọn mưa lớn diện rộng trong trường hợp đánh giá này là xét mưa lớn diện rộng của từng tỉnh (Chỉ cần đủ điều kiện là

mưa lớn diện rộng trong 1 tỉnh). Trong 50 đợt mưa lớn chọn ra được 14 đợt hình thể thời tiết đơn lẻ và 36 đợt hình thể gây mưa lớn tổ hợp tiến hành đánh giá riêng.

Kết quả đánh giá được thể hiện trong các bảng 3 đến bảng 8.

*Bảng 3. Chỉ số đánh giá cho hình thể đơn lẻ*

Tỉnh	Chỉ số				
	ME	BIAS	MAE	SS	R
Trung bình TH	0.75	0.75	19.58	0.26	0.56
Trung bình NA	-0.77	0.76	17.58	0.31	0.42
Trung bình HT	0.08	0.85	17.45	0.22	0.64
Trung bình Khu vực	0.02	0.78	18.21	0.26	0.48

*Bảng 4. Chỉ số đánh giá cấp mưa vừa cho hình thể đơn lẻ*

Tỉnh	Chỉ số mưa vừa		
	BIAS/FB	POD	FAR
Trung bình TH	1.39	0.57	0.60
Trung bình NA	1.70	0.24	0.77
Trung bình HT	1.38	0.30	0.77
Trung bình Khu vực	1.49	0.37	0.71

*Bảng 5. Chỉ số đánh giá cấp mưa to cho hình thể đơn lẻ*

Tỉnh	Tổng hợp các chỉ số mưa to		
	BIAS/FB	POD	FAR
Trung bình TH	1.50	0.20	1.00
Trung bình NA	0.67	0.27	0.60
Trung bình HT	0.97	0.10	0.83
Trung bình Khu vực	1.04	0.12	0.81

Bảng 6. Các chỉ số đánh giá cho hình thể tổ hợp

Tỉnh	Chỉ số				
	ME	BIAS	MAE	SS	R
Trung bình TH	-0.36	0.67	5.72	0.17	0.37
Trung bình NA	0.44	0.60	4.73	0.15	0.41
Trung bình HT	-0.27	0.66	6.07	0.25	0.46
Trung bình Khu vực	-0.06	6.43	5.50	0.19	0.41

Bảng 7. Các chỉ số đánh giá cấp mưa vừa cho hình thể tổ hợp

Tỉnh	Chỉ số mưa vừa		
	BIAS/FB	POD	FAR
Trung bình TH	1.38	0.30	0.78
Trung bình NA	1.38	0.29	0.77
Trung bình HT	1.37	0.36	0.74
Trung bình Khu vực	1.38	0.32	0.76

Bảng 8. Các chỉ số đánh giá cấp mưa to cho hình thể tổ hợp

Tỉnh	Chỉ số của mưa to		
	BIAS/FB	POD	FAR
Trung bình TH	0.68	0.06	0.92
Trung bình NA	0.60	0.13	0.81
Trung bình HT	0.83	0.10	0.88
Trung bình Khu vực	0.70	0.10	0.87

Từ các bảng 4 đến 8 cho ta thấy, kết quả dự báo của mô hình IFS cho các đợt mưa do ảnh hưởng bởi hình thể thời tiết đơn lẻ có chất lượng cao hơn các đợt mưa do chịu ảnh hưởng của hình thể thời tiết tổ hợp. Đối với kết quả dự báo lượng mưa các đợt mưa do ảnh hưởng bởi hình thể thời tiết đơn lẻ cho kết quả tương quan và kỹ năng dự báo đều tốt hơn các đợt mưa do chịu ảnh hưởng của hình thể thời tiết tổ hợp. Đối với các chỉ số đánh giá theo cấp, các đợt mưa do ảnh hưởng bởi hình thể thời tiết đơn lẻ đều cho kết quả tốt hơn các đợt mưa do chịu ảnh hưởng của hình thể thời

tiết tổ hợp cả ở cấp mưa vừa và mưa to. Để đánh giá khả năng dự báo của mô hình IFS của các tháng mùa mưa nhiều và các tháng mùa ít mưa cho các khu vực để xem xét sự khác biệt về khả năng dự báo ở cả 3 khu vực, một số trạm điển hình được lựa chọn và các tháng mùa ít mưa được chọn là tháng 1, 2, 3, các tháng mùa mưa được chọn là các tháng 8, 9, 10. Kết quả đánh giá được thể hiện trong bảng 9.

Qua kết quả đánh giá ở bảng 9 cho thấy, kỹ năng dự báo của mô hình IFS tốt hơn trong các tháng mùa ít mưa và kém hơn trong các tháng

mùa nhiều mưa. Bảng 9 cho thấy các tháng 1-3, mô hình dự báo có xu thế thiên cao với sai số trung bình nhỏ, sai số quân phương RMSE nhỏ hơn các tháng 8- 10, chỉ số BIAS, r và SS của các tháng 1-3 đều cao hơn các tháng 8-10. Đáng

chú ý là chỉ số SS các tháng 1-3 cao hơn nhiều so với chỉ số SS các tháng 8 - 10 cho thấy mức độ cải thiện đáng kể của mô hình so với dự báo quán tính khí hậu trong các tháng 1-3.

Bảng 9. Các kết quả đánh giá theo lượng các tháng mưa nhiều và ít mưa

Tỉnh	Tổng hợp các chỉ tiêu sai số tháng 1,2,3				
	ME	BIAS	RMSE	SS	R
Trung bình Thanh Hóa	1,60	1,57	4,47	0,48	0,63
Trung bình Nghệ An	1,90	2,19	5,25	0,46	0,58
Trung bình Hà Tĩnh	2,57	1,76	6,39	0,48	0,72
Trung bình Khu vực	2,03	1,84	5,37	0,47	0,64
Tỉnh	Tổng hợp các chỉ tiêu sai số tháng 8,9,10				
	ME	BIAS	RMSE	SS	R
Trung bình Thanh Hóa	1,07	1,04	41,98	0,06	0,45
Trung bình Nghệ An	0,58	1,00	39,93	0,18	0,56
Trung bình Hà Tĩnh	-9,37	0,94	52,41	0,22	0,63
Trung bình Khu vực	-2,58	0,99	44,77	0,15	0,55

#### 4. Kết luận và kiến nghị

Bài báo này đã trình bày kết quả đánh giá dự báo mưa hạn ngắn cho khu vực Bắc Trung Bộ của mô hình IFS dựa trên chuỗi số liệu giai đoạn 2012-2017 và số liệu quan trắc tại 20 trạm quan trắc khí tượng bề mặt. Qua đánh giá nhận thấy rằng khả năng dự báo mưa thời hạn ngắn cho khu vực BTB của IFS là có kỹ năng và sai số tổng thể không lớn. Đánh giá cho cả chuỗi số liệu dự báo 6 năm từ 2012 - 2017 cho chúng ta kết quả tương quan ở mức trung bình (Trung bình mức cao), với một yếu tố dự báo phức tạp như dự báo lượng mưa kết quả dự báo cho chuỗi thời gian có tương quan trung bình, trong đó hạn dự báo 24 giờ còn cho kết quả tương quan gần đạt ngưỡng tương quan cao là một kết quả khả quan. Sai số dự báo của IFS cho cấp mưa nhỏ có sai số trung bình và biên độ sai số ở mức nhỏ, tương quan giữa tập số liệu dự báo và tập số liệu thực đo của cấp mưa nhỏ đạt mức trung bình.

Chất lượng dự báo của IFS cho chuỗi số liệu mưa khu vực BTB khá đồng nhất giữa các vùng.

Mặc dù có sự chênh lệch giữa chất lượng dự báo của IFS cho khu vực miền núi (có độ cao địa hình cao) và khu vực ven biển và chất lượng dự báo cho khu vực Hà Tĩnh cao hơn khu vực Nghệ An và Thanh Hóa nhưng mức chênh lệch không lớn. Tuy nhiên, kết quả đánh giá cũng cho thấy, lượng mưa càng lớn thì dự báo IFS có sai số trung bình và biên độ sai số càng lớn cả ở 3 hạn dự báo. Tương quan giữa tập số liệu dự báo và tập số liệu thực đo ở cả 3 hạn dự báo 24 giờ, 48 giờ, 72 giờ cho cả 3 cấp mưa vừa, mưa to, mưa rất to đều chỉ ở mức tương quan yếu. Sai số dự báo và kỹ năng dự báo của IFS không đồng nhất giữa mùa ít mưa và mùa nhiều mưa, mùa nhiều mưa sai số trung bình cao hơn và kỹ năng dự báo của IFS kém hơn so với mùa ít mưa. Khả năng dự báo mưa vừa, mưa to và mưa rất to của IFS còn kém, sai số trung bình lớn, kỹ năng dự báo kém và từ các cấp mưa này IFS dự báo sót rất nhiều.

Đối với kết quả dự báo lượng mưa các đợt mưa do ảnh hưởng bởi hình thể thời tiết đơn lẻ

cho kết quả tương quan và kỹ năng dự báo đều tốt hơn các đợt mưa do chịu ảnh hưởng của hình thể thời tiết tổ hợp. Qua nghiên cứu đánh giá khả năng dự báo mưa hạn ngắn của IFS cho khu vực BTB thấy rõ những ưu điểm và nhược điểm của mô hình trong dự báo tác giả có một số kiến nghị:

Với một biến lượng mưa rất khó dự báo nhưng kết quả dự báo của mô hình IFS dự báo mưa hạn ngắn cho khu vực Bắc Trung Bộ là chấp nhận được, tuy nhiên, khả năng dự báo các hiện tượng mưa to và mưa rất to còn chưa đạt yêu cầu nên cần đặc biệt thận trọng trong việc

ứng dụng IFS trong dự báo.

Cần tăng cường hơn nữa mạng lưới đo mưa tự động, cung cấp lượng mưa thời gian thực, xây dựng hệ thống đánh giá, hệ thống máy tính và đẩy mạnh công tác nghiên cứu làm chủ công nghệ để có thể hiệu chỉnh mô hình và giảm quy mô ô lưới tăng dần chất lượng dự báo của IFS.

Để nâng cao chất lượng dự báo, đặc biệt là dự báo mưa lớn phục vụ phòng chống thiên tai bên cạnh việc tham khảo các mô hình số trị cần sử dụng nhiều phương pháp dự báo khác nhau đồng thời tăng cường công tác nghiên cứu đánh giá các mô hình số trị để nâng cao tính ứng dụng.

**Lời cảm ơn:** Bài báo là một phần kết quả của luận văn thạc sỹ của học viên Trần Đức Bá. Nghiên cứu này là một phần kết quả của đề tài nghiên cứu khoa học và phát triển công nghệ cấp Bộ: “Nghiên cứu ứng dụng số liệu dự báo của Trung tâm Dự báo thời tiết hạn vừa Châu Âu để xây dựng các phương án dự báo lũ 5 ngày cho các sông chính ở Trung Trung Bộ”, mã số: TNMT.2018.05.35.

### Tài liệu tham khảo

1. Đề tài NCKH cấp Bộ “Nghiên cứu ứng dụng số liệu dự báo của Trung tâm Dự báo thời tiết hạn vừa Châu Âu để nâng cao chất lượng dự báo hạn tháng và hạn mùa cho khu vực Việt Nam”.
2. Bộ tài liệu kỹ thuật về hệ thống IFS của ECMWF: (<http://www.ecmwf.int/en/forecasts/documentation-and-support/changes-ecmwf-model/ifs-documentation>).

## A VERIFICATION OF SHORT-TERM RAINFALL FORECAST BY USING IFS MODEL OF ECMWF ON THE NORTHERN CENTRAL REGION

Tran Duc Ba<sup>1</sup>, Vo Van Hoa<sup>2</sup>, Doan Quang Tri<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Northern central region hydro-meteorological center

<sup>2</sup>Northern red-river delta region hydro-meteorological center

<sup>3</sup>Vietnam Journal of Hydrometeorology

**Abstract:** This paper presents the results of the short-term rainfall forecasts by using the IFS model of the European Center for Medium-Range Forecasting - ECMWF in the North Central Region. This study based on the 24-hour rainfall data of 20 synoptic stations from 2012 to 2017. The results of the assessment show that the short-term IFS model for the BTB area is well-developed for small and medium rainfall. For very large rainfalls, the quality of IFS forecasts rapidly decreased according to increasing of lead time and there is less predictive skill at the 72hrs lead time. However, there are some heavy rains proving that IFS models capture well in terms of the quantity and rainfall area.

**Keywords:** Rainfall verification, Short-term rainfall prediction, IFS model.

# ĐÁNH GIÁ MỨC ĐỘ RỦI RO VÙNG BIỂN VEN BỜ KHU VỰC MỸ GIANG - HÒN ĐỎ - BÃI CỎ THUỘC XÃ NINH PHƯỚC, NINH HÒA, KHÁNH HÒA

Nguyễn Trâm Anh<sup>1</sup>, Nguyễn Kỳ Phùng<sup>2</sup>

**Tóm tắt:** Đánh giá rủi ro môi trường là việc lượng hóa khả năng gây hại đến môi trường của các nhân tố nhân sinh, từ đó có thể giảm thiểu, ngăn ngừa rủi ro môi trường có thể xảy ra tại khu vực nghiên cứu để tối ưu về chi phí xử lý hoặc bồi thường thiệt hại gây ra. Đánh giá rủi ro môi trường nước biển ven bờ khu vực Mỹ Giang - Hòn Đỏ - Bãi Cỏ nhằm xác định được các tác nhân tiềm tàng thông qua các giá trị chất lượng nước biển đã được lấy mẫu và phân tích - mà hầu hết các thông số chất lượng nước biển này đều nằm trong giới hạn cho phép của QCVN 10:2008/BTNMT(\*) như: chất dinh dưỡng ( $NH_{3,4-N}$ ,  $NO_{3-N}$ ,  $PO_{4-P}$ ) và chất rắn lơ lửng (TSS). Các kết quả tính toán hệ số rủi ro của chất dinh dưỡng ( $NH_{3,4-N}$ ); ( $NO_{3-N}$ ) và ( $PO_{4-P}$ ) tại thời điểm lấy mẫu, tính toán sau 1 đến 15 ngày lần lượt dao động từ (0,45-0,33); (0,80-0,70) và (0,27-0,14); của chất rắn lơ lửng (TSS) là (0,14-0,12) cho thấy tại thời điểm khảo sát khu vực nghiên cứu vẫn nằm trong giới hạn an toàn về mặt môi trường.

**Từ khóa:** Chất lượng nước biển ven bờ, đánh giá rủi ro, Mỹ Giang - Hòn Đỏ - Bãi Cỏ.

Ban Biên tập nhận bài: 18/10/2018 Ngày phản biện xong: 05/12/2018 Ngày đăng bài: 25/01/2019

## 1. Mở đầu

Khu vực Mỹ Giang - Hòn Đỏ - Bãi Cỏ thuộc xã Ninh Phước, huyện Ninh Hòa, tỉnh Khánh Hòa là nơi có nhiều dự án đã đang hoạt động như nhà máy xi măng Hòn Khói; nhà máy sửa chữa tàu biển Hyndai Vinashin; dự án khai thác, chế biến đá và đất san lấp làm vật liệu xây dựng của công ty Cổ phần du lịch dịch vụ Vân Phong; khu du lịch Dốc Lếch, khu vực nuôi trồng thủy sản Hòn Đỏ...và trong thời gian tới, tổ hợp các nhà máy nhiệt điện Vân Phong sẽ được xây dựng và đi vào hoạt động tại khu vực này.

Tác động của các nhà máy này đến vùng biển ven bờ là điều chắc chắn (ô nhiễm nhiệt, ô nhiễm dầu, tác động đến môi trường biển và các hệ sinh thái ven bờ...). Dưới tác động của dòng chảy, sóng, thủy triều sẽ mang chất ô nhiễm từ nơi này đến nơi khác, cũng như làm tăng khả năng rủi ro môi trường khu vực ven bờ xã Ninh Phước, thị xã Ninh Hòa.

<sup>1</sup>Trường Đại học Tài nguyên và Môi trường Tp.HCM

<sup>2</sup>Sở Khoa học và Công nghệ Tp.HCM

Email: [ngtanh@hcmunre.edu.vn](mailto:ngtanh@hcmunre.edu.vn); [ky-phungng@gmail.com](mailto:ky-phungng@gmail.com)

Vì vậy, việc lấy mẫu phân tích để đánh giá chất lượng môi trường nền tại khu vực nghiên cứu, từ đó có thể tính toán các hệ số rủi ro về chất lượng môi trường nước ven bờ là hết sức cần thiết. Đây là, căn cứ ban đầu để đánh giá các mức độ rủi ro tăng hay giảm hoặc diễn biến của môi trường trong tương lai khi mà các hoạt động nhân sinh ngày một đầy đặc hơn.

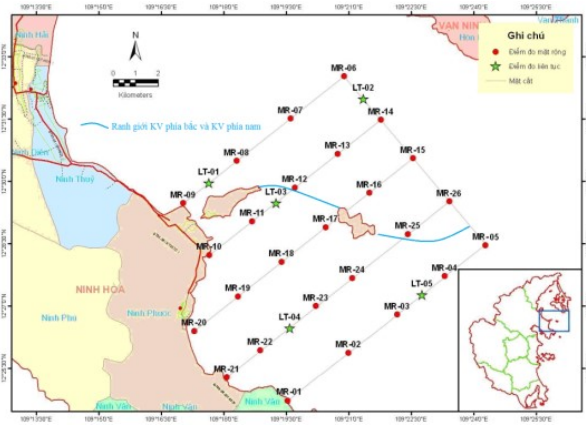
## 2. Phương pháp nghiên cứu

### 2.1. Thu mẫu

Kỹ thuật lấy mẫu nước biển: TCVN 5995:1995 (ISO 5667-9:1987); Thiết bị: Bothomet plastic plastic và được chứa trong các bình PE đã được xử lý và tráng bằng nước mẫu hai lần.

Mẫu được thu hai đợt (tháng 4 và tháng 10/2013) tại tầng mặt (cách mặt nước 50 cm) và tầng đáy (cách đáy 100 cm) tại 31 trạm (hình 1), sau đó được bảo quản lạnh và chuyển về phòng thí nghiệm.

*Ghi chú: (\*)*: Thời điểm lấy mẫu nghiên cứu là năm 2013 nên chỉ tiêu so sánh là QCVN 10:2008/BTNMT



Hình 1. Vị trí các trạm thu mẫu

**2.2. Phương pháp phân tích mẫu**

Các thông số chất lượng nước biển phân tích theo APHA, 2012. Các chỉ tiêu được phân tích bao gồm: tổng chất rắn lơ lửng (TSS), các chất dinh dưỡng (nitrate, ammonia, phosphate, tổng N, tổng P).

**2.3. Phương pháp phân tích thống kê**

Phân tích thống kê là giai đoạn cuối cùng của quá trình nghiên cứu thống kê, từ các biểu hiện chung/riêng về lượng nhằm nêu lên một cách tổng hợp bản chất và tính quy luật của các hiện tượng, quá trình hoặc vật chất trong các điều kiện thời gian và không gian cụ thể. Bài báo sử dụng phương pháp Phân tổ thống kê - nghĩa là căn cứ vào một (hay một số) tiêu thức để phân chia khu vực nghiên cứu thành các tổ (vùng nghiên cứu nhỏ hơn) có tính chất khác nhau.

**2.4. Phương pháp tính hệ số rủi ro môi trường**

Đối với hệ sinh thái, hệ số rủi ro RQ được tính như sau:

$$RQ = \frac{MEC(PEC)}{PNEC} \quad (1)$$

Trong đó MEC (PEC) là nồng độ đo đạc/tính toán dự báo; PNEC là nồng độ ngưỡng cho phép; RQ là hệ số rủi ro.

Theo hướng dẫn đánh giá hệ số rủi ro của Canada, hệ số RQ có các mức giới hạn sau:

Nếu  $RQ < 0,25$ : rất an toàn về mặt môi trường

Nếu  $0,25 < RQ < 0,75$ : an toàn về mặt môi trường

Nếu  $0,75 < RQ < 1$ : có nguy cơ rủi ro môi trường

Nếu  $RQ > 1$ : ảnh hưởng tai biến môi trường

Dữ liệu để đánh giá rủi ro được lấy từ kết quả tính toán hiện trạng môi trường khu vực Mỹ Giang - Hòn Đỏ - Bãi Cỏ.

Các giá trị ngưỡng được sử dụng lấy từ nhiều nguồn khác nhau đối với từng thông số, chủ yếu là Tiêu chuẩn quốc gia Việt Nam (các thông số  $NH_{3,4} - N$ , và TSS), cụ thể là tiêu chuẩn nước biển ven bờ (QCVN 10:2008/BTNMT). Đối với các thông số không có trong Tiêu chuẩn Việt Nam ( $NO_3 - N$ ,  $PO_4 - P$ ), các giá trị ngưỡng của nước ngoài và trong khu vực được sử dụng, ví dụ như Tiêu chuẩn đề nghị cho chất lượng nước biển của Đông Nam Á (ASEAN 2003).

**3. Kết luận nghiên cứu và thảo luận**

**3.1. Chất lượng nước biển ven bờ đối với chỉ tiêu chất dinh dưỡng và độ đục**

**3.1.1. Đợt khảo sát tháng 4 năm 2013**

Kết quả phân tích các mẫu nước thu vào tháng 4 năm 2013 được thống kê trong các bảng 1 tầng mặt, tầng đáy, trung bình toàn cột nước (TCN) và theo khu vực (khu vực phía bắc (KVPB), gồm các trạm MR-06, 07, 08, 09, 12, 13, 14, 15, 16, 25, 26, LT-1, 2); khu vực phía nam (KVPN), gồm các trạm MR-01, 02, 03, 04, 05, 10, 11, 17, 18, 19, 20, 21, 22, 23, 24, LT-3, 4, 5). Ranh giới hai khu vực này đã thể hiện trên hình 1. Hai khu vực này có địa hình khác nhau và được dự đoán là có điều kiện động lực cũng như các nguồn gây ô nhiễm khác nhau.

Theo kết quả thống kê tại Bảng 1, giữa tầng mặt, tầng đáy và giữa khu vực phía Nam và phía Bắc thay đổi không đáng kể. Đặc biệt, qua đợt khảo sát này cho thấy, hàm lượng TSS tầng mặt cao hơn tầng đáy (đối với cả hai khu vực) nhưng không đáng kể, tầng mặt hàm lượng TSS dao động từ 4,4 - 9,5 mg/l, tầng đáy từ 4,3 - 8,5 mg/l. Các thông số còn lại đối với các tầng và khu vực phía Bắc, phía Nam thay đổi không đáng kể. Điều này cho thấy tính ổn định của nước biển khu vực này trong mùa khô.

Bảng 1. Thống kê kết quả phân tích các thông số chất dinh dưỡng và chất rắn lơ lửng (tháng 4 năm 2013, theo tầng và theo khu vực)

Khu vực		NO <sub>3</sub> -N	NH <sub>3,4</sub> +N	PO <sub>4</sub> <sup>3-</sup> P	TSS
Tầng		µg/l	µg/l	µg/l	mg/l
KVPB- Mặt	TB	42	21,4	1,3	6,1
	CT	25	7,6	-	4,5
	CĐ	78	77,5	5,6	9,5
	n	13	13	13	13
KVPB- Đáy	TB	47	28,8	3,0	5,5
	CT	26,8	6,0	-	4,3
	CĐ	74,3	67,4	10,1	7,5
	n	13	13	13	13
KVPB- TCN	TB	44,7	25,1	2,1	5,8
	CT	24,8	6,0	-	4,3
	CĐ	78,2	77,5	10,1	9,5
	n	26	26	26	26
Khu vực		NO <sub>3</sub> -N	NH <sub>3,4</sub> +N	PO <sub>4</sub> <sup>3-</sup> P	TSS
Tầng		µg/l	µg/l	µg/l	mg/l
KVPN- Mặt	TB	40,6	27,0	3,2	5,9
	CT	24,7	9,6	-	4,4
	CĐ	56,2	74,9	8,5	9,2
	n	18	18	18	18
KVPN- Đáy	TB	39,2	24,7	2,8	5,7
	CT	22,5	9,2	-	4,4
	CĐ	58,7	65,3	9,3	8,5
	n	18	18	18	18
KVPN- TCN	TB	39,9	25,9	3,0	5,8
	CT	22,5	9,2	-	4,4
	CĐ	58,7	74,9	9,3	9,2
	n	36	36	36	36

Ghi chú: TB: trung bình, CT: cực tiểu, CĐ: cực đại, n: số lượng mẫu.

### 3.1.2. Đợt khảo sát tháng 10 năm 2013

Kết quả phân tích các mẫu nước thu vào tháng 10 năm 2013 được thống kê trong bảng 2

theo tầng mặt, tầng đáy, trung bình toàn cột nước và theo hai khu vực (như phần trên).

Bảng 2. Thống kê kết quả phân tích các thông số chất dinh dưỡng và chất rắn lơ lửng (tháng 10 năm 2013, theo tầng và theo khu vực)

Khu vực	Giá trị	NO <sub>3</sub> -N	NH <sub>3,4</sub> -N	PO <sub>4</sub> -P	TSS
Tầng		µg/l	µg/l	µg/l	mg/l
KVPB- Mặt	TB	48	31,2	5,7	9,2
	CT	30	12,8	0,8	4,5
	CĐ	64	66,3	14,9	14,4
	n	13	13	13	13,0
KVPB- Đáy	TB	57	33,3	7,5	6,3
	CT	41	11,2	2,8	4,5
	CĐ	78	62,0	15,7	10,1
	n	13	13	13	13
KVPB- TCN	TB	52	32,2	6,6	7,8
	CT	30	11,2	0,8	4,5
	CĐ	78	66,3	15,7	14,4
	n	26	26,0	26,0	26
Khu vực	Giá trị	NO <sub>3</sub> -N	NH <sub>3,4</sub> -N	PO <sub>4</sub> -P	TSS
Tầng		µg/l	µg/l	µg/l	mg/l
KVPN- Mặt	TB	48	27,6	6,8	9,3
	CT	30	10,9	0,8	4,1
	CĐ	65	60,1	16,6	17,0
	n	18	18	18	18
KVPN- Đáy	TB	50	28,7	8,5	6,8
	CT	37	9,3	4,0	4,1
	CĐ	71	68,6	15,4	16,0
	n	18	18	18	18
KVPN- TCN	TB	49	28,2	7,6	8,0
	CT	30	9,3	0,8	4,1
	CĐ	71	68,6	16,6	17,0
	n	36	36	36	36

Ghi chú: TB: trung bình, CT: cực tiểu, CĐ: cực đại, n: số lượng mẫu.



Các giá trị thống kê trong bảng 2 cho thấy là vào mùa mưa nước biển hai khu vực phía Bắc và phía nam cũng có giá trị nồng độ của TSS và các chất dinh dưỡng không khác nhau nhiều.

3.1.3. Chất lượng môi trường nước biển khu vực nghiên cứu

Bảng 3. Giá trị tối đa cho phép của một số chỉ tiêu chất lượng nước biển ven bờ

Thông số	Đơn vị	Giá trị trung bình mùa khô		Giá trị trung bình mùa mưa		QCVN 10:2008/BTNMT(cột nước nuôi trồng thủy sản)
		KVPB	KVPN	KVPB	KVPN	
NH <sub>3,4</sub> -N	mg/l	0,0251	0,0252	0,0322	0,0282	0,1
NO <sub>3</sub> -N (*)	mg/l	0,0445	0,0399	0,0525	0,0490	0,06 (*)
TSS	mg/l	5,8	5,8	7,8	8,0	50
PO <sub>4</sub> -P	mg/l	0,0022	0,0030	0,0066	0,0077	0,015 (*)

Ghi chú: (\*) Giá trị theo quy chuẩn ASEAN 2003.

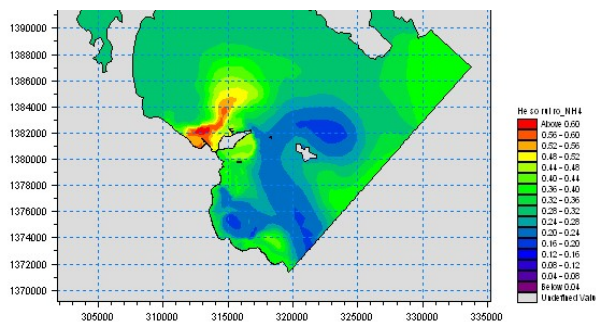
Nhìn chung, các giá trị phân tích cho thấy nồng độ NH<sub>3,4</sub>-N, PO<sub>4</sub>-P, TSS thấp hơn nhiều so với giới hạn cho phép ở các tầng và trung bình toàn khu vực nghiên cứu. Một số giá trị nồng độ nitrate cao hơn 0,060 mg/l (Theo Tiêu chuẩn Nước biển ven bờ ASEAN, Canadian Council of Ministers of the Environment, 2003a) gặp ở 3/62 mẫu tại các trạm MR09 và MR15 vào mùa khô; 9/62 mẫu được phân tích (tại các trạm MR06, MR12, MR13, MR14, MR23 và MR24 (với các nồng độ dao động từ 0,061 đến 0,076 mg/l) vào mùa mưa. Tuy nhiên, tính trung bình trên toàn khu vực thì nồng độ nitrate vẫn nằm trong giới hạn cho phép. Nguyên nhân có thể do khu vực

nghiên cứu đã bị ảnh hưởng bởi sự các ruộng nuôi thủy hải sản từ khu vực nuôi trồng Hòn Đỏ.

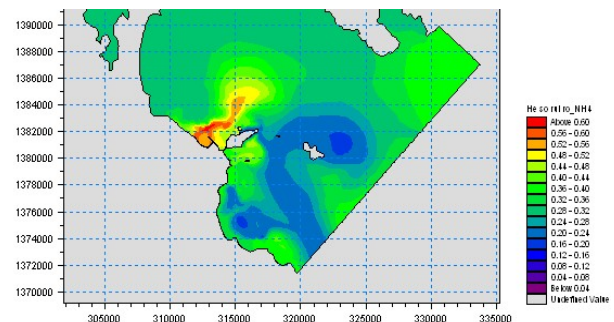
3.2. Đánh giá rủi ro khu vực nghiên cứu

3.2.1. So sánh ảnh hưởng của triều trong việc tính toán hệ số rủi ro

Trong tính toán hệ số rủi ro tại khu vực nghiên cứu, dữ liệu sẽ được lấy ở những thời điểm khác nhau để tính toán rủi ro, bao gồm giữa lúc triều lên và triều xuống trong cùng một ngày để xem xét giá trị của hệ số rủi ro khác biệt như thế nào. Tuy nhiên, qua việc tính toán hệ số rủi ro giữa lúc triều xuống và triều lên trong cùng một ngày, kết quả cho thấy không có sự khác biệt về giá trị (hình 2 và hình 3).



Hình 2. Hệ số rủi ro NH<sub>4</sub> lúc triều lên



Hình 3. Hệ số rủi ro NH<sub>4</sub> lúc triều xuống

Như vậy, hệ số rủi ro sẽ được tính toán vào những thời điểm khác nhau như sau 1 ngày, 3 ngày, 7 ngày và 15 ngày tính toán trong toàn khu vực nghiên cứu vào lúc triều lên. Hệ số rủi ro được tính toán trên toàn không gian vùng nghiên cứu theo các thời điểm khác nhau, từ đó đưa ra RQ lớn nhất tại từng thời điểm để đánh giá mức độ rủi ro.

Bảng 4. Kết quả tính RQ của chất dinh dưỡng và chất rắn lơ lửng khu vực nghiên cứu mùa khô so với tiêu chuẩn chất lượng nước biển ASEAN (2003) và QCVN 10:2008/BTNMT

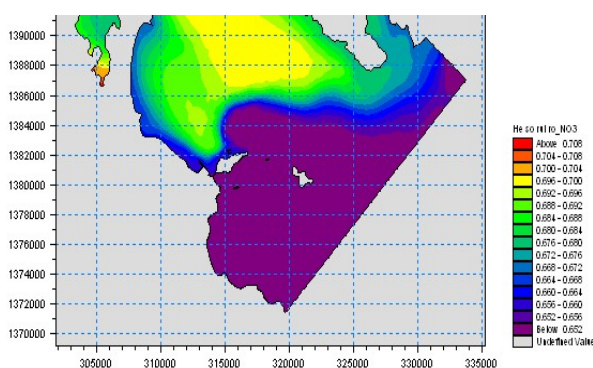
Thông số	RQmax				Đánh giá
	Sau 1 ngày	Sau 3 ngày	Sau 7 ngày	Sau 15 ngày	
NO <sub>3</sub> -N	0,80	0,72	0,70	0,70	Có nguy cơ rủi ro môi trường
PO <sub>4</sub> -P	0,25	0,17	0,16	0,15	Rất an toàn về mặt môi trường
NH <sub>3</sub> - N	0,40	0,31	0,31	0,31	An toàn về mặt môi trường
TSS	0,14	0,12	0,12	0,12	Rất an toàn về mặt môi trường

Xét về không gian, hệ số RQ của các chất tại khu vực ven bờ sau các thời điểm tính toán cho thấy RQ có giá trị khá nhỏ. Nồng độ các chất đã bị dòng chảy khuếch tán và đưa vào sâu trong vịnh hoặc ra ngoài khơi. Vì vậy, tuy hệ số RQ của nitrat giao động trong khoảng 0,75 - 1

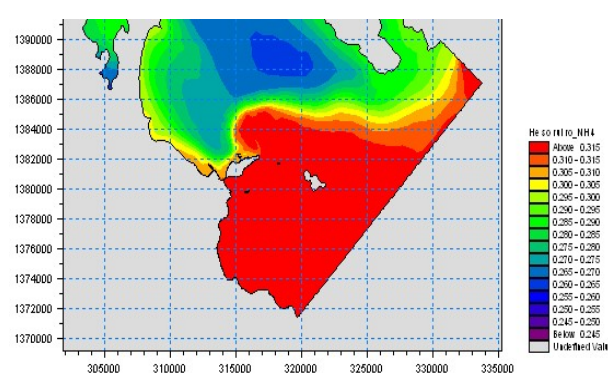
### 3.2.2. Mức độ rủi ro vào mùa khô

Như đã trình bày ở trên, hầu hết các thông số đều có giá trị nằm trong giới hạn cho phép của QVCN 10:2008/BTNMT và tiêu chuẩn ASEAN 2003 nên giá trị các hệ số rủi ro RQ của các thông số nghiên cứu về chất lượng dinh dưỡng (NH<sub>3,4</sub> - N, NO<sub>3</sub> - N, PO<sub>4</sub> - P) và chất rắn lơ lửng (TSS) đều nhỏ hơn 1

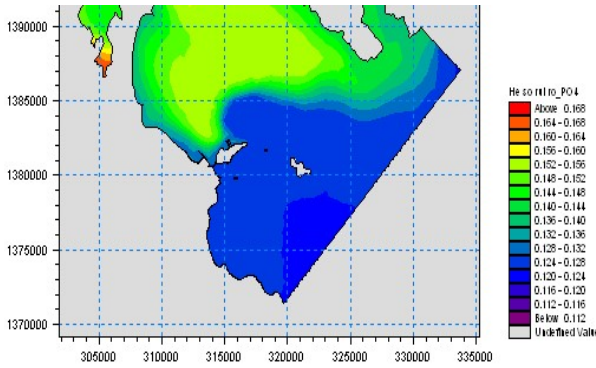
nhưng giá trị này nằm khá xa khu vực ven bờ, chủ yếu ở phía Đông Bắc và phía Bắc của khu vực nghiên cứu. Nhìn chung, môi trường nước biển ven bờ khu vực nghiên cứu còn khá sạch và chưa có dấu hiệu bị ô nhiễm.



Hình 4. Hệ số rủi ro NO<sub>3</sub> - N hiện trạng tháng 4 sau 15 ngày tính toán



Hình 5. Hệ số rủi ro NH<sub>3,4</sub>-N hiện trạng tháng 4 sau 15 ngày tính toán



Hình 6. Hệ số rủi ro  $PO_4\text{-P}$  hiện trạng tháng 4 sau 15 ngày tính toán

3.2.3. Mức độ rủi ro vào mùa mưa

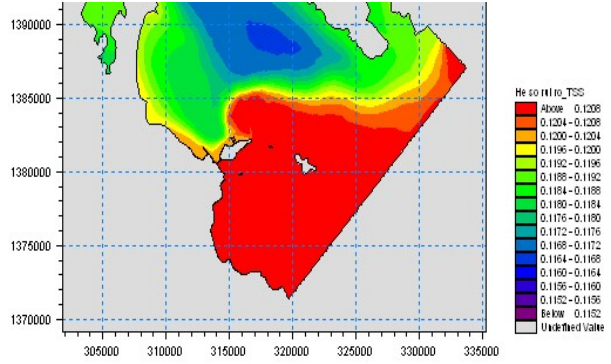
Kết quả tính toán RQ vào tháng 10 các chất dinh dưỡng và chất rắn lơ lửng đều có giá trị lớn hơn so với tháng 4, đồng thời hệ số RQmax cũng giảm dần theo thời gian tính toán, điều này là do chế độ sóng, dòng chảy, thủy triều,... khuếch tán và vận chuyển nồng độ các chất lơ lửng đi và ra xa khu vực xả thải.

Bảng 5. Kết quả tính RQ của chất dinh dưỡng và chất rắn lơ lửng khu vực nghiên cứu mùa mưa so với tiêu chuẩn chất lượng nước biển ASEAN (2003) và QCVN 10:2008/BTNMT

Thông số	RQmax				Đánh giá
	sau 1 ngày	sau 3 ngày	sau 7 ngày	sau 15 ngày	
$NO_3\text{-N}$	0,96	0,92	0,87	0,85	có nguy cơ rủi ro môi trường
$PO_4\text{-P}$	0,68	0,65	0,54	0,48	an toàn về mặt môi trường
$NH_3\text{-N}$	0,60	0,55	0,4	0,37	an toàn về mặt môi trường
TSS	0,20	0,20	0,18	0,18	rất an toàn về mặt môi trường

Giá trị  $NH_{3,4}\text{-N}$  tính toán được trong tháng 10 theo các kịch bản nhỏ hơn khá nhiều so với giá trị ngưỡng. Do đó chỉ số RQ đối với  $NH_3\text{-N}$  so với tiêu chuẩn Việt Nam là khá nhỏ. Vì vậy, hệ số RQ của  $NH_{3,4}\text{-N}$  an toàn về mặt môi trường sinh thái.

Chỉ số RQ của Photphat cũng khá nhỏ, RQ



Hình 7. Hệ số rủi ro TSS hiện trạng tháng 4 sau 15 ngày tính toán

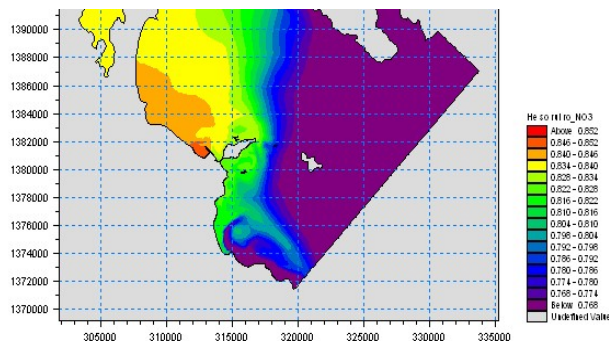
lớn nhất trong các kịch bản tính toán chỉ bằng 0,68, điều này cho thấy Photphat chưa bị ô nhiễm và có thể xem như an toàn về mặt môi trường sinh thái, Chỉ số RQ của Photphat giảm dần theo thời gian tính toán và có giá trị cao tại khu vực ven bờ về phía Nam khu vực nghiên cứu.

Trong qui chuẩn Việt Nam không có quy định nitrat nên thông số này sẽ được tính theo tiêu chuẩn nước biển ven bờ của ASEAN (2003).

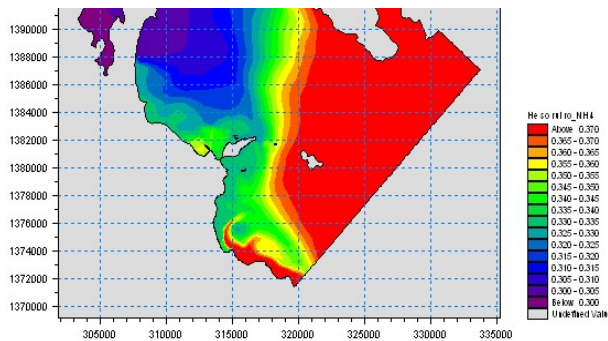
Chỉ số Nitrat có RQmax tuy nhỏ hơn 1 nhưng cũng gần bằng 1, RQ lớn nhất sau 1 ngày tính toán, điều này cho thấy nguy cơ ô nhiễm nitrat trong khu vực nghiên cứu là rất đáng quan tâm. Đồng thời, ở tháng 10 này thì RQ lớn nhất lại nằm tại khu vực ven bờ và nồng độ giảm không đáng kể theo thời gian. Vì vậy, khả năng rủi ro của Nitrat tại khu vực nghiên cứu có nguy cơ cao và cần được quan tâm về mặt môi trường sinh thái.

Kết quả tính toán hệ số rủi ro TSS vào mùa mưa rất nhỏ, hệ số RQ lớn nhất cũng chỉ 0,2, cho thấy TSS không bị ô nhiễm tại khu vực nghiên cứu và rất an toàn về môi trường. Hệ số rủi ro của TSS vào mùa mưa không chênh lệch nhiều so với mùa khô. Theo thời gian hệ số rủi ro giảm dần nhưng cũng không đáng kể.

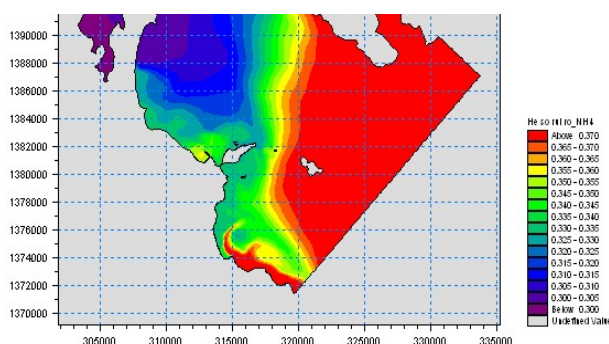
Xét về không gian, hệ số RQ của các chất tại khu vực nghiên cứu sau các thời điểm tính toán cho thấy RQ có giá trị khá lớn tại khu vực ven bờ và xung quanh hòn Mỹ Giang. Nồng độ các chất đã bị dòng chảy khuếch tán và đưa vào sâu trong vịnh hoặc ra ngoài khơi theo thời gian, Kết quả hệ số rủi ro giữa các kịch bản không khác nhau nhiều về mặt giá trị và không gian.



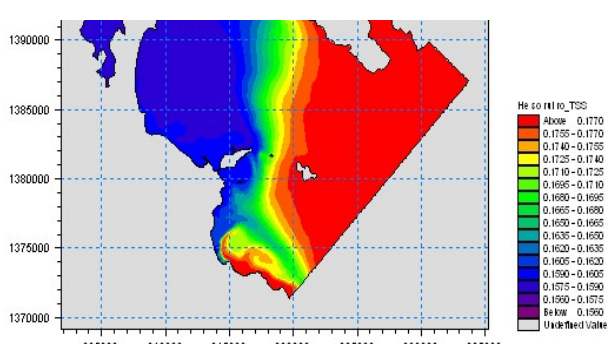
Hình 8. Hệ số rủi ro  $NO_3-N$  hiện trạng tháng 10 sau 15 ngày tính toán



Hình 9. Hệ số rủi ro  $NH_{3,4}-N$  hiện trạng tháng 10 sau 15 ngày tính toán



Hình 10. Hệ số rủi ro  $PO_4-P$  hiện trạng tháng 10 sau 15 ngày tính toán



Hình 11. Hệ số rủi ro TSS hiện trạng tháng 10 sau 15 ngày tính toán

#### 4. Kết luận

So sánh kết quả chất lượng nước với những kết quả nghiên cứu trong vùng Vân Phong - Bến Gỏi trước đây cho thấy giá trị các thông số chất lượng nước biển trong khu vực nghiên cứu nhìn chung các thông số nằm trong xu hướng chung của cả vùng như:  $NO_3-N$ ,  $NH_{3,4}-N$ , riêng đối với chỉ tiêu  $PO_4-P$  thấp hơn nhiều so với giá trị chung. Cụ thể, theo Lê Thị Vinh, 2008, 2009 và 2012, chất lượng nước biển vùng Vân Phong - Bến Gỏi biểu hiện qua thông số tổng chất rắn lơ lửng (TSS) của nước ít biến động (pH: 7,80-

8,22; TSS: 19,0-36,4 mg/l), nồng độ các muối nitrite (0-8,7  $\mu gN/l$ ), ammonia (0-76  $\mu gN/l$ ) khá thấp, phosphate (5,3-16,6  $\mu gP/l$ ) ở mức trung bình [4]. Kết quả tính toán cho thấy môi trường nước biển tại khu vực nghiên cứu chưa có dấu hiệu ô nhiễm, tuy nhiên, cần chú ý đến việc xả thải các chất dinh dưỡng vì nguy cơ ô nhiễm nitrat trong vùng nghiên cứu có khả năng xảy ra cao; các chỉ số khác như RQ của Photphat và Amoni, chất rắn lơ lửng là không đáng kể, có thể xem như an toàn về mặt môi trường sinh thái.

### Tài liệu tham khảo

1. APHA (2012), *Standard Methods for the Analysis of Water and WasteWater*. 22nd Edition
2. Bộ Tài Nguyên và Môi Trường (2008), *Qui chuẩn Kỹ thuật quốc gia QCVN 10:2008/BTNMT: Chất lượng nước biển ven bờ*.
3. Canadian Council of Ministers of the Environment, (2003a), *Marine water Quality Criteria for The ASEAN Region - Online Publication*.
4. Lê Thị Vinh (2012), *Hàm lượng các kim loại nặng trong môi trường vịnh Vân Phong - Bến Gò, Khánh Hòa*. Tạp chí Khoa học và Công nghệ biển. 3(T.12). Tr 12-23.
5. Tổng cục môi trường, cục kiểm soát ô nhiễm (2010), *Xây dựng bộ tiêu chí khoanh vùng kiểm soát ô nhiễm môi trường nước biển ven bờ*, tr.21.

## EVALUATE TO THE RISK RATIO IN COASTAL AREA OF MY GIANG - HON DO - BAI CO IN NINH PHUOC COMMUNE, NINH HOA TOWN, KHANH HOA PROVINCE

Nguyen Tram Anh<sup>1</sup>, Nguyen Ky Phung<sup>2</sup>

**Abstract:** *Environmental risk assessment by using risk quotient parameter is the quantification of the environmental damaging ability of human factors, therefore it can be minimized or prevented environmental risks that may occur in studied area for optimize the cost of treatment or recuperation for damage. An assessment of the coastal water environment risk in the My Giang-Hon Do-Bai Co area can identify potential actors through the sampled and analyzed sea water quality parameters - which were within the limits of QCVN 10: 2008/BTNMT as: nutrients ( $NH_{3,4-N}$ ,  $NO_{3-N}$ ,  $PO_{4-P}$ ) and suspended solids (TSS). The calculated results of risk quotient of nutrients ( $NH_{3,4-N}$ ); ( $NO_{3-N}$ ) và ( $PO_{4-P}$ ) at the time of sampling and after translating 1 to 15 days respectively ranging from (0.45-0.33); (0.80-0.70) and (0.27-0.14); suspended solids (TSS) were (0.14-0.12) indicating that at the time of the survey, the study area remained within the safe limits of the environment.*

**Keywords:** *Coastal water quality, risk quotient (RQ), My Giang - Hon Do - Bai Co.*

# MỘT VÀI ĐẶC ĐIỂM LAN TRUYỀN CỦA DÒNG CHẢY MẬT ĐỘ VÀO THỦY VỰC BORNHOLM (BIỂN BALTIC) TRONG THỜI KỲ “DÒNG HẢI LƯU CHÍNH”

Đinh Ngọc Huy<sup>1</sup>

**Tóm tắt:** Dòng chảy mật độ từ biển Bắc đóng vai trò quan trọng trong việc hình thành các đặc điểm hệ thống hoàn lưu chung ở biển Baltic, trong đó có quá trình trao đổi thẳng đứng giữa các tầng nước sâu ở trung tâm biển Baltic, cung cấp oxy và phục hồi tình trạng nước tại đây. Khả năng lan truyền vào trung tâm biển Baltic của dòng chảy mật độ này phụ thuộc vào mức độ biến đổi của chúng ở các thủy vực nước sâu. Mặt khác, khả năng lan truyền này đạt được cao nhất trong thời kỳ xảy ra “dòng hải lưu chính Baltic” (Major Baltic Inflow) (thường xảy ra trung bình 10 năm/lần). Thủy vực Bornholm là thủy vực thứ hai trong chuỗi mắt xích thủy vực nước sâu ở biển Baltic, là nơi xảy ra quá trình biến đổi dòng chảy mật độ từ biển Bắc rất mạnh [3,4,6]. Trong thời kỳ diễn ra “dòng hải lưu chính Baltic”, dòng chảy mật độ cao từ biển Bắc vào thủy vực Bornholm, theo thời gian nó lan truyền xuống các tầng đáy của thủy vực dưới dạng các nhóm dòng chảy nhánh và tạo nên quá trình trao đổi thẳng đứng mạnh mẽ tại đây. Bài báo trình bày và thảo luận một số kết quả nghiên cứu đặc điểm lan truyền và biến đổi nước biển Bắc trong thủy vực nước sâu này sau thời gian xảy ra “dòng hải lưu chính Baltic” vào tháng 1 năm 2003.

**Từ khóa:** Dòng chảy đáy, Dòng hải lưu chính Baltic, Thủy vực Bornholm.

Ban Biên tập nhận bài: 12/09/2018 Ngày phản biện xong: 22/11/2018 Ngày đăng bài: 25/01/2019.

## 1. Đặt vấn đề

Hệ thống hoàn lưu chung của biển Baltic được hình thành nên chủ yếu là do dòng chảy từ biển Bắc (Đại Tây Dương) đổ vào. Trong đó đóng vai trò quan trọng nhất là “Dòng hải lưu chính Baltic” (Major Baltic Inflows - MBI). Nó chính là dòng chảy mật độ có cường độ mạnh từ biển Bắc, hình thành nên dưới tác động của một số điều kiện khí tượng thuận lợi nhất định, diễn ra liên tục trong thời gian từ 10 tới 50 ngày với thể tích khối nước mang vào lên tới 300 km<sup>3</sup>.

Trong thời kỳ diễn ra “dòng hải lưu chính” (MBI), hệ thống hoàn lưu của biển Baltic, nhìn chung, bị thay đổi do việc hình thành những dòng chảy mật độ lớn với cường độ mạnh, lan truyền tới trung tâm của biển Baltic. Đặc điểm địa hình biển Baltic được đặc trưng bởi hệ thống các thủy vực sâu thông với nhau qua các eo biển nước nông. Sự lan truyền của dòng chảy mật độ cao này tới trung tâm của biển Baltic được diễn ra bằng chuyển động luân chuyển nối tiếp từ

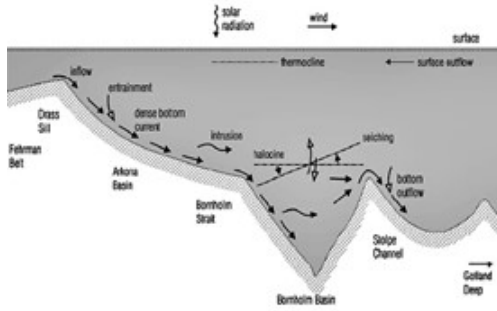
thủy vực này tới thủy vực khác. Có nghĩa là để truyền đến các thủy vực trung tâm và sâu trong biển Baltic (có độ sâu trung bình là 249m ở thủy vực Gotland), dòng chảy mật độ này cần phải di chuyển qua được hết chuỗi các thủy vực nước sâu trước đó. Trong quá trình lan truyền qua các thủy vực này, sẽ xảy ra sự tương tác giữa dòng chảy mật độ và nước trong thủy vực. Kết quả của sự tương tác này chính là sự thay đổi về độ muối và hàm lượng oxy hòa tan trong lớp nước sâu của các thủy vực. Mức độ biến đổi của dòng chảy mật độ trong từng thủy vực sẽ ảnh hưởng mạnh mẽ tới tính chất lan truyền của nó vào khu vực trung tâm và khả năng phục hồi tình trạng nước của các thủy vực sâu.

Do Bornholm là thủy vực sâu đầu tiên trong chuỗi các thủy vực trong biển Baltic, nơi mà dòng hải lưu mật độ cao sẽ lan truyền tới sau khi đã vượt qua khỏi thủy vực Arkona (độ sâu khoảng 50m). Vì vậy, sự lan truyền và biến đổi ở thủy vực Bornholm là một mắt xích rất quan trọng trong quá trình lan truyền của nước biển Bắc vào biển Baltic (hình 1 và hình 2) [6]. Điều

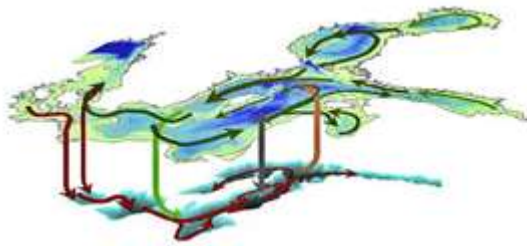
<sup>1</sup>Trường Đại học Tài nguyên và Môi trường TP HCM

Email: huyspb@gmail.com

đó làm nảy sinh tính cấp bách và quan trọng của việc nghiên cứu quá trình lan truyền và biến đổi của dòng chảy mật độ cao từ biển Bắc vào thủy vực Bornholm.



Hình 1. Sơ đồ hoàn lưu đáy trong biển Baltic (từ eo Fehrman tới đầu thủy vực Gotland) [6]



Hình 2. Sơ đồ hoàn lưu tổng hợp trong biển Baltic. (mũi tên màu xanh: hoàn lưu mặt, màu đỏ: hoàn lưu đáy) [6]

## 2. Cơ sở lý thuyết

### a. Phương pháp nghiên cứu

Trong những năm từ thập kỷ 80-90 của thế kỷ trước, tầm quan trọng của “dòng hải lưu chính Baltic” (MBI) đã được các nhà khoa học chú ý và thực hiện khá nhiều những chuyến khảo sát đo đạc trực tiếp phục vụ nghiên cứu chuyên sâu. Tuy nhiên, do đặc thù cơ bản của MBI, nó chỉ xảy ra khi hội đủ các điều kiện khí tượng - hải văn phức tạp và phù hợp, nên chu kỳ giữa hai dòng hải lưu chính liên tiếp thường rất dài, có khi lên tới 10 - 15 năm, từ đó gây ra sự khó khăn trong việc kịp thời dự báo và thực hiện khảo sát

số liệu trực tiếp trong thời gian xảy ra quá trình này [4,7]. Những lần gần nhất các nhà khoa học quan trắc được sự xuất hiện của MBI là trong các năm 1993, 2003 và 2014. Trong đó, cường độ mạnh nhất là dòng chảy xuất hiện vào tháng 1/2003. Tuy nhiên, nghiên cứu quá trình biến động thủy động lực khi xảy ra dòng hải lưu chính này bằng cách sử dụng các số liệu khảo sát trực tiếp vẫn phải nhiều khó khăn. Hiện nay việc nghiên cứu các quá trình thủy động lực học bằng phương pháp mô hình số trị thỏa mãn các yêu cầu về tính cấp bách, kịp thời và chi phí thấp với các kết quả đạt độ chính xác cao khi so sánh với kết quả khảo sát số liệu trực tiếp hoặc số liệu từ vệ tinh.

Mô hình được sử dụng trong nghiên cứu này tính toán sự lan truyền, biến đổi và tương tác qua lại của khối nước biển Bắc mật độ cao trong các thủy vực ở biển Baltic trong quá trình xảy ra MBI làm thay đổi hệ thống hoàn lưu chung, đặc biệt là hệ thống dòng chảy sát đáy được gọi chung là mô hình dòng chảy đáy. Trong phạm vi của nghiên cứu này, sẽ trình bày một số kết quả về đặc điểm lan truyền và biến đổi của nước biển Bắc, đặc trưng bằng sự thay đổi phân bố độ muối trong thủy vực sâu Bornholm, hình thành trong thời kỳ diễn ra “dòng hải lưu chính Baltic” vào tháng 1 năm 2003.

### b. Cơ sở lý thuyết của mô hình

#### Mô hình dòng chảy đáy

Vùng tính được chia thành 2 phân vùng theo độ sâu: phân vùng đáy (phân vùng 2) và phân vùng tính từ biên đáy đến bề mặt biển (phân vùng 1). Phân vùng đáy được tính từ đáy của vùng nghiên cứu và dày 20m, phân vùng 1 được tính từ biên phân vùng đáy lên tới bề mặt biển. Do địa hình đáy của vùng nghiên cứu trong mô hình rất phức tạp và phân vùng đáy chỉ dày 20m, vì vậy để chính xác và dễ mô tả hơn, mô hình sử dụng tọa độ cong ( $\sigma$ ) trên cơ sở chuyển từ tọa độ thẳng đứng ( $z$ ).

Đối với phân vùng 1:  $\sigma_1 = \frac{z}{H_1}$

Hệ phương trình chuyển động, phương trình liên tục và phương trình trạng thái:

$$\frac{\partial u}{\partial t} - fv = -g \frac{\partial \xi}{\partial x} - \frac{g}{\rho_0} \int_0^{\sigma_1} \left( \frac{\partial \rho}{\partial x} - \frac{\sigma_1}{H_1} \frac{\partial H_1}{\partial x} \frac{\partial \rho}{\partial \sigma_1} \right) d\sigma_1 + \frac{1}{H_1} \frac{\partial}{\partial \sigma_1} \left( \frac{k_z}{H_1} \frac{\partial u}{\partial \sigma_1} \right) \quad (1)$$

$$\frac{\partial v}{\partial t} + fu = -g \frac{\partial \xi}{\partial y} - \frac{g}{\rho_0} \int_0^{\sigma_1} \left( \frac{\partial \rho}{\partial y} - \frac{\sigma_1}{H_1} \frac{\partial H_1}{\partial y} \frac{\partial \rho}{\partial \sigma_1} \right) d\sigma_1 + \frac{1}{H_1} \frac{\partial}{\partial \sigma_1} \left( \frac{k_z}{H_1} \frac{\partial v}{\partial \sigma_1} \right) \quad (2)$$

$$\frac{\partial u}{\partial x} - \frac{\sigma_1}{H_1} \frac{\partial H_1}{\partial x} \frac{\partial u}{\partial \sigma_1} + \frac{\partial v}{\partial y} - \frac{\sigma_1}{H_1} \frac{\partial H_1}{\partial y} \frac{\partial v}{\partial \sigma_1} + \frac{1}{H_1} \frac{\partial w}{\partial \sigma_1} = 0 \quad (3)$$

$$\rho = \rho_0 + \alpha_s S + \alpha_T T \quad (4)$$

Phương trình vận chuyển khuếch tán muối và oxy hòa tan:

$$\frac{\partial S}{\partial t} + (u+u_d) \frac{\partial S}{\partial x} + (u+u_d) \frac{\partial S}{\partial x} + (v+v_d) \frac{\partial S}{\partial y} + (v+v_d) \frac{\partial S}{\partial y} - (u+u_d) \frac{\sigma_1}{H_1} \frac{\partial H_1}{\partial x} \frac{\partial S}{\partial \sigma_1} - (v+v_d) \frac{\sigma_1}{H_1} \frac{\partial H_1}{\partial y} \frac{\partial S}{\partial \sigma_1} + w \frac{\partial S}{\partial \sigma_1} = \frac{1}{H_1} \frac{\partial}{\partial \sigma_1} \left( \frac{K_z}{H_1} \frac{\partial S}{\partial \sigma_1} \right) + K_1 \left( \frac{\partial^2 S}{\partial x^2} + \frac{\partial^2 S}{\partial y^2} \right) \quad (5)$$

$$\frac{\partial C}{\partial t} + (u+u_d) \frac{\partial C}{\partial x} + (v+v_d) \frac{\partial C}{\partial y} - (u+u_d) \frac{\sigma_1}{H_1} \frac{\partial H_1}{\partial x} \frac{\partial C}{\partial \sigma_1} - (v+v_d) \frac{\sigma_1}{H_1} \frac{\partial H_1}{\partial y} \frac{\partial C}{\partial \sigma_1} + w \frac{\partial C}{\partial \sigma_1} = \frac{1}{H_1} \frac{\partial}{\partial \sigma_1} \left( \frac{K_z}{H_1} \frac{\partial C}{\partial \sigma_1} \right) + K_1 \left( \frac{\partial^2 C}{\partial x^2} + \frac{\partial^2 C}{\partial y^2} \right) \quad (6)$$

Đối với phân vùng 2 - phân vùng đáy:

$$\sigma_2 = \frac{z - H_1}{H - H_1}$$

Hệ phương trình chuyển động, phương trình liên tục và phương trình trạng thái:

$$\frac{\partial u}{\partial t} - fv = -g \frac{\partial \xi}{\partial x} - \frac{g}{\rho_0} \int_0^{\sigma_2} \left( \frac{\partial \rho}{\partial x} - \frac{1}{(H-H_1)} \frac{\partial H_1}{\partial x} \frac{\partial \rho}{\partial \sigma_2} \right) d\sigma_2 + \frac{1}{(H-H_1)} \frac{\partial}{\partial \sigma_2} \left( \frac{k_z}{(H-H_1)} \frac{\partial u}{\partial \sigma_2} \right) \quad (7)$$

$$\frac{\partial v}{\partial t} + fu = -g \frac{\partial \xi}{\partial y} - \frac{g}{\rho_0} \int_0^{\sigma_2} \left( \frac{\partial \rho}{\partial y} - \frac{1}{(H-H_1)} \frac{\partial H_1}{\partial y} \frac{\partial \rho}{\partial \sigma_2} \right) d\sigma_2 + \frac{1}{(H-H_1)} \frac{\partial}{\partial \sigma_2} \left( \frac{k_z}{(H-H_1)} \frac{\partial v}{\partial \sigma_2} \right) \quad (8)$$

$$\frac{\partial u}{\partial x} - \frac{1}{(H-H_1)} \frac{\partial H_1}{\partial x} \frac{\partial u}{\partial \sigma_2} + \frac{\partial v}{\partial y} - \frac{1}{(H-H_1)} \frac{\partial H_1}{\partial y} \frac{\partial v}{\partial \sigma_2} + \frac{1}{(H-H_1)} \frac{\partial w}{\partial \sigma_2} = 0 \quad (9)$$

$$\rho = \rho_0 + \alpha_s S + \alpha_T T \quad (10)$$

Phương trình vận chuyển khuếch tán muối và oxy hòa tan:

$$\frac{\partial S}{\partial t} + (u+u_d) \frac{\partial S}{\partial x} + (u+u_d) \frac{\partial S}{\partial x} + (v+v_d) \frac{\partial S}{\partial y} + (v+v_d) \frac{\partial S}{\partial y} - \frac{(u+u_d)}{(H-H_1)} \frac{\partial H_1}{\partial x} \frac{\partial S}{\partial \sigma_2} - \frac{(v+v_d)}{(H-H_1)} \frac{\partial H_1}{\partial y} \frac{\partial S}{\partial \sigma_2} + \frac{w}{(H-H_1)} \frac{\partial S}{\partial \sigma_2} = \frac{1}{(H-H_1)^2} \frac{\partial}{\partial \sigma_2} \left( \frac{K_z}{(H-H_1)} \frac{\partial S}{\partial \sigma_2} \right) + K_1 \left( \frac{\partial^2 S}{\partial x^2} + \frac{\partial^2 S}{\partial y^2} \right) \quad (11)$$

$$\frac{\partial C}{\partial t} + (u+u_d) \frac{\partial C}{\partial x} + (v+v_d) \frac{\partial C}{\partial y} - \frac{(u+u_d)}{(H-H_1)} \frac{\partial H_1}{\partial x} \frac{\partial C}{\partial \sigma_2} - \frac{(v+v_d)}{(H-H_1)} \frac{\partial H_1}{\partial y} \frac{\partial C}{\partial \sigma_2} + \frac{w}{(H-H_1)} \frac{\partial C}{\partial \sigma_2} = \frac{1}{(H-H_1)^2} \frac{\partial}{\partial \sigma_2} \left( \frac{K_z}{(H-H_1)} \frac{\partial C}{\partial \sigma_2} \right) + K_1 \left( \frac{\partial^2 C}{\partial x^2} + \frac{\partial^2 C}{\partial y^2} \right) \quad (12)$$

Trong đó  $u_m, v_m$  là thành phần trung bình vận tốc dòng chảy (m/s);  $u, v$  là thành phần vận tốc dòng chảy (m/s);  $w$  là vận tốc thẳng đứng của dòng chảy;  $\xi$  là biến động mực nước (m);  $g$  là gia tốc trọng trường (m/s<sup>2</sup>);  $f$  là thông số Coriolis;  $\rho$  là mật độ nước biển;  $H$  là độ sâu;  $H_1$  là độ sâu phân vùng 1;  $k_x, k_z$  là hệ số nhớt rối theo

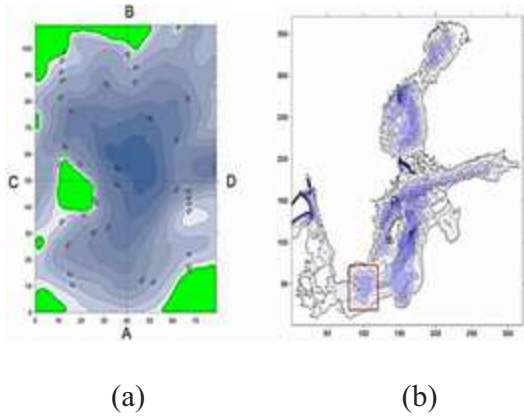
phương ngang và dọc;  $K_x, K_z$  là hệ số khuếch tán rối theo phương ngang và dọc;  $S_{\text{‰}}$  là độ muối;  $S'_{\text{‰}}$  là phân bố dị thường độ muối;  $S_0_{\text{‰}}$  là độ muối nền;  $C$  là nồng độ oxy hòa tan (ml/l).

### 3. Thiết lập mô hình

Mô hình được sử dụng tính toán cho miền tính vùng biển Bornholm (hình 3). Hệ thống lưới



tính vuông gồm 80x110 nút theo chiều ngang và hệ thống lưới cong gồm 40 nút tính theo chiều dọc. Bước lưới theo chiều ngang là 1,8 km, còn theo chiều dọc trong phân vùng đáy là 1m. Ngoài ra trên hình 3 còn chỉ ra vị trí của 2 mặt cắt mà kết quả cho từng mặt cắt này sẽ được tính toán trong phạm vi nghiên cứu.



Hình 3. Vùng tính thủy vực Bornholm (a) và vị trí của vùng tính trong biển Baltic (b)

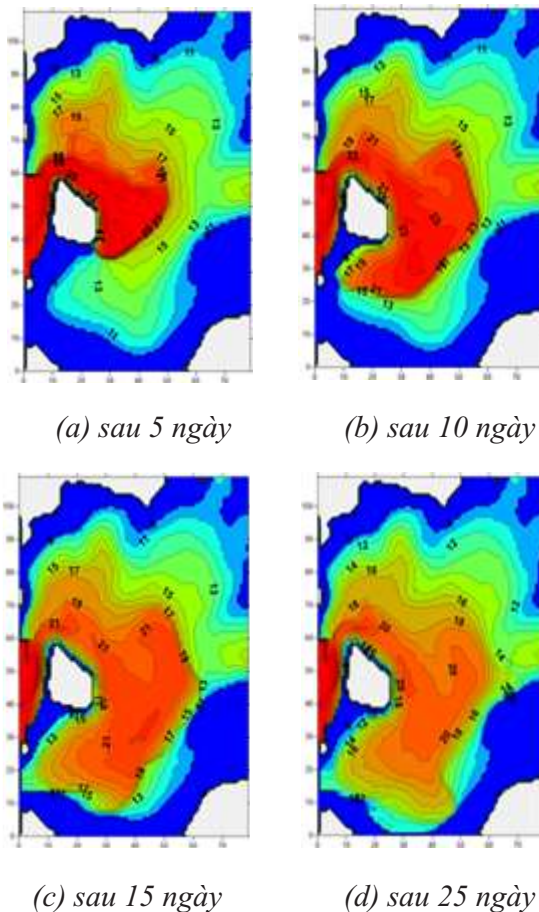
Thông số đưa vào tính toán về dòng chảy và phân bố độ muối, khảo sát đo đạc trong thời kỳ diễn ra MBI vào tháng 1/2003, bởi Leibniz Institute for Baltic Sea Research, Warnemünde (IOW) và được sử dụng làm điều kiện ban đầu của mô hình. Miền tính có 3 biên lỏng, trong đó có 2 biên chính, biên trái tại eo biển thông vào thủy vực Bornholm và biên phải là eo biển thông tới kênh Stolpe. Tại biên trái của vùng tính, độ muối ban đầu trong lớp nước có độ dày 50m là 25‰, tương ứng với độ muối thực tế của hải lưu chảy từ thủy vực Arkona vào. Độ muối nền ban đầu trong lớp 50m nước là 7‰, lớp dưới 50m là 10‰ và tăng dần tới 17‰ tại 100m. Tại biên lỏng phải của vùng tính ta có điều kiện  $\frac{\partial S}{\partial n} = 0$ . Điều kiện này cũng được sử dụng cho các biên cứng của vùng tính.

Để kết quả tính toán của mô hình có độ tin cậy, tác giả đã đánh giá ảnh hưởng của dòng chảy chính áp ở biển Baltic, xảy ra trong thời kỳ diễn ra “dòng hải lưu chính”. Kết quả tính toán của dòng chảy chính áp cũng được sử dụng như

điều kiện ban đầu cho mô hình dòng chảy đáy. Ngoài ra, tác giả cũng đã kiểm định kết quả mô hình với số liệu quan trắc thu được từ IOW [1,2,5].

#### 4. Kết quả và thảo luận

Theo kết quả của mô hình tính, dòng chảy mật độ cao lan truyền từ thủy vực Arkona dọc theo viền phía nam của eo biển thủy vực Bornholm dưới dạng dòng hẹp.



Hình 4. Kết quả tính toán phân bố độ muối tầng đáy trong thủy vực Bornholm (‰)

Sau đó, nó tiến vào thủy vực Bornholm và lan truyền xuống phía nam ôm dọc theo bờ phía đông của đảo Bornholm (hình 4a). Hướng chuyển động của dòng chảy này nhìn chung trùng với hướng của các đường đẳng sâu. Theo thời gian lan truyền, chúng ta nhận thấy chiều rộng dòng chảy tăng lên và phân chia thành 3 nhóm dòng chảy nhánh (hình 4b-d, 5, 6):

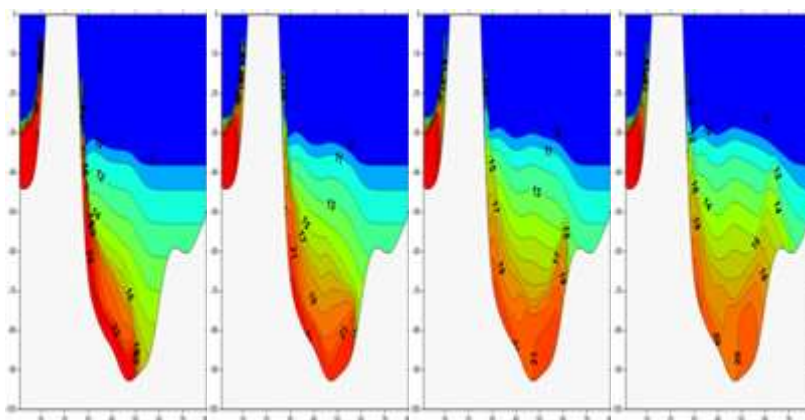
- Nhóm dòng chảy nhánh thứ nhất hình thành

ở khu vực nút tính dọc 50, lan truyền ở độ sâu khoảng 80m dọc theo đường đẳng sâu theo hướng đông bắc, sau đó di chuyển theo hướng bắc.

- Nhóm dòng chảy nhánh thứ hai hình thành theo hướng lan truyền của dòng chảy ở độ sâu khoảng 60-70m, và ban đầu chuyển động theo hướng đông nam thủy vực Bornholm. Nhóm dòng chảy nhánh này chuyển động dọc theo đường đẳng sâu, sau đó đổi hướng sang đông và đông bắc. Theo thời gian, nhóm dòng thứ hai này

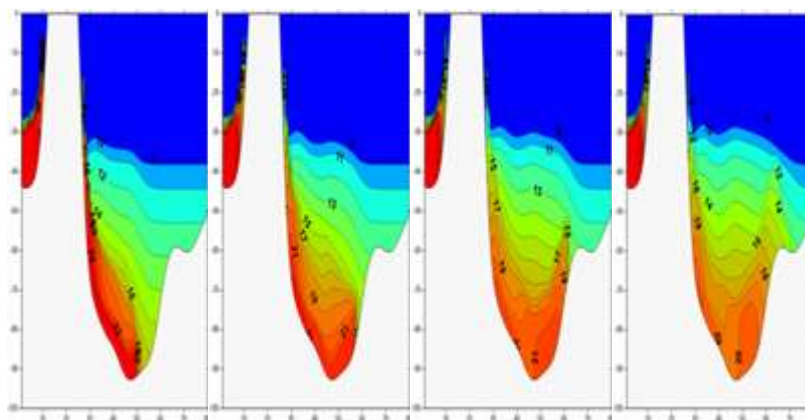
nhập vào nhóm dòng thứ nhất nhưng lan truyền ở độ sâu ít hơn. Hai nhóm dòng chảy nhánh này sẽ lan truyền một phần sang phía kênh Stolpe.

- Nhóm dòng chảy nhánh thứ ba chuyển động dọc theo đường đẳng sâu ở vùng nước nông phía nam thủy vực Bornholm. Do sự phân kỳ của đường đẳng sâu, độ rộng của nhóm dòng này tăng lên. Nó chuyển động ở độ sâu từ 30-50m và theo thời gian dần theo hướng ngược chiều kim đồng hồ.



(a) Sau 5 ngày (b) Sau 10 ngày (c) Sau 15 ngày (d) Sau 25 ngày

Hình 5. Kết quả tính toán phân bố độ muối tầng đáy trên mặt cắt CD (‰)



(a) Sau 5 ngày (b) Sau 10 ngày (c) Sau 15 ngày (d) Sau 25 ngày

Hình 6. Kết quả tính toán phân bố độ muối tầng đáy trên mặt cắt AB (‰)

Trên kết quả phân bố độ muối ở hai mặt cắt AB và CD ngoài thể hiện sự lan truyền và biến đổi của các nhóm dòng chảy nhánh của dòng chảy mật độ sinh ra trong thời kỳ xảy ra MBI, chúng ta đồng thời cũng nhận thấy sự tác động

của dòng trôi Ekman trong tầng đáy của khu vực nghiên cứu tới sự gia tăng bề dày của lớp nước đáy lên đến khoảng 10m (hình 5, 6). Sự lan truyền của dòng chảy đáy này làm cho đường đẳng muối và mực nước biển được đẩy lên. Hệ

quả của quá trình này là hình thành nên hiện tượng chính áp và nghiêng áp thứ cấp, liên quan đến hoàn lưu ngang của biển.

Để đánh giá kết quả của mô hình, nghiên cứu đã tính toán lan truyền, biến đổi của dòng chảy mật độ với việc bỏ qua tác động của yếu tố dòng chảy chính áp trong thời kỳ diễn ra MBI, đồng

thời so sánh với dữ liệu quan trắc có được vào năm 2003 từ IOW [1,2,5]. Kết quả cho thấy dòng chảy chính áp đóng một vai trò rất quan trọng trong quá trình lan truyền và biến đổi của nước biển Bắc vào trong biển Baltic. Đồng thời dữ liệu quan trắc thực tế cũng thể hiện được tính chính xác của kết quả mô hình số trị.

### Tài liệu tham khảo

1. Piechura J., Beszczyńska Moller A. (2003), *Inflow waters in the deep regions of the southern Baltic Sea - transport and transformations*. *Oceanologia*, 454, 593-621.
2. Feistel, R., Nausch, G., Matth, W., Hagen, E. (2003), *Temporal and spatial evolution of the Baltic deep water renewal in spring*. *Oceanologia*, 45, 623-642.
3. Feistel R., Nausch G., Matth W., Hagen E. (2003), *Temporal and spatial evolution of the Baltic deep water renewal in spring*. *Oceanologia*, 45 (4), 623-642.
4. Kouts T., Omstedt A. (1993), *Deepwater exchange in the Baltic proper*. *Tellus*, 45A, 311-324.
5. Omstedt A. (1990), *Modelling the Baltic Sea as thirteen sub-basins with vertical*. *Tellus*, 42A, 286-301.
6. Mohrholz V., Dutz J., Kraus G. (2006), *The impacts of exceptionally warm summer inflow events on the environmental conditions in the Bornholm Basin*. *J. Marine Syst.*, 60, 285-301.
7. Leppäranta, M. and Myrberg. K. (2009), *Physical Oceanography of the Baltic Sea*. Springer-Praxis, Chichester, UK, 423.

## SOME FEATURES OF DENSE WATER SPREADING IN THE BORNHOLM BASIN (BALTIC SEA) AT THE PERIOD OF MAJOR BALTIC INFLOW

Dinh Ngoc Huy<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Ho Chi Minh City University of Natural Resources and Environment

**Abstract:** *The North Sea dense waters inflow plays an important role in formation of the Baltic Sea various oceanological characteristics, including the renewal and saturation with oxygen of deep waters in the deep-sea basins located in the central part of the sea. The spreading ability of this dense North Sea waters inflow depends on its transformation, which occurs to the passage of the basins. This inflow reaches the highest spreading ability during the period of “Major Baltic Inflow”, which takes place quite infrequently (with an interval of about 10 years). The Bornholm Basin, the second basin in the serie deep-basins of the Baltic Sea, is place where accurs the strong process transformation of the North Sea dense waters. This article presents and discusses the results of bot-tom water spreading in the Bornholm Basin after “Major Baltic Inflow” through the Bornholm Strait.*

**Keyword:** *Bottom current, Major Baltic Inflow, Bornholm Basin.*

## TÓM TẮT TÌNH HÌNH KHÍ TƯỢNG, KHÍ TƯỢNG NÔNG NGHIỆP, THỦY VĂN THÁNG 12 NĂM 2018

**T**rong cuối tháng 12/2018, đã xuất hiện 01 Áp thấp nhiệt đới (ATNĐ) trên khu vực Biển Đông, tuy không ảnh hưởng trực tiếp đến khu vực đất liền nước ta nhưng hoàn lưu của ATNĐ cũng gây mưa, mưa vừa, có nơi mưa to cho khu vực Nam Bộ, đặc biệt là các tỉnh miền Tây Nam Bộ trong những ngày đầu của tháng 01 năm 2019.

Tình hình nhiệt độ trong tháng 12/2018 trên cả nước phổ biến cao hơn so với TBNN cùng thời kỳ.

Tình hình mưa trong tháng 12 trên phạm vi toàn quốc đều có tổng lượng mưa cao hơn từ 2-4 lần so với TBNN cùng thời kỳ. Đặc biệt tại khu vực Thanh Hóa, Nghệ An và Ninh Thuận, Bình Thuận cao hơn TBNN cùng thời kỳ từ 3-5 lần.

### TÌNH HÌNH KHÍ TƯỢNG

#### 1. Hiện tượng thời tiết đặc biệt:

+ Bão, Áp thấp nhiệt đới (ATNĐ):

Chiều ngày 31/12, một vùng áp thấp trên khu vực Nam Biển Đông mạnh lên thành ATNĐ với cường độ mạnh cấp 6-7, giật cấp 9. Sau khi hình thành ATNĐ di chuyển chủ yếu theo hướng Tây Tây Nam khoảng 10km/h và duy trì cường độ mạnh cấp 7, giật cấp 10. Chiều ngày 01/01/2019, ATNĐ mạnh lên thành bão với sức gió mạnh cấp 8, giật cấp 10, tiếp tục di chuyển theo hướng Tây Tây Nam rồi hướng Tây với tốc độ giảm dần khoảng 5-10km/h; Đây là cơn bão số 1 năm 2019 và có tên quốc tế là PABUK. Từ chiều ngày 02/01, bão số 1 di chuyển theo hướng Tây với tốc độ tăng dần từ 10-15km/h. Sáng sớm ngày 3/01, bão số một mạnh lên cấp 9, giật cấp 11, khoảng chiều tối ngày 3/01 bão chuyển hướng di chuyển theo hướng Tây Tây Bắc với tốc độ khoảng 15km/h. Tối ngày 4/01, bão số 1 đổ bộ vào đất liền các tỉnh miền Nam Thái Lan và cường độ giảm xuống cấp 8, giật cấp 10, sau đó bão tiếp tục di chuyển theo hướng Tây Tây Bắc đi sang vùng biển phía Tây của các tỉnh miền Nam Thái Lan. Hoàn lưu của cơn bão tuy không ảnh hưởng trực tiếp đến khu vực đất liền nước ta nhưng hoàn lưu của ATNĐ cũng gây mưa, mưa vừa, có nơi mưa to cho khu vực Nam Bộ, đặc biệt là các tỉnh miền Tây Nam Bộ trong những ngày đầu của tháng 01 năm 2019..

+ Không khí lạnh:

Trong tháng đã xuất hiện các đợt không khí lạnh như sau:

- Đêm 6 ngày 7/12, một đợt gió mùa Đông Bắc có cường độ mạnh ảnh hưởng đến các tỉnh Bắc Bộ, Bắc và Trung Trung Bộ. Bắc Bộ trời rét đậm trong ngày 8 và ngày 9/12; nền nhiệt độ cao nhất giảm 10-13°C; nhiệt độ thấp nhất giảm từ 9-11°C (tại Mẫu Sơn 3,7°C, Trùng Khánh 8,2°C, Tam Đảo 8,2°C, Sa Pa 9,2°C...). Ở Vịnh Bắc Bộ có gió Đông Bắc mạnh cấp 6, giật cấp 8.

- Gần sáng ngày 11/12, không khí lạnh tiếp tục được tăng cường rất mạnh và ảnh hưởng đến thời tiết các tỉnh Bắc Bộ, Bắc Trung Bộ và một số nơi ở Trung Trung Bộ, gây rét đậm từ ngày 11-14/12 tại Bắc Bộ và Thanh Hóa, riêng ngày 12, 13/12 phía Đông Bắc Bộ trời rét hại. Nhiệt độ cao nhất giảm 4-5 độ; nhiệt độ thấp nhất giảm từ 2-3°C (tại Mẫu Sơn 2,0°C, Trùng Khánh 7,5°C, Tam Đảo 6,2°C, Sa Pa 6,2°C, Đồng Văn 6,6°C...). Ở Vịnh Bắc Bộ có gió Đông Bắc mạnh cấp 7, giật cấp 9.

- Ngày 16/12, một đợt không khí lạnh có cường độ trung bình ảnh hưởng đến các tỉnh phía Đông Bắc Bộ và Bắc Trung Bộ. Nền nhiệt độ cao nhất giảm nhẹ 1-2°C; nhiệt độ thấp nhất giảm từ 2-3°C (Mẫu Sơn 5,6°C, Trùng Khánh 7,0°C, Lạng Sơn 9,5°C, Tam Đảo 9,6°C, Ngân sơn 7,4°C, Bắc Mê 8,2°C, Đồng Văn 6,8°C...). Ở Vịnh Bắc Bộ có gió Đông Bắc mạnh cấp 6,

giật cấp 8. Đây là đợt rét đậm, rét hại đầu tiên trong mùa Đông Xuân 2018-2019.

- Đêm 23, ngày 24/12 một đợt không khí lạnh tăng cường có cường độ trung bình ảnh hưởng đến các tỉnh miền Bắc. Sang ngày 24/12 trời chuyển rét về đêm và sáng với nhiệt độ thấp nhất phổ biến từ 16-19°C, vùng núi phổ biến từ 13-15°C. Ở Vịnh Bắc Bộ có gió Đông Bắc mạnh cấp 6.

- Ngày 27, một đợt không khí lạnh có cường độ mạnh ảnh hưởng đến các tỉnh miền Bắc, trời chuyển rét từ ngày 28; rét đậm, rét hại trên diện rộng từ ngày 29 với nhiệt độ thấp nhất phổ biến từ 8.0-11.0°C, vùng núi từ 3.0-7.0°C, có nơi thấp hơn, đặc biệt tại Mẫu Sơn (Lạng Sơn) dưới 0°C trong ngày 30, ngày 31.

+ Mưa vừa, mưa to:

Trong tháng tại các khu vực trên toàn quốc đã xảy ra những đợt mưa vừa đến mưa to, có nơi mưa rất to, đáng chú ý nhất là các đợt mưa như sau:

- Từ ngày 7/12 đến đêm 10/12, do ảnh hưởng của không khí lạnh tăng cường mạnh kết hợp với nhiều động của đới gió Đông nên ở các tỉnh từ Thanh Hóa đến Phú Yên đã có mưa vừa, mưa to, riêng các tỉnh từ Nam Nghệ An đến Bắc Bình Định đã có mưa to đến rất to với lượng mưa phổ biến 200-300mm, riêng vùng ven biển Tp. Đà Nẵng, tỉnh Quảng Trị và các tỉnh Quảng Nam đến Bắc Bình Định có mưa đặc biệt to: tại Đà Nẵng 965mm, Tam Kỳ (Quảng Nam) 918mm, Ba Tơ (Quảng Nam) 536mm, Hoài Nhơn (Bình Định) 545mm, Đông Hà (Quảng Trị) 589mm...

- Từ ngày 11/12 đến 16/12, do ảnh hưởng của không khí lạnh tăng cường mạnh kết hợp với nhiều động của đới gió Đông nên ở các tỉnh từ Quảng Bình đến Phú Yên đã có mưa vừa, mưa to. Lượng mưa phổ biến 100-200mm, riêng các tỉnh từ Thừa Thiên Huế đến Quảng Nam 250-350mm, một số nơi có lượng mưa lớn hơn như: Trà My (Quảng Nam) 572mm, Ba tơ (Quảng Ngãi) 394mm, Minh Long (Quảng Ngãi) 479mm, Sơn Giang (Quảng Ngãi) 425mm.

- Khu vực Nam Bộ do ảnh hưởng của rãnh thấp xích đạo, sau là hoàn lưu của áp thấp nhiệt

đới nên từ ngày 23 đến ngày 30 khu vực có mưa rào và dông rải rác, tổng lượng mưa từ 50-100mm tại miền Đông Nam Bộ và từ 70-120mm. có nơi trên 150mm tại miền Tây Nam Bộ.

- Từ chiều tối ngày 27 đến hết tháng, do ảnh hưởng của không khí lạnh mạnh, khu vực Bắc Bộ, Trung Bộ có mưa rào và dông diện rộng, đặc biệt tại khu vực Trung Bộ có mưa vừa, mưa to. Tổng lượng mưa phổ biến từ: 20-50mm tại Bắc Bộ, 40-100mm tại Trung Bộ, có nơi cao hơn; riêng khu vực từ Thừa Thiên Huế đến Khánh Hòa phổ biến từ 100-250mm, có nơi cao hơn.

## 2. Tình hình nhiệt độ:

Nhiệt độ trung bình tháng 12/2018 tại khu vực Bắc Bộ phổ biến cao hơn TBNN cùng thời kỳ từ 1.5-2.5°C; tại khu vực Trung Bộ, Tây Nguyên, Nam Bộ cao hơn từ 2.0-3.0°C, có nơi trên 3.0°C; đặc biệt, Kon Tum, nhiệt độ cao hơn từ 3.5-4.0°C.

Nơi có nhiệt độ cao nhất là Tân Sơn Nhất (TP.Hồ Chí Minh): 35,6°C (ngày 11)

Nơi có nhiệt độ thấp nhất là Mẫu Sơn (Lạng Sơn): -1.1°C (ngày 12).

## 3. Tình hình mưa:

Tổng lượng mưa (TLM) tháng 12/2018 tại khu vực Bắc Bộ phổ biến từ 40-100mm, có nơi trên 100mm, cao hơn từ 2-4 lần so với TBNN cùng thời kỳ, đặc biệt là tại các tỉnh trung du và đồng bằng Bắc Bộ. TLM tại khu vực Thanh Hóa, Nghệ An và Ninh Thuận, Bình Thuận phổ biến từ 100-250mm, cao hơn TBNN cùng thời kỳ từ 3-5 lần. Tại khu vực từ Hà Tĩnh đến Khánh Hòa, TLM từ 300-700mm, đặc biệt khu vực từ Quảng Trị đến Bình Định TLM từ 700-1300mm, cao hơn TBNN cùng thời kỳ từ 2-4 lần.

Nơi có lượng mưa tháng cao nhất là Đà Nẵng: 1279mm, cao hơn TBNN là 1080mm, đạt giá trị kỷ lục trong chuỗi số liệu lịch sử.

Nơi có lượng mưa tháng thấp nhất là Đắc Tô (Đắc Lắc): 1mm, thấp hơn TBNN là 9mm.

## 4. Tình hình nắng:

Tổng số giờ nắng trong tháng 12/2018 tại hầu khắp cả nước phổ biến đều thấp hơn TBNN cùng thời kỳ.

Nơi có số giờ nắng cao nhất là Phước Long (Bình Phước) với 231 giờ, thấp hơn TBNN là 31 giờ.

Nơi có số giờ nắng thấp nhất là Quỳnh Hợp (Nghệ An): 39 giờ, thấp hơn TBNN là 79 giờ.

## TÌNH HÌNH THỦY VĂN

### 1. Bắc Bộ

Mức nước các sông trên thượng lưu hệ thống sông Hồng và Thái Bình tiếp tục biến đổi chậm theo xu thế xuống dần; mực nước hạ lưu chịu ảnh hưởng mạnh bởi thủy triều và sự điều tiết của các hồ chứa.

Lượng dòng chảy tháng 12 trên sông Đà, sông Gâm và sông Chảy lớn hơn TBNN, riêng sông Thao, hạ lưu sông Lô và sông Hồng nhỏ hơn TBNN, cụ thể: trên sông Đà đến hồ Hòa Bình lớn hơn 227%; sông Thao tại Yên Bái nhỏ hơn khoảng -54%, sông Lô tại Tuyên Quang nhỏ hơn -83%; hạ du sông Hồng tại Hà Nội nhỏ hơn khoảng -12%.

Trên sông Đà, mực nước cao nhất tháng 12 tại Mường Lay là 211,94m (19h ngày 04); thấp nhất là 210,76m (13h ngày 31), trung bình tháng là 211,50m; tại Tạ Bú, mực nước cao nhất tháng đạt 115,98m (10h ngày 01); thấp nhất là 112,29m (22h ngày 31), trung bình tháng 113,75m. Lưu lượng lớn nhất tháng đến hồ Hoà Bình là 2299m<sup>3</sup>/s (13h ngày 05), nhỏ nhất tháng là 40m<sup>3</sup>/s (7h ngày 08) do điều tiết của hồ Sơn La; trung bình tháng 869m<sup>3</sup>/s, cao hơn TBNN (714m<sup>3</sup>/s). Mực nước hồ Hoà Bình lúc 19 giờ ngày 31/12 là 112,37m, thấp hơn cùng kỳ năm 2017 (116,47m).

Trên sông Thao tại trạm Yên Bái, mực nước cao nhất tháng là 25,91m (07h ngày 03); thấp nhất là 24,40m (19h ngày 06), trung bình tháng là 25,08m, cao hơn TBNN cùng kỳ (24,96m).

Trên sông Lô tại Tuyên Quang, mực nước cao nhất tháng là 15,18m (07h ngày 24); thấp nhất là 13,79m (22h ngày 25)- đạt giá trị thấp nhất cùng kỳ, trung bình tháng là 14,68m, thấp hơn TBNN cùng kỳ (16,33m).

Trên sông Hồng tại Hà Nội, mực nước cao nhất tháng là 2,14m (13h ngày 26), thấp nhất là 0,66m (07h ngày 31), trung bình tháng là 1,41m,

thấp hơn TBNN (3,44m) là 2,03m, xấp xỉ cùng kỳ năm 2017 (1,31m).

Trên sông Thái Bình tại Phả Lại mực nước cao nhất tháng là 1,67m (11h ngày 07), thấp nhất là 0,05m (22h ngày 21), trung bình tháng là 0,74m, thấp hơn TBNN cùng kỳ (0,97 m).

### 2. Trung Bộ và Tây Nguyên

Trong tháng trên các sông ở khu vực Trung, Nam Trung Bộ xuất hiện 03 đợt lũ.

Đợt 1: Từ ngày 08-13/12, trên các sông từ Quảng Bình đến bắc Khánh Hòa xuất hiện đợt lũ, biên độ lũ lên trên các sông vừa và nhỏ phổ biến từ 2,0-4,5m, đỉnh lũ trên các sông phổ biến ở mức BĐ1-BĐ2, riêng đỉnh lũ trên sông Vệ (Quảng Ngãi) tại Sông Vệ 4,92m (17h/09/12) trên BĐ3 0,42m; trên sông Kôn (Bình Định) tại Thạch Hòa là 8,25m (21h/09, trên BĐ3 0,25m).

Đợt 2: Từ ngày 14-17/12, trên các sông nhỏ từ Quảng Ngãi đến Khánh Hòa xuất hiện 1 đợt lũ nhỏ, biên độ lũ lên trên các sông từ 1,5-2,0m, đỉnh lũ trên các sông phổ biến ở mức BĐ1, riêng đỉnh lũ trên sông Vệ tại Sông Vệ 3,9m (04h/15/12), trên BĐ2 0,4m.

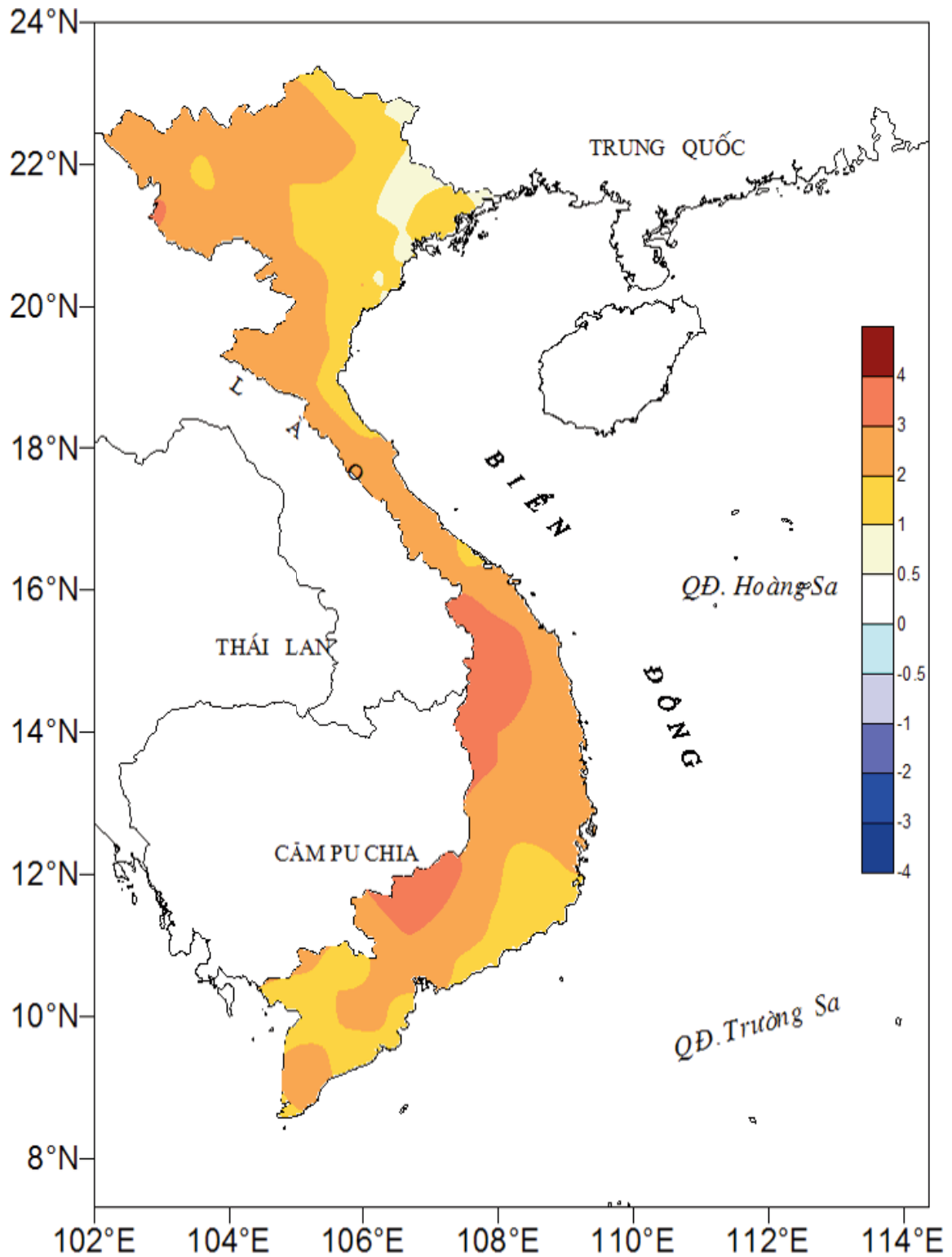
Đợt 3: Từ ngày 29-31/12, trên các sông từ Quảng Nam đến Ninh Thuận xuất hiện đợt lũ, biên độ lũ lên trên các sông phổ biến từ 2,5-4,3m, riêng biên độ lũ lên trên sông Cái Nha Trang tại Đồng Trăng là 6,14m; đỉnh lũ các sông từ Quảng Ngãi đến Khánh Hòa ở mức ở mức BĐ1-BĐ2 và trên BĐ2, các sông ở Quảng Nam còn dưới mức BĐ1.

Trong tháng, các sông khác từ Thanh Hóa đến Thừa Thiên Huế, Bình Thuận và khu vực Tây Nguyên có dao động nhỏ.

### 3. Khu vực Nam Bộ

Mức nước sông Cửu Long biến đổi chậm theo triều. Mực nước cao nhất tháng trên sông Tiền tại Tân Châu 1,87m (ngày 01/12); trên sông Hậu tại Châu Đốc 1,96m (ngày 01/12), tại các trạm hạ lưu sông Cửu Long ở mức BĐ1 và trên BĐ1.

Trong tháng, mực nước trên sông Đồng Nai xuất hiện 3 đợt dao động nhỏ, mực nước cao nhất tháng tại trạm Tà Lài là 110,88m (ngày 08/12).



Hình 1: Bản đồ chuẩn sai nhiệt độ tháng 12 - 2019 so với TBNN (độ C)

ĐẶC TRƯNG MỘT SỐ YẾU TỐ KHÍ TƯỢNG

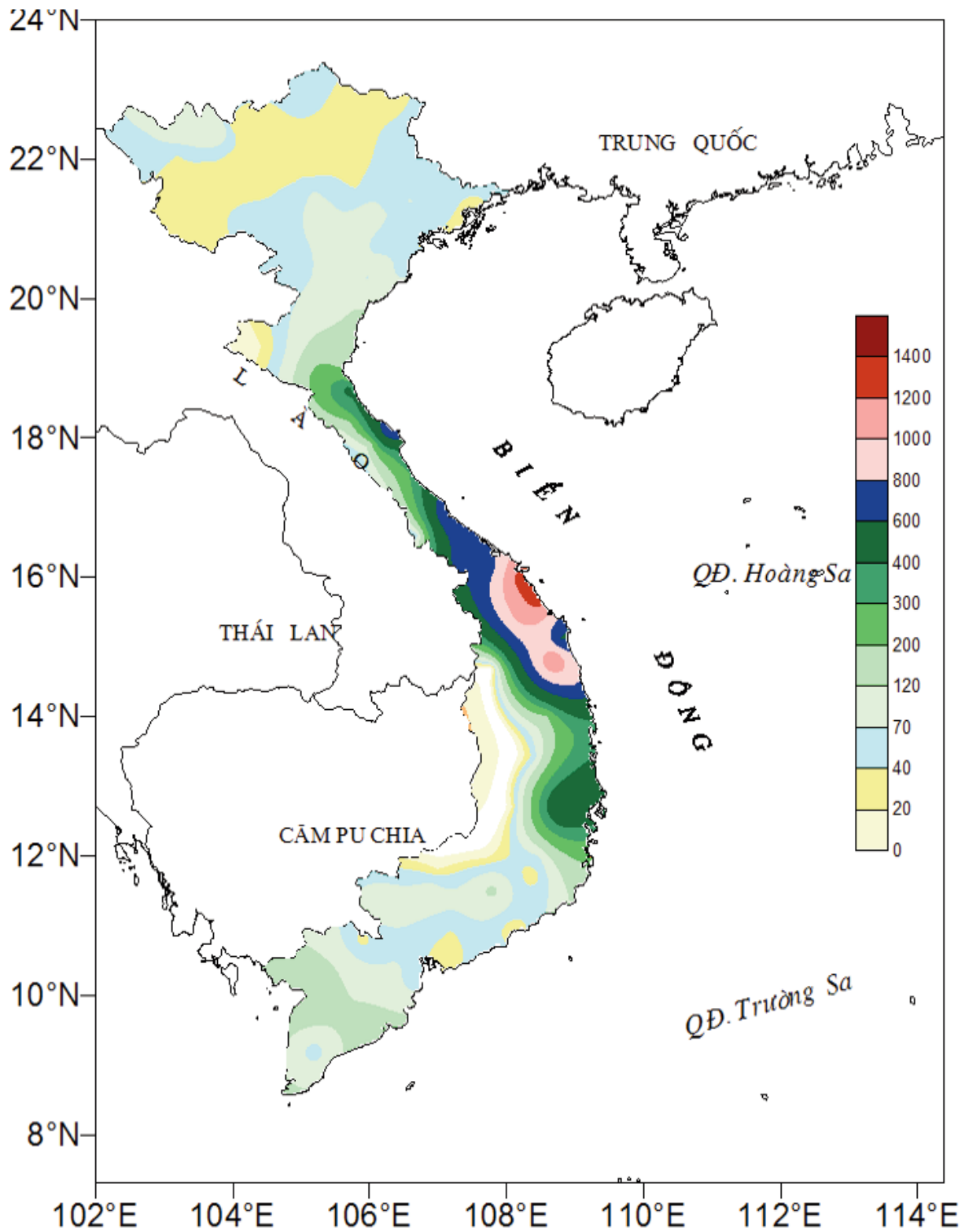
Số thứ tự	TÊN TRẠM	Nhiệt độ (°C)								Độ ẩm (%)		
		Trung bình	Chuẩn sai	Cao nhất			Thấp nhất			Trung bình	Thấp nhất	Ngày
				Trung bình	Tuyệt đối	Ngày	Trung bình	Tuyệt đối	Ngày			
1	Tam Đường	15.6	2.0	19.4	25.5	6	13.1	7.5	31	86	46	2
2	Điện Biên	19.9	2.6	24.5	28.4	21	17.1	12.9	31	85	58	29
3	Sơn La	17.0	2.0	22.4	28.7	5	13.5	7.2	31	79	41	26
4	Sa Pa	11.6	2.1	14.6	20.4	5	9.3	3.0	30	87	55	2
5	Lào Cai	19.8	2.5	23.8	30.0	6	17.4	10.8	31	83	48	1
6	Yên Bái	19.0	2.0	22.8	29.5	2	16.9	9.2	31	85	53	18
7	Hà Giang	18.9	2.2	22.5	29.3	4	16.7	9.9	31	85	53	17
8	Tuyên Quang	19.5	2.3	23.1	30.2	4	17.3	9.4	30	82	49	18
9	Lạng Sơn	15.4	0.6	19.3	28.8	3	13.2	5.1	30	87	51	18
10	Cao Bằng	16.0	1.0	20.8	30.3	4	13.5	6.5	30	88	50	17
11	Thái Nguyên	18.9	1.6	22.2	29.6	3	16.8	8.2	30	80	39	18
12	Bắc Giang	18.7	1.0	22.5	30.2	3	16.3	8.1	30	81	44	17
13	Phú Thọ	18.9	1.3	22.7	30.3	4	16.7	9.0	30	88	52	18
14	Hoà Bình	19.3	1.8	23.9	31.7	4	16.5	9.6	30	84	49	18
15	Hà Nội (Hà Đông)	19.9	1.7	23.4	30.7	4	17.7	8.6	31	79	41	17
16	Tiên Yên	17.9	1.5	21.2	28.5	2	15.8	7.4	30	88	53	17
17	Bãi Cháy	19.0	1.5	22.1	29.6	6	17.0	7.9	30	85	54	17
18	Phù Lĩễn	18.8	0.7	22.6	29.7	6	16.7	8.0	30	93	58	17
19	Thái Bình	19.0	1.3	22.4	30.0	3	16.8	8.5	30	88	53	17
20	Nam Định	19.1	0.7	22.7	30.2	3	17.0	8.2	30	86	51	17
21	Thanh Hoá	19.9	1.3	22.9	29.6	2	17.9	10.4	30	86	48	17
22	Vinh	20.6	1.7	23.5	29.6	3	18.8	11.2	31	88	58	18
23	Đồng Hới	21.9	2.0	24.4	28.9	7	19.9	12.5	31	89	67	18
24	Huế	22.4	1.6	25.5	30.0	2	20.3	15.1	31	93	66	22
25	Đà Nẵng	24.1	2.2	27.0	29.9	3	22.4	18.4	31	87	61	22
26	Quảng Ngãi	24.8	2.4	27.9	30.9	3	22.9	19.9	31	91	65	22
27	Quy Nhơn	26.0	2.3	28.3	31.3	8	24.3	22.5	24	83	60	22
28	Plây Cu	22.3	3.0	28.7	31.3	21	18.2	15.3	19	78	40	22
29	Buôn Ma Thuột	23.4	2.2	27.5	31.1	21	21.1	19.5	20	83	51	21
30	Đà Lạt	17.8	1.1	22.0	25.3	21	15.3	11.6	22	83	25	22
31	Nha Trang	26.4	2.5	28.6	31.0	22	24.7	22.3	28	82	57	22
32	Phan Thiết	27.2	1.9	30.9	33.5	14	24.6	22.8	31	78	50	14
33	Vũng Tàu	27.6	2.1	30.9	32.7	15	25.3	23.8	12	79	60	8
34	Tây Ninh	27.9	2.7	33.1	34.5	4	24.5	23.5	17	77	41	5
35	T.P H-C-M	28.7	3.0	33.2	35.6	6	25.7	23.7	27	71	42	5
36	Tiền giang	27.2	2.3	31.5	33.4	6	24.5	22.2	31	82	49	14
37	Cần Thơ	27.7	2.1	32.2	34.3	6	25.0	23.1	28	79	46	5
38	Sóc Trăng	27.4	1.8	31.6	32.8	29	24.7	22.8	27	8	48	14
39	Rạch Giá	27.6	1.7	30.7	33.0	1	24.8	22.9	31	82	59	31
40	Cà Mau	27.9	2.4	31.6	33.2	1	25.5	23.0	28	80	53	13

Ghi chú: Ghi theo công điện khí hậu hàng tháng



CỦA CÁC TRẠM THÁNG 12 NĂM 2018

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		
106	73	41	9	8	3	8	41	3	2	146	-27	0	0	1	0
42	21	14	10	8	3	8	42	3	29	100	-29	0	0	1	0
37	24	19	31	17	2	3	51	3	26	141	-23	0	0	0	0
112	57	32	30	7	13	17	45	6	21	125	-1	0	0	0	4
24	-1	6	30	6	5	11	69	4	6	116	5	0	0	0	0
37	11	11	30	5	7	14	47	3	1	73	-23	0	0	0	0
50	19	17	29	5	7	15	46	3	5	77	-12	0	0	0	2
34	15	10	30	7	5	12	60	3	6	86	-18	0	0	0	2
55	32	19	12	15	2	7	42	3	17	87	-30	0	0	0	8
30	11	12	30	10	5	10	33	2	5	79	-32	0	0	0	0
38	15	10	30	15	4	10	69	4	5	83	-40	0	0	0	0
67	49	22	12	6	3	11	61	3	17	109	-22	0	0	0	0
74	49	19	30	15	5	9	41	3	4	75	-35	0	0	0	0
76	64	32	12	11	4	11	44	3	5	118	-4	0	0	0	0
84	61	26	12	10	4	13	60	3	17	91	-18	0	0	0	0
36	12	11	12	7	7	10	39	3	28	73	-43	0	0	0	0
38	19	14	9	13	6	10	50	4	28	86	-53	0	0	0	0
45	13	12	9	8	6	12	37	3	19	100	-29	0	0	0	4
64	41	25	11	14	6	9	42	3	17	88	-39	0	0	0	3
111	82	27	8	9	5	9	55	3	15	97	-32	0	0	0	2
128	100	32	28	14	6	11	54	3	17	113	-16	0	0	0	2
436	367	287	8	10	6	12	42	3	20	82	-6	0	0	0	0
307	178	95	9	6	7	17	49	3	18	75	-4	0	0	0	0
745	448	227	10	5	12	21	23	2	22	78	3	0	0	0	0
1279	1080	635	9	5	12	22	43	3	28	79	-32	0	0	1	0
587	319	149	9	4	13	24	29	2	22	97	-4	0	0	2	0
338	168	61	29	5	12	24	63	4	22	129	-1	0	0	0	0
-	-13	-	-	27	1	1	74	3	8	192	-41	0	0	0	0
23	1	11	29	12	4	8	73	4	10	168	-36	0	0	0	0
74	45	23	15	15	4	9	46	3	22	145	-84	0	0	0	0
291	124	89	29	4	10	24	104	6	31	120	-31	0	0	0	0
15	-6	15	27	13	2	4	111	7	13	191	-61	0	0	0	0
23	0	15	23	12	4	7	85	4	13	170	-60	0	0	2	0
103	64	47	26	9	2	9	95	6	31	212	-37	0	0	4	0
57	9	20	11	5	7	11	101	5	10	148	-75	5	0	2	0
75	35	50	27	7	8	12	72	4	5	170	-49	0	0	6	0
112	71	65	28	18	4	8	86	4	31	206	-2	0	0	6	0
161	119	71	28	7	4	9	82	5	13	174	-32	0	0	3	0
202	157	59	27	6	8	15	85	5	2	178	-46	0	0	6	0
48	-34	11	14	7	4	13	85	4	13	120	-81	0	0	3	0



Hình 2: Bản đồ lượng mưa tháng 12 - 2019 (mm)

# Table of content

- 1** **Tran Hong Thai, Doan Quang Tri, Tran Do Thuy Tuyen, Ngo Thanh Tam, Bui Thi Diu** (2019), *Application Mike she model combined with rainfall forecasting product (IFS) to forecast inflow to Reservoirs on Tra Khuc - Song Ve basin*, VietNam Journal of Hydro - Meteorology, Volume 697, 1 - 12.
- 13** **Vu Van Cuong, Tran Thuc, Dinh Thai Hung** (2019), *Investigating and casting the knowledge of the comunity ethnic minority in Lai Chau province response to natural disaster and extreme climate* , VietNam Journal of Hydro - Meteorology, Volume 697, 13 - 19.
- 20** **Huynh Yen Nhi, Le Thi Kim Thoa** (2019), *The extraction of shoreline using the sentinel-1a satellite imagery in Phan Thiet city*, VietNam Journal of Hydro - Meteorology, Volume 697, 20 - 25.
- 26** **Hoang Phuc Lam, Nguyen Duc Nam, Do Thi Thanh Thuy, Hoang Duc Cuong** (2019), *Develop a statistical model to correct the model rainfall forecast for Bac Bo using coherent potential vorticity*, VietNam Journal of Hydro - Meteorology, Volume 697, 26 - 32.
- 33** **Tran Duc Ba, Vo Van Hoa, Doan Quang Tri** (2019), *A verification of short-term rainfall forecast by Using ifs model of ECMWF on the northern Central region*, VietNam Journal of Hydro - Meteorology, Volume 697, 33 - 43.
- 44** **Nguyen Tram Anh, Nguyen Ky Phung** (2019), *Evaluate to the risk ratio in coastal area of My Giang - Hon Do - Bai Co in Ninh Phuoc commune, Ninh Hoa town, Khanh Hoa province*, VietNam Journal of Hydro - Meteorology, Volume 697, 44 - 51.
- 52** **Dinh Ngoc Huy** (2019), *Some features of dense water spreading in the Bornholm basin (Baltic Sea) at the period of major baltic inflow*, VietNam Journal of Hydro - Meteorology, Volume 697, 52 - 57.
- 58** **Summary of the Meteorological, Agro-Meteorological, Hydrological Conditions in December 2019 - National Center of Hydro - Meteorological Forecasting an Institute of Meteorology, Hydrology and Climate Change**