

**TẠP CHÍ**

# **KHÍ TƯỢNG THỦY VĂN**

**Vietnam Journal of Hydro - Meteorology**

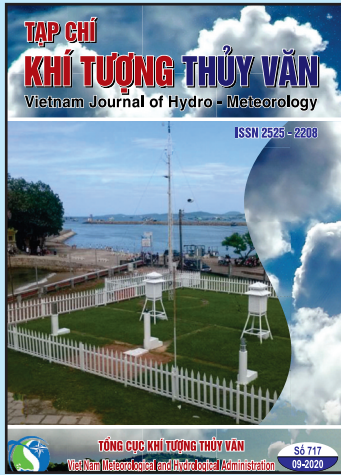
**ISSN 2525 - 2208**



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

**Số 717**

**09-2020**



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

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

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

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

**Giấy phép xuất bản**

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

**Tòa soạn**

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

**Chế bản và In tại:**

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

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

Giá bán: 25.000 đồng

**TẠP CHÍ KHÍ TƯỢNG THỦY VĂN**  
**SỐ 717 - 9/2020**

**MỤC LỤC**

**Bài báo khoa học**

- 1** **Vũ Minh Cát:** Đánh giá rủi ro thiên tai do lũ lụt lưu vực sông Dinh
- 11** **Trần Quang Năng, Trần Tân Tiến:** Đánh giá kỹ năng dự báo quỹ đạo bão của hệ thống mô hình tổ hợp
- 20** **Nguyễn Công Tài, Nguyễn Đăng Quang:** Nghiên cứu xây dựng bộ chỉ tiêu nhiệt ẩm ảnh hưởng tới sức khỏe một số cộng đồng dân cư tại Quảng Nam
- 32** **Lê Hoài Nam, Nguyễn Văn Tín, Hồ Công Toàn, Trần Tuấn Hoàng, Phạm Thanh Long:** Đánh giá xu thế và xây dựng kịch bản biến đổi khí hậu cho tỉnh Bình Phước
- 44** **Trần Thị Kim, Nguyễn Thị Thanh Minh, Trà Nguyễn Quỳnh Nga, Nguyễn Thị Bẩy, Nguyễn Kỳ Phùng:** Nghiên cứu diễn biến đáy khu vực cửa sông Hậu thuộc tỉnh Sóc Trăng
- 56** **Đặng Thanh Tâm, Nguyễn Thị Phương Chi:** Nghiên cứu đặc điểm khí hậu tỉnh Trà Vinh
- 67** **Lê Đại Thắng, Nguyễn Viết Lành:** Thử nghiệm đánh giá khách quan chất lượng dự báo nhiệt độ bằng phần mềm trong nghiệp vụ dự báo

**Tổng kết tình hình khí tượng thủy văn**

- 78** Bản tin dự báo khí tượng thủy văn tháng 9 năm 2020  
- Trung tâm Dự báo khí tượng thủy văn quốc gia;

Bài báo khoa học

## Đánh giá rủi ro thiên tai do lũ lụt lưu vực sông Dinh

Vũ Minh Cát<sup>1\*</sup>

<sup>1</sup> Khoa Xây dựng, Đại học Văn Lang, Thành phố Hồ Chí Minh; vuminhcat@gmail.com

\* Tác giả liên hệ: vuminhcat@gmail.com; Tel.: +84–912009331

Ban Biên tập nhận bài: 08/7/2020; Ngày phản biện xong: 15/8/2020; Ngày đăng bài: 25/9/2020

**Tóm tắt:** Theo luật phòng chống thiên tai thì nước ta có tới 21 loại thiên tai, trong đó lũ lụt là loại thiên tai gây tổn thất lớn nhất về người và tài sản. Sử dụng các phương pháp lượng hóa được mức độ tổn thất do lũ lụt và xây dựng bản đồ phân bố không gian của rủi ro lũ lụt là xu hướng được áp dụng phổ biến ở các nước tiên tiến và bước đầu đã được áp dụng cho một số dự án ở nước ta. Bằng việc sử dụng phương pháp đánh giá định lượng tổn thất do lũ, nghiên cứu đã xác định được mức độ rủi ro lũ chi tiết tới cấp xã ứng với 3 nhóm kịch bản năm 2015, 2030 và 2050 có xét tới tác động của khí hậu và sử dụng đất. Kết quả nghiên cứu chỉ ra các loại hình kinh tế, các xã chịu ảnh hưởng nặng nề nhất của lũ lụt. Nghiên cứu cho thấy dưới tác động của biến đổi khí hậu, nước biển dâng và xu thế đô thị hóa ngày càng tăng thì rủi ro do lũ lụt cũng sẽ tăng lên và thiệt hại hàng năm do lũ lụt có thể lên tới 2,5% GDP của địa phương. Kết quả nghiên cứu sẽ giúp địa phương xây dựng kế hoạch và lồng ghép quản lý phòng chống thiên tai với phát triển kinh tế xã hội của tỉnh.

**Từ khóa:** Hiểm họa; Phơi lộ; Dễ bị tổn thương; Rủi ro; Bản đồ rủi ro lũ.

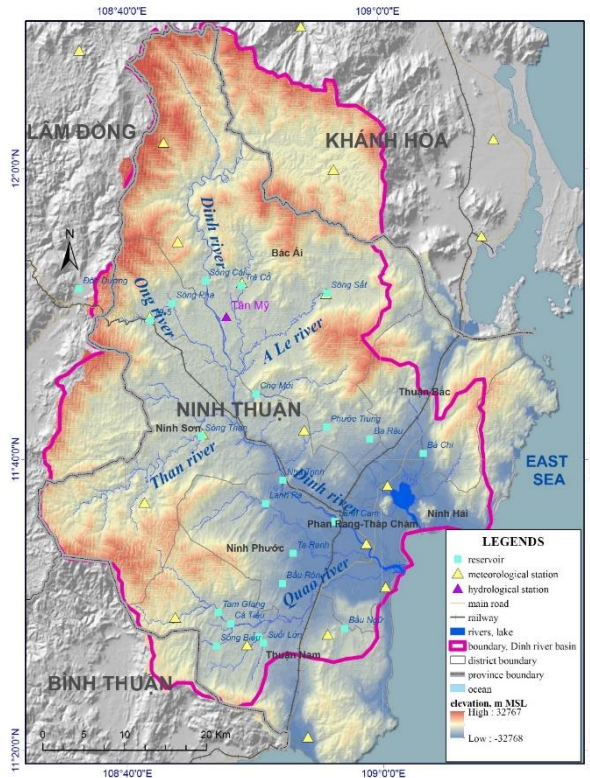
### 1. Mở đầu

Nước ta nằm trong vùng khí hậu nhiệt đới gió mùa với các loại thiên tai rất đa dạng. Theo luật phòng chống thiên tai [1], nước ta có 21 loại thiên tai, trong đó lũ và bão là loại hình thiên tai phổ biến thì hạn hán, sạt lở đất và xâm nhập mặn vẫn có rủi ro cao xảy ra tại Việt Nam. Theo tài liệu nghiên cứu của ngân hàng thế giới (*Worldbank*) [2], ước tính 59% tổng diện tích và 71% dân số chịu tác động của bão và lũ lụt. Trong vòng 20 năm qua, thiên tai đã làm trên 13.000 người thiệt mạng, bị thương và thiệt hại rất lớn về tài sản và cơ sở hạ tầng. Một nghiên cứu của Viện Tài nguyên Thế giới năm 2015 đã chỉ ra rằng Việt Nam đứng thứ tư về rủi ro lũ lụt với 930.000 người chết và bị thương và tổn thất kinh tế do lũ lụt hàng năm từ 3–4% GDP [3]. Trong tương lai, biến đổi khí hậu sẽ làm gia tăng tần suất xuất hiện và cường độ của các thiên tai tại Việt Nam, trong đó lũ lụt là thiên tai có mức độ tàn phá, gây thiệt hại lớn nhất.

Lưu vực sông Dinh cung cấp nguồn nước chính của tỉnh Ninh Thuận. Diện tích lưu vực là 3.043 km<sup>2</sup>, chiều dài sông 120 km. Lưu vực trải rộng trên 4 tỉnh Bình Thuận 47 km<sup>2</sup>, Lâm Đồng 172 km<sup>2</sup>, Khánh Hòa 336 km<sup>2</sup> và Ninh Thuận 2.488 km<sup>2</sup> (Hình 1). Sông Dinh chảy qua thị xã Phan Rang, Tháp Chàm, hạ lưu sông là đồng bằng Ninh Thuận là khu vực có mật độ dân cư đông đúc, trung tâm kinh tế xã hội tỉnh Ninh Thuận.

Lưu vực sông nằm trong khu vực có lượng mưa thấp so với cả nước với lượng mưa trung bình năm chỉ 700–1000 mm trong 3 tháng mùa lũ, chiếm trên 75% lượng mưa năm, gây lũ quét ở phần thượng lưu và ngập lụt cho đồng bằng ven biển bao gồm cả thị xã Phan Rang. Theo số liệu thống kê từ năm 1978–2018, trên lưu vực sông Dinh có tới 80 trận lũ, trong đó 12 trận gây có mực nước trên báo động 3 tại cầu Tân Mỹ [4]. Lũ sông Dinh thường ngắn, cường độ cao xảy ra trong bão và áp thấp nhiệt đới. Những trận lũ này đã gây thiệt hại nặng

nê cho vùng hạ lưu như ngập lụt ở thị xã Phan Rang, Tháp Chàm, nhấn chìm các khu vực canh tác, gây thiệt hại lớn về mặt kinh tế, gây bất ổn định dân sinh và là mối lo thường trực của người dân khi lũ lụt xảy ra trên sông có sự kết hợp với bão và nước dâng từ phía biển.



Hình 1. Lưu vực sông Dinh.

## 2. Phương pháp nghiên cứu

Các phương pháp đánh giá rủi ro bao gồm đánh giá định tính và đánh giá định lượng. Bài báo trình bày tóm tắt cơ sở khoa học của phương pháp định tính và sẽ sử dụng phương pháp định lượng để đánh giá rủi ro lũ cho lưu vực sông Dinh.

### 2.1 Đánh giá định tính cấp độ rủi ro

Phương pháp đánh giá rủi ro định tính là phương pháp truyền thống được sử dụng rộng rãi trong nhiều nghiên cứu và có lịch sử ứng dụng lâu dài, phương pháp này được áp dụng để đánh giá rủi ro vô hình. Rủi ro định tính là sự kết hợp của ba yếu tố hiểm họa (H), tính dễ tổn thương (V) và mức độ phơi lộ (E):  $R = f(H, V, E)$  và được thể hiện trong bảng 1.

Bảng 1. Phân loại cấp độ rủi ro theo hiểm họa, phơi lộ và tính dễ bị tổn thương.

Thiệt hại tiềm tàng $D = (E \times V)$	Hiểm họa (H)			
	H4 (Rất cao)	H3 (cao)	H2 (trung bình)	H1 (thấp)
D4 (Rất cao)	R4	R4	R2	R2
D3 (Cao)	R3	R3	R2	R1
D2 (Trung bình)	R2	R2	R1	R1
D (Thấp)	R1	R1	R1	R1

Cấp độ rủi ro được định nghĩa như sau:

+ Rủi ro rất cao R4 ( $0,5 \leq R \leq 1$ ): thiệt hại nghiêm trọng các tòa nhà, cơ sở hạ tầng, di sản văn hóa, môi trường và các hoạt động kinh tế xã hội;

- + Rủi ro cao R3 ( $0,25 \leq R < 0,50$ ): Thiệt hại đáng kể về an toàn của người dân, chức năng cơ sở hạ tầng, di sản văn hóa, môi trường và gián đoạn các hoạt động kinh tế xã hội;
- + Rủi ro trung bình R2 ( $0,1 \leq R < 0,25$ ): Thiệt hại nhỏ cho cơ sở hạ tầng, di sản văn hóa, môi trường và sự an toàn của con người;
- + Rủi ro thấp R1 ( $0 \leq R < 0,1$ ): Thiệt hại không đáng kể về kinh tế, xã hội và môi trường.

2.2 Đánh giá rủi ro định lượng

Phương pháp đánh giá định lượng rủi ro được phát triển từ những năm đầu thế kỷ 21 với sự hỗ trợ của công nghệ GIS. Trên cơ sở các nghiên cứu của HAZUS [5] và Ủy hội sông Mê Kông trong chương trình FMCC2 [6], các hàm số (đường cong) thiệt hại để ước tính thiệt hại kinh tế do thiên tai nói chung, lũ lụt nói riêng được xây dựng với các số liệu về mức độ ngập lụt, thiệt hại kinh tế quy thành tiền cho một đơn vị diện tích của một loại sử dụng đất với mức độ phơi lộ và dễ bị tổn thương khác nhau. Phương pháp nghiên cứu được mô tả trong hình 2.

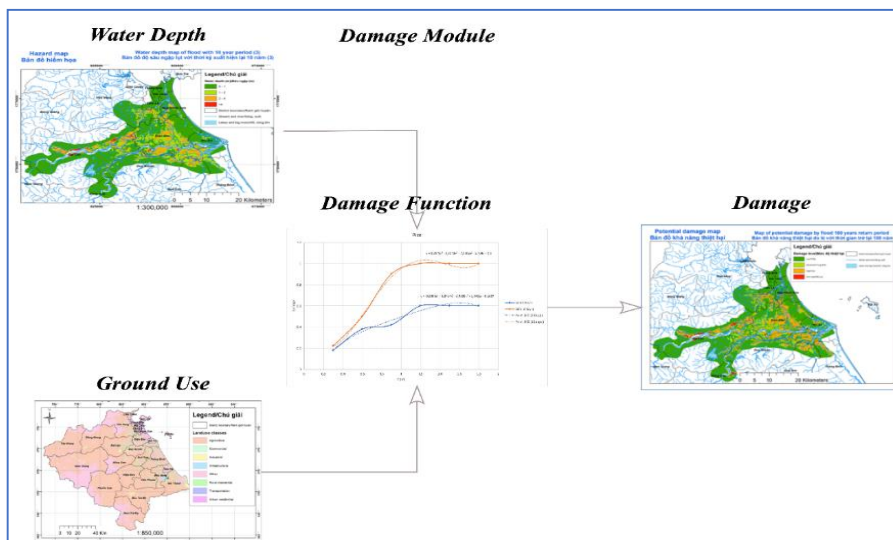


Hình 2. Quy trình đánh giá rủi ro định lượng.

Các nghiên cứu [7–9] đã chỉ ra rằng, để ước tính thiệt hại lũ lụt tiềm tàng cần phải xem xét, phân tích các yếu tố sau:

- + Mức độ ngập lụt (các nhóm kịch bản và phương án tính toán);
- + Số lượng các loại hình sử dụng đất và giá trị bị ảnh hưởng của mỗi loại hình;
- + Tính nhạy cảm của các loại hình sử dụng đất đối với lũ lụt.

Tất cả quá trình này được mô tả trong hình 3.



Hình 3. Quy trình ước tính tổn thất kinh tế.

### 2.3 Ước tính thiệt hại

Phương trình tổng quát mô tả sự kết hợp các yếu tố trong mô hình thiệt hại để ước tính tổng thiệt hại trong khu vực bị ngập lụt:

$$D = \sum_i^m \sum_r^n \alpha_i(h_r) D_{max,i} n_{i,r} \quad (1)$$

Trong đó  $D_{max,i}$  là thiệt hại lớn nhất với 1 loại hình sử dụng đất;  $i$  là loại thiệt hại hoặc loại sử dụng đất;  $r$  là vị trí trong khu vực ngập lụt;  $m$  là số loại hình sử dụng đất;  $n$  là số vị trí trong khu vực lũ lụt;  $\alpha_i(h_r)$  là đặc tính thủy lực của lũ tại một vị trí cụ thể, thể hiện tỷ lệ thiệt hại tối đa cho loại  $i$  là một hàm của các đặc điểm lũ tại một vị trí  $r$  cụ thể ( $0 \leq \alpha_i(h_r) \leq 1$ ); và  $n_{i,r}$  là số đối tượng của loại thiệt hại  $i$  tại vị trí  $r$ .

Rủi ro hoặc thiệt hại tiềm tàng hàng năm được thể hiện theo khu vực hoặc tích phân đường cong hình 4. Tuy nhiên, hình dạng chính xác của đường cong thường không dễ xác định vì ta thường chỉ biết được một vài điểm. Do đó, trong hầu hết các trường hợp, công thức gần đúng dưới đây được sử dụng để ước tính rủi ro:

$$\bar{D} = \sum_{i=1}^k D|i| * \Delta P_i \quad (2)$$

$$D|i| = \frac{D(P_{i-1}) + D(P_i)}{2} \quad (3)$$

$$\Delta P = |P_i - P_{i-1}| \quad (4)$$

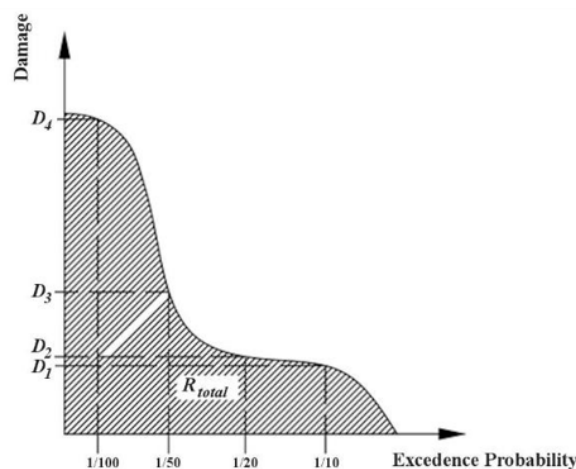
Trong đó  $\bar{D}$  là thiệt hại trung bình hàng năm (*Annual Everage Damage*);  $D|i|$  là thiệt hại trung bình tính theo hai điểm liền kề đã biết trên đường cong;  $\Delta P$  là xác suất của khoảng cách giữa hai điểm đó.

Nói cách khác, công thức này giả định đường cong giữa các điểm liền kề đã biết là đường thẳng. Quy trình tính toán này được thể hiện trong sơ đồ hình 4.

Phương pháp đường cong thiệt hại cho phép ta đánh giá rủi ro định lượng bằng cách chuyển đổi thành thiệt hại kinh tế. Các bước thực hiện đánh giá thiệt hại kinh tế như sau:

- Xác định đơn giá kinh tế (VNĐ/m<sup>2</sup>) của các nhóm kinh tế (*economic classes*);
- Điều chỉnh lạm phát với chỉ số giá tiêu dùng (CPI);
- Tính toán thiệt hại kinh tế.

Thiệt hại kinh tế tiềm tàng hàng năm tính cho các nhóm kinh tế:  $AEEL = R * UEV$ .



**Hình 4.** Hàm xác suất thiệt hại.

Trong đó AEEL là thiệt hại kinh tế tiềm tàng hàng năm (tỷ đồng); R là rủi ro (không thứ nguyên) và UEV là giá trị kinh tế đơn vị (VNĐ/m<sup>2</sup>).

### 3. Kết quả nghiên cứu và thảo luận

#### 3.1. Kịch bản tính toán

Nghiên cứu được tiến hành cho 3 nhóm kịch bản bao gồm hiện tại (nhóm KB 2015); Nhóm kịch bản 2030 và Nhóm kịch bản 2050. Trong 2 nhóm kịch bản 2030 và 2050 có xem xét tới ảnh hưởng của biến đổi khí hậu làm lượng mưa ngày, mưa trận tăng lên và phía biển mực nước dâng cao hơn. Các giá trị này lấy theo kịch bản được Bộ Tài nguyên và Môi trường công bố năm 2016 và trong tính toán đưa về vị trí cửa sông Dinh, nơi tiếp giáp với biển được chọn làm biên dưới của mô hình. Trong mỗi nhóm kịch bản, 6 phương án tính toán được đề xuất được thể hiện trong bảng 2. Các phương án tính toán cho một nhóm kịch bản thể hiện được sự kết hợp mang tính phổ biến của mưa trên lưu vực và mực nước biển, dựa trên việc phân tích tần suất xuất hiện của chuỗi số liệu mưa quan trắc tại các trạm trong lưu vực sông Dinh. Chẳng hạn, phương án 3B và 4B, sẽ tạo ra vùng ngập lớn nhất, nhưng lại chưa phải là tổ hợp tần suất phổ biến nhất, trong khi phương án 4A thường gặp nhất trên lưu vực.

**Bảng 2.** Các phương án tính toán 1 nhóm kịch bản.

Kịch bản	Biên thượng lưu	Biên hạ lưu
01	1%	5%
02	2%	5%
3A	5%	10%
3B	5%	1%
4A	10%	10%
4B	10%	1%

#### 3.2. Kết quả và thảo luận

##### 3.2.1 Hiểm họa lũ

Sử dụng bộ mô hình MIKE gồm MIKE NAM tính toán mưa sinh lũ thiết kế và MIKE FLOOD là sự kết hợp giữa MIKE11 mô phỏng cho đoạn sông mà dòng chảy lũ vẫn nằm hoàn toàn trong lòng dẫn và MIKE21 mô phỏng cho vùng đồng bằng ngập lũ. Việc mô phỏng xác định hiểm họa lũ được thực hiện cho 3 nhóm kịch bản gồm hiện tại (2015), 2030 và 2050. Trước khi tiến hành mô phỏng, các mô hình sử dụng trong nghiên cứu này đều được hiệu chỉnh, kiểm định với các số liệu quan trắc và đã xác định được bộ thông số phù hợp nhất của mỗi mô hình. Tiến hành mô phỏng và xác định được diện tích ngập và xây dựng được bản đồ hiểm họa ngập ứng với từng nhóm kịch bản. Kết quả mô phỏng hiểm họa lũ cho mỗi nhóm kịch bản được tóm tắt trong các bảng 3–5.

**Bảng 3.** Tổng hợp diện tích ngập theo các phương án, nhóm kịch bản 2015.

Phương án	P (%)		Diện tích ngập (ha)				
	biên trên	biên dưới	Ninh Hải	Ninh Sơn	Phan Rang	Ninh Phước	Thuận Nam
1	1	10	894,45	1.387,99	3.289,08	10.250,74	741,54
2	2	5	770,56	1.353,64	3.059,43	9.978,37	742,66
3A	5	10	600,49	1.300,07	2.368,59	9.222,57	728,63

Phương án	P (%)		Diện tích ngập (ha)				
	biên trên	biên dưới	Ninh Hải	Ninh Sơn	Phan Rang	Ninh Phước	Thuận Nam
3B	5	1	539,59	1.255,87	2.008,79	8.832,22	685,54
4A	10	10	495,64	1.179,86	1.606,52	4.900,04	4,56
4B	10	1	111,84	1.013,03	474,03	2.042,85	0,11

**Bảng 4.** Tổng hợp diện tích ngập theo các phương án, nhóm kịch bản 2030.

Phương án	P (%)		Diện tích ngập (ha)				
	biên trên	biên dưới	Ninh Hải	Ninh Sơn	Phan Rang	Ninh Phước	Thuận Nam
1	1	10	1.615,97	1.534,93	3.203,80	9.719,60	765,96
2	2	5	1.303,64	1.465,68	2.722,53	9.511,66	762,17
3A	5	10	1.102,07	1.372,95	2.287,55	9.332,02	757,50
3B	5	1	887,34	1.325,66	2.111,64	8.917,73	754,69
4A	10	10	682,79	1.267,67	1.829,13	6.440,96	364,01
4B	10	1	243,97	1.089,79	1.154,83	3.653,13	2,64

**Bảng 5.** Tổng hợp diện tích ngập theo các phương án, nhóm kịch bản 2050.

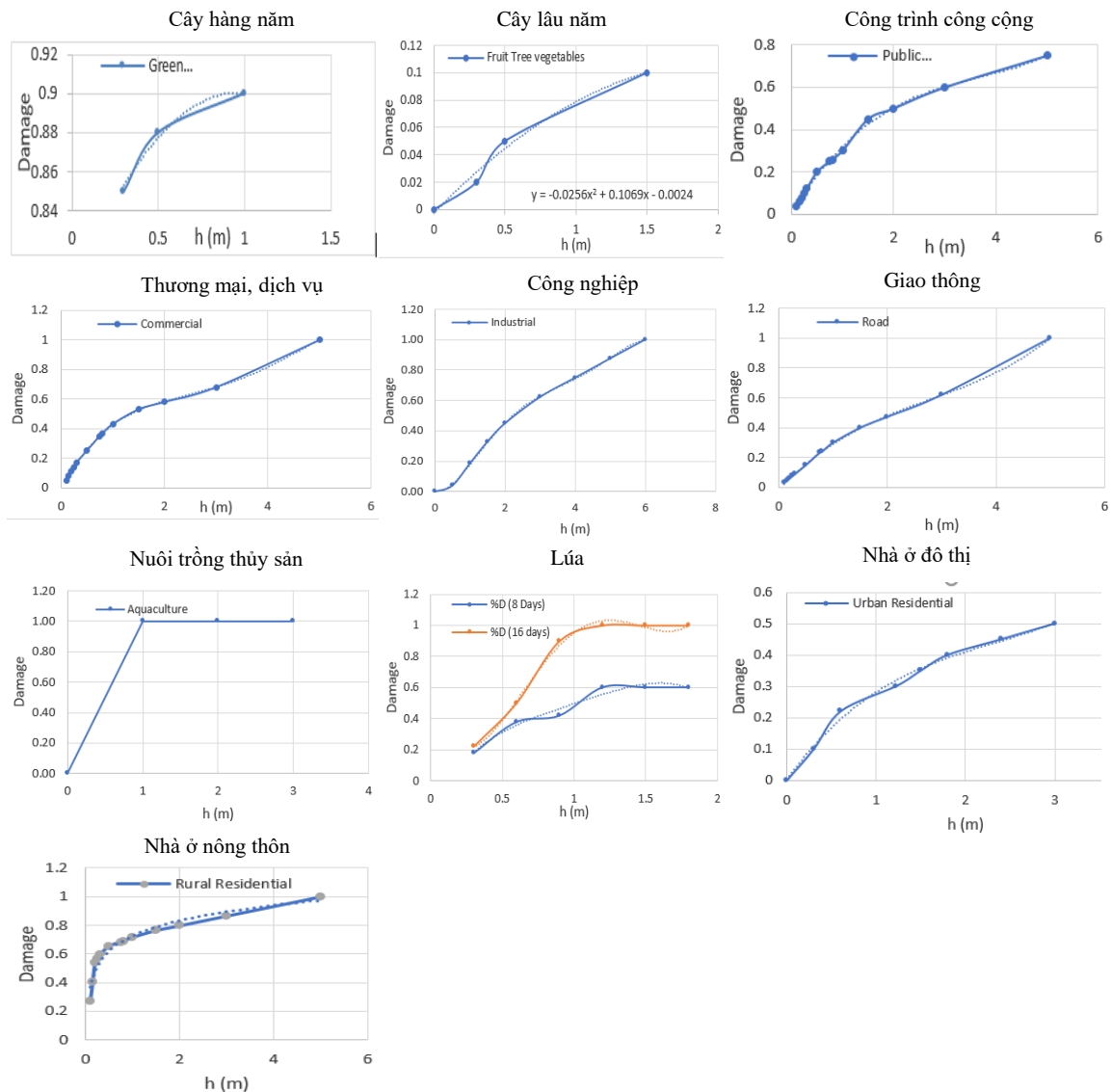
Phương án	P (%)		Diện tích ngập (ha)				
	biên trên	biên dưới	Ninh Hải	Ninh Sơn	Phan Rang	Ninh Phước	Thuận Nam
1	1	10	1.844,96	1.599,33	3.756,04	9.804,85	772,27
2	2	5	1.608,30	1.532,83	3.272,80	9.471,14	769,08
3A	5	10	1.210,27	1.414,01	2.566,37	9.972,34	762,25
3B	5	1	1.042,76	1.359,62	2.205,77	9.151,54	758,47
4A	10	10	756,15	1.296,84	2.053,74	8.546,55	754,15
4B	10	1	525,14	1.144,42	1.402,96	4.577,17	10,87

Thiệt hại kinh tế, tài sản và con người phụ thuộc vào tình trạng sử dụng đất, mức độ phơi lộ và tính dễ bị tổn thương và giá trị thiệt hại tính trên một đơn vị diện tích (VNĐ/m<sup>2</sup>) (bảng 6). Để lượng hóa được giá trị thiệt hại, số liệu chi tiết về 10 loại sử dụng đất phổ biến trên lưu vực, tài sản trên đất, các hoạt động kinh tế trên đất và dân sinh, cũng như thiệt hại do lũ lụt được thống kê trong những năm gần đây được sử dụng để xây dựng hàm thiệt hại (Hình 5).

**Bảng 6.** Giá trị của các loại sử dụng đất tỉnh Ninh Thuận.

TT	Loại sử dụng đất	Giá trị kinh tế (VNĐ/m <sup>2</sup> )	TT	Loại sử dụng đất	Giá trị kinh tế (VNĐ/m <sup>2</sup> )
1	Đất ở đô thị	221.600	6	Cơ sở hạ tầng	465.532
2	Đất ở nông thôn	110.800	7	Đất trồng lúa	2.230
3	Thương mại	92.400	8	Cây lâu năm	4.280
4	Công nghiệp	100.000	9	Nuôi trồng thủy sản	3.704
5	Giao thông	500 000	10	Cây hàng năm	7 785





**Hình 5.** Hàm thiệt hại các loại hình sử dụng đất tỉnh Ninh Thuận.

$AEEL_i$  của mỗi lớp thiệt hại “i” thu được là:

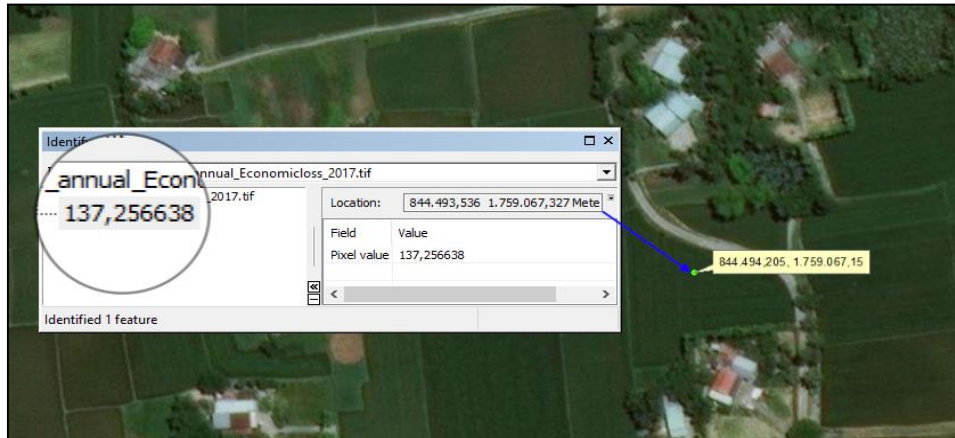
$$AEEL_i = 10^2 * \sum_{j=1}^n AED_{i,j} * UEV_i \quad (5)$$

$AEEL_i$  = Tổn thất kinh tế ước tính hàng năm; i = lớp thiệt hại;  $AED_{i,j}$  = Thiệt hại ước tính hàng năm của lớp “i” trên pixel “j” của khu vực ngập lụt; và  $UEV_i$  = Giá trị kinh tế đơn vị của lớp “i”.

Ví dụ trong Hình 6  $AEEL$  của pixel “j” (tọa độ x = 844494,205 và y = 1.759.067,15), thuộc về lớp thiệt hại: lúa (i=7),  $AED_{i,j} = 0,062$  và  $UEV_i = 2.230$  đồng/ $m^2$ , và có giá trị là:

$$AEEL_{i,j} = 10^2 * (0,062 * 2.230) = 10^2 * 137,26 \text{ đồng}$$

Cơ sở dữ liệu địa lý cho phép thực hiện tất cả các đánh giá trong toàn bộ lưu vực sông và cho phép trích xuất kết quả tính toán. Cũng từ cơ sở dữ liệu địa lý, có thể trích xuất phân bố không gian của  $AEEL$  cho từng cấp hành chính (Tỉnh, Huyện, Xã, v.v.).



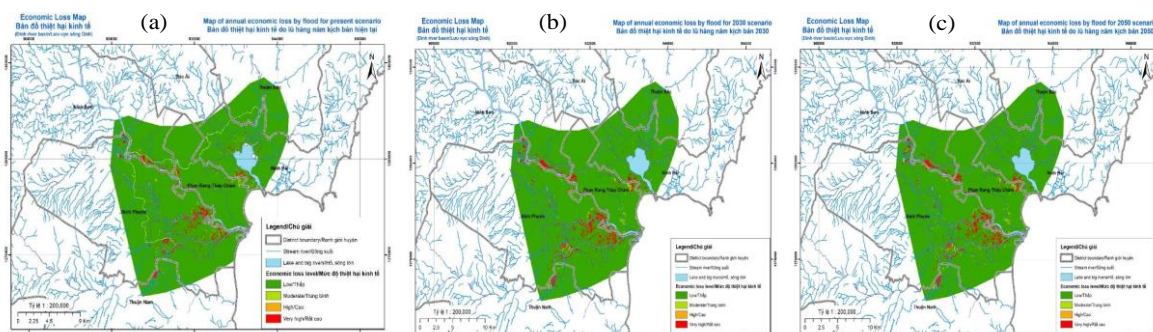
Hình 6. AEEL<sub>i,j</sub> ví dụ mô tả các thông tin thu được của mỗi điểm từ Geodatabase.

Kết quả tính toán định lượng tổn thất kinh tế cho tỉnh Ninh Thuận theo 3 nhóm kịch bản và thể hiện trong bảng 7. Với sự trợ giúp của công cụ GIS, xây dựng được bản đồ thiệt hại kinh tế tiềm tàng hàng năm trên địa bàn tỉnh Ninh Thuận.

Bảng 7. Tổn thất kinh tế tiềm tàng hàng năm lưu vực sông Dinh.

Nhóm kinh tế	Tổn thất kinh tế ước tính hàng năm (tỷ đồng)		
	KB2015	KB2030	KB2050
Nuôi trồng thủy sản	0,0	0,0	0,0
Thương mại	0,8	1,5	1,6
Cây trồng lâu năm	76,8	159,8	162,9
Cây ngắn ngày, rau màu	0,4	0,5	0,6
Công nghiệp	0,5	1,3	4,0
Nhà cửa	25,2	15,6	10,8
Trồng lúa	0,0	0,0	0,0
Đường giao thông	0,0	0,0	0,0
Đất ở nông thôn	0,2	0,4	0,4
Đất ở đô thị	1,5	2,7	3,2
Tổng	105,4	181,8	183,5

Đồng thời có thể nhìn thấy một cách trực quan phân bố theo không gian tình hình thiệt hại khi chịu tác động của lũ lụt (Hình 7a–7c).



Hình 7. Thiệt hại kinh tế tiềm tàng hàng năm trên địa bàn tỉnh Ninh Thuận: (a) Kịch bản 2015; (b) Kịch bản 2030; (c) Kịch bản 2050.

So sánh giữa các kịch bản hiện tại và tương lai trong bảng 7 và hình 7 cho thấy sự gia tăng tổng thể của AEEL mặc dù, đối với một số lớp thiệt hại (chủ yếu là các lớp nông nghiệp) có mức giảm của AEEL. Kết quả này chủ yếu là do những thay đổi của việc sử dụng đất liên quan đến biến đổi khí hậu có thể tạo ra sự gia tăng của AEEL, do đó làm tăng mức độ rủi ro ở một số khu vực cụ thể trên lưu vực sông. Bảng 6 cho thấy ảnh hưởng lớn nhất đến nhóm cây trồng lâu năm, công nghiệp, đất ở đô thị và nông thôn.

#### 4. Kết luận

+ Kết quả nghiên cứu chỉ ra được mức độ rủi ro của lũ chi tiết tới cấp xã, trên cơ sở đó địa phương xây dựng kế hoạch phòng chống lũ thích hợp với điều kiện thực tế của địa phương bao gồm 3 giai đoạn phòng ngừa, ứng phó và phục hồi tái thiết sau thiên tai.

+ Dưới tác động của biến đổi khí hậu, nước biển dâng và xu thế đô thị hóa ngày càng tăng thì rủi ro do lũ lụt cũng sẽ tăng lên.

+ Kết quả nghiên cứu cho thấy thiệt hại hàng năm do lũ lụt có thể lên tới 2,5% GDP của địa phương. Kết quả nghiên cứu sẽ giúp địa phương xây dựng kế hoạch và lồng ghép quản lý phòng chống thiên tai với phát triển kinh tế xã hội của tỉnh.

**Đóng góp của tác giả:** Xây dựng ý tưởng nghiên cứu: V.M.C.; Lựa chọn phương pháp nghiên cứu: V.M.C.; Xử lý số liệu: V.M.C.; Viết bản thảo bài báo: V.M.C.; Chỉnh sửa bài báo: V.M.C.

**Lời cam đoan:** Tập thể tác giả cam đoan bài báo này là công trình nghiên cứu của tập thể tác giả, chưa được công bố ở đâu, không được sao chép từ những nghiên cứu trước đây; không có sự tranh chấp lợi ích trong nhóm tác giả.

#### Tài liệu tham khảo

1. Luật Phòng chống thiên tai số 33/2013/QH13, 2013.
2. Fiscal Impact of Natural Disasters in Vietnam. GFDRR, 2011. Available online: [http://siteresources.worldbank.org/EXTDISASTER/Resources/Vietnam/Fiscal\\_Impact\\_Study](http://siteresources.worldbank.org/EXTDISASTER/Resources/Vietnam/Fiscal_Impact_Study).
3. Luo, T.; Maddocks, A.; Iceland, C.; Ward, P.; Winsemius, H. World's 15 Countries with the Most People Exposed to River Floods, 2015. Available online: [https://www.wri.org/blog/2015/03/world's15\\_countries\\_most\\_people\\_exposed\\_river\\_floods](https://www.wri.org/blog/2015/03/world's15_countries_most_people_exposed_river_floods).
4. Kế hoạch PCTT hàng năm Tỉnh Ninh Thuận từ 2010 đến 2018.
5. Hazus®–MH. Multi-hazard loss estimation methodology, flood model, HAZUS, technical manual. Department of Homeland Security Federal Emergency Management Agency Mitigation Division Washington, D.C., 2013, pp. 569.
6. Mekong River Commission. Flood Protection Criteria for the Mekong Delta, Vietnam. The Flood Management and Mitigation Programme, Component 2: Structural Measures & Flood Proofing in the Lower Mekong Basin, 2009, 6, pp. 1–88.
7. Mohammadi, S.A.; Nazariha, M.; Mehrdadi, N. Flood damage estimate (quantity), using HEC–FDA model. Case study: The Neka river. *Procedia Eng.* **2014**, *70*, 1173–1182.
8. FEMA. Hazus Flood Model User Guidance. *Fed. Emergency Manag. Agency* 2018, pp. 1–263.
9. Tezuka, S.; Takiguchi, H.; Kazama, S.; Sato, A.; Kawagoe, S.; Sarukkalige, R. Estimation of the effects of climate change on flood-triggered economic losses in Japan. *Int. J. Disaster Risk Reduct.* **2014**, *9*, 58–67.

## **Flood risk assessment for Dinh River basin**

**Vu Minh Cat**<sup>1\*</sup>

<sup>1</sup> Faculty of Civil Construction, Van Lang University, 45 Nguyen Khac Nhu Street, Co Giang Ward, District No. 1, Ho Chi Minh City; vuminhcat@gmail.com

**Abstract:** According to the law on natural disaster prevention and control, in Vietnam, there are 21 types of natural disasters, of which floods are natural disasters causing the greatest loss of life and property. Using methods to quantify flood losses and mapping flood risks is a trend that is commonly applied in advanced countries and has initially been applied to several projects in our country. Using the quantitative assessment of flood losses, the study has determined the detailed flood risk levels to the commune for 3 groups of scenarios in 2015, 2030, and 2050, taking into account climate change and land use. The research results can show the locations and economic types most severely affected by floods. It is also shown that under the impact of climate change, sea-level rise and increasing urbanization, flood risks will also increase and annual damage from flooding can reach 2.5 % of local GDP. The research results will help the province to develop a flood risk plan and integrate it with the socio-economic development in the province.

**Keywords:** Hazard; Exposure; Vulnerability; Risk; Flood risk map.

Bài báo khoa học

## Đánh giá kỹ năng dự báo quỹ đạo bão của hệ thống mô hình tổ hợp

Trần Quang Năng<sup>1\*</sup>, Trần Tân Tiên<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Trung tâm Dự báo khí tượng thủy văn quốc gia; trannang030984@gmail.com;

<sup>2</sup> Trường Đại học khoa học tự nhiên Hà Nội; tientt49@gmail.com

\* Tác giả liên hệ: trannang030984@gmail.com; Tel.: +84-936328136

Ban Biên tập nhận bài: 25/7/2020; Ngày phản biện xong: 18/8/2020; Ngày đăng bài: 25/9/2020

**Tóm tắt:** Bài báo trình bày phương pháp đánh giá kỹ năng dự báo quỹ đạo cho hệ thống tổ hợp để đánh giá thông tin xác suất dự báo được vị trí đi qua của cơn bão (strike probability map) – hay sai số xác suất của quỹ đạo. Một số kết quả đã được áp dụng cho hai hệ thống dự báo tổ hợp khu vực SREPS (dựa trên mô hình WRF-ARW, WRF-NMM và HRM, sử dụng đa đầu vào GFS, GSM, GME, GEM và NOGAPS) và tổ hợp toàn cầu Var\_EPS của Trung tâm Dự báo thời tiết hạn vừa Châu Âu (ECMWF) cho một số cơn bão hoạt động trên Biển Đông và ảnh hưởng đến đất liền Việt Nam trong giai đoạn 2012–2016. Đối với dự báo tất định từ sản phẩm dự báo trung bình tổ hợp, các kết quả cho thấy việc giảm sai số khi so sánh với dự báo quỹ đạo của từng thành phần đơn lẻ đối với cả hệ thống SREPS và Var\_EPS. Áp dụng phương pháp tính toán sai số xác suất dựa trên điểm số BS đã cho thấy kỹ năng dự báo quỹ đạo từ tổ hợp toàn cầu ổn định hơn so với dự báo tổ hợp khu vực.

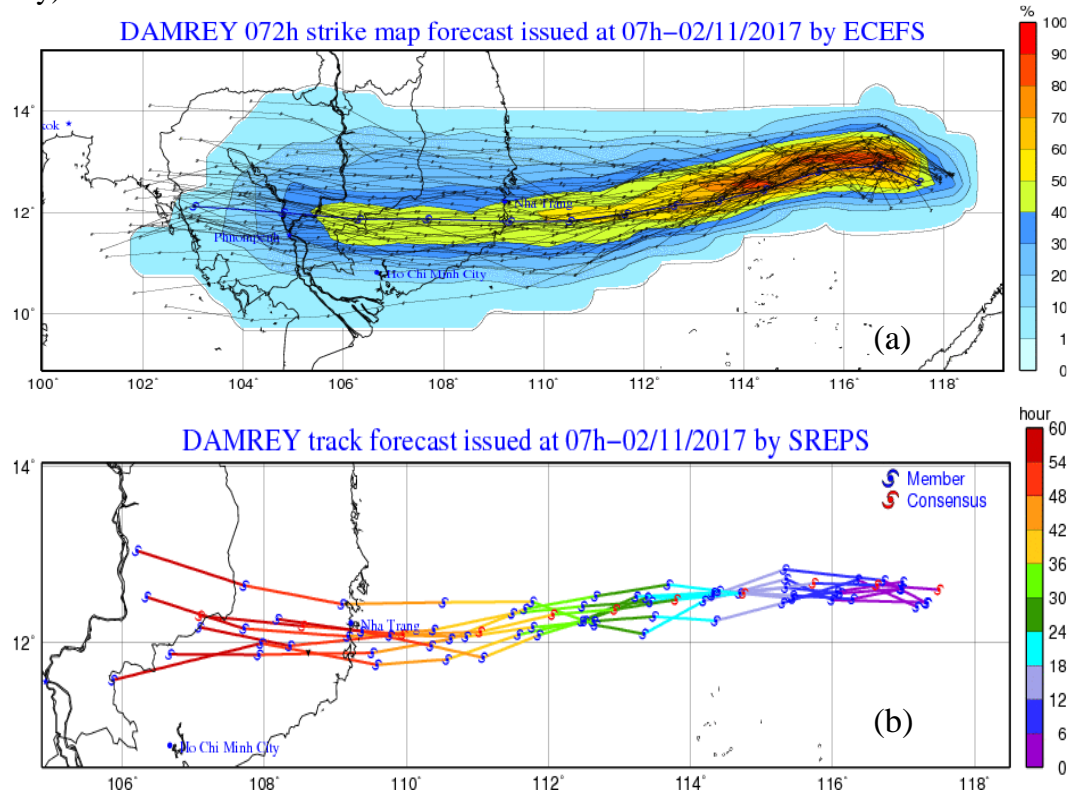
**Từ khóa:** Dự báo tổ hợp; Đánh giá kỹ năng dự báo xác suất quỹ đạo bão; SREPS; Var\_EPS.

### 1. Đặt vấn đề

Dự báo tổ hợp (*Ensemble Forecast–EF*) là một tập hợp dự báo xác định tại cùng một thời điểm (có thể được bắt đầu từ các điều kiện ban đầu khác nhau [1], thời điểm bắt đầu dự báo khác nhau, hoặc dựa trên các mô hình khác nhau) và hướng đến 3 mục đích: i) Tăng cường chất lượng dự báo thông qua trung bình tổ hợp (dự báo tất định từ dự báo tổ hợp); ii) Cung cấp một chỉ số định lượng về độ tin cậy của dự báo (dự báo kỹ năng dự báo) và iii) Làm cơ sở cho dự báo xác suất (dự báo xác suất từ dự báo tổ hợp). Lý thuyết EF được đặt nền móng từ những năm 70 và bắt đầu đưa vào ứng dụng đầu những năm 90 của thế kỷ trước với mục đích sử dụng đầu tiên áp dụng cho dự báo hạn vừa trên quy mô hành tinh. Một số hệ thống dự báo tổ hợp (*Ensemble Prediction System–EPS*) nghiệp vụ điển hình như tại Trung tâm quốc gia dự báo môi trường của Mỹ (*NCEP–National Center for Environmental Prediction*) được sử dụng từ năm 1992 dựa trên phương pháp nuôi nhiều động phát triển nhanh (*BGM–Breeding of Growing Mode*) để tạo tập hợp các trường ban đầu khác nhau cho mô hình toàn cầu T126 với 28 mực thẳng đứng và tích phân tới 180 giờ [2], tại Trung tâm dự báo thời tiết hạn vừa Châu Âu (*ECMWF–European Center for Medium–range Weather Forecasts*), EPS cũng được đưa vào nghiệp vụ từ năm 1992 bằng việc sử dụng phương pháp tách vector kỳ dị để tạo nhiều động ban đầu [3]. EPS này hiện nay có tới 51 dự báo thành phần, thực hiện dự báo hàng ngày và cung cấp kết quả cho các nước trong Cộng đồng Châu Âu là thành viên của ECMWF. Ở quy mô vừa với các ứng dụng dựa trên mô hình khu vực

phân giải cao, các hệ thống tổ hợp quy mô vừa cũng được thiết lập, một trong những nghiên cứu điển hình trong vấn đề xây dựng hệ thống tổ hợp cho hạn 3–5 ngày [4].

Ứng dụng của EF đối với dự báo thời tiết nói chung và riêng dự báo bão đã mang lại những thông tin hết sức hữu ích như độ tán của dự báo quỹ đạo hay dự báo cường độ bão, qua đó cho phép xây dựng các kịch bản ứng phó và đánh giá được mức độ rủi ro trong việc ứng dụng các sản phẩm dự báo bão từ mô hình số. Hình 1 minh họa dự báo quỹ đạo bão tổ hợp từ hệ thống tổ hợp Var\_EPS của ECMWF (a) và hệ thống tổ hợp khu vực SREPS (b) đang chạy nghiệp vụ tại Trung tâm Dự báo khí tượng thủy văn quốc gia cho cơn bão số 12 (Damrey) năm 2017.



**Hình 1.** Dự báo cơn bão số 12 (Damrey) năm 2017 từ các hệ thống dự báo tổ hợp SREPS (trái) và Var\_EPS (phải).

Việc đánh giá dự báo quỹ đạo bão từ dự báo tổ hợp khác với việc đánh giá dự báo quỹ đạo bão từ dự báo tất định (01 mô hình), ngoài việc đánh giá được sai số dự báo trung bình tổ hợp (ensemble mean) với ý nghĩa như một dự báo tất định, các thông tin liên quan đến độ tán của dự báo tổ hợp cũng cần được đánh giá, qua đó cho phép đánh giá được mức độ tin cậy của từng hệ thống dự báo tổ hợp trong ứng dụng dự báo bão.

Với mục tiêu đánh giá dự báo quỹ đạo bão từ dự báo tổ hợp, nghiên cứu này sẽ trình bày phương pháp đánh giá trong mục 2 cùng một số kết quả đánh giá cho hệ thống dự báo tổ hợp khu vực SREPS gồm 15 thành phần dựa trên mô hình WRF (NCEP, Mỹ) và HRM (DWD, Đức) và hệ thống dự báo tổ hợp toàn cầu Var\_EPS (ECMWF). Mô tả về hệ thống dự báo tổ hợp được trình bày trong phần 2 cùng phương pháp đánh giá kỹ năng dự báo xác suất quỹ đạo bão. Các kết quả chính được đưa ra trong phần 3.

## 2. Phương pháp đánh giá

### 2.1 Sai số dự báo quỹ đạo

Sai số dự báo quỹ đạo DPE (*Direct Possition Error*) là khoảng cách giữa vị trí tâm bão quan trắc (từ số liệu quỹ đạo chuẩn, nghiên cứu sử dụng dữ liệu từ Trung tâm khí tượng quốc tế chịu trách nhiệm cho khu vực Tây Bắc Thái Bình Dương đặt tại Tokyo–RSMC Tokyo) và

vị trí tâm bão dự báo được lấy tại từng hạn dự báo. Với  $R_e$  là bán kính trái đất, kinh độ ( $lat$ ) và vĩ độ ( $lon$ ) của tâm bão dự báo từ mô hình, DPE được xác định trong hệ tọa độ cầu theo công thức (1) như sau [5]:

$$DPE = R_e \times \text{Arccos}\{\sin(lat_{RSMC}) \times \sin(lat_{dự báo}) + \cos(lat_{RSMC}) \times \cos(lon_{dự báo}) \times \cos(lon_{RSMC} - lon_{dự báo})\} \quad (1)$$

## 2.2 Phương pháp đánh giá kỹ năng dự báo xác suất tổ hợp

Gọi giá trị dự báo tại một hạn xác định của  $N$  thành phần dự báo là  $X_1, \dots, X_N$ , khi đó trung bình tổ hợp  $\bar{X}$  và độ tán  $\sigma_X$  tương ứng được tính theo công thức (2) và (3) như sau [6]:

$$\bar{X} = \frac{1}{N} \sum_{k=1}^N X_k \quad (2)$$

Với đặc trưng trung bình tổ hợp ta có thể áp dụng các sai số trung bình, sai số trung bình tuyệt đối sau khi có giá trị trung bình tổ hợp và xem như đây là dự báo từ mô hình. Đối với đặc trưng thứ hai thể sự khác biệt giữa dự báo tổ hợp và dự báo tất định. Dự báo từ các thành phần được sử dụng để đưa ra kết quả dưới dạng xác suất và có thể hiện kỹ năng của hệ thống dự báo tổ hợp cho trước. Ngoài ra, độ tán của hệ tổ hợp với khả năng phủ được tối đa không gian nghiệm thực sẽ đặc trưng cho một hệ tổ hợp có độ tin cậy cao hoặc hệ tổ hợp có kỹ năng dự báo. Đối với đánh giá kỹ năng dự báo quỹ đạo cho hệ thống tổ hợp, khi đánh giá sản phẩm dự báo quỹ đạo từ hệ thống tổ hợp của ECMWF [8–9] để đánh giá sản phẩm dự báo tổ hợp bão tại Cơ quan khí tượng Vương quốc Anh [9]. Các công trình này đề xuất sử dụng điểm số BS (*Brier Score*) để đánh giá xác suất dự báo được vị trí đi qua của cơn bão (*Strike probability map*) hay sai số xác suất của quỹ đạo. Khi áp dụng cần phải thực hiện quá trình tiền xử lý để biên đổi dự báo xác suất quỹ đạo thành dạng đánh giá hiện tượng dự báo. Quá trình xử lý này phát sinh khái niệm về vòng tròn tin cậy của dự báo quỹ đạo. Để minh họa phương pháp một cách cụ thể, ứng với một vị trí quan trắc bão ở hạn dự báo 24h là 15°N; 110°E và ta định nghĩa một vòng tròn tin cậy ở hạn 24h có bán kính là 50 km, khi đó bất kỳ thành phần dự báo nào dự báo vị trí ở hạn 24h rơi vào bên trong đường tròn này được gán là có xảy ra hiện tượng dự báo đúng. Một minh họa tổng quát được đưa ra trong Hình đối với trường hợp dự báo tổ hợp gồm 21 thành phần cho cơn bão Krosa lúc 12z ngày 30/10/2013. Thông tin về hệ thống dự báo 21 thành phần được tham khảo tại [10].

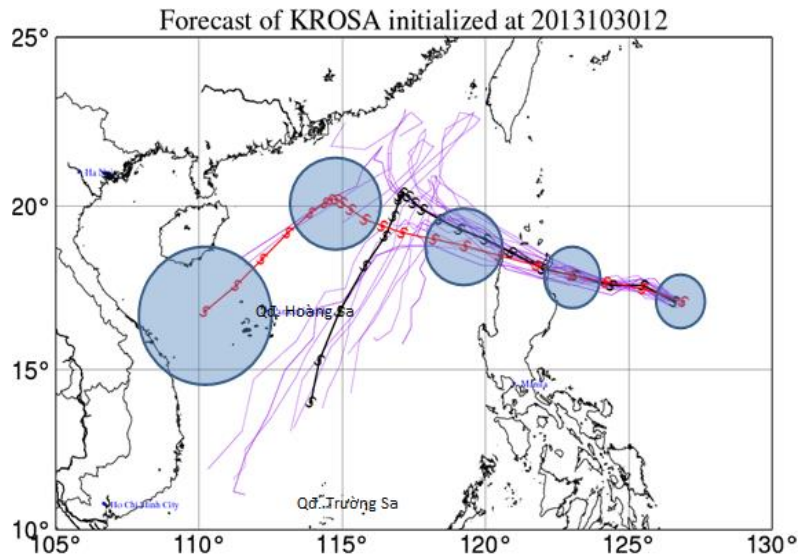
Với minh họa theo hình 2 trên, trong tổng số 21 thành phần dự báo, nếu có 7 thành phần dự báo đi vào vòng tròn nêu trên thì xác suất dự báo là 7/21, xấp xỉ 33%. Các giá trị điển hình cho bán kính vòng tròn để xác định quỹ đạo dự báo đúng được đặt khác nhau tùy theo từng hạn dự báo, ví dụ đối với hạn dự báo 120h bán kính dùng để đánh giá sản phẩm ECMWF là 65 nm, xấp xỉ 130 km [9]. Thông thường các giá trị bán kính này có thể lấy xấp xỉ bằng 25%–30% so với các sai số trung bình quỹ đạo điển hình hiện nay, cụ thể với hạn trước 72h là 30 km, 96h là 100 km và 120h là 120 km [8–9].

Việc xem xét kỹ năng dự báo xác suất sẽ bổ sung thêm thông tin về chất lượng của hệ thống tổ hợp bên cạnh việc đánh giá trực tiếp như sai số trung bình tuyệt đối của các đặc trưng trung bình tổ hợp. Ví dụ tại một thời điểm dự báo, có thể có 40% số thành phần dự báo tốt vị trí, tuy nhiên 60% còn lại có sai số rất lớn sẽ kéo theo sai số lớn của chỉ số trung bình tuyệt đối nhưng trong tính toán sai số kỹ năng rõ ràng vẫn giữ được thông tin nắm bắt được của các thành phần tổ hợp này. Sau khi có các giá trị xác suất rơi vào từng vòng tròn tin cậy, sai số xác suất sẽ được xác định từ chỉ số BS (*Brier Score*) có dạng:

$$BS = \frac{1}{N} \sum_{k=1}^N (p_k - o_k)^2 \quad (4)$$

Trong đó  $N$  là số trường hợp dự báo,  $p_k$  là xác suất dự báo của trường hợp dự báo thứ  $k$  đối với quan trắc  $o_k$ . Ví dụ nếu áp dụng tính toán chỉ số BS trong dự báo xảy ra hiện tượng mưa, quan trắc  $o_k$  sẽ bao gồm cả hiện tượng xảy ra (bằng 1) và không xảy ra (bằng 0), tuy

nhiên đôi với đánh giá quỹ đạo bão chỉ xem xét trên các vị trí bão đi qua theo quỹ đạo chuẩn xác định được, hay hiện tượng quan trắc là luôn xảy ra để tham chiếu tính toán xác suất dự báo  $p_k$ . Chỉ số BS là hoàn hảo khi có giá trị bằng 0 và có kỹ năng thấp khi bằng 1.



**Hình 2.** Minh họa các vòng tròn để chuyển đổi dự báo quỹ đạo thành hiện tượng dự báo đúng sai phục vụ tính toán chỉ số BS. Đường đỏ là quỹ đạo bão chuẩn, đường đen là quỹ đạo trung bình tổ hợp, đường tím là dự báo quỹ đạo từ các thành phần tổ hợp [10].

### 2.3 Danh sách cơn bão đánh giá

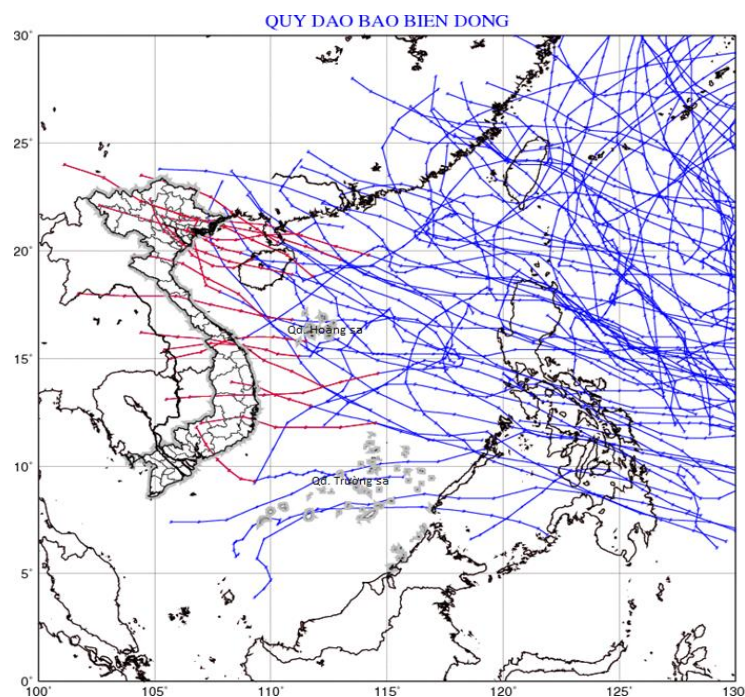
Trong nghiên cứu sử dụng số liệu quỹ đạo bão chuẩn của Trung tâm Dự báo khí tượng thủy văn quốc gia. Chi tiết các cơn bão và các thời điểm dự báo được đưa ra trong bảng 1 và minh họa cụ thể quỹ đạo bão chuẩn trong hình 3. Các đánh giá thực hiện đến hạn dự báo 3 ngày (72h).

**Bảng 1.** Danh sách cơn bão năm 2012–2016.

Tên bão	Thời điểm bắt đầu dự báo	Thời điểm kết thúc dự báo
TALIM	2012061800	2012061900
DOKSURI	2012062800	2012062900
VICENTE	2012072012	2012072400
KAI-TAK	2012081500	2012081700
TEMBIN	2012082312	2012082612
GAEMI	2012092900	2012100512
SON-TINH	2012102412	2012102800
BOPHA	2012120500	2012120800
WUKONG	2012122700	2012122800
SONAMU	2013010312	2013010412
BEBINCA	2013062100	2013062212
RUMBIA	2013070100	2013070100
CIMARON	2013071712	
JEBI	2013073100	2013080212
MANGKHUT	2013080612	2013080700
UTOR	2013081112	2013081412
USAGI	2013092012	2013092200
WUTIP	2013092712	2013093000
NARI	2013101112	2013101412
KROSA	2013103100	2013110312
HAIYAN	2013110812	2013110912
HAGIBIS	2014061412	



	Tên bão	Thời điểm bắt đầu dự báo	Thời điểm kết thúc dự báo
2015	RAMMASUN	2014071512	2014071900
	KALMAEGI	2014091400	2014091612
	FUNG-WONG	2014091900	
	SINLAKU	2014112800	2014112812
	HAGUPIT	2014120812	2014121100
	JANGMI	2014123012	2014123100
	KUJIRA	2015062100	2015062312
	LINFA	2015070500	2015070812
	VAMCO	2015091400	
	DUJUAN	2015092800	
	MUJIGAE	2015100200	2015100400
	MELOR	2015121500	
	NEPARTAK	2016070712	2016070800
	MIRINAE	2016072612	
2016	NIDA	2016073100	2016080112
	DIANMU	2016081800	2016081812
	MERANTI	2016091312	
	AERE	2016100600	2016100900
	SARIKA	2016101512	2016101800
	HAIMA	2016101912	2016102012
	TOKAGE	2016112500	2016112700
	NOCK-TEN	2016122600	2016122700



Hình 3. Quỹ đạo bão của các cơn bão được đánh giá trong giai đoạn 2012–2016.

#### 2.4 Các hệ thống dự báo tổ hợp

Được đưa vào nghiệp vụ từ những năm 2000, hệ thống dự báo tổ hợp khu vực tại Trung tâm Dự báo khí tượng thủy văn quốc gia được phát triển trên cách tiếp cận đa mô hình đa phân tích (*Multi-Model Multi-Analysis*) để xây dựng hệ thống dự báo tổ hợp thời tiết hạn ngắn cho khu vực Việt Nam–SREPS (*Short-Range Ensemble Prediction System*). Để đảm bảo việc tính toán được các nguồn bất định từ trường ban đầu (giả thiết rằng sự khác biệt trong các trường phân tích của các mô hình toàn cầu khác nhau mô tả các nguồn bất định trong trường ban đầu) và từ mô hình (giả thiết rằng các dự báo khác nhau được tạo ra bởi các

mô hình số khu vực khác nhau sẽ mô tả nguồn bất định do mô hình). Các mô hình khu vực được sử dụng gồm WRF với nhân động lực ARW (kí hiệu là WRF–ARW) và WRF với nhân động lực NMM (kí hiệu là WRF–NMM) và mô hình HRM. Các nguồn dự báo điều kiện biên khác nhau gồm mô hình GFS, GSM, GME, GEM và NOGAPS. Chi tiết về hệ thống SREPS được mô tả đầy đủ tại [5]. Dự báo SREPS được lưu trữ đến hạn 60h nên các đánh giá trong nghiên cứu này chỉ thực hiện cho SREPS đến hạn 60h. Từ năm 2010, hệ thống SREPS từ năm có độ phân giải ngang xấp xỉ 16 km. Cuối năm 2019, hệ thống SREPS được thay thế dựa trên toàn bộ việc sử dụng mô hình WRF–ARW với cấu hình đa vật lý, chi tiết có thể xem trong [11]. Từ cuối năm 2011, Trung tâm Dự báo khí tượng thủy văn quốc gia đã bắt đầu mua được số liệu dự báo toàn cầu, bao gồm sản phẩm tất định và tổ hợp từ Trung tâm dự báo hạn vừa Châu Âu (ECMWF) [12]. Hệ thống dự báo tổ hợp toàn cầu của ECMWF, kí hiệu là Var\_EPS, bao gồm 51 thành phần dự báo. Hệ thống Var\_EPS từ năm 2014 có độ phân giải ngang xấp xỉ 28 km và năm 2020 đã xuống còn 16 km. Chi tiết về hệ thống Var\_EPS được mô tả trong nghiên cứu “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” [12].

### 3. Kết quả

Trước hết, sai số quỹ đạo DPE của dự báo tất định và trung bình tổ hợp được tính toán và các kết quả được đưa ra tại các bảng 2–4. Các kết quả cho thấy rõ ưu điểm của dự báo quỹ đạo từ sản phẩm Châu Âu, từ dự báo tất định IFS, đến trung bình tổ hợp (EM). Sai số của các mô hình toàn cầu nằm trong khoảng từ 80–100 km đối với hạn 24h, 100–150 km cho hạn dự báo 48h và 150–250 km cho hạn 72h. Sai số của trung bình tổ hợp giảm từ 10–15% so với dự báo tất định. Hai thành phần của hệ SREPS có sai số khá lớn, thậm chí lớn hơn khá rõ các mô hình toàn cầu. Đặc biệt thành phần WRF–ARW sử dụng điều kiện biên GSM và ngay bản thân mô hình GSM cũng cho sai số quỹ đạo khá lớn, thể hiện ở hạn 48h (Bảng 3). Sai số quỹ đạo từ mô hình GFS và GSM khi so sánh với hai thành phần WRF–GFS và WRF–GSM cho thấy vai trò của điều kiện biên từ mô hình toàn cầu là khá lớn trong bài toán dự báo quỹ đạo bão cho các mô hình khu vực. Trong đánh giá về kĩ năng dự báo cường độ bão trên khu vực Biển Đông [13] cho thấy thấy mặc dù các dự báo từ mô hình khu vực có thể cải thiện dự báo cường độ bão một cách rõ rệt, tuy nhiên dự báo quỹ đạo bão có kĩ năng thấp hơn so với các hệ thống toàn cầu. Nguyên nhân chủ yếu liên quan đến khả năng mô phỏng các tương tác quy mô lớn với bão tốt hơn trong hệ thống toàn cầu.

**Bảng 2.** Sai số dự báo các mô hình toàn cầu hạn 24h, và trung bình tổ hợp (EM) của hai hệ thống dự báo toàn cầu (Var\_EPS) và khu vực (SREPS).

	24h						
	IFS	GFS	GSM	WRF–GFS	WRF–GSM	EM–Var–EPS	EM–SREPS
2012	80,80	101,7	106,6	111,2	116,6	77,72	99,68
2013	60,40	69,40	86,40	71,65	89,07	60,02	66,65
2014	76,10	78,20	91,50	82,73	102,6	70,55	89,12
2015	59,10	65,90	69,40	67,33	78,24	57,95	61,72
2016	53,20	53,90	74,20	54,82	81,51	45,28	65,15

**Bảng 3.** Tương tự bảng 2 nhưng cho hạn dự báo 48h.

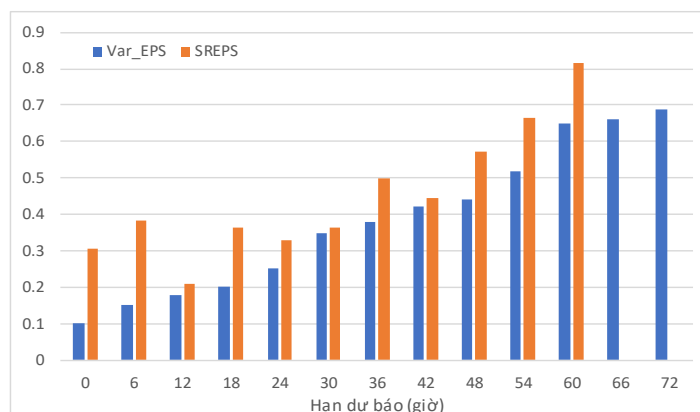
	48h						
	IFS	GFS	GSM	WRF–GFS	WRF–GSM	EM–Var–EPS	EM–SREPS
2012	139,40	157,70	171,20	158,14	176,57	137,03	160,49
2013	102,60	124,90	164,00	130,18	142,50	99,37	154,42
2014	119,80	110,30	148,90	112,65	124,02	112,19	118,94

		48h					
	IFS	GFS	GSM	WRF–GFS	WRF–GSM	EM–Var–EPS	EM–SREPS
2015	126,60	155,00	121,50	159,95	125,64	119,85	139,90
2016	82,40	108,40	163,90	112,76	171,82	79,55	128,59

**Bảng 4.** Tương tự bảng 2 nhưng cho hạn dự báo 72h.

	IFS	GFS	GSM	EM–Var–EPS
2012	295,30	237,70	243,50	286,97
2013	174,20	236,60	160,00	167,10
2014	161,40	188,40	143,70	153,74
2015	160,30	202,70	174,70	154,08
2016	163,50	220,80	86,20	156,80

Đánh giá về kỹ năng dự báo xác suất của hai hệ SREPS và Var\_EPS, hình 4 đưa ra chỉ số BS tính toán chi tiết ở từng thời đoạn 6h một. Do sản phẩm SREPS chỉ có đến 60h nên chỉ thực hiện đánh giá đến hạn này. Đối với hệ thống dự báo tổ hợp gồm 51 thành phần của Trung tâm hạn vừa Châu Âu ECMWF, chỉ số BS có giá trị trung bình từ 0,2–0,5 cho các hạn đến 48h và từ 0,5 đến 0,7 cho các hạn sau 48h. Trong 24h đầu, kỹ năng dự báo từ các mô hình khu vực khá thấp, độ tán quá rộng so với thực tế xuất phát từ việc sử dụng các mô hình khác nhau và các điều kiện biên độc lập, khi đó tâm phân tích và tâm dự báo của SREPS có sự khác biệt rõ rệt ở hạn đến 24h. Tuy nhiên, kỹ năng dự báo ở hạn 48h khá tương đương với kỹ năng của tổ hợp Châu Âu, nằm trong khoảng từ 0,4–0,6. Ở thời hạn dự báo 3 ngày thấy rõ sự ổn định khi sử dụng thông tin từ hệ thống dự báo tổ hợp Châu Âu. Như vậy có thể thấy, thông qua đánh giá hệ thống SREPS, việc áp dụng phương pháp tổ hợp cho phép giảm sai số dự báo của từng thành phần và cho phép cung cấp được dự báo có độ tin cậy hơn với việc sử dụng từng thành phần riêng lẻ.



**Hình 4.** Chỉ số BS đánh giá kỹ năng dự báo xác suất theo hạn dự báo của hệ thống SREPS và Var\_EPS giai đoạn 2012–2016.

#### 4. Kết luận

Nghiên cứu đã trình bày phương pháp đánh giá kỹ năng dự báo quỹ đạo cho hệ thống tổ hợp sử dụng điểm số BS (*Brier Score*). Một số kết quả áp dụng cho hai hệ thống dự báo tổ hợp khu vực SREPS và tổ hợp toàn cầu của Trung tâm Dự báo khí tượng hạn vừa Châu Âu cho một số cơn bão hoạt động trên Biển Đông và ảnh hưởng đến lãnh thổ Việt Nam trong năm 2012–2016. Các kết quả đánh giá cho thấy, dự báo trung bình tổ hợp đối với cả khu vực và toàn cầu đều cho phép giảm sai số khi sử dụng dự báo quỹ đạo của từng thành phần đơn lẻ. Sai số của các mô hình toàn cầu nằm trong khoảng từ 80–100 km đối với hạn 24h, 100–150 km cho hạn dự báo 48h và 150–250 km cho hạn 72h. Đối với đánh giá kỹ năng dự báo quỹ đạo, dự báo từ hệ thống tổ hợp toàn cầu ổn định và có kỹ năng hơn so với dự báo tổ

hợp khu vực, đặc biệt ở hạn 24h giờ đầu. Ở hạn 48h có kỹ năng khá tương đồng, tuy nhiên ở hạn sau 48h, hệ thống toàn cầu cho thấy kỹ năng tốt hơn. Một trong những nguyên nhân ngoài việc số thành phần của hệ thống khu vực ít hơn so với toàn cầu, nguyên nhân chính còn nằm ở khả năng mô phỏng các tương tác quy mô lớn với bão tốt hơn trong hệ thống toàn cầu.

**Đóng góp của tác giả:** Xây dựng ý tưởng nghiên cứu: T.Q.N., T.T.T; Lựa chọn phương pháp nghiên cứu: T.Q.N., T.T.T.; Xử lý số liệu: T.Q.N.; Viết bản thảo bài báo: T.Q.N.; Chỉnh sửa bài báo: T.Q.N., T.T.T.

**Lời cam đoan:** Tập thể tác giả cam đoan bài báo này là công trình nghiên cứu của tập thể tác giả, chưa được công bố ở đâu, không được sao chép từ những nghiên cứu trước đây; không có sự tranh chấp lợi ích trong nhóm tác giả.

### Tài liệu tham khảo

1. Kalnay, E. Atmospheric modeling, data assimilation and predictability. Cambridge University Press, Cambridge, 2003.
2. Toth, Z.; Kalnay, E. Ensemble forecasting at NCEP and the Breeding method. *Mon. Wea. Rev.* **1997**, *125*, 3297–3319. [https://doi.org/10.1175/1520-0493\(1997\)125<3297:EFANAT>2.0.CO;2](https://doi.org/10.1175/1520-0493(1997)125<3297:EFANAT>2.0.CO;2).
3. Palmer, T.N.; Monteni, F.; Mureau, R.; Buizza, R.; Chapelet, P.; Tribbia, J. Ensemble prediction. ECMWF Technical Memorandum, 1992, pp. 188.
4. Molteni, F.; Marsigli, C.; Montani, A.; Nerozzi, F.; Paccagnella, T. A strategy for high-resolution ensemble prediction. Part I: Definition of representative members and global-model experiments. *Quart. J. Roy. Meteor. Soc.* **2001**, *127*, 2069–2094. <https://doi.org/10.21957/ckrej99i3>.
5. Hòa, V.V. và cs. Nghiên cứu ứng dụng dự báo tổ hợp cho một số trường khí tượng dự báo bão. Báo cáo tổng kết đề tài nghiên cứu khoa học cấp Bộ, 2007, 117tr.
6. Thanh, C. Dự báo quỹ đạo bão ảnh hưởng đến Việt Nam hạn 5 ngày bằng phương pháp tổ hợp, sử dụng kỹ thuật nuôi nhiễu. Luận án Tiến sĩ, Đại học Quốc gia Hà Nội, 2014.
7. Wilks, D.S. Statistical Methods in the Atmospheric Sciences, Academic Press, 2006, pp. 704.
8. Grijn, V.D. 2002. Tropical cyclone forecasting at ECMWF: New products and validation. ECMWF Tech. Memo. 2002, pp. 386.
9. Heming, J.T. Tropical cyclone ensemble forecast product development and verification at the Met Office. The 26<sup>th</sup> Conference on Hurricanes and Tropical Meteorology, Miami, FL. *Amer. Meteor. Soc.* **2004**, 5C.6.
10. Tiến, D.Đ. Khảo sát mối quan hệ giữa kỹ năng mô phỏng quỹ đạo bão và cường độ bão cho khu vực Tây Bắc Thái Bình Dương bằng hệ thống dự báo tổ hợp. Luận án tiến sĩ, Đại học quốc gia Hà Nội, 2017.
11. Tiến, D.Đ.; Cường, H.Đ.; Hưng, M.K.; Lâm, H.P. Đánh giá tác động của việc sử dụng tham số hóa đối lưu trong dự báo đợt mưa lớn tháng 7 năm 2015 trên khu vực Bắc Bộ bằng mô hình phân giải cao. *Tạp chí Khí tượng Thủy văn* **2019**, *699*, 1–8. [https://doi.org/10.36335/VNJHM.2019\(699\).1–8](https://doi.org/10.36335/VNJHM.2019(699).1–8).
12. Hòa, V.V. và cs. 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. Báo cáo tổng kết đề tài NCKH cấp Bộ, 2016, 129tr.
13. Tiến, D.Đ.; Thành, N.Đ.; Chánh, K.Q.; Hằng, N.T. Khảo sát sai số dự báo và kỹ năng dự báo quỹ đạo và cường độ bão của các trung tâm dự báo và các mô hình động lực trên khu vực Biển Đông. *Tạp chí Khí tượng Thủy văn* **2016**, *661*, 17–23.

## **Skill validation of probability tropical cyclone track forecast in Bien Dong**

**Tran Quang Nang<sup>1\*</sup>, Tran Tan Tien<sup>2</sup>**

<sup>1</sup> National Center for Hydrometeorological Forecasting; trannang030984@gmail.com;

<sup>2</sup> Ha Noi University of Science; tientt49@gmail.com

**Abstract:** This study presents the method of skill evaluating of probability forecast for tropical cyclone's track in Bien Dong by using the BS score (Brier Score). Some results apply to SREPS—a regional ensemble system (based on the WRF–ARW, WRF–NMM and HRM models, using multiple inputs GFS, GSM, GME, GEM, and NOGAPS) and the global ensemble system from European Center for Medium Meteorological Forecasting (ECMWF) for tropical cyclones operating in Bien Dong sea and affecting the territory of Vietnam in 2012–2016. The ensemble mean forecast allows for the reduction error in comparison with any individual member. The global ensemble system has more skill than regional ensemble system in term of probability forecast for tropical cyclone's tracks.

**Keywords:** Ensemble forecast for tropssical cyclone; Skill validation; SREPS; Var\_EPS.

## Nghiên cứu xây dựng bộ chỉ tiêu nhiệt ẩm ảnh hưởng tới sức khỏe một số cộng đồng dân cư tại Quảng Nam

Nguyễn Công Tài<sup>1</sup>, Nguyễn Đăng Quang<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Đài khí tượng thủy văn tỉnh Quảng Nam; taikttvqnam@gmail.com

<sup>2</sup> Trung tâm Ứng dụng công nghệ khí tượng thủy văn; quangvnes@gmail.com

\* Tác giả liên hệ: taikttvqnam@gmail.com; Tel.: +84-963315886

Ban Biên tập nhận bài: 25/7/2020; Ngày phản biện xong: 20/8/2020; Ngày đăng bài: 25/9/2020

**Tóm tắt:** Nghiên cứu này đánh giá xu thế biến đổi nhiệt độ cảm nhận (HI) và xu thế biến đổi hệ số nhiệt dư thừa (EHF) thông qua dữ liệu khí tượng tại Quảng Nam từ năm 1979 đến 2019. Kết hợp với số liệu y tế tại địa phương, ngưỡng nhiệt độ-độ ẩm ảnh hưởng tới sức khỏe một số cộng đồng dân cư tại Quảng Nam được phân cấp, xác định. Đây là một trong những nghiên cứu đầu tiên ở Việt Nam theo hướng ứng dụng thông tin thời tiết để chăm sóc, phục vụ sức khỏe cộng đồng.

**Từ khóa:** Nhiệt độ cảm nhận (Heat Index); Hệ số nhiệt dư (Excess Heat Factor); Nắng nóng nguy hiểm (Heatwave).

### 1. Mở đầu

Trong quá trình tồn tại, con người điều hòa thân nhiệt thông qua cơ chế làm mát bay hơi khi nhiệt độ không khí cao hoặc độ ẩm thấp. Nghĩa là khi thân nhiệt nóng lên, cơ thể sẽ bài tiết mồ hôi, mồ hôi bốc hơi sẽ làm giảm nhiệt độ trên bề mặt cơ thể; đây được coi là hệ thống làm mát tự nhiên của con người. Tuy nhiên, trong điều kiện nóng và ẩm, hiệu quả điều hòa thân nhiệt chậm lại và cơ thể không thể duy trì nhiệt độ ổn định. Chính vì thế, sự kết hợp của nắng nóng và độ ẩm cao trong nhiều trường hợp là mối nguy hại đối với sức khỏe con người.

Cho đến nay, trên thế giới đã có nhiều công trình nghiên cứu về vấn đề này, [1] đã xây dựng phương trình tính chỉ số nhiệt từ phương pháp hồi quy đa biến; Cơ quan quản lý khí quyển và đại dương Hoa Kỳ (NOAA) đã sử dụng phương trình trong nghiên cứu [1] xây dựng các ngưỡng HI cảnh báo cho cộng đồng. Một nghiên cứu khác [2] tại Cơ quan khí tượng Úc đã nghiên cứu đề xuất hệ số nhiệt dư thừa EHF (*Excess Heat Factor*) để theo dõi và đánh giá hiện tượng nắng nóng nguy hiểm-hiện tượng nắng nóng xảy ra trong ít nhất ba ngày liên tiếp và đạt mức phân vị 90% (*heatwave*). Một số nghiên cứu khác [3] đánh giá stress nhiệt dựa trên chỉ số nhiệt độ bầu ướt TW tại vùng Nam Á. Eun-Soon xem xét tác động của nhiệt độ và độ ẩm tương đối đối với stress nhiệt trên cơ sở tập hợp các mô phỏng biến đổi khí hậu (BĐKH) có độ phân giải cao để dự tính mức độ stress nhiệt ở vùng Nam Á. Kết quả cho thấy nhiều vùng Nam Á vượt quá ngưỡng nhiệt độ bầu ướt cho phép vào cuối thế kỷ 21. Khu vực có mức độ stress nhiệt cao nhất là xung quanh các vùng nông nghiệp đông dân cư ở lưu vực sông Hằng và sông Ấn ở khu vực Nam Á. Nghiên cứu khác [4] đã đánh giá stress nhiệt dựa trên chỉ số nhiệt độ hiệu dụng ET thông qua việc đánh giá tác động của nhiệt độ, độ ẩm tương đối và tốc độ gió trên toàn lãnh thổ Trung Quốc. Kết quả cho thấy stress nhiệt xảy ra từ tháng 12 đến tháng 2 và từ tháng 6 đến tháng 8 trong năm. Sự gia tăng stress nhiệt chủ yếu gây ra do nhiệt độ và tốc độ gió trong khi độ ẩm tương đối ảnh hưởng không đáng kể.

Trong nước, một số chương trình, công trình nghiên cứu liên quan tới chủ đề này cũng đã được thực hiện trong thời gian vừa qua. Cụ thể như nghiên cứu về stress nhiệt đối với người lao động trong bối cảnh BĐKH tại Đà Nẵng [5]. Đề tiến hành nghiên cứu nhóm tác giả đã sử dụng chuỗi số liệu từ năm 1970–2011 để phân tích các xu hướng về nhiệt độ ngày và đêm từ đó dự tính sự biến đổi của stress nhiệt trong tương lai. Kết quả cho thấy nhiệt độ ban đêm quá cao sau những ngày nắng nóng khiến công nhân không thể phục hồi và dẫn đến dễ gặp stress nhiệt. Một nghiên cứu khác [6] đánh giá tác động của biến đổi khí hậu tới sức khỏe cộng đồng tại huyện Giao Thủy, tỉnh Nam Định và đề xuất giải pháp thích ứng. Nghiên cứu này đã tiến hành phân tích diễn biến một số bệnh dịch có liên quan đến biến đổi khí hậu bằng cách sử dụng mô hình tương quan, hồi quy tuyến tính đơn biến, các dữ liệu đầu vào bao gồm nhiệt độ, lượng mưa, độ ẩm và một số bệnh dịch phục vụ cho nghiên cứu. Kết quả nghiên cứu cho thấy diễn biến của một số bệnh có tương quan với sự thay đổi của thời tiết. Gần đây nhất, năm 2019 đề tài nghiên cứu [7] đã nghiên cứu xác định bộ chỉ tiêu và xây dựng mô hình khí hậu phục vụ cảnh báo nguy cơ phát sinh dịch bệnh trên người ở một số tỉnh vùng miền núi phía Tây Bắc. Sử dụng mô hình phân bố độ trễ phi tuyến tính (*distributed lag nonlinear model-DLNM*) để phân tích tác động giữa tỷ lệ số ca bệnh với nhiệt độ, lượng mưa, độ ẩm không khí theo các bước trễ thời gian. Kết quả là các tác giả đã xây dựng được bộ chỉ tiêu khí hậu liên quan đến nguy cơ phát sinh một số dịch bệnh phổ biến đối với sức khỏe con người ở một số tỉnh vùng miền núi phía Bắc (Sơn La, Điện Biên, Lai Châu).

Qua việc tóm tắt một số nghiên cứu tiêu biểu trong và ngoài nước nêu trên nhận thấy vấn đề nghiên cứu về mối liên hệ giữa một số điều kiện thời tiết nguy hiểm và sức khỏe cộng đồng chưa được thực hiện ở Quảng Nam. Đây chính là một trong những động lực để thực hiện nghiên cứu này. Mục 2 của bài báo giới thiệu về khu vực nghiên cứu, loại dữ liệu và phương pháp nghiên cứu; Mục 3 giới thiệu các kết quả nghiên cứu và một số luận điểm để thảo luận; cuối cùng Mục 4 được dành cho các Kết luận của nghiên cứu này.

## 2. Phương pháp nghiên cứu

### 2.1. Khu vực nghiên cứu

Khu vực nghiên cứu tại thành phố Tam Kỳ thuộc tỉnh Quảng Nam, thành phố Tam Kỳ có địa hình vùng đồng bằng duyên hải, là vùng chuyển tiếp từ dạng đồi núi cao phía Tây, thấp dần xuống sang phía Đông. Địa hình có dạng đồi thấp, và đồng bằng được hình thành do bồi tích sông, biển và quá trình rửa trôi, toàn khu vực bị chia cắt nhiều bởi các sông, suối thuộc lưu vực của sông Trường Giang.

Là địa phương nằm trong khu vực có khí hậu nhiệt đới gió mùa nên có nền nhiệt độ và độ ẩm tương đối cao. Nhiệt độ và độ ẩm tương đối trong năm có sự thay đổi theo hoạt động của gió mùa, từ tháng 10 cho đến tháng 3 năm sau do chịu ảnh hưởng chủ yếu của gió mùa Đông Bắc nên nền nhiệt độ trung bình duy trì từ 21,0–26,0 °C, độ ẩm trung bình dao động từ 85–90%. Từ tháng 4 đến tháng 9 hằng năm gió mùa Tây Nam hoạt động kết hợp với hiệu ứng phơn của địa hình nên nền nhiệt độ khá cao, tháng 4–9 hằng năm nhiệt độ trung bình tháng dao động từ 27,0–29,0 °C, độ ẩm tương đối trung bình từ 75–85%.

Trung bình hằng năm có 49–51 ngày có nhiệt độ  $\geq 35$  °C, năm có số ngày xuất hiện nhiệt độ  $\geq 35$  °C nhiều nhất là 103 ngày năm 2019; và trung bình có 6–13 ngày có nhiệt độ  $\geq 37$  °C, nhiều nhất là 50 ngày năm 2019. Nhiệt độ ngày cao nhất lên tới 41,0 °C (01/7/2015).

### 2.2. Dữ liệu

Dữ liệu khám chữa bệnh sử dụng trong nghiên cứu là dữ liệu bệnh nhân khám chữa bệnh tại ba bệnh viện (Bệnh viện đa khoa tỉnh Quảng Nam, Bệnh viện phụ sản nhi Quảng Nam, và Bệnh viện đa khoa thành phố Tam Kỳ) thời kỳ 2017–2019. Thông tin số lượng người khám chữa các bệnh hô hấp, tim mạch, cao huyết áp, hen suyễn, sốt, sốt xuất huyết, đột quỵ ... và được chọn lọc theo các mã A90–A99, I10–I15, I20–I28, I30–I52, I60–I69, J00–J06,

J09–J18, J20–J22, J30–J39, J40–J47, J60–J70, J80–J84, J85–86, J90–J94, J95–J99 (Bảng tra ICD–International Classification of Diseases–Phân loại thống kê Quốc tế về các bệnh tật và vấn đề sức khỏe liên quan trên toàn cầu, gọi tắt là Phân loại quốc tế về bệnh tật).

Dữ liệu khí tượng bao gồm nhiệt độ trung bình (°C) và độ ẩm tương đối trung bình (%) ngày thời kỳ 1979–2019 tại hai trạm khí tượng Tam Kỳ và Trà My. Riêng đối với trạm Tam Kỳ, số liệu nhiệt độ tối cao, tối thấp ngày cũng được thu thập và sử dụng (1979–2019); đặc biệt trong mười năm gần đây (2010–2019) số liệu tự động ổn định nên cũng đã thu thập và sử dụng cả số liệu giờ của nhiệt độ và độ ẩm tương đối.

### 2.3. Phương pháp xây dựng bộ chỉ tiêu nhiệt ẩm ảnh hưởng tới sức khỏe

Nhiệt độ cảm nhận HI (*Heat Index*) được xác định bởi phương trình hồi quy đa biến do Lans P. Rothfus đề xuất năm 1990.

$$HI = -42.379 + (2.04901523 * T) + (10.14333127 * Rh) - (0.22475541 * T * Rh) - (0.00683783 * T^2) - (0.05481717 * Rh^2) + (0.00122874 * T^2 * Rh) + (0.00085282 * T * Rh^2) - (0.00000199 * T^2 * Rh^2) \quad (1)$$

Trong đó T là nhiệt độ (độ F) và Rh là độ ẩm tương đối (%).

Để tính được HI cần có số liệu nhiệt độ và độ ẩm cùng thời gian để tính toán. Tuy nhiên do thời gian từ năm 2010 trở về trước việc đo đạc số liệu khí tượng từng giờ khó khăn nên số liệu trung bình ngày được sử dụng để tính HI trung bình từ năm 1979–2019.

Từ năm 2010 đến nay thì số liệu giờ tương đối đầy đủ. Trong nghiên cứu này đã thử nghiệm tính HI tại tất cả các giờ trong năm 2019, kết quả thu được cho thấy chỉ số nhiệt độ cảm nhận đạt giá trị lớn nhất ngày ở các tháng hầu như dao động từ 11 đến 16 giờ, và giá trị nhiệt độ cảm nhận lúc 13 giờ cũng gần với giá trị lớn nhất. Do đó nhiệt độ và độ ẩm lúc 13 giờ được sử dụng để tính toán chỉ số HI và đánh giá xu thế biến đổi của chỉ số này trong thời gian từ 2010–2019.

Hệ số nhiệt dư EHF (*Excess Heat Factor*) được đề xuất [2]. Bộ chỉ số này dùng để theo dõi và phân loại cường độ “nắng nóng nguy hiểm–heatwave”; trong nghiên cứu này đề xuất sử dụng thuật ngữ “nắng nóng nguy hiểm” để mô tả hiện tượng “heatwave” hiện tượng nhiệt độ cao ở mức phân vị 90% trở lên. Nhiệt dư (*EHSig*) chịu sự chi phối bởi nhiệt độ trung bình trong ba ngày liên tiếp và sự thích nghi (*EHIacc*) của cơ thể người với chuỗi nhiệt độ trong 30 ngày trước đó. Điểm khác biệt của nghiên cứu này với nghiên cứu của Nairn và Fawcett là chúng tôi sử dụng phân vị 90 so với phân vị 95.

$$EHSig = (T_i + T_{i+1} + T_{i+2})/3 - T_{90} \text{ (}^\circ\text{C)} \quad (2)$$

Với  $T_i = (T_{\max} + T_{\min})/2$ ,  $T_{90}$  là phân vị thứ 90 của  $T_i$

$$EHIacc = (T_i + T_{i+1} + T_{i+2})/3 - (T_{i-1} + \dots + T_{i-30})/30 \text{ (}^\circ\text{C)} \quad (3)$$

$$EHF = EHSig \times \max(1, EHIacc) \text{ (}^\circ\text{C}^2\text{)}. \quad (4)$$

Nghiên cứu này sử dụng phần mềm ClimPACT2 để tính toán, đánh giá một số chỉ số (trong đó có EHF) để nghiên cứu hiện tượng nắng nóng nguy hiểm đối với sức khỏe cộng đồng tại Quảng Nam. ClimPACT2 được viết trên ngôn ngữ R, đây là phần mềm mã nguồn mở (<https://github.com/ARCCSS-extremes/climpact2>).

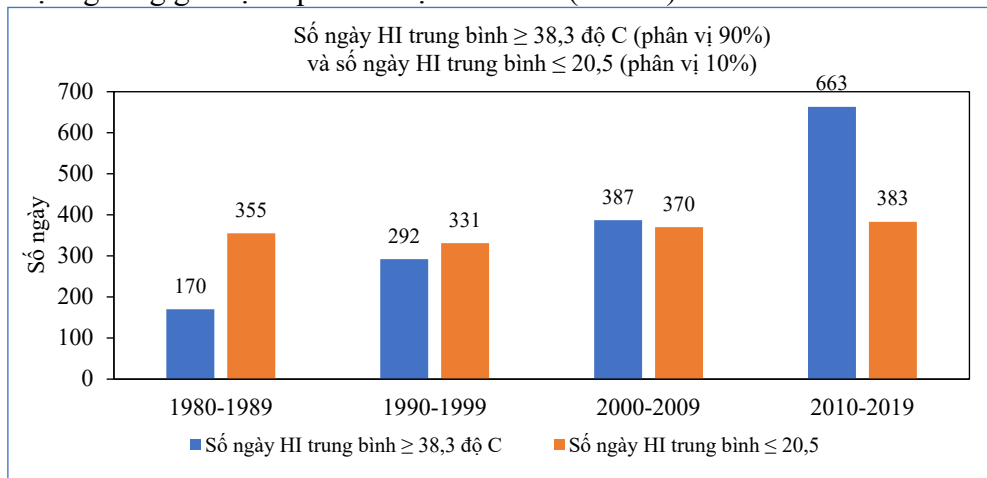
Ngoài phương pháp thống kê thực nghiệm nêu trên, phương pháp thống kê vật lý được sử dụng để đánh giá xu hướng biến đổi HI và nắng nóng nguy hiểm từ năm 1979–2019; qua đó tìm mối liên hệ giữa HI và nắng nóng nguy hiểm. Tương tự, số lượng bệnh nhân khám chữa bệnh có triệu chứng liên quan tới thời tiết nắng nóng trong giai đoạn 2017–2019 cũng được tiến hành phân tích, đánh giá trong bài báo này.

## 3. Kết quả và thảo luận

### 3.1. Xu thế biến đổi nhiệt độ cảm nhận giai đoạn 1979–2019

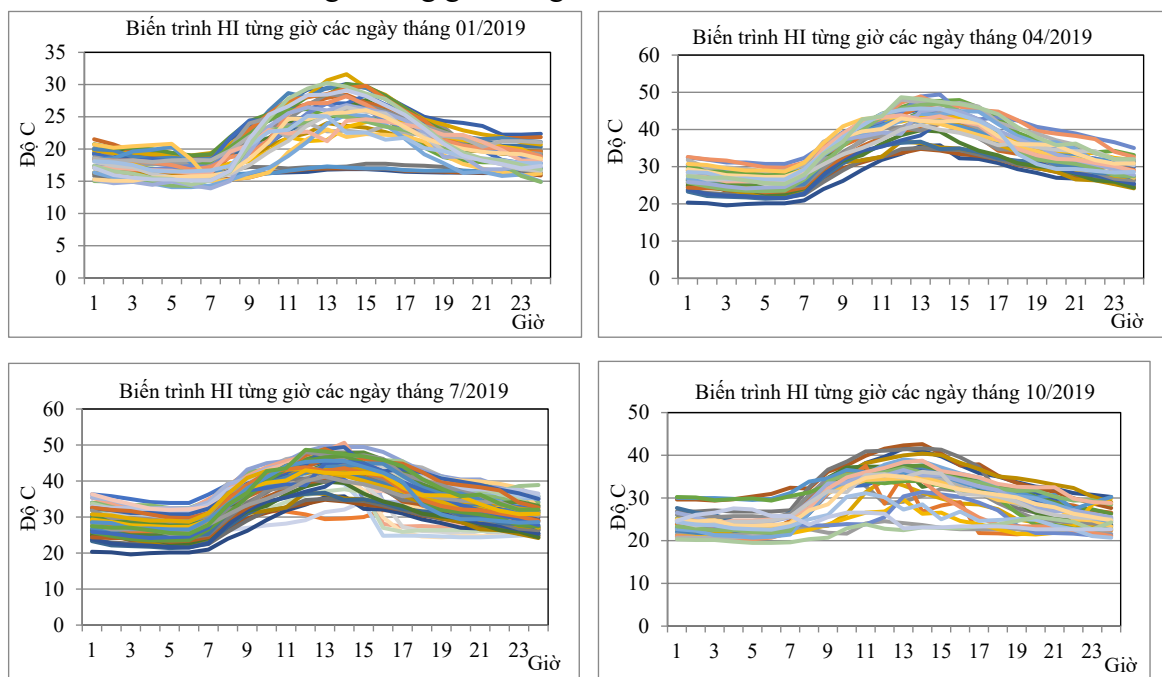


Trong thời gian gần đây chỉ số nhiệt cảm nhận trung bình trong các năm có xu hướng dao động mạnh hơn, cụ thể nhiệt độ cảm nhận trung bình trong thời gian gần đây thường xuyên vượt ngưỡng giá trị thấp nhất hoặc cao nhất (Hình 1).



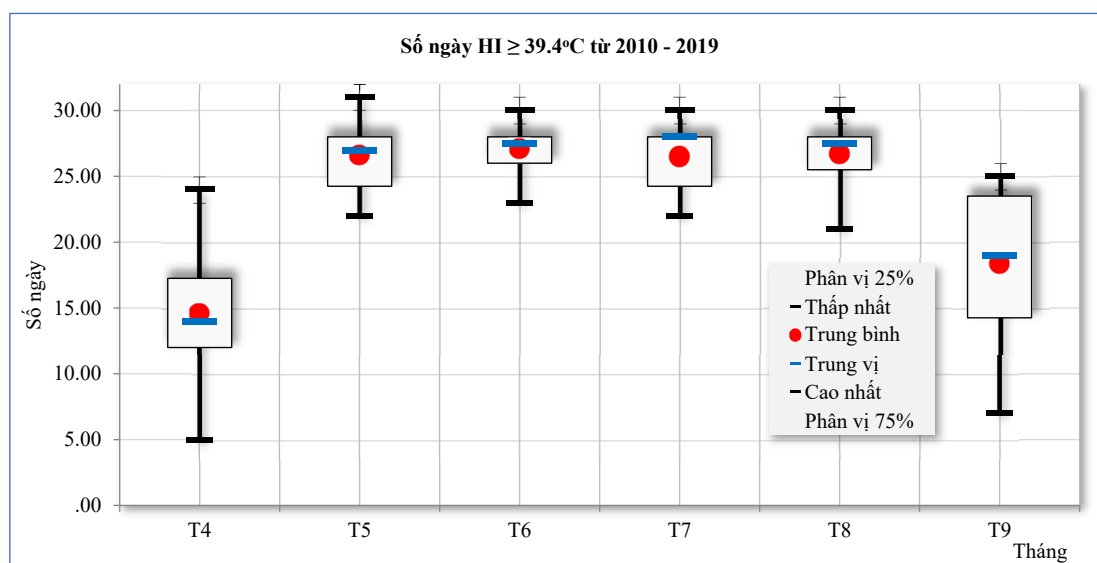
Hình 1. Nhiệt độ cảm nhận (HI) trung bình từ 1980–2019.

Tính toán tất cả các giờ trong từng ngày của năm 2019 (Hình 2) cho thấy chỉ số nhiệt độ cảm nhận đạt giá trị lớn nhất ngày ở các tháng hầu như dao động từ 11 đến 16 giờ, và giá trị nhiệt độ cảm nhận lúc 13 giờ cũng gần với giá trị lớn nhất.



Hình 2. Nhiệt độ cảm nhận HI của bốn tháng đại diện trong năm 2019.

Tại Mỹ, NOAA sử dụng hai ngưỡng cơ bản là  $32,8$  °C và  $39,4$  °C để cảnh báo nguy hiểm tới người dân. Vấn đề là chúng ta cần đánh giá hai ngưỡng giá trị này liệu có thể được áp dụng đối với người dân địa phương ở Quảng Nam hay không? Số liệu tại Quảng Nam cho thấy, với ngưỡng  $HI \geq 39,4$  °C từ tháng 4–9 thì số ngày vượt qua ngưỡng này trung bình các tháng đều ở mức cao, cụ thể là từ tháng 5–8 số ngày có  $HI > 39,4$  °C phổ biến từ 25–30 ngày, tháng 4 phổ biến từ 10–20 ngày, và tháng 9 phổ biến từ 15–25 ngày (Hình 3).



**Hình 3.** Số ngày HI vượt ngưỡng 39,4 °C trong thời kỳ 2010–2019.

Như vậy số ngày xảy ra HI > 39,4 °C tại Quảng Nam dao động từ 25–30 ngày từ tháng 5 đến tháng 8, chiếm hầu như 100% cả tháng. Điều này chứng tỏ rằng ngưỡng cảnh báo HI nguy hiểm cho cộng đồng dân cư tại Quảng Nam phải cao hơn so với ngưỡng cảnh báo của NOAA, tức là mức cảnh báo nhiệt độ nguy hiểm đối với người dân Quảng Nam phải lớn hơn ngưỡng 39,4 °C.

### 3.2. Xu thế biến đổi hệ số nhiệt dư thừa giai đoạn 1979–2019

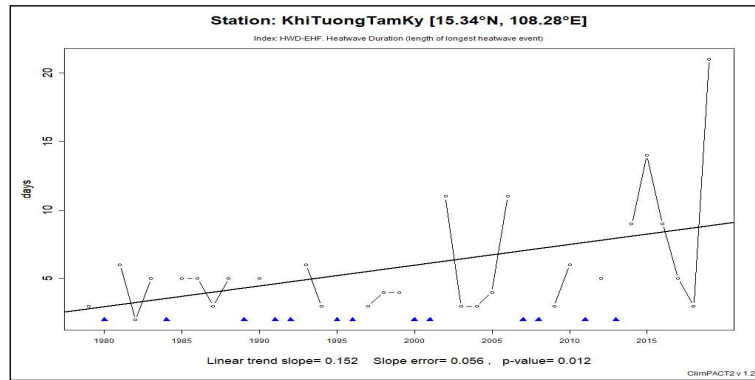
Điều kiện dễ nắng nóng nguy hiểm xảy ra là khi có EHF dương và xảy ra liên tục từ ba ngày trở lên, vì vậy khi đánh giá được nắng nóng nguy hiểm sẽ phản ánh được hệ số nhiệt dư thừa. Phân tích nắng nóng nguy hiểm từ năm 1980–2019 (Bảng 1) theo các thời đoạn 1980–1989, 1990–1999, 2000–2009, 2010–2019.

**Bảng 1.** Nắng nóng nguy hiểm trong 4 thập kỷ gần đây.

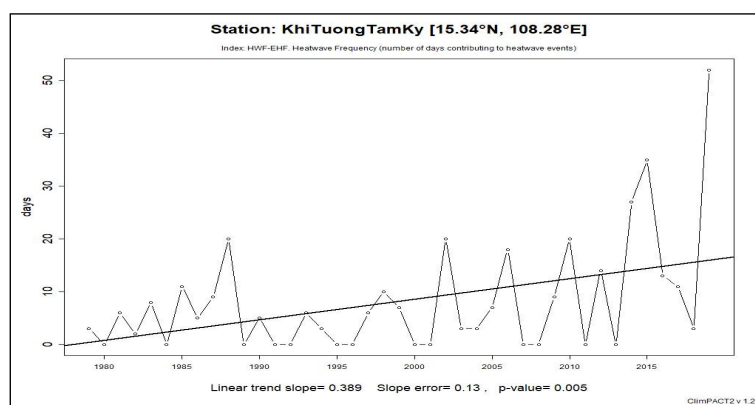
Thời gian	Hệ số nhiệt dư thừa TB (°C <sup>2</sup> )	Hệ số nhiệt dư thừa lớn nhất (°C <sup>2</sup> )	Tổng số đợt (đợt)	Số ngày của đợt nắng nóng nguy hiểm dài nhất (ngày)	Tổng số ngày xảy ra nắng nóng nguy hiểm (ngày)
1980–1989	1,8	11,4	16	06	61
1990–1999	1,1	7,8	10	06	37
2000–2009	1,0	3,0	13	11	60
2010–2019	1,0	7,8	29	22	175

Trong 3 thập kỷ 1990–1999, 2000–2009, 2010–2019 hệ số nhiệt dư thừa trung bình năm trong các năm có nắng nóng nguy hiểm chỉ dao động quanh 1,0 °C<sup>2</sup>, và nhỏ hơn thập kỷ 1980–1989 tới 0,8 °C<sup>2</sup>. Nhiệt dư thừa lớn nhất trong một đợt nắng nóng nguy hiểm của thập kỷ 1980–1989 lớn hơn 3,6 °C<sup>2</sup> so với 2 thập kỷ 1990–1999 và 2010–2019, và lớn hơn thập kỷ 2000–2009 tới 8,4 °C<sup>2</sup>. Trong thập kỷ 2010–2019 có tổng số đợt, số ngày trong 01 đợt dài nhất và tổng số ngày xảy ra nắng nóng nguy hiểm tăng lên gấp 2 đến 3 lần so với 3 thập kỷ trước (Bảng 1).

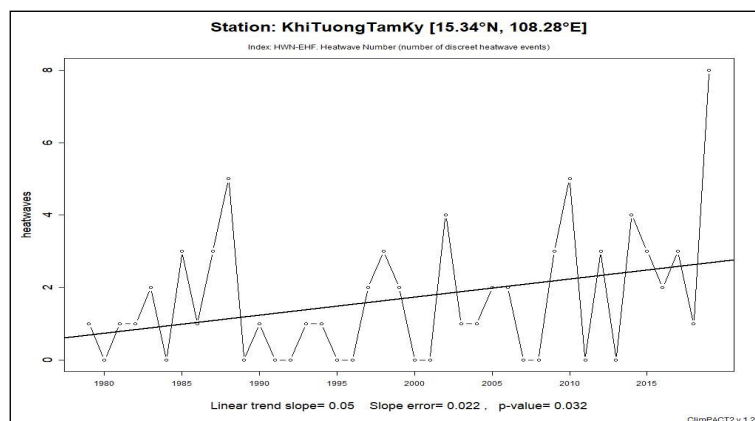
Tổng số ngày xảy ra nắng nóng nguy hiểm trong năm, số ngày của đợt có nắng nóng nguy hiểm dài nhất và tổng số đợt nắng nóng nguy hiểm xảy ra trong năm của những năm gần đây tăng lên đáng kể. Và xu thế tăng lên trong tương lai đạt kết quả khá tin cậy (với P < 0,05). Kết quả được thể hiện trên các hình 4, 5 và 6.



**Hình 4.** Xu thế biến đổi tổng số ngày của các đợt nắng nóng nguy hiểm dài nhất trong từng năm từ 1979–2019.



**Hình 5.** Tổng số ngày xuất hiện hiện tượng nắng nóng nguy hiểm thời kỳ 1979–2019.



**Hình 6.** Số đợt nắng nóng nguy hiểm thời kỳ 1979–2019.

Như vậy trong thời gian gần đây nắng nóng nguy hiểm có xu hướng tăng về số đợt, số ngày trong mỗi đợt kéo dài hơn, và tổng số ngày của các đợt có nắng nóng nguy hiểm trong năm ngày càng nhiều hơn. Theo khuyến cáo của Tổ chức khí tượng thế giới lượng nhiệt dư thừa dương xảy ra liên tục và kéo dài sẽ ảnh hưởng lớn tới sức khỏe con người.

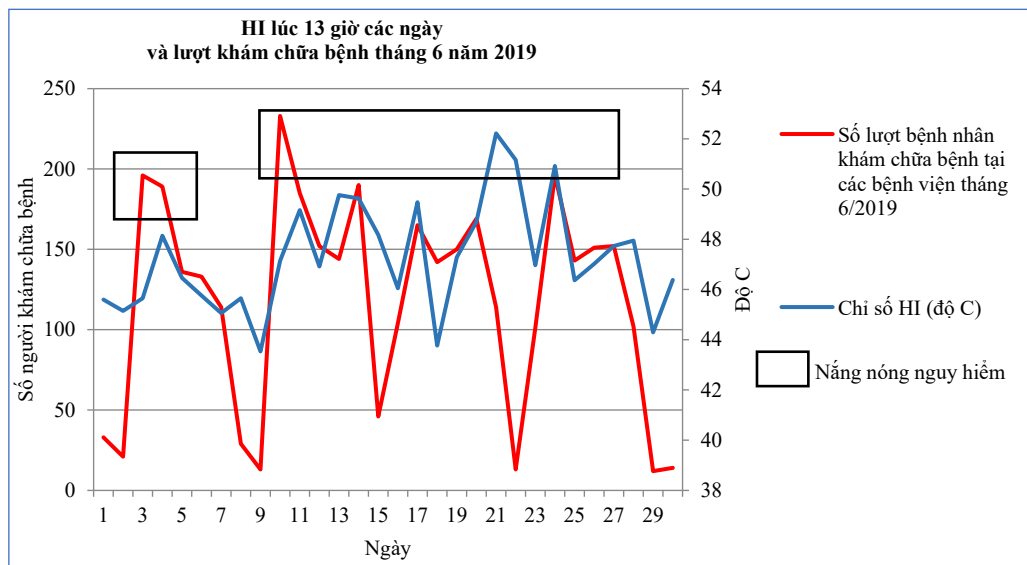
### 3.3. Đánh giá mối liên hệ giữa HI, nắng nóng nguy hiểm và số lượng bệnh nhân

Khi tác động của môi trường (nhiệt độ, độ ẩm) vượt quá sức chịu đựng của con người trong một thời gian thì các bệnh có liên quan đến hô hấp, tim mạch, cao huyết áp, hen suyễn, sốt, sốt xuất huyết, hay thậm chí là đột quỵ mới bắt đầu xuất hiện. Hình 7 minh họa số lượng

bệnh nhân ở các bệnh viện tại Tam Kỳ trong tháng 6/2019, trong đó thời điểm xuất hiện hiện tượng nắng nóng nguy hiểm (*heatwave*) được minh họa bởi hình chữ nhật có viền đen, số lượng bệnh nhân tại các bệnh viện được thể hiện bởi các đường tương ứng chú giải trên đồ thị. Theo khảo sát của chúng tôi, việc đánh giá tác động của nhiệt độ cảm nhận tới sức khỏe theo từng ngày gặp nhiều khó khăn bởi một số nguyên nhân khách quan như sau. Khi bị các bệnh nói trên tâm lý bệnh nhân thường sẽ tự điều trị bằng cách mua thuốc uống trước chứ chưa tới bệnh viện để khám (ngoài những bệnh nặng nhất thiết phải tới bệnh viện như sốt cao co giật,...), chỉ khi nào bệnh chuyển biến xấu hơn thì mới tới các trung tâm, bệnh viện để khám chữa bệnh. Ngoài ra, tâm lý ngại đi khám chữa bệnh vào thứ 7, chủ nhật, nên lượng bệnh nhân khám chữa bệnh trong ngày thứ 7 và chủ nhật khá ít, sang tuần mới (thứ 2) thì số lượng bệnh nhân tại các cơ sở khám chữa bệnh lại tăng vọt. Số liệu khám chữa bệnh hàng năm ở các bệnh viện sẽ có sự dao động (tăng, giảm về số lượng người bệnh), ví dụ như khi có sự thay đổi về địa điểm khám chữa bệnh trong thẻ bảo hiểm y tế từ bệnh viện này đến bệnh viện kia. Và do đó, nếu chỉ dựa vào số liệu bệnh nhân tại các bệnh viện thì không dễ dàng đánh giá đúng được tác động của nắng nóng nguy hiểm.

### 3.3.1. Mối liên hệ giữa HI và nắng nóng nguy hiểm

Từ năm 2017 đến 2019 xảy ra 12 đợt nắng nóng nguy hiểm, với tổng số ngày là 68 ngày, trong đó đợt ngắn nhất có 3 ngày, đợt dài nhất có 22 ngày từ 09–30/6/2019. Ngày có HI nhỏ nhất là 42,0 °C trong đợt 15–19/8/2019 và ngày có HI lớn nhất là 52,9 °C trong đợt 17–21/5/2019 (chi tiết bảng 2). Như vậy trong tất cả các đợt xảy ra nắng nóng nguy hiểm từ 2017–2019 đều có HI ≥ 42,0 °C và cao hơn ngưỡng cảnh báo nguy hiểm của NOAA dành cho người dân Mỹ.



Hình 7. HI lúc 13 giờ các ngày và số lượt khám chữa bệnh tháng 6/2019.

Bảng 2. HI và nắng nóng nguy hiểm từ năm 2017–2019.

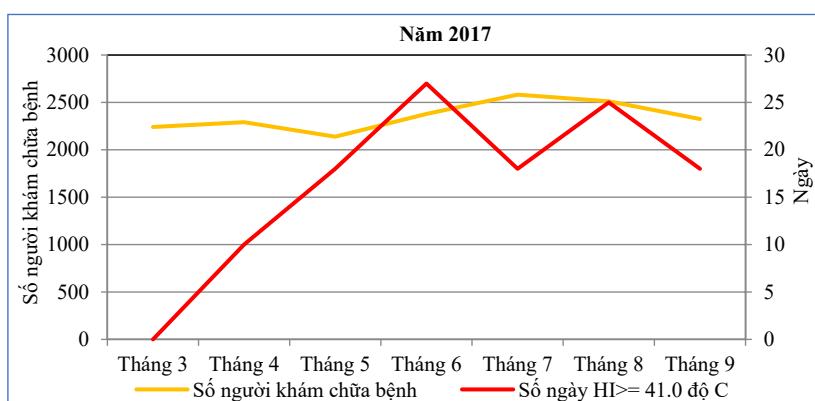
Đợt	Thời gian có xảy ra nắng nóng nguy hiểm	HI thấp nhất (°C)	HI cao nhất (°C)
1	02 – 06/6/2017	44,4	49,2
2	19 – 21/6/2017	42,4	45,3
3	01 – 03/8/2017	47,4	48,5
4	20 – 22/8/2018	46,7	49,4

Đợt	Thời gian có xảy ra nắng nóng nguy hiểm	HI thấp nhất (°C)	HI cao nhất (°C)
5	19 – 21/4/2019	47,3	48,9
6	05 – 08/5/2019	42,9	48,0
7	17 – 21/5/2019	44,9	52,9
8	04 – 06/6/2019	45,8	48,1
9	09 – 30/6/2019	43,5	52,2
10	07 – 15/7/2019	45,1	50,0
11	19 – 21/7/2019	45,8	46,9
12	15 – 19/8/2019	42,0	48,5

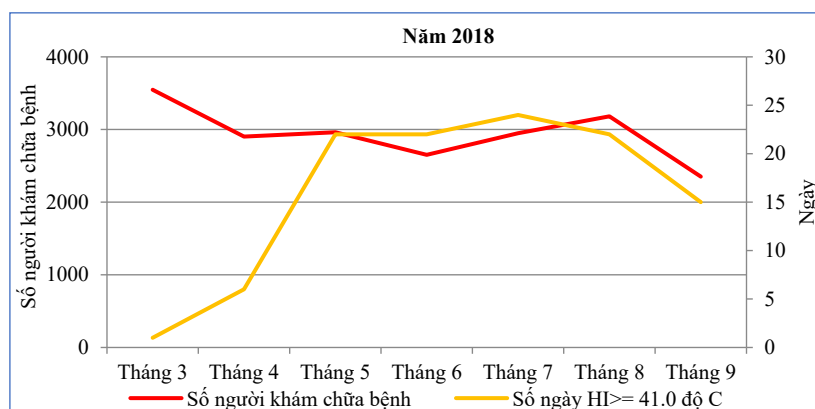
### 3.3.2. Mối liên hệ giữa HI và số lượt bệnh nhân

#### a. Đánh giá theo tháng

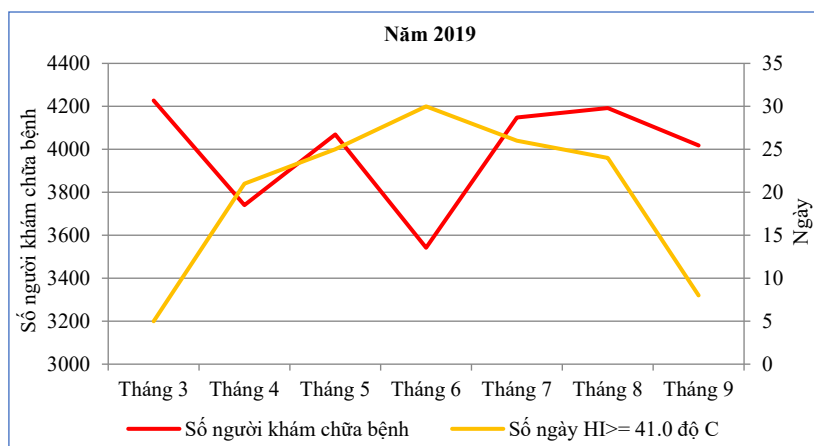
Phân tích số liệu y tế cho ta thấy được trong các tháng 4–9 trong 3 năm gần đây, thì số lượng bệnh nhân tăng vào tháng 5 và tháng 7–8, giảm nhẹ vào tháng 6, 9 (chi tiết hình 8, 9 và 10). Trong các tháng 5–8, HI có giá trị lớn và đều dao động từ 25–30 ngày (chi tiết mục 3.1). Qua tính toán chúng tôi đề xuất ngưỡng  $HI \geq 41,0$  °C để đánh giá sức khỏe người dân tại Quảng Nam.



Hình 8. Số người khám chữa bệnh và số ngày HI ≥ 41,0 °C trong năm 2017.



Hình 9. Số người khám chữa bệnh và số ngày HI ≥ 41,0 °C trong năm 2018.



**Hình 10.** Số người khám chữa bệnh và số ngày HI ≥ 41,0 °C trong năm 2019.

**b. Đánh giá theo số liệu ngày**

Qua quá trình tính toán hồi qui, hay so sánh từng ngày giữa chỉ số HI với số lượng bệnh nhân ở các bệnh viện khác nhau vào các ngày có nắng nóng nguy hiểm để tìm mối quan hệ giữa chúng tuy nhiên do một số tình huống khách quan trình bày tại Mục 3.3 nên việc đánh giá theo từng ngày gặp nhiều khó khăn, hầu như không có sự tương quan hoặc tương quan rất thấp (giữa HI và số lượng bệnh nhân).

**c. Đánh giá, phân tích HI với số lượt bệnh nhi trong những đợt có nắng nóng nguy hiểm**

Như phân tích tại Mục 3.3 giữa số liệu HI và số lượt bệnh nhi (trẻ sơ sinh đến 15 tuổi) khám chữa bệnh trong thời gian có hiện tượng nắng nóng nguy hiểm sức khỏe xảy ra có mối tương quan rất thấp, với hệ số tương quan bội (multiple R) là 0,073 và hệ số xác định (R Square) là 0,005. Chúng tôi cũng đã xây dựng phương trình hồi qui tính lượt bệnh nhi với nhân tố là HI với độ trễ là 3 ngày, tuy nhiên hệ số tương quan bội và hệ số xác định rất thấp lần lượt là 0,15 và 0,02.

Trong năm 2019 có 08 đợt nắng nóng nguy hiểm, số ngày của các đợt nắng nóng nguy hiểm và HI cũng cao hơn 2017–2018 (Bảng 2), tuy nhiên qua số liệu khám chữa bệnh nhi từng ngày, trung bình mỗi ngày có xảy ra nắng nóng nguy hiểm thì số lượng khám chữa bệnh nhi năm 2019 lại nhỏ hơn 2017 và 2018 cụ thể như sau: năm 2017 là 12,3 lượt/ngày, 2018 là 15,0 lượt/ngày, 2019 là 10,8 lượt/ngày. Trung bình số lượt khám chữa bệnh nhi từng tháng từ tháng 4–9 năm 2019 cũng thấp hơn 2017–2018 (Bảng 3).

**Bảng 3.** Lượt khám chữa bệnh trung bình tháng 4–9 từ năm 2017 đến 2019.

Năm	T4	T5	T6	T7	T8	T9	TB
2017	15,1	11,4	12,2	14,4	15,3	14,9	13,9
2018	14,8	11,3	10,3	11,2	13,7	13,0	12,4
2019	12,4	11,1	10,4	8,7	9,6	15,5	11,3

Số liệu cho thấy nắng nóng nguy hiểm tuy tăng về đợt, số ngày trong các đợt và HI cao trong năm 2019 nhưng số lượng bệnh nhi khám chữa bệnh lại giảm. Điều này liên quan tới một số yếu tố khách quan như dịch vụ và chất lượng y tế nâng cao...và do đó cũng khó có thể khẳng định số lượng bệnh nhi giảm trong thời kỳ nắng nóng nguy hiểm trong những năm gần đây. Như vậy, cần tiếp tục nghiên cứu, đánh giá, xem xét lại kết luận này một cách đầy đủ hơn trong tương lai khi có nguồn số liệu khám chữa bệnh nhi đầy đủ và dài hơn.

3.4. Xây dựng bộ chỉ tiêu nhiệt ẩm ảnh hưởng tới sức khỏe một số cộng đồng dân cư

Qua phân tích, đánh giá mối liên quan giữa HI, các đợt nắng nóng nguy hiểm và số lượng bệnh nhân từ 2017–2019 ở mục 3.3.1, 3.3.2 và tham khảo ngưỡng cảnh báo của NOAA, chúng tôi đề xuất các ngưỡng cảnh báo như sau:

+ Chọn ngưỡng  $32,8\text{ }^{\circ}\text{C} < \text{HI} < 41,0\text{ }^{\circ}\text{C}$  là ngưỡng cảnh báo cần thận trọng; tuy nhiên đối với nhóm người tiếp xúc trực tiếp dưới ánh nắng mặt trời có thể nâng mức cảnh báo là nguy hiểm.

+ Mức nguy hiểm từ  $41,0\text{ }^{\circ}\text{C} \leq \text{HI} \leq 51,0\text{ }^{\circ}\text{C}$

+ Mức cực kỳ nguy hiểm  $\text{HI} > 51,0\text{ }^{\circ}\text{C}$

Tại Quảng Nam, nơi luôn có nền nhiệt độ trung bình năm cao, các dịch bệnh có điều kiện phát triển, trẻ sơ sinh và trẻ dưới 15 tuổi là nhóm cộng đồng có sức đề kháng yếu hơn người trưởng thành; họ dễ bị lây nhiễm và mắc phải các dịch bệnh liên quan. Vì vậy nghiên cứu này đề xuất ngưỡng nhiệt độ cảm nhận nguy hiểm đối với bệnh nhi (trẻ sơ sinh đến 15 tuổi) thấp hơn những người từ 15 tuổi trở lên từ 1 đến 2 độ.

Qua những phân tích trên, nghiên cứu này đề xuất ngưỡng HI cảnh báo cho cộng đồng dân cư trên 15 tuổi (Bảng 4), trẻ sơ sinh và trẻ nhỏ dưới 15 tuổi (Bảng 5) dưới đây.

**Bảng 4.** Ngưỡng HI đề xuất cảnh báo cho cộng đồng dân cư trên 15 tuổi.

Nhiệt độ Độ ẩm tương đối	Nhiệt độ														
	28°C	29°C	30°C	31°C	32°C	33°C	34°C	36°C	37°C	38°C	39°C	40°C	41°C	42°C	43°C
40%	27°C	28°C	29°C	31°C	33°C	34°C	36°C	38°C	41°C	43°C	46°C	48°C	51°C	54°C	58°C
45%	28°C	29°C	31°C	32°C	34°C	36°C	38°C	40°C	43°C	46°C	48°C	51°C	54°C	58°C	
50%	28°C	29°C	31°C	33°C	35°C	37°C	39°C	42°C	45°C	48°C	51°C	55°C	58°C		
55%	29°C	30°C	32°C	34°C	36°C	38°C	41°C	44°C	47°C	51°C	54°C	58°C			
60%	29°C	31°C	33°C	35°C	38°C	41°C	43°C	47°C	51°C	54°C	58°C				
65%	29°C	32°C	34°C	37°C	39°C	42°C	46°C	49°C	53°C	58°C					
70%	30°C	32°C	35°C	38°C	41°C	44°C	48°C	52°C	57°C						
75%	31°C	33°C	36°C	39°C	43°C	47°C	51°C	56°C							
80%	32°C	34°C	38°C	41°C	45°C	49°C	54°C								
85%	32°C	36°C	39°C	43°C	47°C	52°C	57°C								
90%	33°C	37°C	41°C	45°C	50°C	55°C									
95%	34°C	38°C	42°C	47°C	53°C										
100%	35°C	39°C	44°C	49°C	56°C										

Thận trọng      Nguy hiểm      Cực kỳ nguy hiểm

**Bảng 5.** Ngưỡng HI đề xuất cảnh báo cho trẻ sơ sinh và trẻ nhỏ dưới 15 tuổi.

Nhiệt độ Độ ẩm tương đối	Nhiệt độ															
	27°C	8°C	29°C	30°C	31°C	32°C	33°C	34°C	36°C	37°C	38°C	39°C	40°C	41°C	42°C	43°C
40%	27°C	27°C	28°C	29°C	31°C	33°C	34°C	36°C	38°C	41°C	43°C	46°C	48°C	51°C	54°C	58°C
45%	27°C	28°C	29°C	31°C	32°C	34°C	36°C	38°C	40°C	43°C	46°C	48°C	51°C	54°C	58°C	
50%	27°C	28°C	29°C	31°C	33°C	35°C	37°C	39°C	42°C	45°C	48°C	51°C	55°C	58°C		
55%	27°C	29°C	30°C	32°C	34°C	36°C	38°C	41°C	44°C	47°C	51°C	54°C	58°C			
60%	28°C	29°C	31°C	33°C	35°C	38°C	41°C	43°C	47°C	51°C	54°C	58°C				
65%	28°C	29°C	32°C	34°C	37°C	39°C	42°C	46°C	49°C	53°C	58°C					
70%	28°C	30°C	32°C	35°C	38°C	41°C	44°C	48°C	52°C	57°C						
75%	29°C	31°C	33°C	36°C	39°C	43°C	47°C	51°C	56°C							
80%	29°C	32°C	34°C	38°C	41°C	45°C	49°C	54°C								
85%	29°C	32°C	36°C	39°C	43°C	47°C	52°C	57°C								
90%	30°C	33°C	37°C	41°C	45°C	50°C	55°C									
95%	30°C	34°C	38°C	42°C	47°C	53°C										
100%	31°C	35°C	39°C	44°C	49°C	56°C										

Thận trọng      Nguy hiểm      Cực kỳ nguy hiểm

#### 4. Kết luận

Thuật ngữ nắng nóng nguy hiểm (*heatwave*) chỉ hiện tượng nắng nóng xảy ra trong ít nhất ba ngày liên tiếp và đạt mức phân vị 90% được lần đầu giới thiệu và sử dụng trong nghiên cứu này. Trong bốn thập kỷ gần đây (1979–2019) nhiệt độ cảm nhận HI có biên độ dao động lớn. Đáng chú ý trong thập kỷ 2010–2019, hiện tượng nắng nóng nguy hiểm có xu hướng gia tăng về số đợt, số ngày và thời gian trung bình của từng đợt nắng nóng nguy hiểm tăng lên. Dựa vào phân tích nhiệt độ cảm nhận, hiện tượng nắng nóng nguy hiểm, và kết hợp với số liệu y tế tại khu vực thành phố Tam Kỳ nghiên cứu này đã đề xuất các ngưỡng cảnh báo nhiệt độ cảm nhận HI lần lượt là 32,8 °C, 41,0 °C và 51,0 °C ứng với ngưỡng cảnh báo thận trọng, nguy hiểm và cực kỳ nguy hiểm tới sức khỏe người dân Quảng Nam. Đối với trẻ sơ sinh và trẻ nhỏ dưới 15 tuổi, ngưỡng cảnh báo trên giảm ở mức thấp hơn từ 1 đến 2 độ.

**Đóng góp của tác giả:** Xây dựng ý tưởng nghiên cứu: N.C.T., N.Đ.Q.; Lựa chọn phương pháp nghiên cứu: N.C.T., N.Đ.Q.; Xử lý số liệu: N.C.T.; Viết bản thảo bài báo: N.C.T., N.Đ.Q.; Chỉnh sửa bài báo: N.C.T., N.Đ.Q.

**Lời cảm ơn:** Bài báo là một phần kết quả trong luận văn thạc sĩ khí tượng của Nguyễn Công Tài với đề tài “Nghiên cứu xây dựng bộ chỉ tiêu nhiệt ẩm ảnh hưởng tới sức khỏe một số cộng đồng dân cư tại Quảng Nam”, bảo vệ tại Hội đồng Trường Đại học Tài nguyên và Môi trường Hà Nội, tháng 6/2020.

**Lời cam đoan:** Tập thể tác giả cam đoan bài báo này là công trình nghiên cứu của tập thể tác giả, chưa được công bố ở đâu, không được sao chép từ những nghiên cứu trước đây; không có sự tranh chấp lợi ích trong nhóm tác giả.

#### Tài liệu tham khảo

1. Rothfus, L.P. The Heat Index "Equation" (or, More Than You Ever Wanted to Know About Heat Index). Technical Attachment. Scientific Services Division, NWS Southern Region Headquarters, Fort Worth, TX. SR 90–23, 7/1/90, 1990.
2. Nairn, J.R.; Fawcett, R.G. The Excess Heat Factor: A Metric for Heatwave Intensity and Its Use in Classifying Heatwave Severity. *Int. J. Environ. Res. Public Health* **2014**, *12*, 227–253. <https://doi.org/10.3390/ijerph120100227>.
3. Eun–Soon, I.; Pal, J.S.; Elfatih, A.; Eltahir, B. Deadly heat waves projected in the densely populated agricultural regions of South Asia. *Sci. Adv.* **2017**, *3*, e1603322. <https://doi.org/10.1126/sciadv.1603322>.
4. Wu, J.; Gao, X.; Giorgi, F.; Chen, D. Changes of effective temperature and cold/hot days in late decades over China based on a high resolution gridded observation dataset. *Int. J. Climatol.* **2017**, *37*, 788–800. <https://doi.org/10.1002/joc.5038>.
5. Opitz–Stapleton, S.; Sabbag, L.; Hawley, K.; Tran, P.; Hoang, L.; Nguyen, P.H. Heat index trends and climate change implications for occupational heat exposure in Da Nang, Vietnam. *Clim. Serv.* **2016**, *2–3*, 41–51.
6. Thảo, P.T.M.; Linh, P.T. Đánh giá tác động của biến đổi khí hậu tới sức khỏe cộng đồng tại huyện Giao Thủy, tỉnh Nam Định và đề xuất giải pháp thích ứng. *Tạp chí Khoa học Trường Đại học Cần Thơ* **2017**, *2*, 113–119.
7. Quyền, N.H. và cs Nghiên cứu xác định bộ chỉ tiêu và xây dựng mô hình khí hậu phục vụ cảnh báo nguy cơ phát sinh dịch bệnh trên người ở một số tỉnh vùng miền núi phía Tây Bắc, 2019.



## **A study on temperature–humidity criteria affecting to health at some communities in Quang Nam Province**

**Nguyen Cong Tai<sup>1</sup>, Nguyen Dang Quang<sup>2</sup>**

<sup>1</sup> Quang Nam Hydro–Meteorological Services; taikttvqnam@gmail.com

<sup>2</sup> Center for Hydro–Meteorological Technology Application; quangvnes@gmail.com

**Abstract:** This study assesses the trend of Heat Index and Excess Heat Factor by using meteorological data in Quang Nam from 1979 to 2019. In combination with local health data, the temperature–humidity threshold possibly affecting the health of some communities in Quang Nam is classified. This is one of the first studies towards the weather information application serving the public health in Vietnam.

**Keywords:** Heat Index; Excess Heat Factor; Weather–Health Application.

Bài báo khoa học

## Đánh giá xu thế và xây dựng kịch bản biến đổi khí hậu cho tỉnh Bình Phước

Lê Hoài Nam<sup>1</sup>, Nguyễn Văn Tín<sup>3</sup>, Hồ Công Toàn<sup>2</sup>, Trần Tuấn Hoàng<sup>2</sup>, Phạm Thanh Long<sup>2\*</sup>

<sup>1</sup> Trung tâm Quan trắc Môi trường miền Nam; lhnammt@gmail.com;

<sup>2</sup> Phân Viện Khoa học Khí tượng Thủy văn và Biến đổi khí hậu; hoangkttv@gmail.com; longpham.sihymete@gmail.com; hocongtoanhhdh@gmail.com;

<sup>3</sup> Trường Đại học Tài nguyên và Môi trường TP. HCM; tin.sihymete@gmail.com;

\* Tác giả liên hệ: longpham.sihymete@gmail.com; Tel.: +84-905 779 777.

Ban Biên tập nhận bài: 15/7/2020; Ngày phản biện xong: 22/8/2020; Ngày đăng bài: 25/9/2020

**Tóm tắt:** Bài báo này đánh giá xu thế biến đổi diễn ra tại Bình Phước giai đoạn 1981–2018 và xây dựng kịch bản biến đổi khí hậu (BĐKH) cho tỉnh Bình Phước bằng phương pháp chi tiết hóa động lực và dựa trên kết quả kịch bản BĐKH cho Việt Nam năm 2016 của Bộ Tài nguyên và Môi trường. Kết quả cho thấy, xu thế biến đổi khí hậu tại hai trạm quan trắc Đồng Phú và Phước Long khá tương đồng cụ thể: Trong giai đoạn 1981–2018, về nhiệt độ trung bình tại trạm Đồng Phú có xu thế tăng 0,41 °C/thập kỷ, tại trạm Phước Long có xu thế tăng 0,45 °C/thập kỷ. Về lượng mưa, tại Đồng Phú có xu thế giảm 1,2 mm/năm, trong khi đó tại trạm Phước Long có xu thế tăng 2,3 mm/năm. Đồng thời, kết quả xây dựng kịch bản BĐKH tại Bình Phước cho thấy, nhiệt độ trung bình trong tương lai có xu thế tăng theo các kịch bản RCP4.5 và RCP8.5: Theo RCP4.5 vào năm 2025, nhiệt độ trung bình tăng 0,7 °C, vào năm 2030 tăng khoảng 0,9 °C, đến năm 2050 tăng 1,4 °C và năm 2100 tăng 1,9 °C; theo RCP8.5 nhiệt độ tăng 0,9 °C vào năm 2025, tăng 1 °C và 1,8 °C vào năm 2030 và năm 2050 và mức tăng cao nhất đến 2100 lên đến 3,6–3,7 °C. Đối với lượng mưa, theo kịch bản RCP4.5 vào năm 2025, 2030 tại Đồng Phú có mức thay đổi 8,7%, 9,6%, năm 2050 mức tăng khoảng 9,2% và năm 2100 lên đến 14,5%. Trong khi đó, tại trạm Đồng Phú, lượng mưa năm có mức tăng từ 9,9% đến 16,6%, tương ứng từ năm 2025 đến năm 2100. Ngoài ra, theo kịch bản RCP8.5, lượng mưa tại Đồng Phú tăng khoảng 9,6% năm 2025, năm 2030 tăng 10%, năm 2050 tăng 12,3%, năm 2100 tăng mạnh với 23,1%; tại Phước Long, lượng mưa năm tăng khoảng 9,7% vào năm 2025, tăng khoảng 9,9% vào năm 2030 và tăng khoảng 15,3% (năm 2050) và 26,5% (năm 2100).

**Từ khóa:** Biến đổi khí hậu; Xu thế; Kịch bản.

### 1. Mở đầu

Biến đổi khí hậu trong giai đoạn hiện tại là do các hoạt động công nghiệp, xã hội làm phát thải quá mức các khí nhà kính vào bầu khí quyển [1]. Những hoạt động của con người đã tác động lớn đến hệ thống khí hậu, đặc biệt kể từ thời kỳ tiền công nghiệp (khoảng từ năm 1750). Theo Ủy ban liên Chính phủ về biến đổi khí hậu (IPCC), sự gia tăng khí nhà kính kể từ những năm 1950 chủ yếu có nguồn gốc từ các hoạt động của con người. Hay nói cách khác, nguyên nhân chính của sự nóng lên toàn cầu trong giai đoạn hiện nay bắt nguồn từ sự gia tăng khí nhà kính có nguồn gốc từ hoạt động của con người [2]. Hệ quả là BĐKH đã và đang tác động trực tiếp đến đời sống kinh tế-xã hội và môi trường toàn cầu. IPCC đã nghiên

cứu và xây dựng các kịch bản BĐKH từ những năm 1988 nhằm xác định xu hướng trong tương lai của khí hậu dựa trên mối quan hệ giữa hoạt động kinh tế-xã hội, phát thải nhà kính, BĐKH và mực nước biển dâng theo cơ sở khoa học và có tính tin cậy [3–4]. Năm 1990, IPCC đã lần đầu công bố kịch bản BĐKH trong báo cáo lần thứ nhất và bổ sung vào năm 1992 [4]. Đến năm 2000, IPCC đã đưa ra tập kịch bản thế hệ thứ hai về phát thải khí nhà kính (*Special Report on Emission Scenarios–SRES*), họ kịch bản này tiếp tục được dùng trong báo cáo lần thứ ba năm 2001 và lần thứ tư năm 2007 [4]. Năm 2013, IPCC công bố kịch bản cập nhật, đường phân bố nồng độ khí nhà kính đại diện (*Representative Concentration Pathways–RCP*) được sử dụng để thay thế cho các kịch bản SRES trong báo cáo lần thứ năm [2–5].

Trong báo cáo của IPCC và kịch bản Bộ Tài nguyên và Môi trường công bố năm 2016 đã có nhắc đến rằng: Việt Nam là một trong những quốc gia bị ảnh hưởng nặng nề của BĐKH [2–4]. Trong những năm qua, dưới tác động của BĐKH, tần suất và cường độ các thiên tai ngày càng gia tăng, gây nhiều tổn thất to lớn về người, tài sản, cơ sở hạ tầng, về kinh tế, văn hoá, xã hội, tác động xấu đến môi trường. Tác động của BĐKH đối với nước ta là rất nghiêm trọng, là nguy cơ hiện hữu cho mục tiêu xóa đói giảm nghèo, cho việc thực hiện các mục tiêu thiên niên kỷ và sự phát triển bền vững của đất nước [4]. Đối với lĩnh vực nghiên cứu về BĐKH ở Việt Nam, lĩnh vực này thực sự được bắt đầu từ những năm 1990 của Viện Khí tượng Thủy văn (nay là Viện Khoa học Khí tượng Thủy văn và Biến đổi khí hậu) với các chuyên gia như: Nguyễn Đức Ngữ, Trịnh Văn Thư, Nguyễn Trọng Hiệu, Vũ Văn Tuấn, Trần Việt Liên, Nguyễn Duy Chinh, Trần Thực, ... và nhiều chuyên gia khác. Tuy nhiên, vấn đề này chỉ thực sự được quan tâm chú ý từ sau năm 2000, đặc biệt từ năm 2009, kịch bản BĐKH và nước biển dâng (NBD) cho Việt Nam được Bộ Tài nguyên và Môi trường công bố lần đầu vào năm 2009 trên cơ sở tổng hợp các nghiên cứu trong và ngoài nước, sau đó tiếp tục được cập nhật vào năm 2012 và cập nhật mới nhất vào năm 2016 [3–4].

Trước các sức ép về tốc độ phát triển kinh tế-xã hội trên địa bàn tỉnh Bình Phước, sự gia tăng các hoạt động của con người tạo ra các khí thải nhà kính, các hoạt động khai thác quá mức bề hấp thụ khí nhà kính như sinh khối, rừng, các hệ sinh thái, ... góp phần gây ra sự BĐKH toàn cầu, thể hiện qua sự gia tăng của nhiệt độ, sự thay đổi của lượng mưa và những diễn biến bất thường của thiên tai, thời tiết cực đoan. Biến đổi khí hậu đã làm thay đổi các giá trị khí tượng thủy văn đặc trưng (trung bình, max, min). Báo cáo này nhằm mục đích đánh giá xu thế biến đổi của các yếu tố khí hậu ở Bình Phước trong điều kiện BĐKH, xây dựng chi tiết kịch bản BĐKH cho tỉnh Bình Phước từng năm cụ thể dựa trên kết quả kịch bản BĐKH cho Việt Nam năm 2016, và ngoài ra nhằm tách biệt các tác động của BĐKH tại Bình Phước theo quy hoạch kinh tế-xã hội với các mốc thời gian 2025, 2030, 2050, đồng thời phục vụ đánh giá tác động và xây dựng các giải pháp ứng phó phù hợp theo quy hoạch.

## 2. Phương pháp nghiên cứu

### 2.1 Giới thiệu khu vực nghiên cứu

Nghiên cứu được thực hiện trên khu vực tỉnh Bình Phước, là một tỉnh thuộc miền Đông Nam Bộ, có đường biên giới tiếp giáp với Campuchia dài 260,433 km (Hình 1). Khu vực nghiên cứu có địa bàn trung chuyên giữa Nam Tây Nguyên và miền Đông Nam Bộ, nên tỉnh có địa hình rất đa dạng, gồm cả địa hình cao nguyên, đồi núi và đồng bằng. Nằm trong vùng kinh tế trọng điểm phía Nam, có vị trí không xa Thành phố Hồ Chí Minh-trung tâm kinh tế lớn nhất của cả nước lại có cửa khẩu thông thương với Campuchia, Bình Phước có rất nhiều cơ hội để phát triển thương mại, du lịch và xuất khẩu,...

Bình Phước nằm trong khu vực có nền nhiệt độ cao đều quanh năm. Nhiệt độ trung bình hàng năm của các khu vực trong tỉnh là 23,0–26,3 °C, nhiệt độ trung bình tháng cao nhất (tháng 4) tại Đồng Phú là 28,30 °C, tại Phước Long là 27,6 °C và nhiệt độ trung bình tháng thấp nhất (tháng 12) tại Đồng Phú là 24,6 °C, tại Phước Long là 23,9 °C. Các cực trị nhiệt độ

lên xuống khá cao, tại Đồng Phú nhiệt độ tối cao (Tx) lên đến 40,6 °C và nhiệt độ tối thấp (Tn) xuống đến 11,9 °C; tuy nhiên tần suất xuất hiện thấp 30–40 năm/1 lần.



**Hình 1.** Bản đồ hành chính tỉnh Bình Phước.

## 2.2. Phương pháp xác định xu thế Sen 'Slop và kiểm nghiệm phi tham số Mann-Kendall

### 2.2.1 Kiểm nghiệm phi tham số Mann-Kendall (M-K test)

Kiểm nghiệm Mann-Kendall so sánh độ lớn tương đối của các phần tử trong chuỗi dữ liệu, điều này có thể tránh được các giá trị cực đại hoặc cực tiểu cục bộ của chuỗi số liệu. Nếu giả thiết rằng có một dữ liệu theo chuỗi trình tự thời gian ( $x_1, x_2, \dots, x_n$ ) với  $x_i$  biểu diễn số liệu tại thời điểm  $i$  tại mỗi một thời điểm thì mỗi giá trị dữ liệu tại mỗi thời điểm được so sánh với các giá trị trên toàn chuỗi thời gian. Giá trị ban đầu của thống kê Mann-Kendall,  $S$  là 0 (nghĩa là không có xu thế). Nếu một dữ liệu ở một thời điểm sau lớn hơn giá trị của dữ liệu ở một thời điểm nào đó trước đây,  $S$  được tăng thêm 1; và ngược lại. Xét chuỗi  $x_1, x_2, \dots, x_n$  biểu diễn  $n$  điểm dữ liệu trong đó  $x_j$  là giá trị dữ liệu tại thời điểm  $j$ . Khi đó chỉ số thống kê Mann-Kendall  $S$  [3] được tính bởi:

$$S = \sum_{i=1}^{N-1} \sum_{j=i+1}^N \text{sign}(x_j - x_i) \tag{1}$$

Trong đó

$$\text{sign}(x_i - x_j) = \begin{cases} 1 & \text{khi } x_i - x_j > 0 \\ 0 & \text{khi } x_i - x_j = 0 \\ -1 & \text{khi } x_i - x_j < 0 \end{cases} \tag{2}$$

Giá trị  $S > 0$  chỉ xu thế tăng,  $S < 0$  chỉ xu thế giảm.

Tuy nhiên cần phải tính toán xác suất đi kèm với  $S$  và  $n$  để xác định mức ý nghĩa của xu hướng. Phương sai của  $S$  được tính theo công thức:

$$\text{VAR}(S) = \frac{1}{18} [n(n-1)(2n+5) - \sum_{p=1}^g t_p(t_p-1)(2t_p+5)] \tag{3}$$

Trong đó  $g$  là số các nhóm có giá trị giống nhau,  $t_p$  là số phần tử thuộc nhóm thứ  $p$ . Giá trị chuẩn  $Z$  của  $S$  tuân theo định luật phân phối chuẩn.

$$Z = \frac{S - 1}{[VAR(S)]^{1/2}}, S > 0$$

$$Z = 0, S = 0$$

$$Z = \frac{S + 1}{[VAR(S)]^{1/2}}, S < 0$$
(4)

Z có phân phối chuẩn N (0,1) dùng để kiểm định chuỗi có xu thế hay không với mức ý nghĩa cho trước (trong nghiên cứu này dùng  $\alpha = 0,1$ ).

### 2.2.2 Phương pháp xu thế Sen (Sen’s slope)

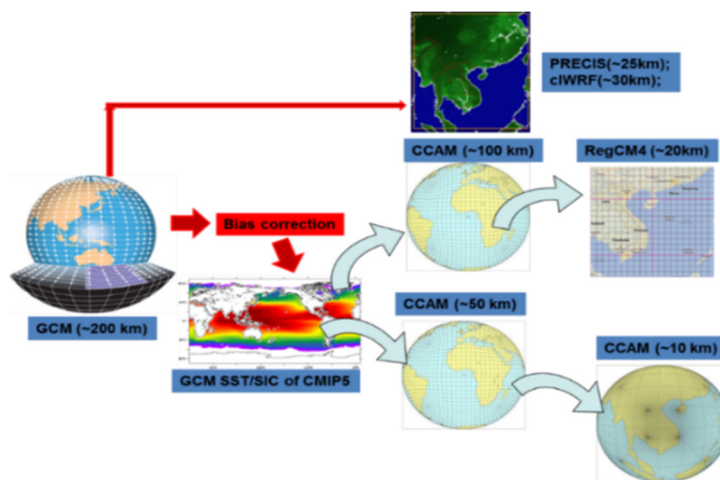
Để xác định độ lớn của xu thế chuỗi Q (độ dốc đường xu thế) ta dùng ước lượng Sen. Q là median của chuỗi n (n-1)/2 phần tử.

$$Q = median \left\{ \frac{x_j - x_i}{j - i} \right\} \text{ với } i=1,2,\dots,n-1; j>i.$$
(5)

Q > 0 chuỗi có xu thế tăng và ngược lại.

### 2.3. Phương pháp xây dựng kịch bản BĐKH

Phương pháp chi tiết hóa động lực được sử dụng để xây dựng kịch bản BĐKH độ phân giải cao cho Bình Phước gồm kịch bản trung bình RCP4.5 và kịch bản cao RCP8.5. Bốn mô hình khí hậu khu vực được áp dụng bao gồm: CCAM, RegCM, PRECIS và cIWRf. Mỗi mô hình có các phương án tính toán khác nhau dựa trên kết quả tính toán từ các mô hình toàn cầu của IPCC, 2013 (Hình 2) [4].



Hình 2. Sơ đồ chi tiết hóa động lực độ phân giải cao [4].

Trong kịch bản BĐKH cho Việt Nam sử dụng: Sự thay đổi của nhiệt độ và mưa được so sánh với thời kỳ cơ sở 1986–2005, đây cũng là giai đoạn được IPCC dùng trong báo cáo lần thứ năm [2–4].

Đối với nhiệt độ:

$$\Delta T_{future} = T^*_{future} - \overline{T^*_{1986-2005}}$$
(6)

Đối với lượng mưa:

$$\Delta R_{future} = \frac{(R^*_{future} - \overline{R^*_{1986-2005}})}{\overline{R^*_{1986-2005}}} * 100$$
(7)

Trong đó  $\Delta T_{future}$  là biến đổi của nhiệt độ trong tương lai so với thời kỳ cơ sở (°C);  $T^*_{future}$  là nhiệt độ tương lai (°C);  $\overline{T^*_{1986-2005}}$  là nhiệt độ trung bình của thời kỳ cơ sở (°C);  $\Delta R_{future}$  là biến đổi của lượng mưa trong tương lai so với thời kỳ cơ sở (%);  $R^*_{future}$  là lượng mưa tương lai (mm);  $\overline{R^*_{1986-2005}}$  là lượng mưa trung bình của thời kỳ cơ sở (mm).

Mô hình khí hậu động lực có ưu điểm là mô phỏng tốt các quá trình vật lý và hóa học trong khí quyển, tuy nhiên khó phản ánh được các yếu tố địa phương và mô hình đều tồn tại sai số hệ thống nhất định. Để khắc phục điều này, phương pháp thống kê (hiệu chỉnh phân vị–Quantile Mapping) được áp dụng để hiệu chỉnh kết quả của mô hình theo số liệu thực đo tại trạm quan trắc [6–7].

Qua phân tích và đánh giá sai số kế thừa từ kịch bản BĐKH và NBD năm 2016 [4]: đã chọn được tổng cộng 12 phương án tính toán tốt nhất của bốn mô hình để xây dựng kịch bản BĐKH chi tiết cho tỉnh Bình Phước. Trong đó, đối với nhiệt độ là tổ hợp 08 phương án của ba mô hình (04 phương án CCAM, 03 phương án PRECIS và 01 phương án cIWRF); đối với lượng mưa là tổ hợp 03 phương án của mô hình PRECIS [4]. Đánh giá kết quả của 5 mô hình khí hậu được áp dụng ở Việt Nam cho thấy, các mô hình đều mô phỏng khá tốt nhiệt độ trên hầu hết các khu vực của Việt Nam, chỉ riêng mô hình cIWRF có sai số hệ thống tương đối lớn. Kết quả tính toán về lượng mưa có sự khác biệt giữa các mô hình đối với các vùng khí hậu của Việt Nam. Trong đó, mô hình PRECIS cho kết quả tính toán tốt hơn so với các mô hình còn lại [8]. Vì vậy, để đảm bảo mức độ tin cậy, kịch bản biến đổi khí hậu đối với nhiệt độ được xây dựng theo kết quả tính toán của cả 5 mô hình, kịch bản biến đổi của lượng mưa được xây dựng dựa trên kết quả tính toán từ 3 phương án của mô hình PRECIS.

### 2.4. Phương pháp lập bản đồ

Bản đồ nhiệt độ, lượng mưa theo các kịch bản BĐKH RCP4.5 và RCP8.5 được thành lập bằng công nghệ hệ thống thông tin địa lý (GIS) dựa trên công cụ bản đồ như Mapinfo, ArcGIS 10.1. Phương pháp này nhằm trích lọc các kết quả của mô hình phục vụ cho quản lý và khai thác thông tin, từ đó chèn ghép để xây dựng bản đồ biến đổi nhiệt độ, lượng mưa cho tỉnh Bình Phước.

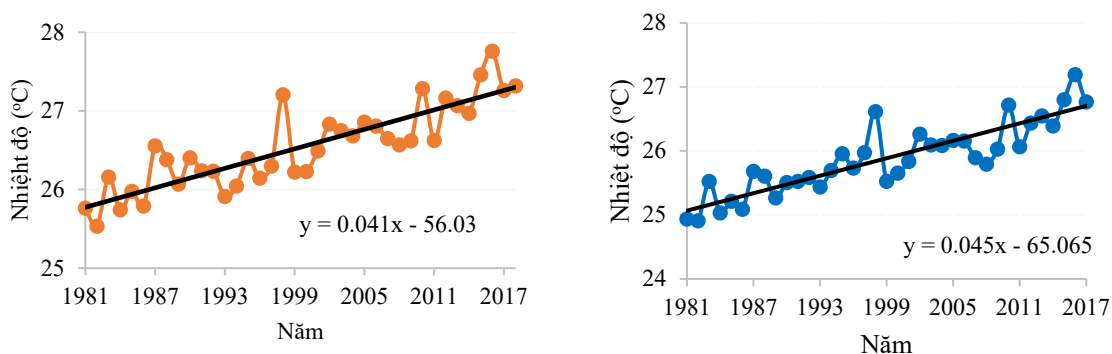
### 2.4. Số liệu sử dụng

Số liệu được sử dụng bao gồm: (i) Số liệu tính toán từ bốn mô hình khí hậu khu vực, với thời kỳ cơ sở là giai đoạn 1986–2005, kịch bản BĐKH theo các mốc thời gian năm 2025, năm 2030, năm 2050 và năm 2100 theo kịch bản RCP4.5, RCP8.5; (ii) Số liệu quan trắc về nhiệt độ lượng mưa tại trạm Đồng Phú và Phước Long từ năm 1980 đến năm 2018.

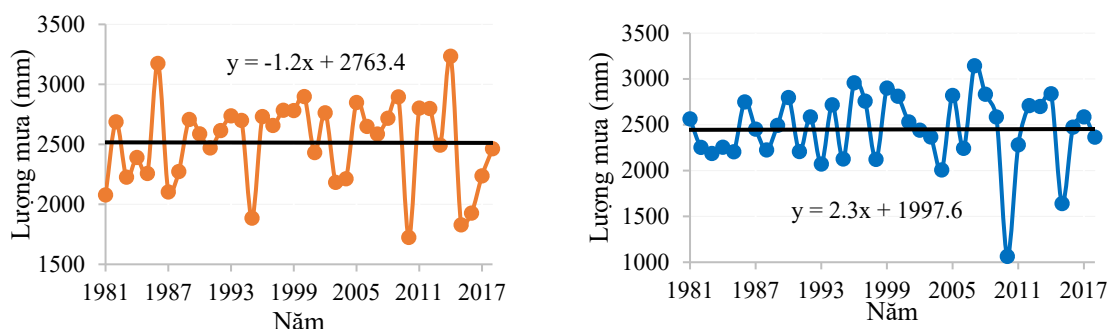
## 3. Kết quả và thảo luận

### 3.1. Xu thế biến đổi khí hậu

Hình 3 biểu thị biến trình nhiệt độ trung bình năm tại Đồng Phú và Phước Long. Kết quả cho thấy nhiệt độ trung bình tại Đồng Phú có xu thế tăng trong giai đoạn 1981–2018 với tốc độ tăng khoảng 0,41 °C/thập kỷ; tại Phước Long, nhiệt độ trung bình có xu thế tăng (0,45 °C/thập kỷ), tốc độ xu thế khá tương đồng với trạm Đồng Phú.



Hình 3. Xu thế biến đổi của nhiệt độ tại Đồng Phú (trái) và Phước Long (phải).



**Hình 4.** Xu thế biến đổi của lượng mưa tại Đồng Phú (trái) và Phước Long (phải).

Hình 4 thể hiện xu thế biến đổi của lượng mưa ở Bình Phước, kết quả cho thấy tại Đồng Phú lượng mưa giảm 1,2 mm/năm, tương tự tại Phước Long, lượng mưa năm có xu thế tăng 2,3 mm/năm. Trong khi lượng mưa năm tại Phước Long có xu thế giảm và lượng mưa năm tại Đồng Phú có xu thế tăng, nhưng mức tăng không lớn.

Để đánh giá mức độ tin cậy, bài báo sử dụng kiểm nghiệm M-K test với mức ý nghĩa 5% (xác suất phạm sai lầm loại I không quá 5%). Kết quả cho thấy với nhiệt độ trung bình tại Đồng Phú và Phước Long thỏa mãn ý nghĩa thống kê ( $\alpha < 0,05$ ), đối với lượng mưa năm tại Đồng Phú và Phước Long, kiểm định M-K test cho thấy  $\alpha > 0,05$  cho thấy hàm xu thế tăng/giảm của lượng mưa ở Bình Phước không đảm bảo độ tin cậy thống kê (Bảng 1).

**Bảng 1.** Kiểm nghiệm Mann-Kendall (M-K test) hàm xu thế.

Thông số kiểm định	Nhiệt độ		Lượng mưa	
	Đồng Phú	Phước Long	Đồng Phú	Phước Long
N	38	39	38	39
Min	25.5	24.9	1724	1064
Max	27.8	27.2	3234	3144
Mean	26.54	25.89	2514	2449
Standard Deviation (SD)	0.544	0.576	357.6	384.8
M-K Test Value (S)	465	543	63	63
Var(S)	79.25	82.48	79.54	82.67
$\alpha$	2.3851E-9	2.500E-11	0.218	0.227

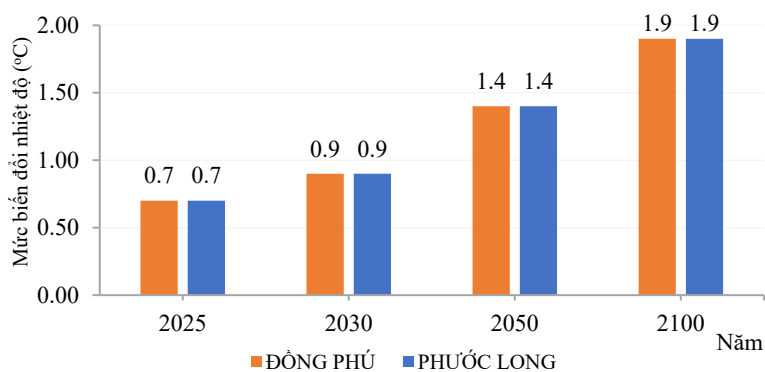
Chú thích: SD là độ lệch chuẩn; Var (S) là độ lệch chuẩn của S; Z là giá trị chuẩn của S;  $\alpha$  là mức ý nghĩa.

### 3.2. Kịch bản BĐKH tại tỉnh Bình Phước

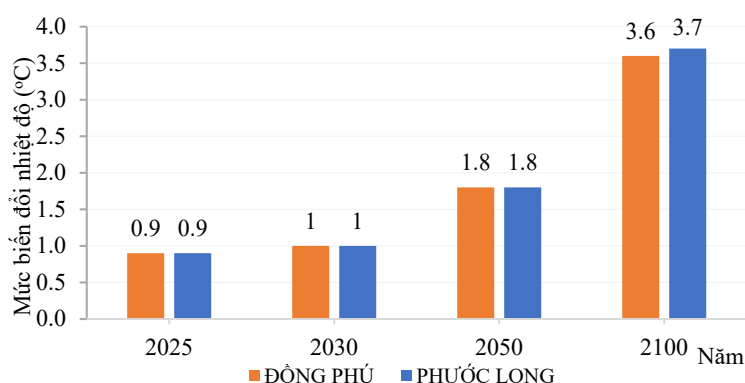
#### 3.2.1. Kịch bản biến đổi nhiệt độ trung bình

Hình 5 thể hiện kịch bản BĐKH về nhiệt độ trung bình cả năm tại 02 trạm Đồng Phú và Phước Long theo kịch bản RCP4.5. Kết quả mức độ biến đổi tương đồng tại trạm Đồng Phú và Phước Long, mức độ biến đổi vào năm 2025 tăng 0,7 °C, năm 2030 tăng khoảng 0,9 °C năm 2050 tăng 1,4 °C và năm 2100 nhiệt độ tăng 1,9 °C so với giai đoạn nền.

Tương tự như kịch bản RCP4.5, nhiệt độ trung bình theo kịch bản RCP8.5 (Hình 6) có mức biến đổi tăng trong tương lai qua từng mốc thời gian cụ thể. Tuy nhiên, mức độ ở kịch bản này tăng cao hơn so với kịch bản RCP4.5, cụ thể vào năm 2025, nhiệt độ trung bình tăng 0,9 °C, vào năm 2030 mức tăng khoảng 1 °C, đến năm 2050 tăng 1,8 °C và năm 2100 tăng 3,6 °C tại Đồng Phú và 3,7 °C tại Phước Long.

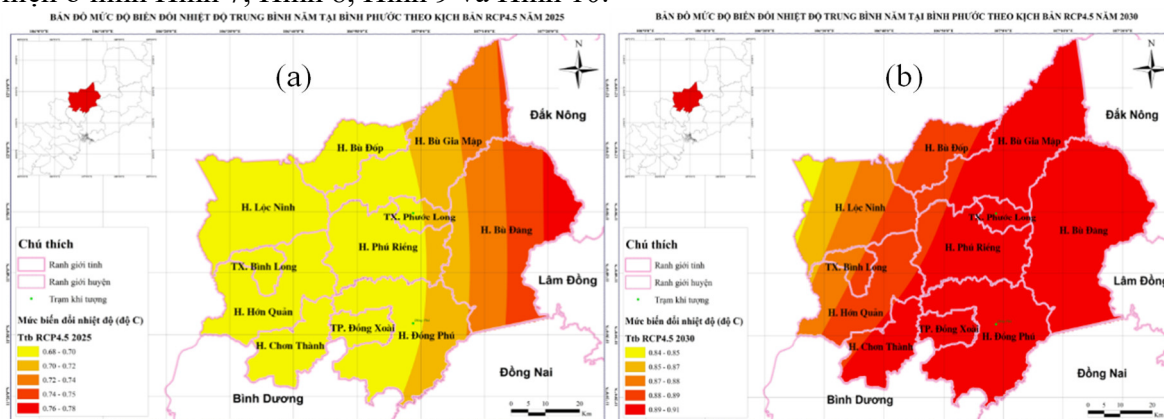


Hình 5. Kịch bản BĐKH về nhiệt độ trung bình khu vực tỉnh Bình Phước theo kịch bản RCP4.5.



Hình 6. Kịch bản BĐKH về nhiệt độ tại trung bình khu vực tỉnh Bình Phước theo kịch bản RCP8.5.

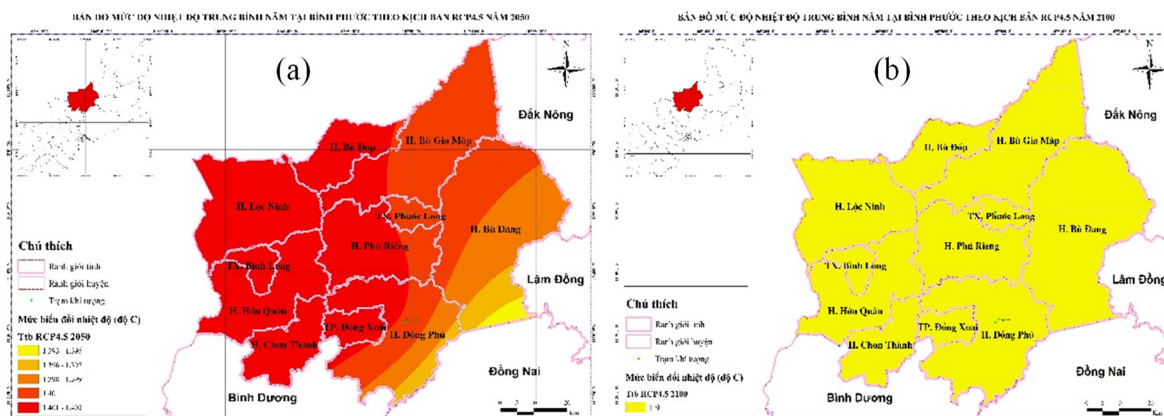
Phân bố không gian về mức độ biến đổi nhiệt độ trung bình khu vực tỉnh Bình Phước năm 2025, năm 2030, năm 2050 và năm 2100 theo kịch bản RCP4.5 và RCP8.5 được thể hiện ở hình Hình 7, Hình 8, Hình 9 và Hình 10.



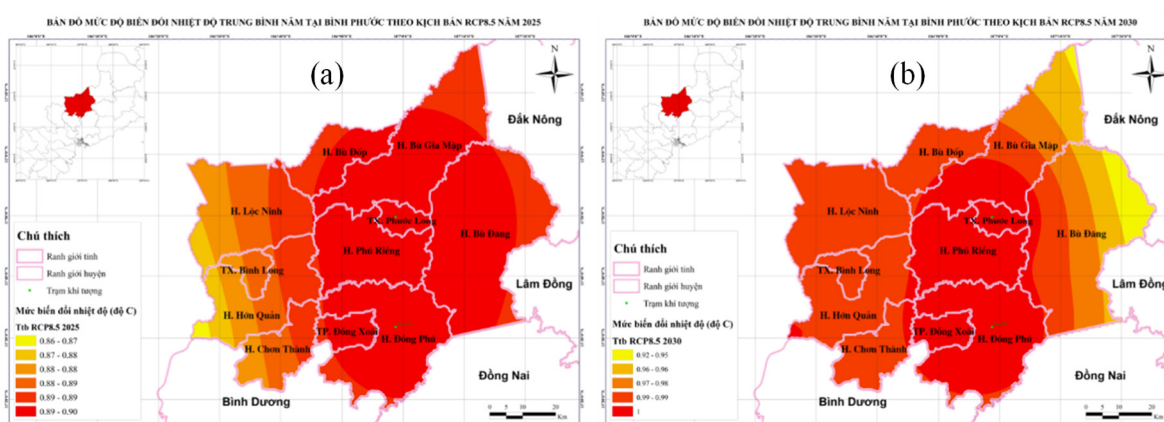
Hình 7. Phân bố mức độ biến đổi nhiệt độ trung bình tại Bình Phước năm 2025 (a) và năm 2030 (b) theo kịch bản RCP4.5.

Theo kịch bản RCP4.5, vào năm 2025, 1/3 tỉnh Bình Phước ở trong mức độ biến đổi nhiệt độ khoảng 0,72–0,78 °C, cao nhất thuộc huyện Bù Đẳng và Bù Gia Mập, tiếp đến là TX. Phước Long và huyện Đồng Phú, Bù Đốp. Mức độ biến đổi nhiệt độ tăng thấp nhất khoảng 0,68–0,70 °C thuộc các huyện phía Tây như Lộc Ninh, Hớn Quản, Chơn Thành, TX. Bình Long, TP. Đồng Xoài. Vào năm 2030, hơn 2/3 tỉnh ở trong mức độ biến đổi nhiệt độ trung bình từ 0,89–0,91 °C, chỉ còn một phần nhỏ huyện Lộc Ninh ở trong mức độ biến đổi dưới 0,88 °C. Vào năm 2050, nhiệt độ trung bình năm tỉnh Bình Phước có mức biến đổi từ 1,39–1,40 °C, đến cuối thế kỷ vào năm 2100, mức biến đổi trên toàn tỉnh là 1,9 °C.

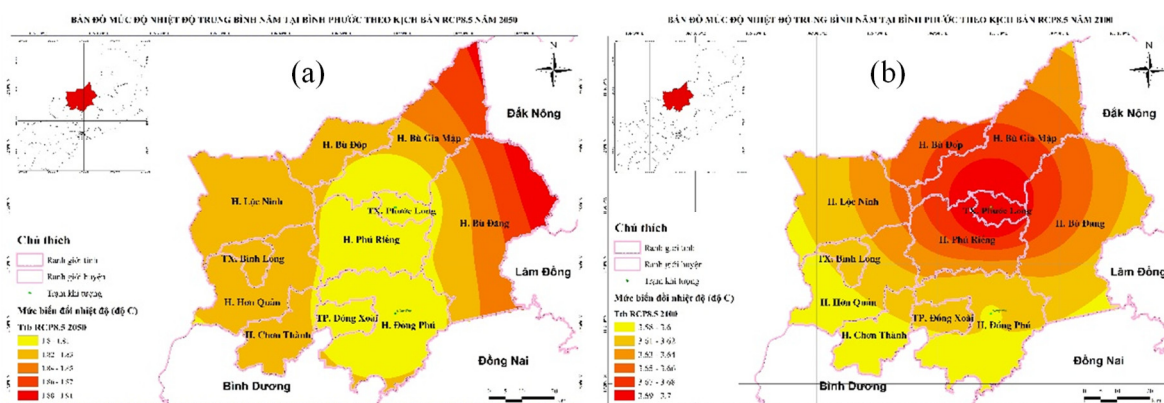




**Hình 8.** Phân bố mức độ biến đổi nhiệt độ trung bình tại Bình Phước năm 2050 (a) và năm 2100 (b) theo kịch bản RCP4.5.



**Hình 9.** Phân bố mức độ biến đổi nhiệt độ trung bình tại Bình Phước năm 2025 (a) và năm 2030 (b) theo kịch bản RCP8.5.

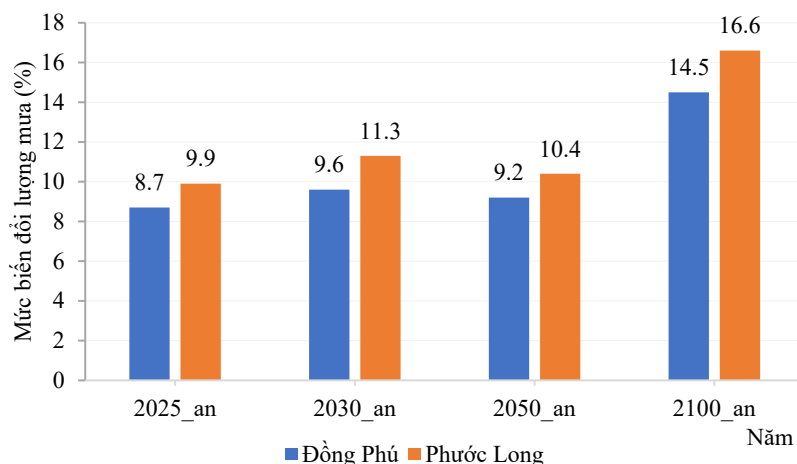


**Hình 10.** Phân bố mức độ biến đổi nhiệt độ trung bình tại Bình Phước năm 2050 (a) và năm 2100 (b) theo kịch bản RCP8.5.

Theo kịch bản RCP8.5, vào năm 2025, hơn 2/3 tỉnh Bình Phước ở trong mức độ biến đổi nhiệt độ khoảng 0,88 °C–0,9 °C. Mức độ biến đổi nhiệt độ tăng thấp khoảng 0,84 °C–0,87 °C thuộc các huyện phía Tây như Lộc Ninh, Hớn Quản, Chơn Thành và TX. Bình Long. Vào năm 2030, hơn 2/3 tỉnh, chiếm toàn bộ các huyện thị phía Tây của tỉnh ở trong mức độ biến đổi nhiệt độ trung bình khoảng 1 °C, chỉ còn một phần nhỏ phía Đông của tỉnh ở trong mức độ biến đổi 0,92 °C–0,96 °C. Vào năm 2050, nhiệt độ trung bình năm có mức biến đổi từ 1,8 °C đến 1,9 °C, nhưng vào năm 2100, nhiệt độ trung bình năm có mức biến đổi 3,6–3,7 °C, cao hơn rất nhiều so với các kịch bản khác.

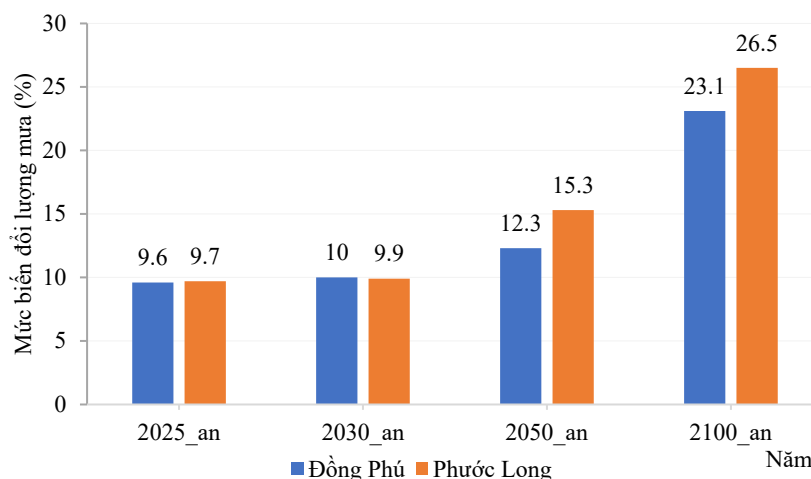
### 3.2.2. Kịch bản biến đổi lượng mưa

Theo kịch bản RCP4.5 (Hình 11), về lượng mưa cả năm cho thấy cả hai trạm đều có xu thế tăng trong tương lai. Năm 2025, 2030 tại Đồng Phú có 8,7% và 9,6%, và năm 2050 tăng khoảng 9,2%, năm 2100 lên đến 14,5%. Tại Phước Long, lượng mưa năm có mức tăng cao hơn hẳn tại Đồng Phú, năm 2025, 2030 tại Phước Long tăng khoảng 9,9% và 11,3%, vào năm 2050 tăng khoảng 10,4 và đến năm 2100 tăng lên 16,6% so với thời kỳ cơ sở 1986–2005.



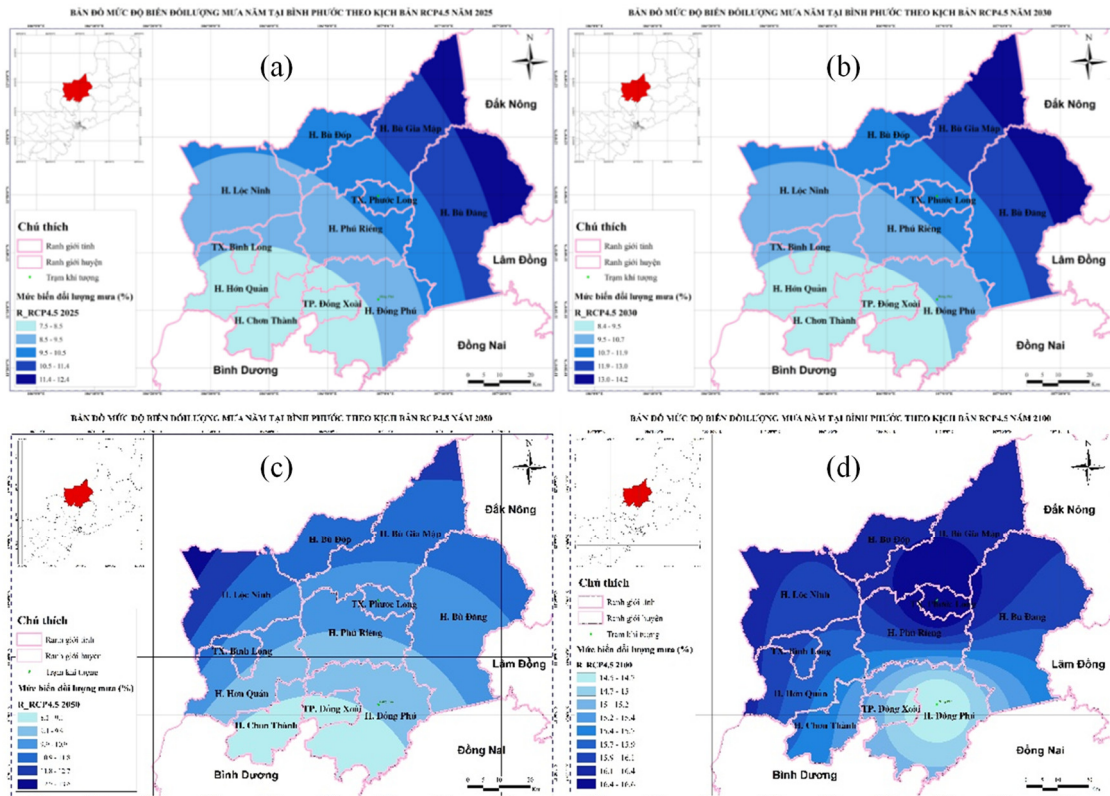
**Hình 11.** Kịch bản BĐKH về lượng mưa khu vực tỉnh Bình Phước theo kịch bản RCP4.5.

Theo kịch bản RCP8.5 (Hình 12), lượng năm cả năm có xu thế tăng đều ở 2 trạm. Tại Đồng Phú, năm 2025 và năm 2030 tăng lần lượt 9,6% và 10%, năm 2050 tăng khoảng 12,3%, năm 2100 tăng mạnh với 23,1%. So với mùa mưa, cả năm ở trạm Phước Long lại tăng cao hơn so với Đồng Phú. Phước Long cả năm 2025 tăng 9,7% (cao hơn 0,1% so với ĐP), năm 2030 tăng 9,9% (thấp hơn 1%), năm 2050 tăng 15,3% (cao hơn 3%), năm 2100 tăng 26,5% (cao hơn 3,4%).

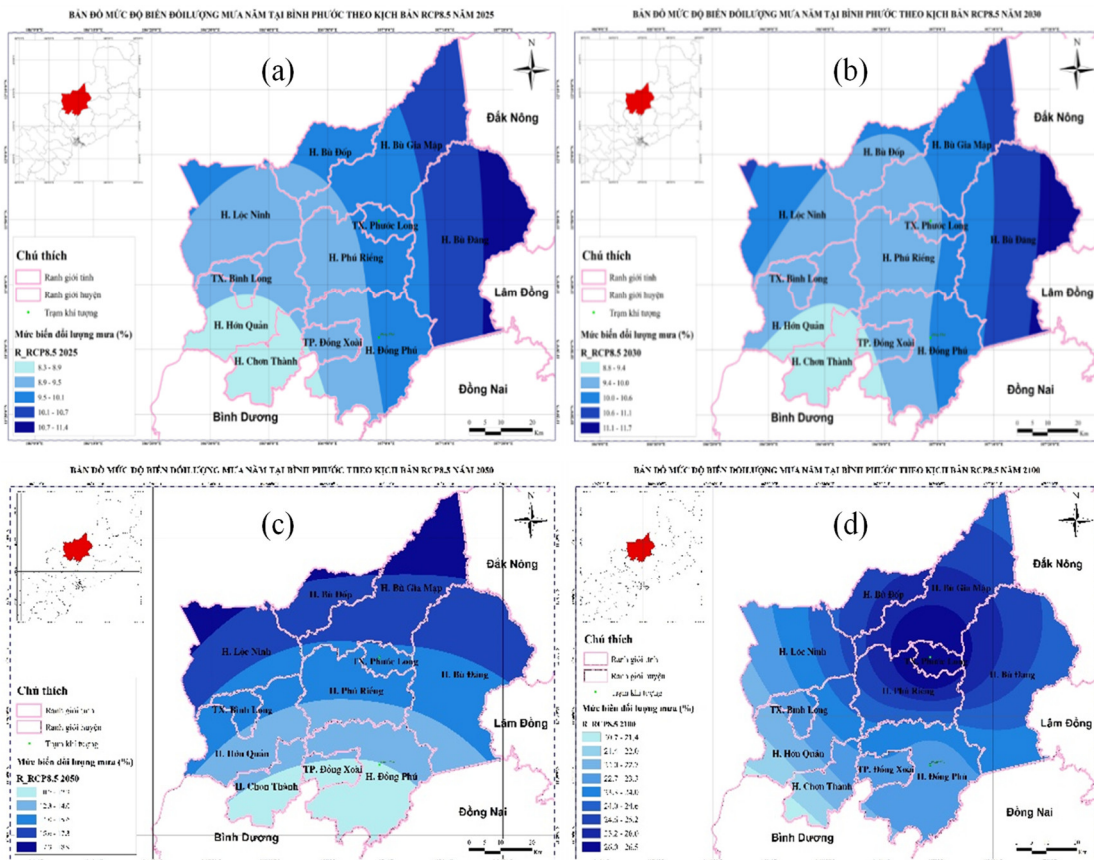


**Hình 12.** Kịch bản BĐKH về lượng mưa khu vực tỉnh Bình Phước theo kịch bản RCP8.5.

Hình 13a-13d thể hiện mức độ biến đổi lượng mưa vào năm 2025, năm 2030, năm 2050 và năm 2100 theo kịch bản RCP4.5. Lượng mưa năm dao động từ trong khoảng 7,5% đến 12,4% năm 2025 theo RCP4.5. Lượng mưa biến đổi tăng từ 8,4–14,2%, mức độ biến đổi lượng mưa năm 2030 theo RCP4.5 cao hơn so với năm 2025 từ 1–2%. Vào năm 2050, mức biến đổi lượng mưa khoảng 8,2–13,6%. Vào năm 2100, lượng mưa năm tỉnh Bình Phước có mức biến đổi rất lớn khoảng 14,5–16,6%. Về mặt phân bố không gian cả RCP4.5 đang có xu hướng tăng dần theo hướng từ phía Nam–Bắc.



**Hình 13.** Phân bố mức độ biến đổi lượng mưa tại Bình Phước năm 2025 (a); năm 2030 (b); năm 2050 (c); năm 2100 (d) theo kịch bản RCP4.5.



**Hình 14.** Phân bố mức độ biến đổi lượng mưa tại Bình Phước năm 2025 (a); năm 2030 (b); năm 2050 (c); năm 2100 (d) theo kịch bản RCP8.5.

Hình 14a–14d thể hiện mức độ biến đổi lượng mưa theo kịch bản RCP8.5. Lượng mưa năm dao động từ trong khoảng 8,3% đến 11,4%, mức độ biến đổi lượng mưa theo RCP8.5 thấp hơn so với RCP4.5 ở hai mốc thời gian là năm 2025 và năm 2030. Vào năm 2050 và năm 2100, mức biến đổi lượng mưa lần lượt trong khoảng 10,7–18,9% và 20,7–26,5%. Về mặt phân bố không gian ở kịch bản RCP8.5 đang có xu hướng tăng giống với phân bố mức độ biến đổi lượng mưa ở kịch bản RCP4.5 theo hướng từ phía Nam lên phía Bắc.

#### 4. Kết luận

Bài báo đã đánh giá xu thế BĐKH giai đoạn 1981–2018 và xây dựng kịch bản BĐKH về nhiệt độ và lượng mưa tại Bình Phước. Kết quả cho thấy nhiệt độ trung bình tại Đồng Phú có xu thế tăng trong giai đoạn 1981–2018 với tốc độ tăng khoảng 0,41 °C/thập kỷ, tại Phước Long, nhiệt độ trung bình năm có xu thế tăng (0,45 °C/thập kỷ). Về lượng mưa, tại trạm Đồng Phú có xu thế giảm 1,2 mm/năm, tại trạm Phước Long có xu thế tăng 2,3 mm/năm, tốc độ tăng tại Phước Long nhanh hơn so với Đồng Phú.

Kịch bản BĐKH về nhiệt độ trung bình cả năm tại 02 trạm Đồng Phú và Phước Long theo kịch bản RCP4.5. Kết quả cho mức độ biến đổi tương đồng tại Đồng Phú và Phước Long, mức độ biến đổi vào năm 2025 tăng 0,7 °C, năm 2030 tăng khoảng 0,9 °C, năm 2050 tăng 1,4 °C và năm 2100 nhiệt độ tăng 1,9 °C so với giai đoạn nền 1986–2005. Theo RCP8.5 mức độ biến đổi nhiệt độ tăng trong tương lai theo các giai đoạn, mức độ tăng cao hơn so với kịch bản RCP4.5, cụ thể vào năm 2025 nhiệt độ trung bình tăng 0,9 °C, vào năm 2030 tăng khoảng 1 °C, đến năm 2050 tăng 1,8 °C và năm 2100 tăng 3,6 °C tại Đồng Phú và 3,7 °C tại Phước Long. Theo kịch bản RCP8.5, lượng mưa cả năm có xu thế tăng đều ở 02 trạm. Tại trạm Đồng Phú, lượng mưa năm năm 2025 tăng 9,6%, năm 2030 tăng 10%, năm 2050 tăng 12,3%, năm 2100 tăng mạnh với 23,1%. Ở trạm Phước Long, lượng mưa năm tăng cao hơn so với Đồng Phú, năm 2025, tăng 9,7% (cao hơn 0,1% so với Đồng Phú), năm 2030 tăng 9,9% (thấp hơn 1% so với Đồng Phú), năm 2050 tăng 15,3% (cao hơn 3% so với Đồng Phú) và năm 2100 tăng 26,5% (cao hơn 3,4% so với Đồng Phú). Về mặt phân bố không gian, lượng mưa năm đang có xu hướng tăng dần theo hướng từ phía Nam lên phía Bắc ở cả kịch bản trung bình RCP4.5 và cao RCP8.5.

**Đóng góp của tác giả:** Xây dựng ý tưởng nghiên cứu: L.H.N., P.T.L.; Lựa chọn phương pháp nghiên cứu: L.H.N., P.T.L., T.T.H.; Xử lý số liệu: N.V.T., H.C.T.; Tính toán: N.V.T., H.C.T.; Phân tích kết quả: L.H.N., N.V.T., H.C.T.; Viết bản thảo bài báo: L.H.N., N.V.T., H.C.T.; Chỉnh sửa bài báo: H.C.T.

**Lời cảm ơn:** Nghiên cứu này được thực hiện dưới sự tài trợ của đề tài nghiên cứu khoa học cấp Tỉnh là đề tài: “Đánh giá ảnh hưởng của BĐKH đến biến động diện tích và cơ cấu sử dụng đất, tiềm năng phát triển kinh tế xã hội, tiềm năng khai thác các loại tài nguyên khoáng sản trên địa bàn tỉnh Bình Phước”.

**Lời cam đoan:** Tập thể tác giả cam đoan bài báo này là công trình nghiên cứu của tập thể tác giả, chưa được công bố ở đâu, không được sao chép từ những nghiên cứu trước đây; không có sự tranh chấp lợi ích trong nhóm tác giả.

#### Tài liệu tham khảo

1. IPCC. Climate Change 2007: The Physical Science Basis. Contribution of Working Group I to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change, 2007.
2. IPCC. Climate Change 2013: The Physical Science Basis. Contribution of Working Group I to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change, 2013.

3. Bộ Tài nguyên Môi trường. Kịch bản Biến đổi khí hậu, nước biển dâng cho Việt Nam, 2012.
4. Bộ Tài nguyên Môi trường. Kịch bản Biến đổi khí hậu, nước biển dâng cho Việt Nam, 2016.
5. Wayne, G., 2013: The beginner's guide to Representative Concentration Pathways.
6. Viện Khoa học Khí tượng Thủy văn và Biến đổi khí hậu. Báo cáo tổng kết dự án “Tư vấn kỹ thuật về dữ liệu và phân tích khí hậu hiện tại và tương lai phục vụ công tác quản lý nguồn nước tại tỉnh Hà Tĩnh”, 2016.
7. Amengual, A.; Homar, V.; Romero, R.; Alonso, S.; Ramis, C. A Statistical Adjustment of Regional Climate Model Outputs to Local Scales: Application to Platja de Palma, Spain. *J. Climate* **2012**, *25*, 939–957. <https://doi.org/10.1175/JCLI-D-10-05024.1>
8. Mishra, B.K.; Herath, S. Assessment of Future Floods in the Bagmati River Basin of Nepal Using Bias-Corrected Daily GCM Precipitation Data. *J. Hydrol. Eng.* **2014**, *20*, 05014027. [https://doi.org/10.1061/\(ASCE\)HE.1943-5584.0001090](https://doi.org/10.1061/(ASCE)HE.1943-5584.0001090).

## Constructing climate change scenarios for Binh Phuoc province

Le Hoai Nam<sup>1</sup>, Nguyen Van Tin<sup>3</sup>, Ho Cong Toan<sup>2</sup>, Tran Tuan Hoang<sup>2</sup>, Pham Thanh Long<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Southern Center for Environmental Monitoring; lhnamm@gmail.com;

<sup>2</sup> Sub-Institute of Hydrometeorology and Climate change; hoangkttv@gmail.com; longpham.sihymete@gmail.com; hocongtoanhdh@gmail.com;

<sup>3</sup> Ho Chi Minh University of Natural Resources and Environment; tin.sihymete@gmail.com;

**Abstract:** This paper assesses the trend of climate change in Binh Phuoc from 1981–2018 and building climate change scenarios for Binh Phuoc province which follow dynamic detailing method and base on climate change scenarios for Viet Nam in 2016. The result shows that, in the period from 1981–2018, annual temperature at Dong Phu station tended to increase by 0.41 °C/decade, at Phuoc Long station, increasing by 0.45 °C/decade. Regarding rainfall, Dong Phu tended to decrease by 1,2 mm/year and in Phuoc Long by 2,3 mm/year. Results of developing the climate change scenario in Binh Phuoc show that the average temperature (Ttb) in the future tends to increase by RCP4.5 and RCP8.5 scenarios. According to RCP4.5 in 2025, Ttb will increase by 0.7 °C, in 2030 increase by 0,9 °C, up to 2050 to 1.4 °C and 2100 to increase by 1.9 °C, according to RCP8.5 temperature increases 0.9 °C in 2025, up 1 °C and 1.8 °C in 2030 and 2050 and the highest increase to 2100 to 3.7 °C. For rainfall: according to RCP4.5 in 2025, 2030 in Dong Phu will increase 8.7% and 9.6%, and up to 9,2–14.5% in 2050, 2100, according to RCP8.5 rainfall in Dong Phu will increase in 9.6% (in 2025), by 10% and 12,3% (in 2030 and 2050), highest by 23.1% in 2100 and 26,5% (in Phuoc Long).

**Keywords:** Climate change; Trend; Scenarios.

Bài báo khoa học

## Nghiên cứu diễn biến đáy khu vực cửa sông Hậu thuộc tỉnh Sóc Trăng

Trần Thị Kim<sup>1,2\*</sup>, Nguyễn Thị Thanh Minh<sup>1</sup>, Trà Nguyễn Quỳnh Nga<sup>3,4</sup>, Nguyễn Thị Bầy<sup>3,4</sup>, Nguyễn Kỳ Phùng<sup>5</sup>

<sup>1</sup> Trường Đại học Tài nguyên và Môi trường Tp.HCM; ttkim@hcmunre.edu.vn; nguyenthithanhminh0419@gmail.com

<sup>2</sup> Viện Môi trường và Tài nguyên, Đại học Quốc Gia Tp.HCM; ttkim@hcmunre.edu.vn

<sup>3</sup> Trường Đại học Bách Khoa; ntbay@hcmut.edu.vn; tnqnga@hcmut.edu.vn

<sup>4</sup> Đại học Quốc Gia Tp.HCM; ntbay@hcmut.edu.vn; tnqnga@hcmut.edu.vn

<sup>5</sup> Sở Khoa học và Công nghệ Tp.HCM; kyphungng@gmail.com

\* Tác giả liên hệ: ttkim@hcmunre.edu.vn; Tel.: +84 902698585

Ban Biên tập nhận bài: 05/8/2020; Ngày phản biện xong: 29/8/2020; Ngày đăng bài: 25/9/2020

**Tóm tắt:** Bài báo này tập trung tính toán diễn biến đáy khu vực cửa sông tỉnh Sóc Trăng dưới ảnh hưởng của thủy triều bằng phương pháp mô hình toán MIKE 21 với hai module HD và MT để mô phỏng chế độ dòng chảy và vận chuyển bùn cát tới diễn biến bồi xói đáy. Kết quả hiệu chỉnh, kiểm định thủy lực và vận chuyển bùn cát đạt được sự tương quan khá tốt với số liệu tại trạm Đại Ngãi và Trần Đề, đảm bảo độ tin cậy mô hình để mô phỏng hình thái đáy vào mùa lũ. Tính toán cho thấy, vào mùa lũ, dưới tác động của lưu lượng đổ về lớn nên dòng chảy sông chiếm ưu thế so với dòng chảy triều và cung cấp một lượng bùn cát lớn, do đó xu thế bồi xói phân bố rõ nét. Các khu vực xói mạnh tập trung giữa lòng sông ở đầu bờ cù lao với mức độ lớn nhất là 0,15 m; và khu vực bồi nhiều nhất ven bờ cửa sông Định An với mức độ là 0,24 m.

**Từ khóa:** Diễn biến đáy; Cửa sông tỉnh Sóc Trăng; Vận chuyển bùn cát; MIKE 21.

### 1. Mở đầu

Sóc Trăng là tỉnh ven biển thuộc đồng bằng sông Cửu Long (ĐBSCL), nằm ở hạ nguồn sông Hậu đổ vào biển Đông tại hai cửa Định An và Trần Đề, với chiều dài bờ biển là 72 km [1]. Tại đây do tác động của việc khai thác tài nguyên, khai thác rừng ngập mặn (RNM) phục vụ nuôi trồng thủy hải sản, xây dựng công trình ven biển, ... cùng với ảnh hưởng của biến đổi khí hậu mà tình hình xói lở bờ biển có những diễn biến vô cùng phức tạp [2]. Mặc dù, hệ thống đê biển và đê sông của tỉnh đã được hình thành và nâng cấp hàng chục năm qua từ Bãi Giá đến ranh giới tỉnh Sóc Trăng–Bạc Liêu, nhưng luôn bị xói lở hàng năm, đặc biệt ở những nơi không có hệ thống RNM che chắn [3–4]. Tính đến tháng 2/2020, tỉnh Sóc Trăng có 4 điểm sạt lở với tổng chiều dài là 6372 m, trong đó sạt lở đê bao ở Đôn Biên Phòng An Thạnh 3, huyện Cù Lao Dung là 4222 m; vỡ đê biển đoạn qua xã Lai Hòa, thị trấn Vĩnh Châu là 1600 m [5]. Do đó, việc đánh giá biến động đáy vùng ven biển Sóc Trăng là cần thiết, cung cấp kết quả cho việc đánh giá diễn biến xói lở–bồi tụ, phục vụ cho các nghiên cứu về chính trị cửa sông, công trình bảo vệ bờ hay đề xuất giải pháp giảm thiểu ảnh hưởng đến kinh tế và đời sống của người dân.

Các phương pháp thường dùng để đánh giá sự thay đổi hình thái thủy động lực ven biển dưới tác động tự nhiên và con người gồm đo đạc, khảo sát; mô hình vật lý; mô hình hoá; công

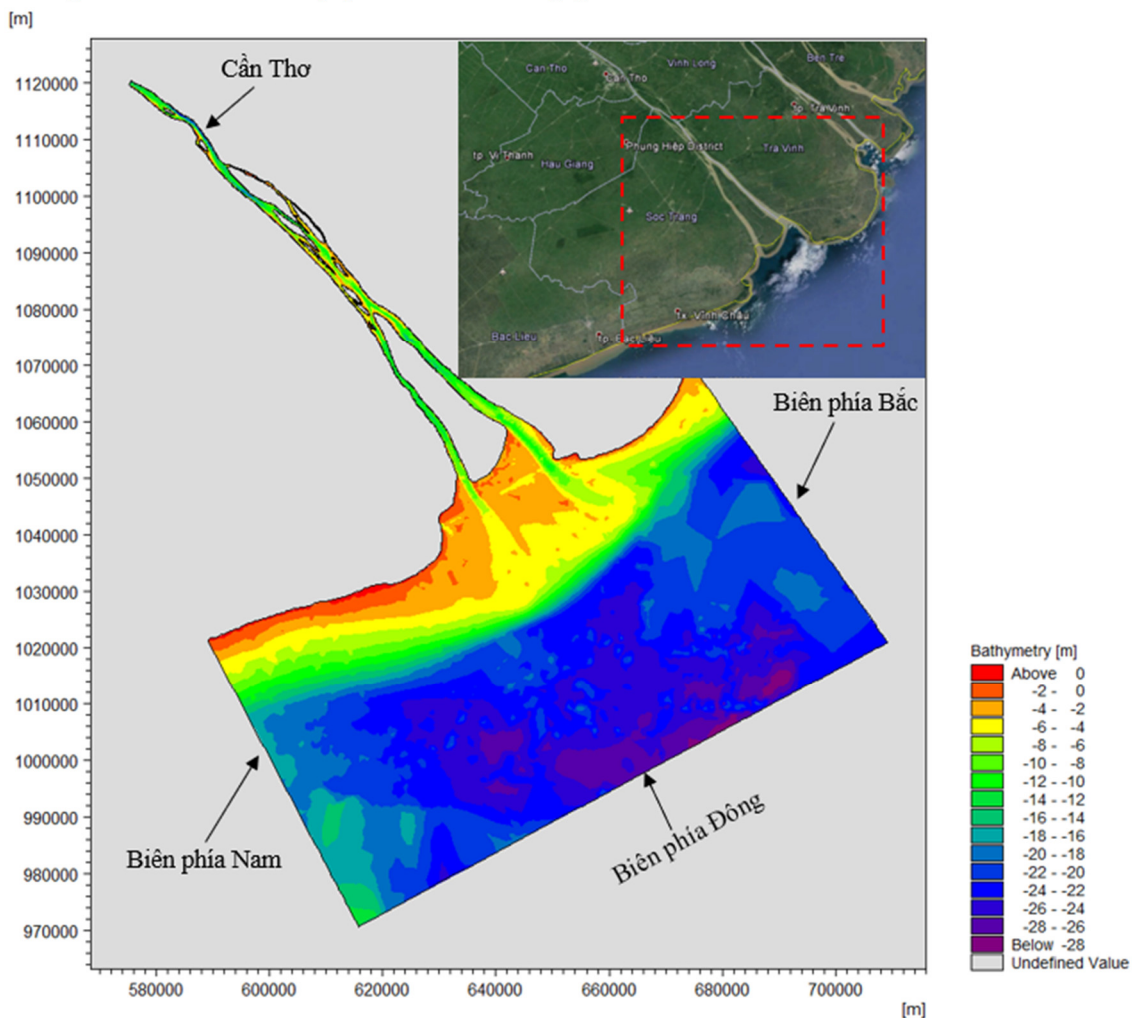
nghệ viễn thám và GIS. Trong nghiên cứu này, mô hình MIKE 21 của viện thủy lực Đan Mạch được lựa chọn để mô phỏng và đánh giá diễn biến đáy vùng ven biển tỉnh Sóc Trăng với mục tiêu mô phỏng hình thái đáy khu vực cửa sông tỉnh Sóc Trăng dưới ảnh hưởng của triều trong mùa lũ. Các kết quả đạt được là tiền đề phục vụ cho quy hoạch chính trị cửa sông ven biển.

## 2. Phương pháp nghiên cứu

### 2.1. Dữ liệu tính toán

#### 2.1.1 Vùng tính và lưới tính

Để giảm thiểu sai số khi mô phỏng tính toán từ các biên mở cho khu vực nghiên cứu, theo đó, vùng tính được mở rộng bao gồm: từ vị trí trạm thủy văn Cần Thơ trên sông Hậu đến vùng ven biển tỉnh Trà Vinh và Sóc Trăng với chiều dài bờ biển là 100 km và khoảng cách từ bờ ra ngoài khơi là 60 km [6]. Phạm vi không gian miền tính được thể hiện trên Hình 1.



Hình 1. Giới hạn vùng tính toán.

Lưới tính được thiết lập bằng công cụ Mesh Generator trong MIKE ZERO. Để mô phỏng tương đối chính xác địa hình đáy vùng ven biển, lựa chọn lưới phi cấu trúc phù hợp với địa hình đường bờ phức tạp. Vùng tính được tạo thành từ 28926 nút và 53023 phần tử, với độ phân giải đường bờ ở vùng ngoài khơi là 400 m, vùng chuyển tiếp là 200 m, khu vực trong sông là 100 m.

### 2.1.2 Dữ liệu đường bờ và địa hình đáy

Đối với đường bờ, số liệu được thiết lập vào năm 2017 trên phần mềm Google Earth và được số hóa bằng phần mềm ArcGis.

Đối với địa hình đáy, số liệu thu thập năm 2010 và được cung cấp bởi đề tài [7], thể hiện trong Hình 1.

### 2.1.3 Dữ liệu cho điều kiện biên mô hình thủy lực

– Biên lòng phía sông: trạm thủy văn Cần Thơ (sông Hậu) năm 2012 và 2017 được thu thập tại Đài khí tượng Thủy văn khu vực Nam bộ;

– Các biên lòng phía biển Đông gồm: (1) biên phía Bắc (gần cửa sông Cung Hầu tỉnh Trà Vinh); (2) biên phía Nam (hết ranh giới tỉnh Sóc Trăng); (3) biên phía Đông (cách bờ biển Sóc Trăng khoảng 60 km) được lấy từ phân tích điều hòa (*Tide Predictions of Heights*) trong MIKE 21;

– Các ranh giới còn lại của miền tính là các đường bờ khu vực cù lao, sông nhỏ và bờ biển được định dạng là các biên cứng;

– Chuỗi giá trị thực đo theo giờ năm 2012 và 2017 trạm thủy văn Đại Ngãi và Trần Đề được thu thập tại Đài khí tượng Thủy văn khu vực Nam bộ, phục vụ hiệu chỉnh và kiểm định mô hình.

### 2.1.4 Dữ liệu cho điều kiện biên mô hình vận chuyển bùn cát

SSC (nồng độ bùn cát lơ lửng): Chuỗi giá trị thực đo theo ngày năm 2012 và 2017 trạm thủy văn Cần Thơ, sử dụng làm điều kiện đầu vào mô hình vận chuyển bùn cát được thu thập tại Đài khí tượng Thủy văn khu vực Nam bộ. SSC tại Đại Ngãi và Trần Đề được trích xuất từ nghiên cứu [7].

Về cấu trúc địa chất và cấp phối hạt: đề tài tham khảo và sử dụng dữ liệu từ đề tài cấp Bộ “Nghiên cứu biến động hình thái cửa sông Cỏ Chiên dưới tác động thủy động lực học” [8].

## 2.2. Cơ sở lý thuyết Module MIKE 21 FM HD

Module MIKE 21 FM HD mô phỏng sự biến thiên lưu lượng và mực nước dựa trên phương trình liên tục và phương trình động lượng theo hai hướng [9]:

Phương trình liên tục:

$$\frac{\partial h}{\partial t} + \frac{\partial h\bar{u}}{\partial x} + \frac{\partial h\bar{v}}{\partial y} = hS \quad (1)$$

Phương trình động lượng:

Theo phương x:

$$\frac{\partial h\bar{u}}{\partial t} + \frac{\partial h\bar{u}^2}{\partial x} + \frac{\partial h\bar{u}\bar{v}}{\partial y} = f\bar{v}h - gh\frac{\partial \eta}{\partial x} - \frac{h}{\rho_0}\frac{\partial p_a}{\partial x} - \frac{gh^2}{2\rho_0}\frac{\partial \rho}{\partial x} + \frac{\tau_{sx}}{\rho_0} - \frac{\tau_{bx}}{\rho_0} - \frac{1}{\rho_0}\left(\frac{\partial s_{xx}}{\partial x} + \frac{\partial s_{xy}}{\partial y}\right) + \frac{\partial}{\partial x}(hT_{xx}) + \frac{\partial}{\partial y}(hT_{xy}) + hu_s S \quad (2)$$

Theo phương y:

$$\frac{\partial h\bar{v}}{\partial t} + \frac{\partial h\bar{u}\bar{v}}{\partial x} + \frac{\partial h\bar{v}^2}{\partial y} = -f\bar{u}h - gh\frac{\partial \eta}{\partial y} - \frac{h}{\rho_0}\frac{\partial p_a}{\partial y} - \frac{gh^2}{2\rho_0}\frac{\partial \rho}{\partial y} + \frac{\tau_{sy}}{\rho_0} - \frac{\tau_{by}}{\rho_0} - \frac{1}{\rho_0}\left(\frac{\partial s_{yx}}{\partial x} + \frac{\partial s_{yy}}{\partial y}\right) + \frac{\partial}{\partial x}(hT_{xy}) + \frac{\partial}{\partial y}(hT_{yy}) + hv_s S \quad (3)$$

Trong đó  $t$  là thời gian (s);  $x, y$  là tọa độ Descartes (m);  $\eta$  là dao động mực nước (m);  $h$  là độ sâu của mực nước;  $g$  là gia tốc trọng trường ( $m/s^2$ );  $f = 2\Omega \sin\phi$ : tham số Coriolis ( $s^{-1}$ );  $\rho_0$  là khối lượng riêng của nước ( $kg/m^3$ );  $p_a$  là áp suất khí quyển (Pa/m);  $S$  là lưu lượng nguồn ( $m^3/s$ );  $u_s, v_s$  là vận tốc của nước đi vào miền tính ( $m/s$ );



$\bar{u}, \bar{v}$  là vận tốc trung bình theo độ sâu (m/s);  $T_{ij}$  là các thành phần nội ứng suất, được xác định theo công thức độ nhớt xoáy dựa trên vận tốc trung bình theo độ sâu;  $\tau_{sx}, \tau_{sy}$  là ứng suất ma sát bề mặt theo phương x và y (N/m<sup>2</sup>);  $\tau_{bx}, \tau_{by}$  là ứng suất ma sát đáy theo phương x và y (N/m<sup>2</sup>); A là hệ số nhớt rối theo phương ngang (m<sup>2</sup>/s);  $S_{xx}, S_{xy}, S_{yx}, S_{yy}$  là các thành phần của ứng suất bức xạ sóng lên đơn vị thể tích nước theo các phương x và y (N/m<sup>2</sup>).

### 2.3. Cơ sở lý thuyết Module MIKE 21 FM MT

Module vận chuyển bùn cát được thiết lập dựa trên phương trình chuyển tải-khuếch tán [10]:

$$\frac{\partial \bar{c}}{\partial t} + u \frac{\partial \bar{c}}{\partial x} + v \frac{\partial \bar{c}}{\partial y} = \frac{1}{h} \frac{\partial}{\partial x} \left( h D_x \frac{\partial \bar{c}}{\partial x} \right) + \frac{1}{h} \frac{\partial}{\partial y} \left( h D_y \frac{\partial \bar{c}}{\partial y} \right) + Q_L C_L \frac{1}{h} - S \quad (4)$$

Trong đó t là biến thời gian (s); x, y là tọa độ Decartes trên mặt phẳng nằm ngang (m); u, v là thành phần vận tốc trung bình chiều sâu theo phương x và y (m/s); h là độ sâu nước (m);  $\bar{c}$  là nồng độ bùn cát lơ lửng trung bình theo độ sâu (kg/m<sup>3</sup>);  $D_x, D_y$  là hệ số khuếch tán theo phương x, y (m<sup>2</sup>/s); S là số hạng nguồn bùn do xói hoặc bồi (kg/m<sup>3</sup>/s);  $Q_L$  là lưu lượng nguồn trên một đơn vị diện tích (m<sup>3</sup>/s/m<sup>2</sup>);  $C_L$  là nồng độ bùn cát lơ lửng tại nguồn vào (kg/m<sup>3</sup>).

Mô phỏng hình thái đáy: Khối lượng trầm tích của cấp hạt thứ i trong lớp đáy thứ j của các phần tử trong lưới tính được cập nhật sau mỗi bước thời gian tính. Khối lượng lớp đáy được cập nhật tính theo phương trình sau:

$$m_{i,j}^{new} = m_{i,j}^{old} + (D_i - E_i)\Delta t + (T_{i,j-1} - T_{i,j}) \quad (5)$$

Trong đó m là khối lượng trầm tích (kg/m<sup>2</sup>); D là lượng bồi (kg/m<sup>2</sup>/s); E là lượng xói (kg/m<sup>2</sup>/s); T là lượng trầm tích di chuyển của lớp đáy (kg/m<sup>2</sup>/s);  $\Delta t$  là bước thời gian tính toán.

### 2.4. Thiết lập mô hình

Quá trình tính toán thủy lực và vận chuyển bùn cát khu vực cửa sông, ven biển tỉnh Sóc Trăng bằng mô hình MIKE 21 được trình bày cụ thể trong Hình 2.

#### 2.4.1 Mô hình thủy lực (MIKE 21 FM HD)

Thời gian tính: Từ 12 giờ ngày 01/04/2012 đến ngày 12 giờ ngày 01/05/2012 cho quá trình hiệu chỉnh và 12 giờ ngày 01/10 đến 0 giờ 31/10/2017 cho quá trình kiểm định.

Điều kiện ban đầu: Mực nước tĩnh, vận tốc trên toàn miền tính  $V = 0$  m/s.

Điều kiện biên: Trong sông: chuỗi giá trị lưu lượng (Q) thay đổi theo thời gian tại trạm thủy văn Cần Thơ; Ngoài biển: chuỗi giá trị mực nước (Z) thay đổi theo thời gian và không gian, từ phân tích điều hòa.

Thông số dùng để hiệu chỉnh là hệ số Manning's M.

#### 2.4.2 Mô hình bùn cát (MIKE 21 FM MT)

Thời gian tính: Từ 12 giờ ngày 01/04/2012 đến ngày 12 giờ ngày 01/05/2012 cho quá trình hiệu chỉnh và 12 giờ ngày 01/10 đến 0 giờ 31/10/2017 cho quá trình kiểm định.

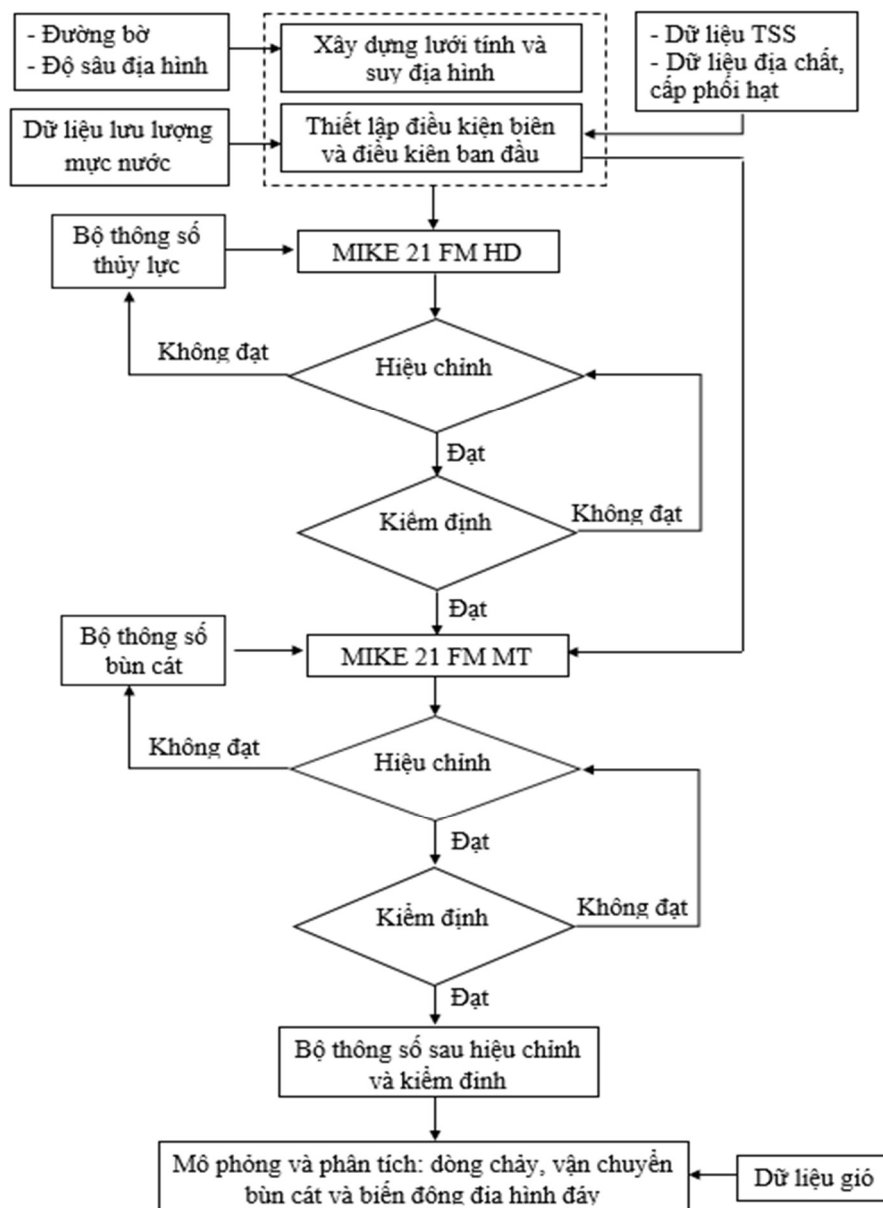
Điều kiện ban đầu: Hàm lượng bùn cát trung bình mỗi cấp phối hạt (kg/m<sup>3</sup>): 0,013 (sét), 0,012 (bụi), 0,010 (cát).

Điều kiện biên: Trong sông: Hàm lượng bùn cát từng cấp phối hạt thay đổi theo thời gian tại trạm thủy văn Cần Thơ. Ngoài biển: Hàm lượng bùn cát bằng 0 kg/m<sup>3</sup>.

Vận tốc lắng của các cấp hạt:  $w_s = 2,5 \times 10^{-5}$  (sét),  $w_s = 0,001$  (bụi),  $w_s = 0,02$  (cát).

Thành phần cấp hạt: Gồm 3 cấp phối hạt (mm) là 0,005 (sét), 0,0275 (bụi), 0,15 (cát).

Thông số dùng để hiệu chỉnh là: Ứng suất tới hạn bồi  $\tau_{cd}$  ( $N/m^2$ ); Tốc độ xói E ( $kg/m^2/s$ ); Ứng suất tới hạn xói  $\tau_{ce}$  ( $N/m^2$ ); Độ nhám đáy  $k_n$  (m).



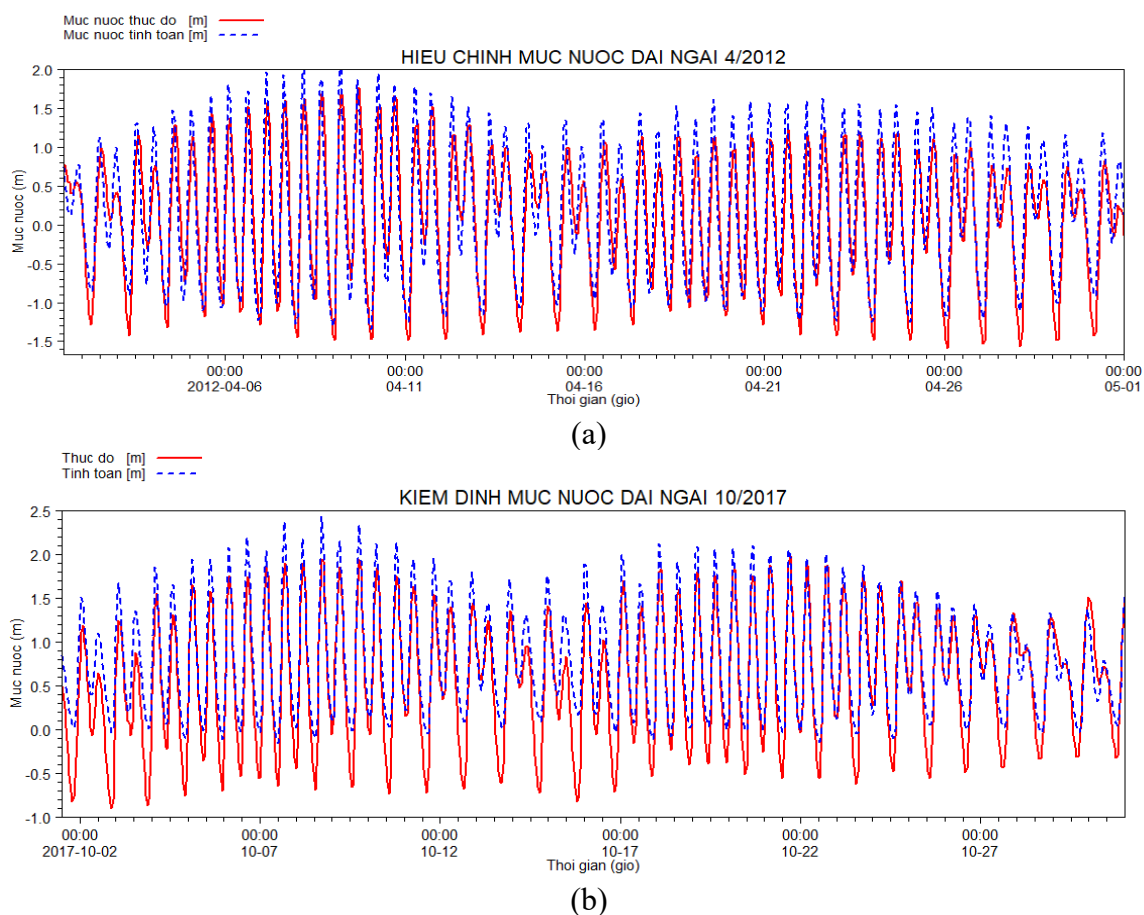
Hình 2. Trình tự thiết lập mô hình.

### 3. Kết quả và thảo luận

Module thủy động lực và vận chuyển bùn cát được sử dụng để hiệu chỉnh mực nước, vận tốc và hàm lượng phù sa (SSC) vào tháng 4, sau đó mô hình được kiểm định vào tháng 10. Thông số chính được dùng để hiệu chỉnh mô hình thủy lực là hệ số Manning's M. Hai trạm dùng để hiệu chỉnh là: trạm thủy văn Đại Ngãi và Trần Đề.

#### 3.1 Kết quả hiệu chỉnh và kiểm định mô hình thủy lực

Kết quả so sánh giữa mực nước, vận tốc thực đo và tính toán điển hình tại trạm Đại Ngãi được trình bày trong Hình 3. Bảng 1 tổng hợp các chỉ số đánh giá độ chính xác mô hình thủy lực.



Hình 3. Kết quả hiệu chỉnh (a) và kiểm định (b) mực nước trạm Đại Ngãi.

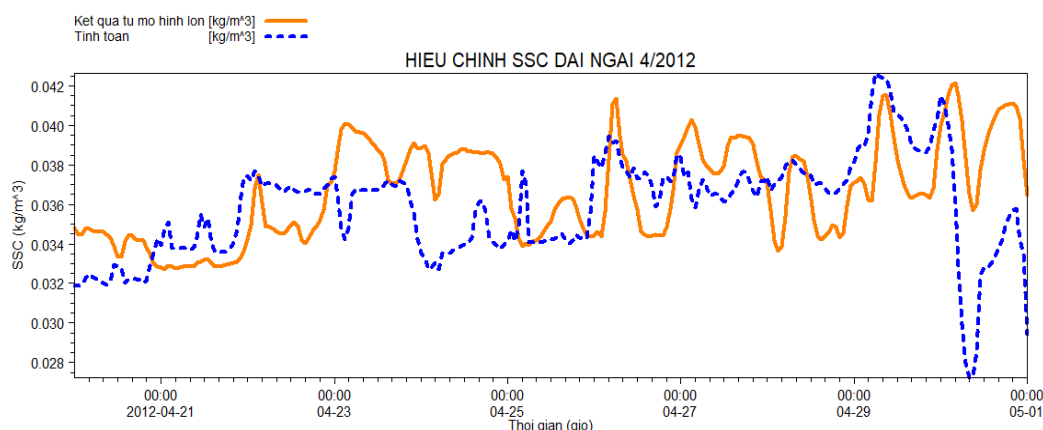
Bảng 1. Kết quả hiệu chỉnh và kiểm định mô hình thủy lực.

Trạm thủy văn		Hiệu chỉnh		Kiểm định	
		(2012)		(2017)	
		NSE	R <sup>2</sup>	NSE	R <sup>2</sup>
Đại Ngãi	Mực	0,78	0,81	0,78	0,88
Trần Đề	nước	0,93	0,94	0,87	0,92
Đại Ngãi	Vận tốc	0,51	0,85	0,54	0,92
Trần Đề		0,81	0,94	0,85	0,87

Kết quả phân tích tương quan giữa mực nước thực đo và tính là khá tốt, thông qua hệ số NSE và R<sup>2</sup> đều cao hơn 0,75. Đối với vận tốc tại Đại Ngãi chỉ trên 0,5, theo [11] thì chỉ nằm ở mức trung bình (0,50 < NSE ≤ 0,70). Kết quả này cho thấy bộ thông số trong mô hình thủy lực là phù hợp, đảm bảo độ tin cậy để thiết lập bộ thông số đầu vào mô hình vận chuyển bùn cát.

### 3.2. Kết quả hiệu chỉnh và kiểm định mô hình bùn cát

Kết quả hiệu chỉnh, kiểm định bùn cát được thể hiện trong Hình 4. Đối với mô hình phù sa, nghiên cứu này chỉ sử dụng chỉ số PBIAS (phần trăm sai số) đối với mô phỏng bùn cát vì mô phỏng phù sa khá biến động, ngoài ra PBIAS còn có khả năng chỉ ra hiệu quả mô phỏng [12–14]. Kết quả cho thấy: Sai số của nồng độ bùn cát lơ lửng tại trạm Đại Ngãi và Trần Đề khá nhỏ (< 10%), đạt mức tốt. Kết quả hiệu chỉnh và kiểm định mô hình bùn cát được trình bày trong Bảng 2.



**Hình 4.** Kết quả hiệu chỉnh phù sa trạm Đại Ngãi.

**Bảng 2.** Kết quả hiệu chỉnh và kiểm định mô hình bùn cát.

Trạm thủy văn	Hiệu chỉnh	Kiểm định
	(2012)	(2017)
PBias (%)		
Đại Ngãi	2,15	0,23
Trần Đề	0,15	0,14

Thông số đầu vào mô hình thủy lực và bùn cát sau quá trình hiệu chỉnh và kiểm định được là: Bước thời gian tính toán là 120 giây; Đối với module thủy lực (HD): Hệ số Manning’s M: Giá trị thay đổi theo độ sâu địa hình từ 20–45 ( $m^{1/3}/s$ ); Đối với module bùn cát (MT): Thành phần cấp hạt: Gồm 3 cấp phối hạt (mm): 0,005 (sét), 0,0275 (bụi), 0,15 (cát); Tính chất bùn cát lơ lửng: Ứng suất tới hạn bồi:  $\tau_{cd} = 0,1 \text{ N/m}^2$ ; Tham số bề dày lớp đáy:

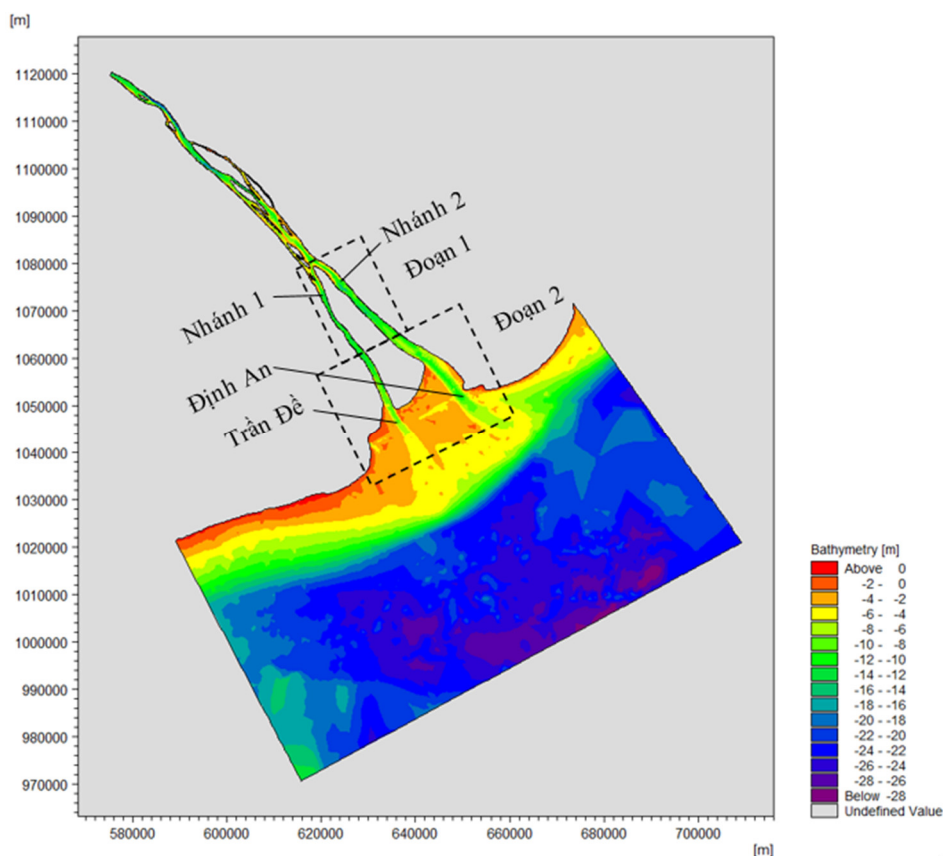
- Tốc độ xói:  $E = 2 \times 10^{-6} \text{ (kg/m}^2/\text{s)}$ ;
- Ứng suất tới hạn xói:  $\tau_{ce} = 0,25 \text{ N/m}^2$ ;
- Độ nhám đáy (m):  $k_n = 0,0001$ .

### 3.3. Kết quả mô phỏng trường vận tốc lúc triều lên và triều xuống và diễn biến đáy mùa lũ năm 2017

Do quá trình vận chuyển bùn cát bị chi phối mạnh bởi lưu lượng sông từ thượng nguồn đổ về vào mùa lũ. Trong mùa lũ, vận tốc dòng chảy lớn hơn so với mùa kiệt nên quá trình bồi xói sẽ thể hiện rõ hơn. Theo đó, thời gian mô phỏng trong nghiên cứu này là 4 tháng mùa lũ từ 12 giờ 1/7/2017 đến 0 giờ 31/10/2017.

Vùng tính được chia thành hai đoạn để phân tích gồm: đoạn 1 là từ khu vực cù lao ra đến cửa sông, đoạn 2 từ cửa sông ra đến ngoài biển ở độ sâu 6 m và khu vực tính không xét đến vị trí dọc bờ biển. Khu vực phân tích được thể hiện trong Hình 5.

Kết quả mô phỏng hướng dòng chảy và trường vận tốc được biểu diễn tại thời điểm thời điểm dòng chảy xuống mạnh nhất và dòng triều lên mạnh nhất trong mùa lũ. Vận tốc được thể hiện cùng một thang màu đỏ từ đậm tới nhạt tương ứng với giá trị vận tốc từ lớn đến nhỏ. Kết quả mô phỏng diễn biến bồi, xói theo kịch bản sau 4 tháng mùa lũ, được trình bày bằng thang màu xanh từ nhạt đến đậm thể hiện mức độ bồi từ ít đến nhiều, thang màu đỏ từ đậm đến nhạt thể hiện mức độ xói từ nhiều đến ít.



Hình 5. Khu vực dùng để phân tích kết quả tính toán.

### 3.4. Kết quả mô phỏng trường vận tốc lúc triều lên và triều xuống trong mùa lũ

#### 3.4.1 Đối với pha triều lên

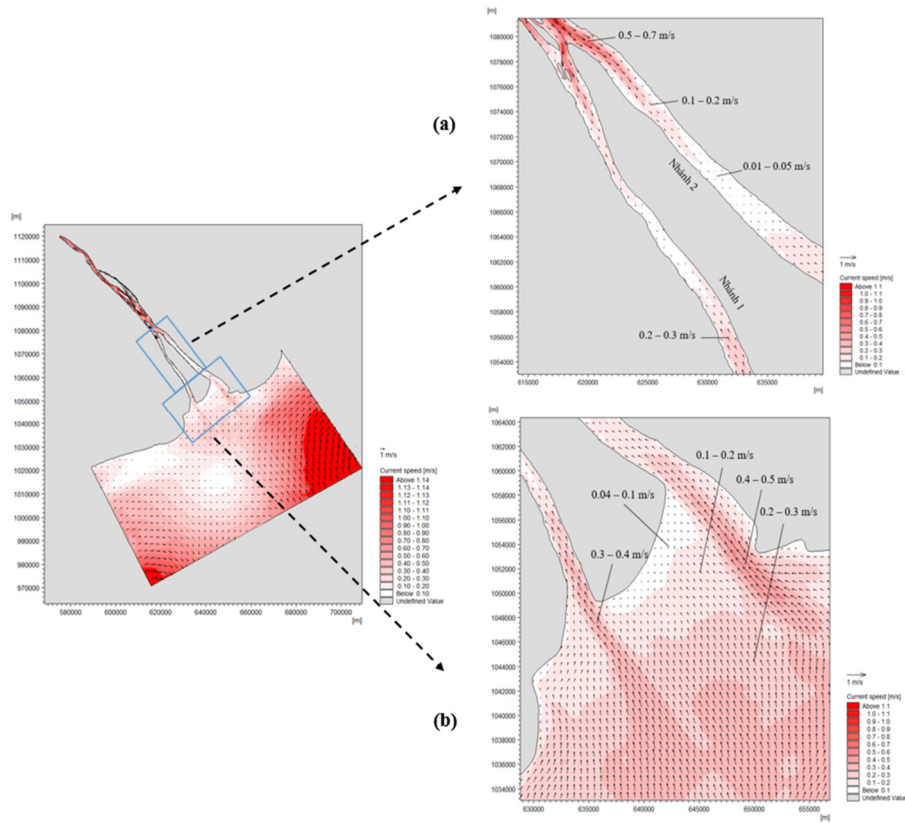
Kết quả mô phỏng vận tốc lúc triều lên vào mùa lũ cho thấy:

Tại đoạn 1 (Hình 6a), vận tốc dòng triều ở cửa sông truyền vào khá nhỏ từ 0,2–0,3 m/s. Trong khi đó, tại đầu bờ cù lao, tốc độ dòng chảy từ trên thượng nguồn truyền xuống khá lớn nên tác động vào đầu bờ với vận tốc từ 0,5–0,7 m/s. Ra đến giữa cù lao, dòng triều và dòng chảy sông tương tác với nhau nên vận tốc có xu hướng bị triệt tiêu, dao động trong khoảng 0,01–0,05 m/s.

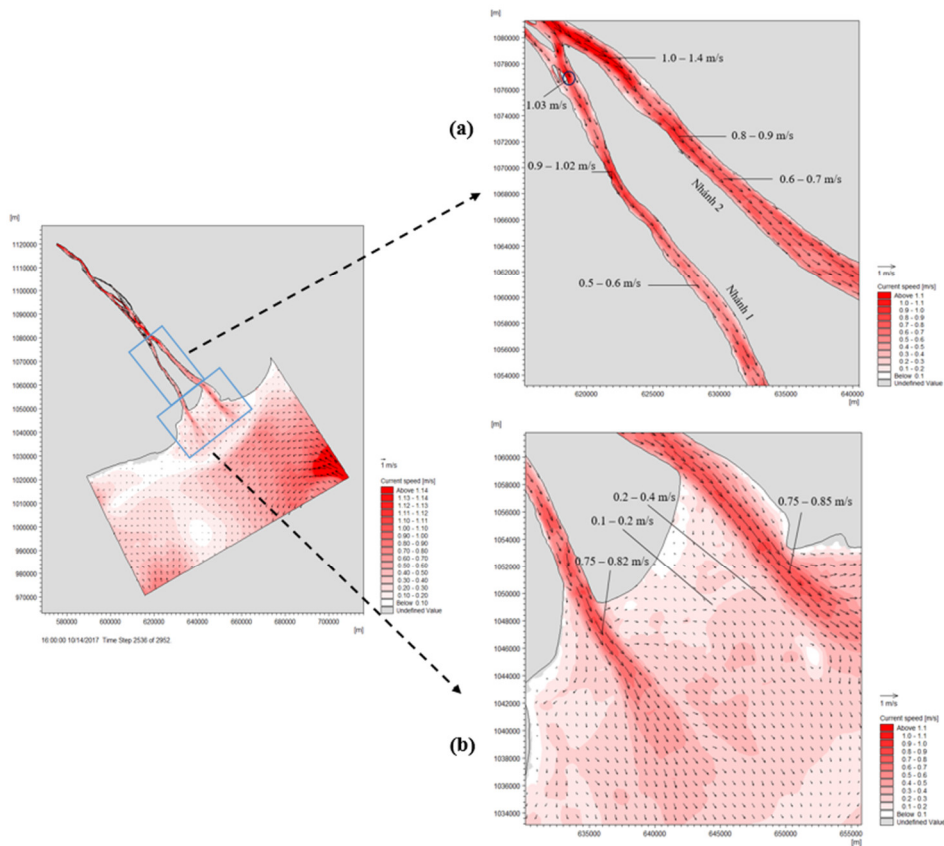
Tại đoạn 2 (Hình 6b), phân bố vận tốc toàn vùng phổ biến trong khoảng 0,1–0,35 m/s. Ở khu vực gần bờ, vận tốc dao động dưới 0,1 m/s. Trong khi đó, ở khu vực giữa hai luồng cửa sông, vận tốc phân bố lớn hơn từ 0,3–0,5 m/s.

#### 3.4.2 Đối với pha triều xuống

Kết quả phân bố vận tốc dòng chảy ở đoạn 1 (Hình 7a) trong pha triều xuống vào mùa lũ cho thấy giá trị phân bố toàn vùng trong khoảng 0,5–0,8 m/s, trong đó vận tốc lớn nhất đạt 1,0–1,4 m/s phân bố giữa lòng sông ở đầu bờ cù lao nhánh 2, vì đầu bờ nhánh 1 xuất hiện nhiều cù lao nhỏ cản trở, làm trực dòng chảy có xu hướng di chuyển về nhánh 2 nhiều hơn. Ngoài ra, ở nhánh 1 vận tốc đạt giá trị lớn nhất tại bờ cù lao nhỏ là 1,03 m/s (vị trí khoanh tròn) và tại đoạn co hẹp là 1,02 m/s. Dòng chảy đoạn 2 (Hình 7b) có vận tốc phân bố toàn vùng khoảng 0,1–0,3 m/s. Khu vực sát bờ có vận tốc dưới 0,1 m/s. Khu vực giữa hai luồng cửa sông có giá trị phân bố vận tốc giống nhau, phổ biến từ 0,7–0,8 m/s, trong đó tại cửa Trần Đề đạt vận tốc cực đại là 0,82 m/s, tại cửa Định An là 0,86 m/s.



Hình 6. Kết quả mô phỏng vận tốc lúc triều lên vào mùa lũ từ 12 giờ 1/7/2017 đến 0 giờ 31/10/2017.



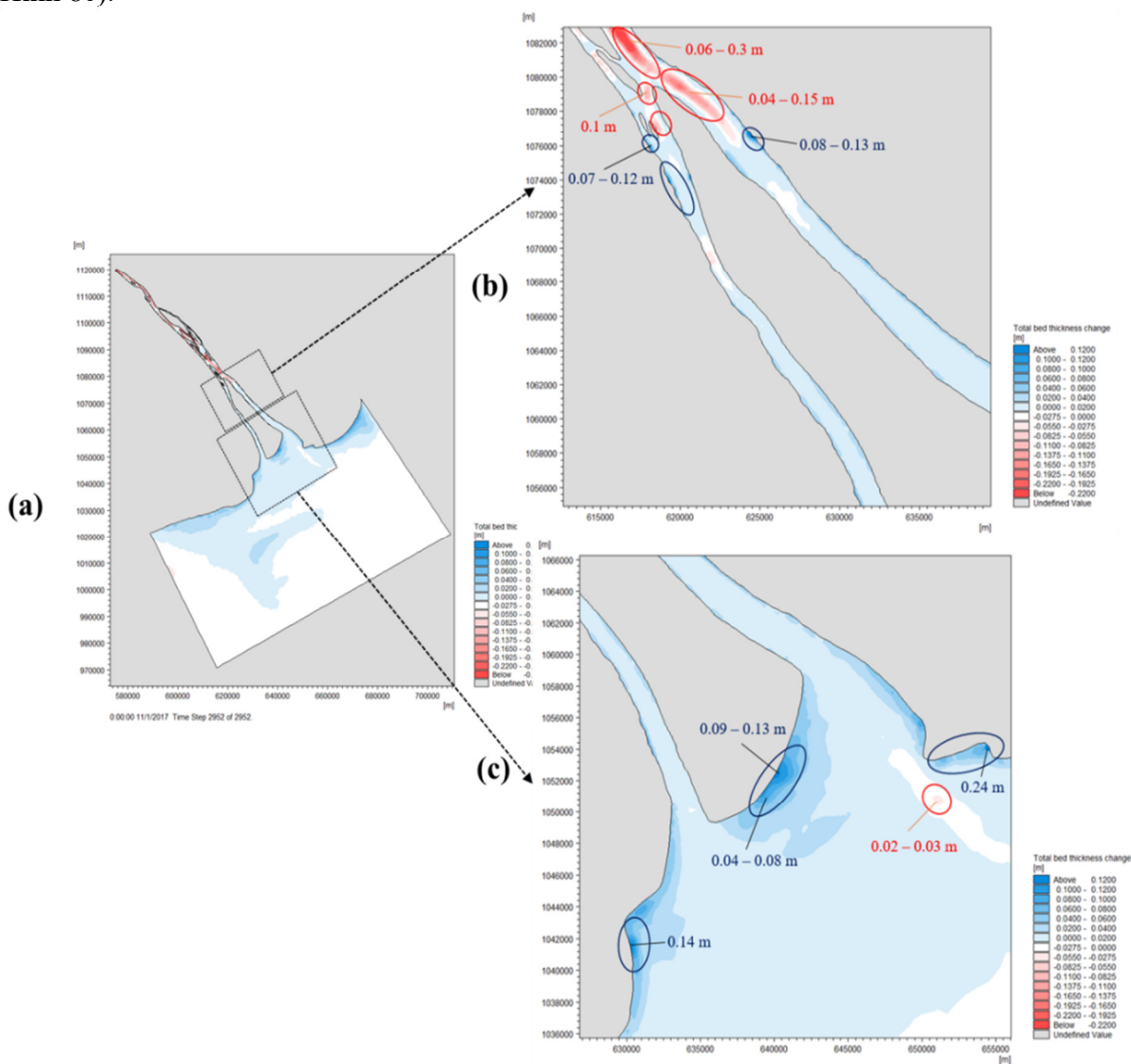
Hình 7. Kết quả mô phỏng vận tốc lúc triều xuống vào mùa lũ từ 12 giờ 1/7/2017 đến 0 giờ 31/10/2017.

Nhìn chung từ kết quả tính toán, có thể thấy phân bố vận tốc dòng chảy thể hiện rõ sự chiếm ưu thế của dòng chảy sông. Trong mùa lũ với lưu lượng đổ về lớn nên vận tốc trong sông dao động khá lớn và chiếm ưu thế hơn dòng chảy triều khi vào đến trong sông. Ngoài ra, luồng dòng chảy có xu hướng phân bố và đạt giá trị lớn nhất giữa lòng sông và giữa hai luồng cửa sông. Độ sâu địa hình cũng ảnh hưởng tới tốc độ dòng chảy.

### 3.5 Kết quả mô phỏng diễn biến đáy

Kết quả thể hiện bồi xói vào cuối mùa lũ cho thấy xu thế bồi xảy ra chủ yếu ở khu vực dọc đường bờ trên đoạn 1, với mức độ bồi trong khoảng 0,05 đến 0,1 m. Do lưu lượng từ thượng nguồn đổ xuống lớn nên vận tốc dòng chảy trong sông lớn, trực dòng chảy có xu hướng di chuyển về nhánh 2, do đó với vận tốc phân bố nhiều hơn làm cho khu vực đầu bờ cù lao xuất hiện xói nhiều hơn ở giữa lòng sông, với mức độ từ 0,04–0,3 m (Hình 8b).

Kết quả thể hiện bồi xói vào mùa lũ trên đoạn 2 trong Hình 8c cho thấy khu vực cửa sông xảy ra xu thế bồi chủ yếu ở vị trí giữa bờ cù lao và dọc hai bên cửa sông, với mức độ từ 0,03–0,13 m, trong đó mức độ bồi lớn nhất tại dọc bờ cửa sông Trần Đề là 0,14 m và dọc bờ cửa Định An là 0,24 m. Ở giữa luồng cửa Định An xuất hiện xói với mức độ khá nhỏ 0,02–0,03 m (Hình 8c).



**Hình 8.** Kết quả mô phỏng bồi xói sau 4 tháng tính toán mùa lũ 12 giờ 1/7/2017 đến 0 giờ 31/10/2017.

#### 4. Kết luận

Bằng việc sử dụng phương pháp mô hình toán, cụ thể là mô hình MIKE 21 với module HD và MT, đề tài đã tính toán được chế độ thủy động lực và chuyên tải phù sa tại khu vực cửa sông Hậu, từ đó phân tích được xu thế bồi, xói đáy trong mùa lũ. Các kết quả tính toán bồi xói khá phù hợp với kết quả dòng chảy và quá trình vận chuyển bùn cát bị chi phối mạnh bởi lưu lượng sông từ thượng nguồn. Cụ thể, vận tốc dòng chảy phân bố lớn nhất ở các đầu bờ cù lao và gây ra hiện tượng xói theo trục dòng chảy ở giữa lòng sông; ở khu vực ven biển thì mức độ bồi thể hiện nhiều hơn ở dọc hai bờ cửa sông và giữa bờ biển cù lao và có hiện tượng xói ở giữa luồng cửa sông Định An. Các khu vực xói mạnh tập trung giữa lòng sông ở đầu bờ cù lao với mức độ lớn nhất là 0,15 m; và mức độ bồi nhiều nhất ven bờ cửa sông Định An với bề dày là 0,24 m.

Có thể nhận thấy rằng ở khu vực cửa sông Hậu có xu thế bồi chiếm ưu thế so với xói, điều này khá phù hợp với nghiên cứu [2,5]. Tuy nhiên, hạn chế của nghiên cứu là chưa có dữ liệu mặt cắt địa hình để so sánh sau khi mô phỏng và nghiên cứu chưa tính toán đến ảnh hưởng của sóng tác động vào bờ biển.

**Đóng góp của tác giả:** Xây dựng ý tưởng nghiên cứu: Kim T.T; Phùng N.K; Bảy N.T; Lựa chọn phương pháp nghiên cứu: Kim T.T; Phùng N.K; Xử lý số liệu: Minh N.T.T.; Nga T.N.Q.; Mô hình hóa: Kim T.T.; Minh N.T.T.; Nga T.N.Q.; Phân tích kết quả: Kim T.T.; Bảy N.T.; Nga T.N.Q.; Chính sửa bài báo: Kim T.T.; Phùng N.K.

**Lời cảm ơn:** Nghiên cứu sinh được hỗ trợ bởi chương trình học bổng đào tạo thạc sĩ, tiến sĩ trong nước của Quỹ Đổi mới sáng tạo Vingroup.

**Lời cam đoan:** Tập thể tác giả cam đoan bài báo này là công trình nghiên cứu của tập thể tác giả, chưa được công bố ở đâu, không được sao chép từ những nghiên cứu trước đây; không có sự tranh chấp lợi ích trong nhóm tác giả.

#### Tài liệu tham khảo

1. Sở TN&MT Sóc Trăng. Dự án Báo cáo tổng hợp quy hoạch sử dụng đất bãi bồi ven biển tỉnh Sóc Trăng giai đoạn 2010–2020, định hướng đến năm 2030, 2011.
2. Trung, L.T.; Phái, V.V.; Anh, V.T. Đặc điểm địa mạo dải ven biển Sóc Trăng–Cà Mau (từ cửa Định An đến cửa Tiểu Dừa). *Tap chí Khoa học ĐHQGHN: Các Khoa học Trái đất và Môi trường* 2014, 30, 55–72.
3. Trung, L.T.; Anh, V.T.; Phái, V.V.; Lân, V.Q.; Nguyễn, P.H. Nghiên cứu tính toán vận chuyển trầm tích và biến đổi địa hình đáy biển ven bờ Sóc Trăng–Cà Mau sử dụng mô hình Mike21 bằng phương pháp phần tử hữu hạn. *Tap chí Địa chất* 2014, 346–348, 191–200.
4. Albers, T.; Von Lieberma, N. Dự án Quản lý Nguồn Tài nguyên Thiên nhiên Vùng Ven biển tỉnh Sóc Trăng: Nghiên cứu về Dòng chảy và Mô hình Xói lở, Deutsche Gesellschaft für Internationale Zusammenarbeit (GIZ) GmbH, Sóc Trăng, 2011, 72.
5. Bộ Nông nghiệp và Phát triển Nông thôn. Bản đồ trực tuyến quản lý sạt lở. Trang online: <http://satlo.vndss.com/13/9.5556/106.2491/c2>. (Truy cập ngày 05/03/2020).
6. Bảy, N.T. Báo cáo tổng kết đề tài: Nghiên cứu xác định nguyên nhân, cơ chế và đề xuất giải pháp khả thi về kỹ thuật, hiệu quả về kinh tế nhằm hạn chế xói lở, bồi lắng cho hệ thống sông đồng bằng sông Cửu Long, mã số: KH-CN–TNB.ĐT/14–19/C10, 2017–2020.
7. Kim, T.T.; Nga, N.T.Q.; Bay, N.T. The effect of reducing sediment load on alluvial erosion process of the upstream Mekong Delta in Vietnam. *The 11<sup>th</sup> Regional Conference on Environmental Engineering 2018 (RCEnvE–2018)*, Cambodia, 2018.
8. Hồng, N.V. Nghiên cứu biến động hình thái cửa sông Cổ Chiên dưới tác động thủy động lực học, Phân viện Khoa học Khí tượng Thủy văn và Biến đổi khí hậu, 2016.



9. DHI. MIKE 21 & MIKE 3 Flow Model FM. Hydrodynamic Module. *Scientific documentation*, 2012.
10. DHI, MIKE 21 & MIKE 3 Flow Model FM. Hydrodynamic and Transport Module. *Scientific documentation*, 2012.
11. Moriasi, D.N.; Gitau, M.W.; Pai, N.; Daggupati, P. Hydrologic and water quality models: Performance measures and evaluation criteria. *Trans. ASABE* **2015**, *58*, 1763–1785. <https://doi.org/10.13031/trans.58.10715>.
12. Hùng, L.M.; Hoàng, T.B.; Khang, N.D.; Anh, T.T. Kết quả ứng dụng mô hình SWAT trong tính toán xói bờ mặt lưu vực hạ lưu sông Mekong. *Tap chí Khoa học và Công nghệ Thủy lợi* **2012**, 25–32.
13. Nga, T.N.Q.; Khoi, D.N.; Thuy, N.T.D.; Nhan, D.T.; Kim, T.T.; Bay, N.T. Understanding the Flow and Sediment Dynamics in the Mekong River – A Case Study in the Vinh Long Province. *APAC* **2019**. Springer, Singapore. [https://doi.org/10.1007/978-981-15-0291-0\\_196](https://doi.org/10.1007/978-981-15-0291-0_196).
14. Gupta, H.V.; Sorooshian, S.; Yapo, P.O. Status of automatic calibration for hydrologic models: Comparison with multilevel expert calibration. *J. Hydrologic Eng.* **1999**, *4*, 135–143.

## Research on bottom morphology in Soc Trang estuary under the influence of the tide

Tran Thi Kim<sup>1,2\*</sup>, Nguyen Thi Thanh Minh<sup>1</sup>, Tra Nguyen Quynh Nga<sup>3,4</sup>, Nguyen Thi Bay<sup>3,4</sup>, Nguyen Ky Phung<sup>5</sup>

<sup>1</sup> Ho Chi Minh City University of Natural Resources and Environment; [ttkim@hcmunre.edu.vn](mailto:ttkim@hcmunre.edu.vn); [nguyenthithanhminh0419@gmail.com](mailto:nguyenthithanhminh0419@gmail.com)

<sup>2</sup> Institute for Environment and Resources, Vietnam National University Ho Chi Minh City; [ttkim@hcmunre.edu.vn](mailto:ttkim@hcmunre.edu.vn)

<sup>3</sup> University of Technology; [ntbay@hcmut.edu.vn](mailto:ntbay@hcmut.edu.vn); [tnqnga@hcmut.edu.vn](mailto:tnqnga@hcmut.edu.vn)

<sup>4</sup> Vietnam National University Ho Chi Minh City; [ntbay@hcmut.edu.vn](mailto:ntbay@hcmut.edu.vn); [tnqnga@hcmut.edu.vn](mailto:tnqnga@hcmut.edu.vn)

<sup>5</sup> Ho Chi Minh City Department of Science and Technology; [kyphungng@gmail.com](mailto:kyphungng@gmail.com)

**Abstract:** This paper focuses on the development of the bed change in Soc Trang Estuary under the influence of tide by mathematical method – MIKE 21 (Hydrodynamic and mud transport modules) to simulate the flow regime and sediment transport. The results of hydraulic and sediment transport verification show good correlation at Dai Ngai and Tran De stations, ensuring the reliability to simulate the bottom morphology in flood season. The results shows that under the impact of upstream, the river flow prevails over the tidal flow and provided a large amount of sediment, so the erosion is more pronounced. The strong erosion areas is concentrated in the river bed at the banks of the islet with the largest level being 0.15 m; and the most accreting area along the Dinh An estuary with a level of 0.24 m.

**Keywords:** Bottom morphology; Soc Trang estuary; Sediment transport; MIKE 21.

## Nghiên cứu đặc điểm khí hậu tỉnh Trà Vinh

Đặng Thanh Tâm<sup>1</sup>, Nguyễn Thị Phương Chi<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Đài Khí tượng Thủy văn tỉnh Trà Vinh; thanhtamcn2808@gmail.com

<sup>2</sup> Trường Đại học Tài nguyên và Môi trường thành phố Hồ Chí Minh;  
ntpchi@hcmunre.edu.vn

\* Tác giả liên hệ: thanhtamcn2808@gmail.com; Tel: +84-978490070

Ban Biên tập nhận bài: 15/7/2020; Ngày phản biện xong: 25/8/2020; Ngày đăng bài: 25/9/2020

**Tóm tắt:** Để sử dụng hợp lý tài nguyên khí hậu cần tiến hành phân tích, đánh giá tài nguyên khí hậu. Kết quả nghiên cứu chỉ ra rằng Trà Vinh nằm gần đường xích đạo và có khí hậu nhiệt đới gió mùa điển hình, lượng mưa dồi dào, nhiệt độ cao và đồng đều, độ ẩm cao quanh năm. Nhiều biến số khí hậu, chẳng hạn như nhiệt độ trung bình tháng, không cho thấy sự biến đổi lớn theo năm. Tuy nhiên, nhiều biến thể biểu hiện các biến đổi nổi bật trong ngày (hoặc hàng ngày) theo từng giờ, cho thấy ảnh hưởng mạnh mẽ đến sự nóng lên của mặt trời đối với khí hậu địa phương. Khí hậu của Trà Vinh được đặc trưng bởi hai mùa gió mùa chia cách nhau bởi các thời kỳ gió mùa. Gió mùa Đông Bắc bắt đầu từ tháng 12 đến đầu tháng 4 và gió mùa Tây Nam từ tháng 5 đến tháng 11. Nhiệt độ ở Trà Vinh thay đổi chút ít từ tháng này sang tháng khác. Tháng 4 và tháng 5 có nhiệt độ trung bình tháng cao nhất và tháng 12 và tháng 01 là thời tiết mát nhất. Dựa vào kết quả đặc điểm khí hậu tỉnh Trà Vinh có thể tiến hành phát triển bền vững, bảo vệ môi trường ứng phó với biến đổi khí hậu.

**Từ khóa:** Nhiệt độ; Lượng mưa; Độ ẩm; Bốc hơi; Năng; Gió.

### 1. Đặt vấn đề

Khí hậu là thành phần quan trọng của hệ sinh thái và là cơ sở quyết định cho sự phát triển kinh tế xã hội mỗi địa phương. Việc khai thác và sử dụng hợp lý tài nguyên khí hậu có ý nghĩa quan trọng trong sự phát triển không của mỗi địa phương. Nhưng đề khí hậu có thể trở thành một nguồn lực tự nhiên có lợi cho phát triển mà đem lại những ảnh hưởng tiêu cực đến hoạt động sản xuất, đời sống dân sinh, chính vì điều đó đòi hỏi chúng ta phải có những hiểu biết sâu sắc về những đặc điểm và quy luật biến đổi của các yếu tố khí hậu nhằm khai thác những thuận lợi, tìm cách hạn chế, phòng tránh với những bất lợi đó. Với tình hình biến đổi khí hậu hiện nay, sự biến động của các yếu tố khí hậu càng trở nên phức tạp đòi hỏi những nghiên cứu nhằm cung cấp những thông tin cơ bản về khí hậu từ đó vận dụng và đưa vào thực tiễn.

Hiện nay biến đổi khí hậu (BĐKH) đang hiện hữu tác động đến kinh tế xã hội rất lớn nhất là đồng bằng sông Cửu Long. Do đó việc nghiên cứu về đặc điểm khí hậu là rất cần thiết cho việc phục vụ nghiên cứu về BĐKH. Hiện nay nghiên cứu trong và ngoài nước có những công trình về khí hậu và BĐKH [1-3]. Do vị trí địa lý nên nước ta có khí hậu nhiệt đới gió mùa, miền bắc có mùa đông lạnh. Việt Nam có 2 miền khí hậu và 7 vùng khí hậu [4]. Miền Khí hậu phía bắc có 4 vùng khí hậu (i) vùng khí hậu Tây Bắc, (ii) vùng khí hậu Việt Bắc-Đông Bắc, (iii) vùng khí hậu Đồng bằng Bắc Bộ, (iv) vùng khí hậu Bắc Trung Bộ. Miền Khí hậu phía nam có 3 vùng khí hậu (v) vùng khí hậu Nam Trung Bộ, (vi) vùng khí hậu Tây Nguyên, (vii) vùng khí hậu Nam Bộ.

Đặc điểm chung của khí hậu Nam Bộ là nắng nhiều, nhiệt độ cao quanh năm, mùa mưa về cơ bản trùng với mùa hè, mùa khô chủ yếu là các tháng giữa và cuối mùa đông, đầu mùa

hè, tương phản về mùa mưa rõ rệt hơn nhiều so với mùa nhiệt. Nhiệt độ trung bình năm khoảng 26,5–27,5 °C. Nhiệt độ trung bình tháng nóng nhất khoảng 28–29 °C. Nhiệt độ cao nhất tuyệt đối khoảng 38–41 °C. Nhiệt độ trung bình tháng lạnh nhất 24–26 °C. Nhiệt độ thấp nhất tuyệt đối 13–16 °C. Lượng mưa trung bình năm khoảng 1400–2400 mm. Mùa mưa từ tháng 5 đến tháng 11, nhiều mưa nhất vào tháng 8, 9, 10. Độ ẩm tương đối trung bình năm khoảng 78–84%, Lượng bốc hơi năm khoảng 1100–1500 mm. Hạn hán thường xảy ra vào mùa khô từ tháng 12 đến tháng 4 năm sau [4–8].

Phương pháp nghiên cứu khí hậu đều có các phương pháp, cách thức thực hiện giải quyết vấn đề riêng mà nền tảng là phương pháp luận, cách tiến hành một công việc, cách giải quyết vấn đề một cách hệ thống trong đó thu thập dữ liệu, phân tích dữ liệu sử dụng các công cụ phân tích thống kê và tổng hợp dữ liệu. Thống kê là khoa học thu thập, phân tích, suy luận và kết luận dựa trên phân tích số liệu. Thống kê là một ngành của toán học, có cơ sở lý thuyết riêng, được sử dụng trong nhiều lĩnh vực nhằm tổ chức, phân tích và tóm tắt lại dữ liệu. Phương pháp và phân tích thống kê giúp xác định các kết quả nghiên cứu, hỗ trợ các giả thuyết, tạo độ tin cậy cho các nghiên cứu [2–4].

Mục đích của nghiên cứu đặc điểm khí hậu nhằm xây dựng hệ thống cung cấp thông tin KTTV phục vụ một cách tích cực các yêu cầu phát triển kinh tế-xã hội, đảm bảo an ninh quốc phòng, góp phần ứng phó và giảm nhẹ thiệt hại do thiên tai KTTV gây ra và ứng phó với biến đổi khí hậu của tỉnh Trà Vinh.

## 2. Phương pháp nghiên cứu

### 2.1. Khu vực nghiên cứu

Tỉnh Trà Vinh nằm trong tọa độ địa lý giới hạn từ: 9°31'46"–10°04'05" vĩ độ Bắc và 105°57'16"–106°36'04" kinh độ Đông; Bắc và Tây Bắc giáp tỉnh Vĩnh Long; Đông giáp sông Cổ Chiên, ngăn cách với tỉnh Bến Tre; Tây giáp sông Hậu, ngăn cách với tỉnh Sóc Trăng; Nam và Đông Nam giáp biển với chiều dài hơn 65 km. Tổng diện tích đất tự nhiên của tỉnh Trà Vinh là 229.500 ha.

Ở địa thế nằm kẹp giữa hai con sông lớn: sông Hậu và sông Cổ Chiên, có hai cửa sông Cung Hầu và Định An là hai cửa sông quan trọng của vùng đồng bằng sông Cửu Long thông với biển Đông. Hình 1 là sơ đồ khu vực nghiên cứu và vị trí các trạm khí tượng thủy văn.

### 2.2. Thu thập số liệu và tổng hợp tài liệu

Phương pháp thu thập, thống kê, tổng hợp tài liệu, phương pháp này được thực hiện trên cơ sở kế thừa, phân tích và tổng hợp các nguồn tài liệu và số liệu thông tin có liên quan một cách có chọn lọc như số liệu từ các báo cáo, tài liệu quốc tế và trong nước, từ các văn bản quy phạm pháp luật những nghiên cứu/báo cáo đã được công bố, tập trung vào những vấn đề khí hậu. Trà Vinh có 1 trạm Khí tượng, 1 trạm Thủy văn, 14 trạm đo mưa (có 5 trạm chuỗi số liệu trên 30 năm, những trạm còn lại mới lắp đặt gần đây), 8 trạm đo mặn chi tiết vị trí, số liệu khí hậu được thu thập tại Trà Vinh 1978–2019.

### 2.3. Phương pháp thống kê số liệu

Tổng kết khí hậu bằng phương pháp áp dụng toán học thống kê trên chuỗi số liệu khí hậu trong nhiều năm từ đó tìm ra những đặc điểm khí hậu của tỉnh Trà Vinh.



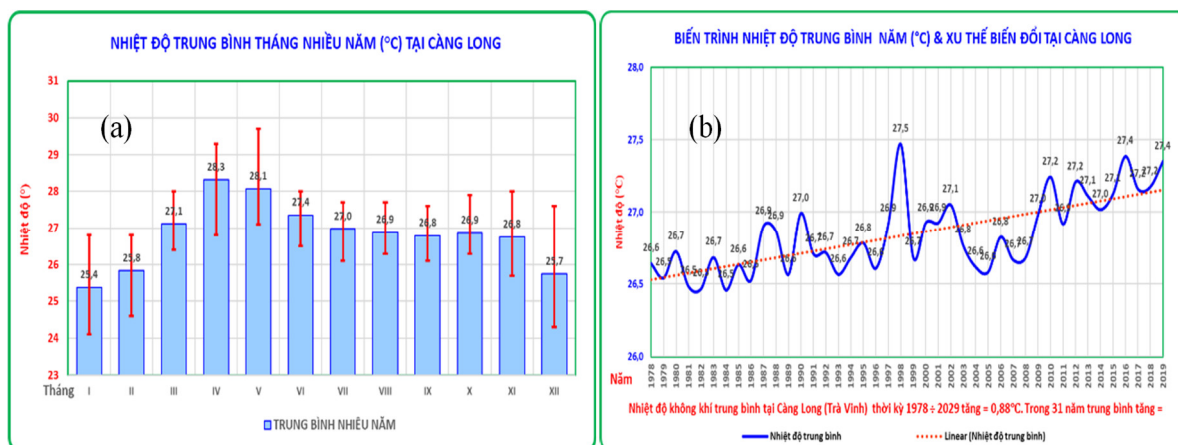
Hình 1. Sơ đồ khu vực nghiên cứu và mạng lưới trạm khí tượng thủy văn.

### 3. Kết quả và thảo luận

#### 3.1. Đặc điểm nhiệt độ

##### 3.1.1. Nhiệt độ trung bình

Nhiệt độ trung bình (NĐTĐB) năm thời kỳ 1978–2019 là 26,8 °C; NĐTĐB tháng cao nhất là tháng 4, 5: 29,3 °C (1978); NĐTĐB tháng thấp nhất là tháng 01: 25,4 °C. Từ tháng 02 NĐTĐB tăng nhanh, sau khi cực đại vào tháng 4, 5 do có mưa chuyển mùa nên NĐTĐB giảm dần cho đến cuối năm. Năm có nhiệt độ trung bình tháng cao nhất là tháng 5/1998: 29,7 °C; thấp nhất tháng là tháng 01/1982 và tháng 01/2009: 24,1 °C (Error! Reference source not found.a, 2b).

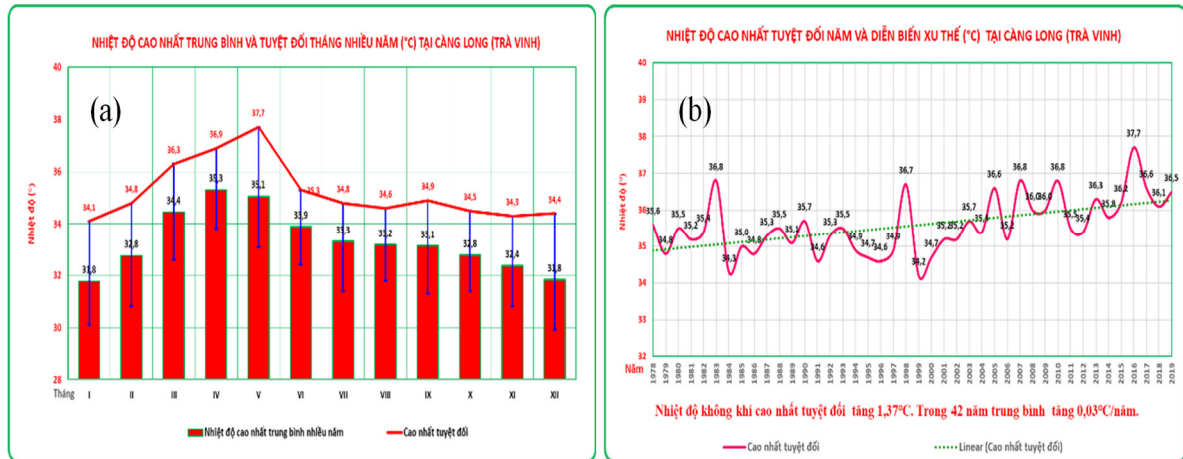


Hình 2. (a) Nhiệt độ trung bình tháng thời kỳ 1978–2019; (b) Nhiệt độ trung bình năm và xu thế biến đổi.

##### 3.1.2. Nhiệt độ cao nhất

Nhiệt độ cao nhất tuyệt đối cao nhất thời kỳ 1978–2019 là 37,7 °C (tháng 5/2016); thấp nhất là 29,9 °C (tháng 12/1983), trung bình nhiệt độ cao nhất là 33,3 °C. Tại Trà Vinh ngoại

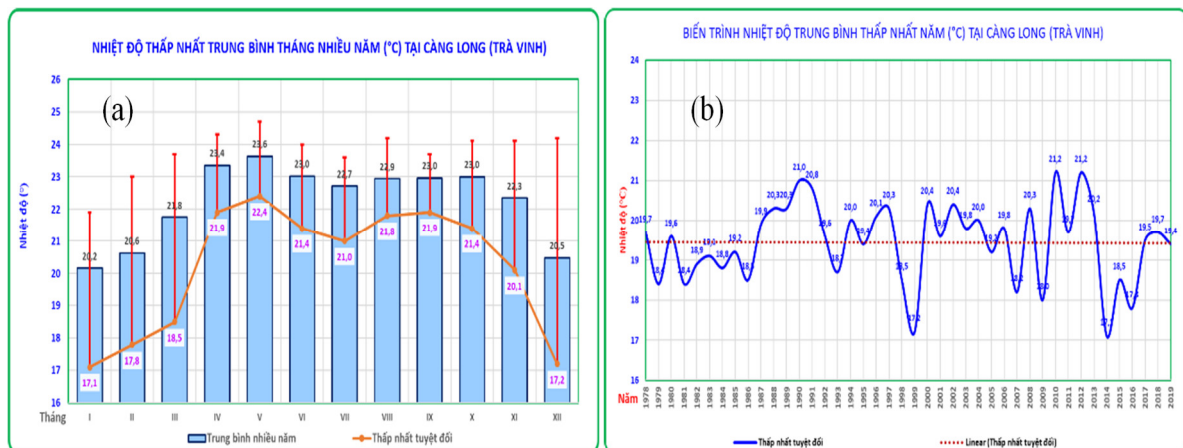
trừ tháng 12, 01 các tháng còn lại đều có nhiệt độ cao nhất tuyệt đối > 35 °C. Trong thời kỳ 1978–2019 tại Trà Vinh có 315 ngày có nhiệt độ cao nhất tuyệt đối  $\geq 35$  °C, trung bình khoảng 9,8 ngày/năm. Các tháng từ tháng 4 đến tháng 6 số ngày nắng nóng trung bình 2,2–6,4 ngày, năm 2016 có số ngày nắng nóng lên đến 24 ngày (**Error! Reference source not found.**, 3b).



**Hình 3.** (a) Nhiệt độ cao nhất trung bình và tuyệt đối tháng thời kỳ 1978–2019; (b) Nhiệt độ cao nhất tuyệt đối năm và xu thế biến đổi.

### 3.1.2. Nhiệt độ thấp nhất

Nhiệt độ thấp nhất tuyệt đối thấp nhất 17,1 °C (tháng 02/2014), nhiệt độ thấp nhất tuyệt đối cao nhất là 24,7 °C (tháng 5/2013), nhiệt độ thấp nhất tuyệt đối trung bình năm là 20,2 °C. Năm La-Nina mùa đông lạnh hơn năm có El-Nino, nhiệt độ các tháng 12 đến tháng 02 nhiệt độ thấp nhất hầu hết dưới 20 °C (Hình 4a, 4b).



**Hình 4.** (a) Nhiệt độ cao nhất trung bình và tuyệt đối tháng thời kỳ 1978–2019; (b) Nhiệt độ cao nhất tuyệt đối năm và xu thế biến đổi.

### 3.2. Đặc điểm mưa

Mưa biến động rất rõ rệt theo không gian và thời gian. Từ tháng 12 đến tháng 4 là mùa khô với lượng mưa trong 5 tháng của mùa khô trung bình chỉ chiếm 6,64%, năm cao nhất chiếm 20,95%, năm thấp nhất chiếm 0,68% tổng lượng mưa cả năm. Trong đó thời kỳ chuyển tiếp từ mùa khô sang mùa mưa (tháng 4) và từ mùa mưa sang mùa khô (tháng 11) có lượng mưa chiếm 10,81%, năm cao nhất chiếm 20,30%, năm thấp nhất chiếm 1,98% tổng lượng mưa cả năm. Mùa mưa kéo dài từ đầu tháng 5 cho đến khoảng giữa tháng 11. Mùa mưa cũng

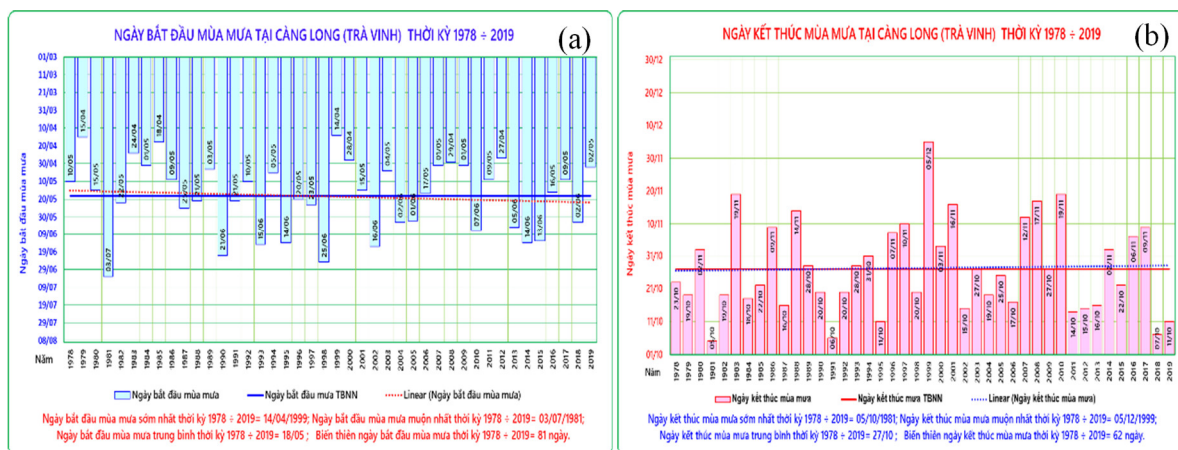
gắn liền với mùa hoạt động của các xoáy thuận nhiệt đới hoạt động trên vùng biển Tây Thái Bình Dương và Biển Đông. Lượng mưa trong 6 tháng mùa mưa chiếm đến 93,20%, năm cao nhất chiếm 99,32%, năm thấp nhất chỉ chiếm 79,05% tổng lượng mưa cả năm.

### 3.2.1. Thời kỳ bắt đầu mùa mưa

Việc xác định ngày bắt đầu mùa mưa và kết thúc là hết sức quan trọng cho một vùng trọng điểm về sản xuất nông nghiệp và du lịch nhất là vào thời kỳ này mùa đông lốc cũng bắt đầu. Trong thời kỳ chuyển tiếp cũng đã có những đợt mưa đông nhiệt, có khi lượng mưa rất lớn nhưng phân bố không đều theo không gian và thời gian, xảy ra trong một vài ngày rồi sau đó là khô hạn tiếp tục. Ngày bắt đầu mùa mưa sớm nhất thời kỳ 1978–2019 là ngày 14/4/1999; Ngày bắt đầu mùa mưa muộn nhất là ngày 03/7/1981; Ngày bắt đầu mùa mưa trung bình là ngày 18/05; Biên thiên ngày bắt đầu mùa mưa thời kỳ 1978–2019 là 81 ngày.

### 3.2.2. Thời kỳ kết thúc mùa mưa

Ngày kết thúc mùa mưa tại Cà Long (Trà Vinh) thường kết thúc mùa mưa vào từ cuối tháng 10 đến 20 ngày đầu tháng 11 (Hình 5a, 5b).

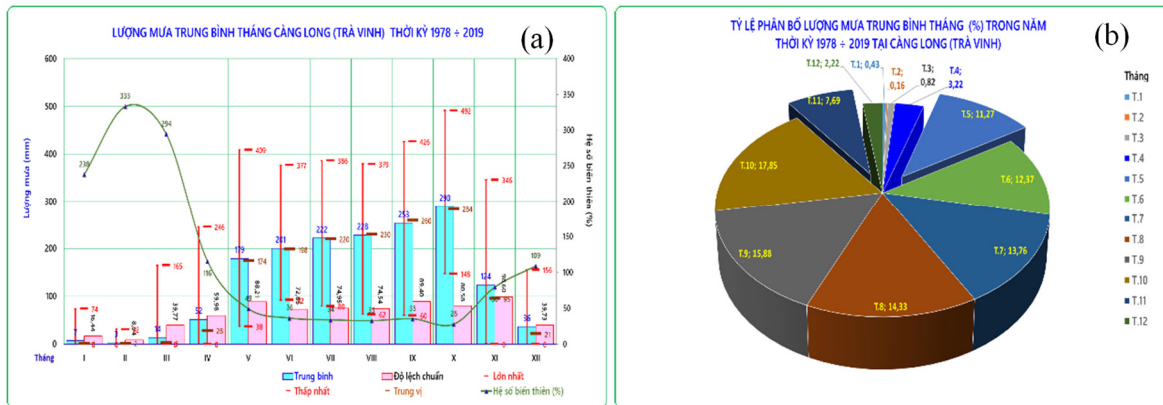


Hình 5. (a) Ngày bắt đầu mùa mưa thời kỳ 1978–2019; (b) Ngày kết thúc mùa mưa thời kỳ 1978–2019.

### 3.2.3. Phân bố lượng mưa tháng

Mùa mưa ở Trà Vinh từ tháng 5 đến tháng 11 kéo dài trong 7 tháng. Lượng mưa trong mùa mưa qua các năm biến động khá lớn phân phối khá đều trong các tháng mùa mưa, trừ tháng 4 và tháng chuyển tiếp từ mùa khô sang mùa mưa tháng 11, còn suốt trong 6 tháng từ tháng 5 đến tháng 10, lượng mưa các tháng biến động khá lớn. Tháng có lượng mưa lớn nhất thường xuất hiện vào các tháng 8, 9, 10, lượng mưa trung bình của tháng này vào khoảng 230–290 mm những năm mưa lớn lượng tại đây lên tới gần 500mm/tháng. Trong mùa mưa do ảnh hưởng của nhiều yếu tố nên trong thời kỳ này thường xuất hiện các đợt giảm mưa, hàng năm có từ 3 đến 5 đợt giảm mưa, các đợt giảm mưa thường kéo dài từ 4 đến 10 ngày xảy ra với tần suất nhiều hơn, còn những đợt giảm mưa dài ngày từ 11 đến 15 ngày thì xảy ra ít hơn khoảng 01 đến 02 đợt trong năm, những đợt giảm mưa có số ngày >15 thì rất hiếm xảy ra, khoảng 5 đến 10 năm mới có 01 đợt. Các tháng trong mùa khô từ tháng 12 đến tháng 4 năm sau, Trà Vinh từ tháng 12 đến tháng 3 lượng mưa trung bình không vượt quá 50 mm, có ít năm lượng mưa tháng trong thời kỳ này trên 100 mm, riêng các tháng 11 và tháng 4 tại đây có lượng mưa trung bình trên 100mm. Tuy vậy, có những năm dị thường lượng mưa có thể cao hơn rất nhiều gây ra mưa trái mùa. Từ tháng 5 đến tháng 6 lượng mưa trong các tháng này tăng lên rõ rệt, phổ biến trên 180–220 mm có năm lượng mưa tháng rất cao lên trên 400mm, nhưng có năm lượng mưa dưới 100 mm. Tháng 11, 12 lượng mưa bắt đầu giảm dần và

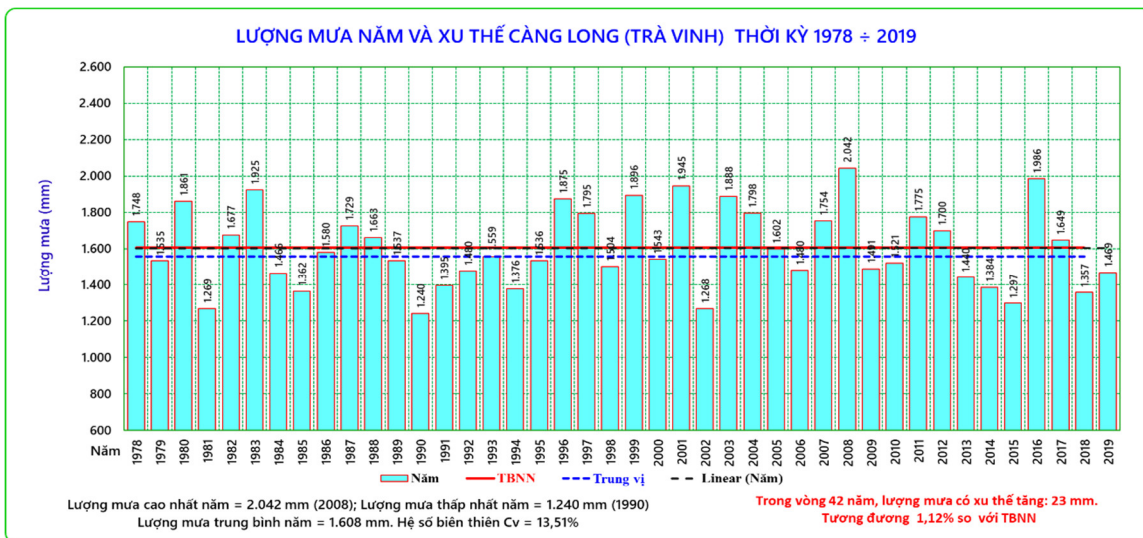
chuyên qua mùa khô các nơi chỉ còn phổ biến từ 50–120 mm (**Error! Reference source not found.**10, 11).



**Hình 6.** (a) Lượng mưa trung bình tháng thời kỳ 1978–2019; (b) Phân bố lượng mưa tháng trong năm thời kỳ 1978–2019.

### 3.2.4. Phân bố lượng mưa năm

Lượng mưa trung bình nhiều năm của Trà Vinh phân bố có sự phân hóa mạnh theo thời gian. Chênh lệch lượng mưa giữa các năm có lượng mưa nhiều nhất và năm có lượng mưa thấp nhất lên đến 300 mm. Năm 2008 có lượng mưa cao nhất năm 2.042 mm; Năm 1990 có lượng mưa thấp nhất năm 1.240 mm, lượng mưa trung bình năm 1.608 mm. Hệ số biến thiên lượng mưa năm  $C_v = 13,51\%$  (**Error! Reference source not found.**).



**Hình 7.** Lượng mưa năm và xu thế thời kỳ 1978–2019.

### 3.2.5. Phân bố số ngày mưa tháng

Số ngày mưa trung bình tháng tập trung vào các tháng từ tháng 5 đến tháng 10 phổ biến từ 17–22 ngày/tháng, các tháng chuyển mùa (tháng 4 và 11) số ngày mưa trung bình 5–10 ngày/tháng, các tháng mùa khô từ tháng 12 đến tháng 3 số ngày mưa rất ít trung bình 1–5 ngày/tháng (**Error! Reference source not found.**).

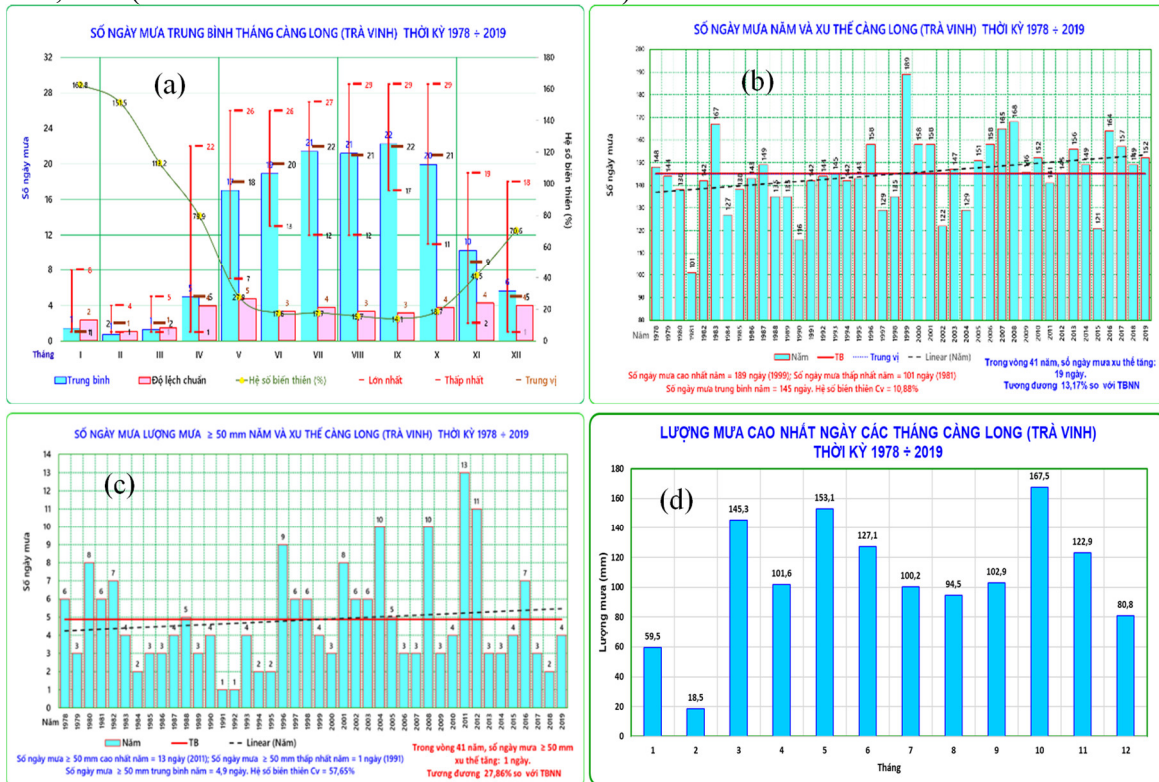
### 3.2.6. Số ngày mưa trong năm

Số ngày mưa năm trung bình nhiều năm của Trà Vinh phân bố có sự phân hóa mạnh theo thời gian (Hình 8b). Chênh lệch số ngày mưa giữa các năm có số ngày mưa nhiều nhất và năm có số ngày mưa thấp nhất lên đến 88 ngày. Năm 1999 có số ngày mưa nhiều nhất năm

189 ngày; Năm 1981 có số ngày mưa ít nhất 101 ngày, số ngày mưa trung bình năm 145 ngày. Hệ số biến thiên số ngày mưa năm  $C_v = 10,88\%$  (**Error! Reference source not found.**).

### 3.2.7. Số ngày có mưa trên 50 mm

Hàng năm tại Trà Vinh đều có lượng mưa trên 50 mm, có thể ảnh hưởng không thuận lợi đến sản xuất và đời sống. Theo số liệu thống kê về số ngày mưa  $\geq 50$  mm thời kỳ 1978–2019. Năm 2011 có số ngày mưa  $\geq 50$  mm nhiều nhất năm 13 ngày; Năm 1991 số ngày mưa  $\geq 50$  mm ít nhất năm 1 ngày, Số ngày mưa  $\geq 50$  mm trung bình năm 4,9 ngày. Hệ số biến thiên  $C_v = 57,65\%$  (**Error! Reference source not found.**).



**Hình 8.** (a) Số ngày mưa tháng thời kỳ 1978–2019; (b) Số ngày mưa năm và xu thế thời kỳ 1978–2019; (c) Số ngày mưa  $\geq 50$  mm năm và xu thế thời kỳ 1978–2019; (d) Số ngày mưa tháng thời kỳ 1978–2019.

### 3.2.8. Lượng mưa cực trị

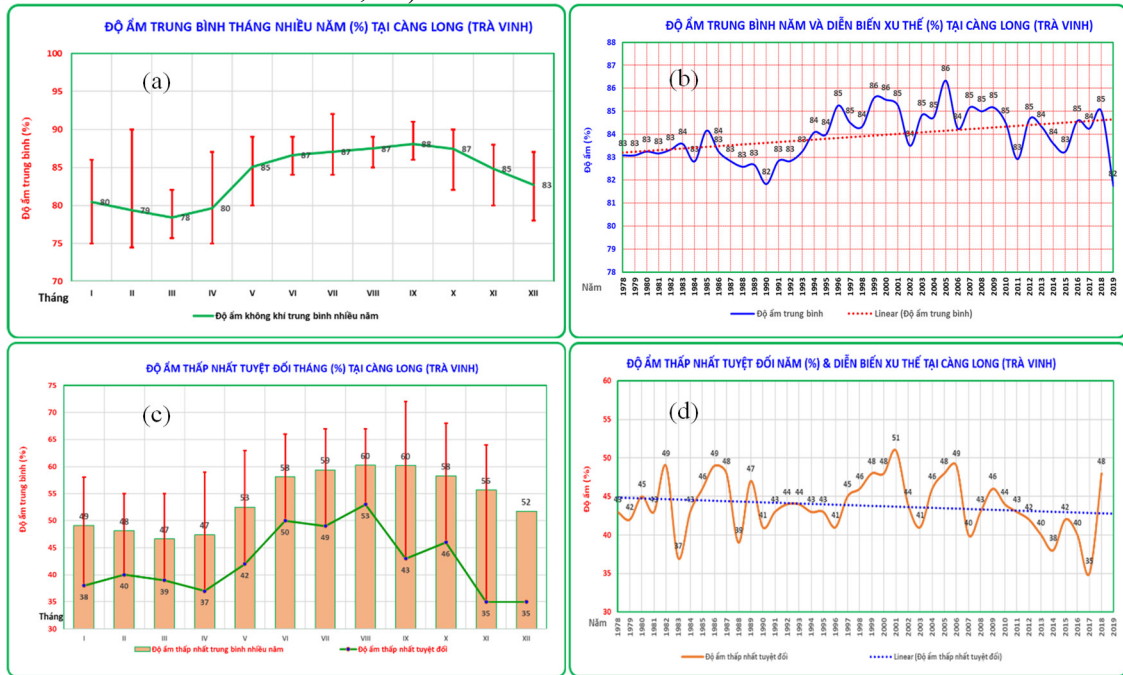
Lượng mưa ngày cực trị trong các tháng thời kỳ 1978–2019 tại Trà Vinh 167,5 mm (26/9/1979), ngoài trừ tháng 12, 1, 2 các tháng còn lại lượng mưa cực trị đều trên 100 mm (**Error! Reference source not found.**).

### 3.3. Độ ẩm không khí

Trà Vinh là vùng giáp biển nằm trong khu vực chịu ảnh hưởng của gió mùa, độ ẩm trung bình năm vào khoảng 84%. Độ ẩm có giá trị cao vào thời kỳ của mùa mưa kéo dài từ tháng 5 đến tháng 11 có giá trị trung bình năm trên 85–87%. Tháng ẩm nhất là tháng 9 đến tháng 10 với độ ẩm vào khoảng 87–88%, đây cũng là tháng mà lượng mưa có giá trị lớn nhất năm. Độ ẩm thường có giá trị nhỏ vào các tháng mùa khô, độ ẩm trung bình tháng thường thấy ở mùa khô là 78–80%, tháng 02, 3 có độ ẩm thấp nhất dưới 80%. Độ ẩm trung bình của tháng có giá trị lớn nhất và nhỏ nhất chênh lệch khoảng 10% (**Error! Reference source not found.**, 9b).



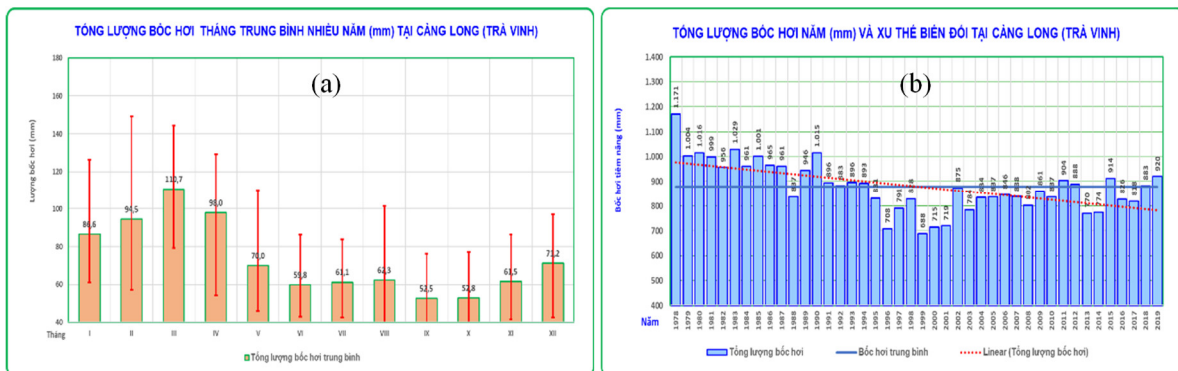
Độ ẩm không khí thấp nhất hai mùa khô và mưa đều có thể xuống khác với không khí trong mùa mưa, vì chúng ảnh hưởng của hai loại khối không khí khác nhau hoàn toàn độ ẩm thấp nhất dưới 50%, nhưng lại khác nhau do bản chất khô của không khí trong mùa đông. Độ ẩm thấp nhất tuyệt đối trung bình 54%, cao nhất 75% (1995), thấp nhất 35% (2017) (**Error! Reference source not found.**, 9d).



**Hình 9.** (a) Độ ẩm trung bình tháng thời kỳ 1978–2019; (b) Độ ẩm trung bình năm và xu thế biến đổi; (c) Độ ẩm thấp nhất tháng thời kỳ 1978–2019; (d) Độ ẩm thấp nhất năm và xu thế biến đổi.

### 3.4. Bốc hơi

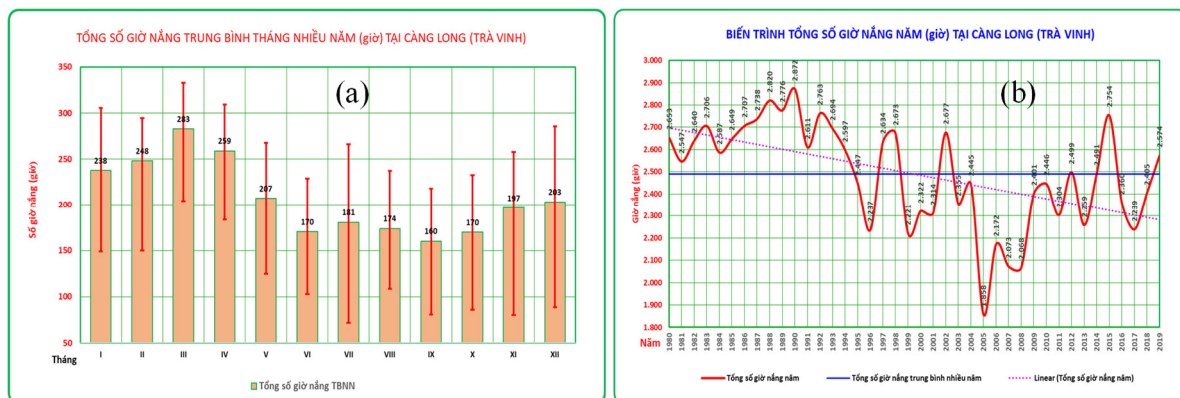
Tổng lượng bốc hơi khả năng năm ở Trà Vinh khá cao. Hàng năm tổng lượng bốc hơi trung bình đạt 861 mm, phân bố khá đều theo các tháng mùa mưa, mùa khô lớn hơn, năm 1978 có tổng lượng bốc hơi lớn nhất 1.1701 mm, năm 1999 có tổng lượng bốc hơi nhỏ nhất 689 mm. Các tháng mùa khô từ tháng 12 năm nay đến tháng 4 năm sau dao động từ 71–110 mm/tháng, trong đó tháng có tổng lượng bốc hơi cao nhất là tháng 3, 4 dao động từ 100–110 mm. Sang các tháng mùa mưa tổng lượng bốc hơi giảm rõ rệt dao động từ 50–70 mm và tháng có tổng lượng bốc hơi nhỏ nhất là tháng 9, 10 là 52mm, thời gian này trùng với thời gian mùa mưa chính ở Trà Vinh. Tổng lượng bốc hơi ngày theo trung bình năm dao động từ 02–04 mm. (**Error! Reference source not found.**, 10b).



**Hình 10.** (a) Tổng lượng bốc hơi tháng thời kỳ 1978–2019; (b) Tổng lượng bốc hơi năm và xu thế biến đổi.

### 3.5. Số giờ nắng

Do nằm ở vĩ độ thấp, quanh năm độ dài ban ngày lớn lại thêm hàng năm có cả một thời kỳ mùa khô trời ít mây kéo dài 5 tháng nên Trà Vinh là một trong những nơi có thời gian nắng nhiều. Tổng số giờ nắng trung bình hàng năm tại Trà Vinh 2.490 giờ, năm có số giờ nắng cao nhất lên đến 2.871 giờ, năm có số giờ nắng thấp nhất 1.858 giờ (2005), từ năm 1980 đến năm 2019 xu thế số giờ nắng có khuynh hướng giảm dần. Trong suốt các tháng mùa khô từ tháng 12 đến tháng 4, số giờ nắng trung bình mỗi tháng dao động từ 200–280 giờ, mỗi ngày trung bình có tới 7–9 giờ. Trong mùa khô từ tháng 12 đến tháng 4 là các tháng có thời gian nắng nhiều nhất, trung bình hàng tháng có từ 220–250 giờ. Các tháng ít nắng là những tháng mùa mưa, số giờ nắng trung bình hàng tháng trong khoảng trên dưới 160 giờ, trung bình mỗi ngày 5–6 giờ. Tháng ít nắng nhất là tháng 8, 9 và 10, trung bình hàng tháng từ 160–170 giờ nắng. Như vậy, số giờ nắng của tháng ít nắng nhất chỉ xấp xỉ bằng một nửa số giờ nắng của tháng cực đại. Sự chênh lệch số giờ nắng này cũng phản ánh rõ nét sự tương phản giữa hai mùa: mùa khô và mùa mưa ẩm (**Error! Reference source not found.**, 11b).



**Hình 11.** (a) Tổng giờ nắng tháng thời kỳ 1978–2019; (b) Tổng giờ nắng năm và xu thế biến đổi.

### 3.6. Đặc điểm gió

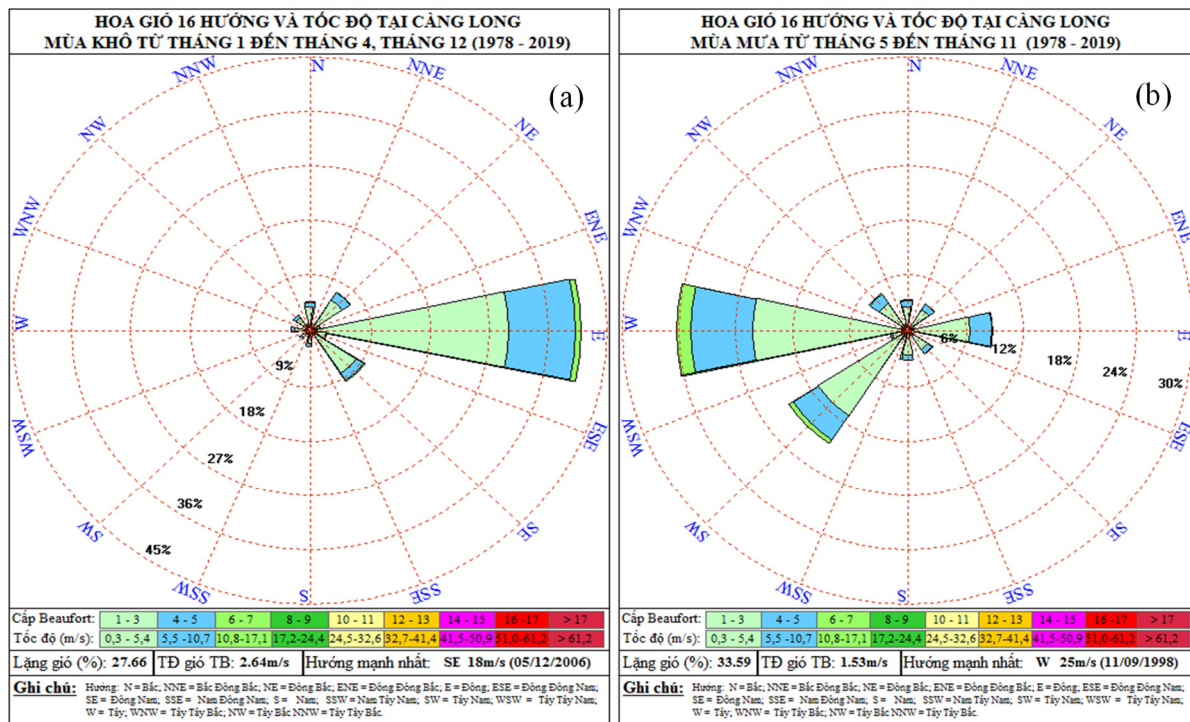
Khí hậu Trà Vinh mang đầy đủ tính chất chung của khí hậu nhiệt đới gió mùa chịu tác động bởi gió mùa đông bắc và tây nam. Do sự biến đổi các dạng hoàn lưu khí quyển mang tính tuần hoàn nên chế độ gió cũng có sự biến đổi tuần hoàn. Từ tháng 5 đến tháng 11, hướng gió ưu thế là Tây đến Tây Nam. Những gió có thành phần Đông chiếm một tần suất không đáng kể. Từ tháng 12 đến tháng 4 năm sau, hướng gió thịnh hành vào mùa này là gió Đông đến Đông Nam tần suất cao. Riêng những tháng 01 đến tháng 4 gió thành phần Đông chiếm ưu thế. Gió có thành phần Tây có tần suất không đáng kể dưới 10% chủ yếu là các tháng chuyển mùa (Hình 12a, 12b) [3].

## 4. Kết luận

Nằm trong khu vực nội chí tuyến gió mùa, khí hậu tỉnh Trà Vinh mang những đặc điểm chung của khí hậu nhiệt đới gió mùa, ngoài ra do vị trí địa lý, tính chất địa hình nên khí hậu Trà Vinh mang cả tính chất vùng khí hậu Nam Bộ. Nhiệt độ cao, nắng và lượng mưa nhiều, không có mùa đông lạnh. Khí hậu cơ bản chia làm 02 mùa rõ rệt, mùa khô bắt đầu từ tháng 12–4 và mùa mưa bắt đầu từ tháng 5–11.

Nhiệt độ: Trà Vinh có nền nhiệt độ cao quanh năm và ít biến động. Không có mùa lạnh, các tháng trong năm là mùa nóng, chỉ có 02–03 tháng là mùa mát. Nhiệt độ không khí trung bình năm khoảng 26,8 °C. Nhiệt độ cao nhất là 37,7 °C (tháng 5/2016), nhiệt độ thấp nhất 17,1 °C (tháng 01/2014). Sự biến đổi về nhiệt độ không khí trung bình có nền nhiệt độ tăng rất đáng kể từ năm 1978 đến nay.

Mưa: Lượng mưa năm ở Trà Vinh có sự phân hóa mạnh theo không gian, thời gian trong năm. Tổng lượng mưa trung bình năm 1.608 mm. Ngày bắt đầu mùa mưa trung bình khoảng 18/5; ngày kết thúc mùa mưa khoảng 27/10.



Hình 12. (a) Tần suất gió mùa khô thời kỳ 1978–2019; (b) Tần suất gió mùa mưa.

**Đóng góp của tác giả:** Xây dựng ý tưởng nghiên cứu: N.C.T., N.Đ.Q.; Lựa chọn phương pháp nghiên cứu: N.C.T., N.Đ.Q.; Xử lý số liệu: N.C.T.; Viết bản thảo bài báo: N.C.T., N.Đ.Q.; Chỉnh sửa bài báo: N.C.T., N.Đ.Q.

**Lời cảm ơn:** Nghiên cứu này được thực hiện dưới sự tài trợ của đề tài nghiên cứu khoa học cấp tỉnh Trà Vinh. Bên cạnh đó, tập thể tác giả trân trọng cảm ơn sự giúp đỡ của lãnh đạo Đài Khí tượng Thủy văn khu vực Nam Bộ thực hiện nghiên cứu này.

**Lời cam đoan:** Tập thể tác giả cam đoan bài báo này là công trình nghiên cứu của tập thể tác giả, chưa được công bố ở đâu, không được sao chép từ những nghiên cứu trước đây; không có sự tranh chấp lợi ích trong nhóm tác giả.

### Tài liệu tham khảo

1. Thanh, T.D.; Saito, Y.; Huy, D.V.; Lap, N.V.; Oanh, T.T.K. Regimes of human and climate impacts on coastal changes in Vietnam. *Reg. Environ. Change* **2004**, *4*, 49–62. <https://doi.org/10.1007/s10113-003-0062-7>.
2. Ngữ, N.Đ.; Hiệu, N.T. Khí hậu và tài nguyên khí hậu Việt Nam. Nhà xuất bản Nông nghiệp, Hà Nội, 2004.
3. Toàn, P.N.; Đắc, P.T. Khí hậu Việt Nam, Nhà xuất bản Khoa học và Kỹ thuật, 1993.
4. Phùng, N.K. và cs Xây dựng tập bản đồ khí tượng thủy văn thành phố Hồ Chí Minh: Báo cáo tổng kết đề tài nghiên cứu khoa học cấp thành phố. Sở Khoa học và Công Nghệ Thành phố Hồ Chí Minh, 2012.
5. Lan, H.N. Hậu Nông nghiệp Nam Bộ Việt Nam. Nhà xuất bản Khoa học và Kỹ Thuật, 2016.
6. Ninh, L.V. Nghiên cứu xây dựng cơ sở dữ liệu khí tượng thủy văn tỉnh An Giang trong bối cảnh biến đổi khí hậu: Báo cáo tổng kết đề tài nghiên cứu khoa học cấp tỉnh. Sở Khoa học và Công Nghệ tỉnh An Giang, 2017.
7. Chức, P.V. Xây dựng Atlas khí hậu tỉnh Bình Dương: Báo cáo tổng kết đề tài nghiên cứu khoa học cấp tỉnh. Đài Khí tượng Thủy văn tỉnh Bình Dương, 2010.

8. Thông, V.V. Nghiên cứu đặc điểm khí hậu và bước đầu đánh giá sự tác động của biến đổi khí hậu đến vùng Gò Công tỉnh Tiền Giang. Đài Khí tượng Thủy văn tỉnh Tiền Giang, 2013.
9. Giám, N.M. Phần mềm tính tần suất gió, Đài Khí tượng Thủy văn khu vực Nam Bộ, 2019.

## **Research on climate characteristics of Tra Vinh Province**

**Dang Thanh Tam<sup>1</sup>, Nguyen Thi Phuong Chi<sup>2</sup>**

<sup>1</sup>Tra Vinh Province Hydrometeorological Center; thanhtamcn2808@gmail.com

<sup>2</sup>Ho Chi Minh city University of Natural Resources and Environment;  
ntpchi@hcmunre.edu.vn

**Abstract:** For the rational use of climate resources, analysis and assessment of climate resources are needed. Research results indicate that Tra Vinh has a typically tropical monsoon and climate, with abundant rainfall, high and uniform temperatures, and high humidity all year round. Many climate variables, such as monthly average temperatures, do not show a large month-to-month variation. However, many variables exhibit prominent diurnal (or daily) variations from hour to hour, indicating the strong influence that solar heating has on the local climate. Tra Vinh's climate is characterised by two monsoon seasons separated by inter-monsoonal periods. The Northeast Monsoon occurs from December to early April and the Southwest Monsoon from May to November. The temperatures in Tra Vinh vary slightly from month to month. April and May have the highest average monthly temperature and December and January have the coolest ones. Based on the results of the characteristics of Tra Vinh province, it is possible to achieve sustainable development and protect the area in the context of climate change.

**Keywords:** Temperature; Precipitation; Humidity; Evaporation; Sunshine; Wind.

Bài báo khoa học

## Thử nghiệm đánh giá khách quan chất lượng dự báo nhiệt độ bằng phần mềm trong nghiệp vụ dự báo

Lê Đại Thắng<sup>1\*</sup>, Nguyễn Việt Lành<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Trung tâm Thông tin và Dữ liệu khí tượng thủy văn; ledaithang.73@gmail.com

<sup>2</sup> Trường Đại học Tài nguyên và Môi trường Hà Nội; nvlanh@hunre.edu.vn

\* Tác giả liên hệ: ledaithang.73@gmail.com; Tel: +84-989066595

Ban Biên tập nhận bài: 5/8/2020; Ngày phản biện xong: 1/9/2020; Ngày đăng: 25/9/2020

**Tóm tắt:** Trong dự báo thời tiết điểm hiện nay tại Việt Nam, để tiến hành thực hiện bài toán đánh giá chất lượng dự báo các yếu tố dự báo sẽ được phân chia thành hai loại: biến theo pha (phân nhóm) và biến liên tục, đối với mỗi loại biến sẽ yêu cầu tính toán các chỉ số sai số dự báo và áp dụng kỹ thuật phân tích khác nhau. Trong phạm vi nghiên cứu này, Chúng tôi sử dụng phương pháp chuẩn đánh giá chất lượng dự báo bằng sự kết hợp của hai kỹ thuật phân tích toán đồ tự điểm và phân tích tham số, áp dụng đánh giá chất lượng dự báo yếu tố nhiệt độ cực trị ngày (biến liên tục) trong tháng 4 năm 2020 cho điểm Hà Nội bằng phần mềm tự động đánh giá khách quan chất lượng dự báo. Kết quả nghiên cứu cho thấy sai số dự báo nhiệt độ tối cao lớn hơn sai số dự báo nhiệt độ tối thấp và giá trị nhiệt độ cực trị ở các hạn dự báo đa phần thường dự báo thấp hơn so với giá trị quan trắc, ngoài ra còn rất nhiều thông tin khác rất hữu ích về chất lượng dự báo, kết quả nghiên cứu sẽ trợ giúp Dự báo viên và người quản lý kịp thời điều chỉnh dự báo và có kế hoạch nghiên cứu, cải tiến và phát triển nâng cao trình độ dự báo trong tương lai.

**Từ khóa:** Dự báo điểm; Đánh giá chất lượng dự báo; Phương pháp chuẩn.

### 1. Mở đầu

Tổ chức khí tượng thế giới (WMO) đã phát hành tài liệu về các phương pháp đánh giá chất lượng dự báo, các phương pháp đánh giá chất lượng dự báo được nêu ra chủ yếu là thống kê với các tham số. Cần lưu ý là trong đánh giá chất lượng dự báo, WMO rất coi trọng về phương pháp, WMO đã tổ chức tới 7 Hội thảo quốc tế về phương pháp đánh giá dự báo, Hội thảo gần đây nhất được tổ chức vào tháng 5/2017 tại Đức với chủ đề: Phương pháp đánh giá dự báo theo không gian và thời gian [1,3]. Có nhiều kỹ thuật dùng để đánh giá chất lượng dự báo, kỹ thuật được sử dụng nhiều là lý thuyết [2-4], theo đó có 3 vấn đề cần đánh giá: (1) Độ chính xác: được tính bằng nhiều công thức phức tạp cho kết quả độ chính xác dự báo được so sánh bởi tần suất phân bố khác nhau giữa giá trị dự báo và quan trắc; (2) Kỹ năng: được đánh giá bởi giá các thông tin được thêm vào trong quá trình dự báo; (3) Độ tin cậy: cho biết sự quan hệ chặt chẽ giữa giá dự báo với thực tế, ý nghĩa của nó cho biết phương pháp dự báo có “độ tin cậy” được đảm bảo hay không. Với ba nội dung nêu trên, nghiên cứu lựa chọn yếu tố dự báo là nhiệt độ cực trị để làm đối tượng nghiên cứu ứng dụng phương pháp chuẩn đánh giá chất lượng dự báo.

### 2. Số liệu và phương pháp nghiên cứu

#### 2.1 Nguồn số liệu đầu vào

Nguồn số liệu đầu vào là số liệu dự báo nhiệt độ cực trị ngày tháng 4 năm 2020 của Trung tâm Dự báo khí tượng thủy văn (KTTV) quốc gia, dự báo cho 63 điểm đặc trưng của 63 tỉnh/thành phố của Việt Nam, với hạn dự báo từ 1 đến 10 ngày và số liệu quan trắc nhiệt độ cực trị tương ứng với các vị trí của điểm dự báo của 63 trạm khí tượng để so sánh và tính toán các chỉ số sai số của dự báo của yếu tố nhiệt độ tối cao (Tx) và nhiệt độ tối thấp ngày (Tn).

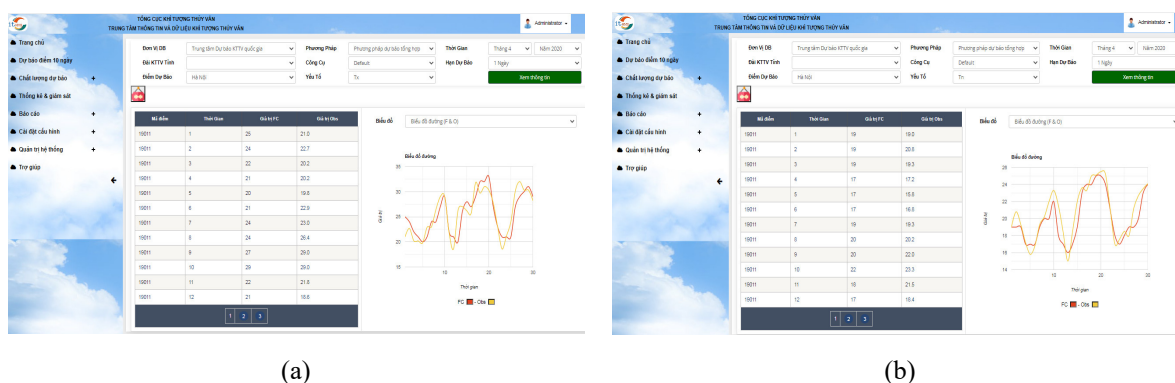
### 2.2. Phương pháp chuẩn đánh giá chất lượng dự báo

Phương pháp đánh giá chất lượng cổ điển là phương pháp thị giác (eyeball), cách phổ biến là trình bày dữ liệu dưới dạng biểu đồ đường và điểm theo thời gian, sau đó xem xét giá trị dự báo và quan trắc gần hay xa nhau và sử dụng phán đoán của con người để phân tích các sai số dự báo.

Phần mềm tự động tính toán các chỉ số sai số dự báo: Bias, ME, MAE, MSE, RMSE, PC [1].

## 3. Kết quả và thảo luận

Sau khi Hệ thống thu nhận đầy đủ số liệu dự báo và quan trắc, phần mềm dựa trên cơ sở dữ liệu đã có sẽ tự động tính toán thống kê các chỉ số sai số dự báo nhiệt độ cực trị ngày và hiển thị kết quả chất lượng dự báo của từng điểm riêng biệt với hạn dự báo từ 1 đến 10 ngày tại 63 điểm dự báo. Kết quả đánh giá chất lượng dự báo nhiệt độ cực trị ngày của các hạn dự báo từ 1 đến 10 ngày trong tháng 4/2020 cho điểm Hà Nội được dẫn ra trong Hình 1.



Hình 1. Kết quả dự báo và quan trắc Tx (a) và Tn (b) tháng 4/2020 của điểm Hà Nội.

Kết quả hiển thị trên phần mềm (hình 1a và 1b) chia 2 phần: bên trái là bảng dữ liệu gồm: Mã điểm dự báo, Ngày dự báo, Dữ liệu dự báo (Cột: Giá trị FC) và Giá trị quan trắc (Cột: Giá trị Obs), bên phải là các dạng biểu đồ mô tả giá trị dự báo và quan trắc của các ngày trong tháng, có thể xem kết quả của từng hạn dự báo khác nhau.

Kết quả đánh giá chất lượng dự báo có được thông qua việc phân tích biểu đồ và phân tích tham số thống kê sẽ được trình bày dưới đây:

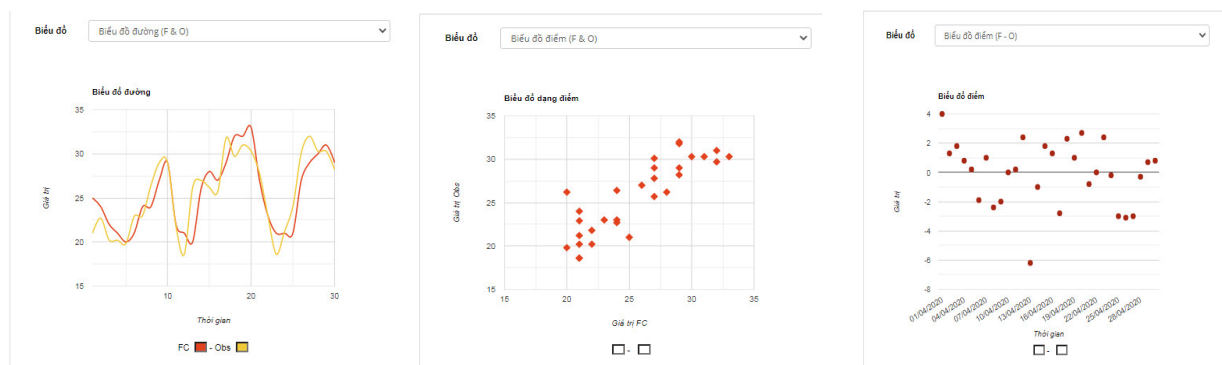
### 3.1 Kết quả phân tích biểu đồ

Kết quả dự báo của các hạn dự báo đối với yếu tố nhiệt độ cực trị các ngày trong tháng 4/2020 được hiển thị bằng ba loại biểu đồ:

- Biểu đồ đường (Hình 2a) là biến trình nhiệt độ cực trị: màu đỏ là giá trị nhiệt độ cực trị ngày dự báo, màu vàng là giá trị nhiệt độ cực trị ngày quan trắc;
- Biểu đồ điểm có tọa độ là các giá trị cực trị dự báo và giá trị cực trị quan trắc của các ngày trong tháng 4 (Hình 2b);
- Biểu đồ điểm giá trị sai số dự báo theo thời gian (Hình 2c).

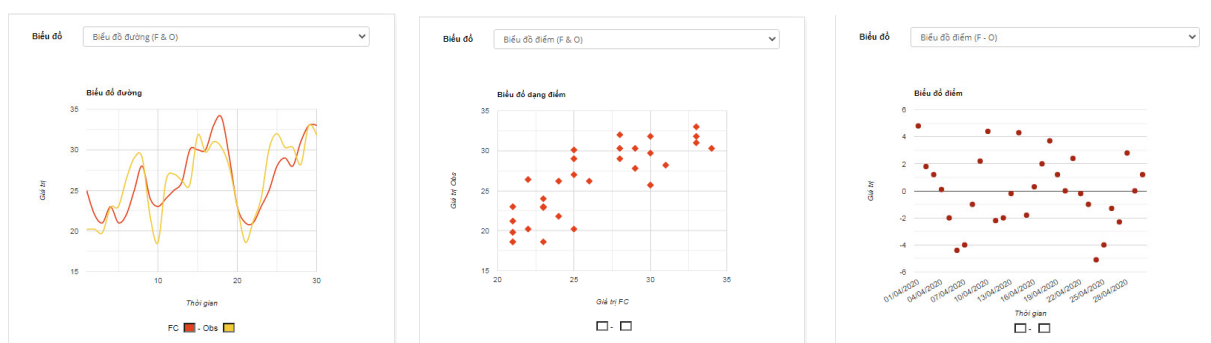
Do khuôn khổ của bài báo, chúng tôi chỉ dẫn biểu đồ kết quả dự báo và quan trắc nhiệt độ cực trị ngày với các thời hạn dự báo: 1, 3, 5, 7 và 10 ngày.

Kết quả dự báo nhiệt độ tối cao ngày của 5 hạn dự báo này được trình bày từ Hình 2 đến Hình 6.



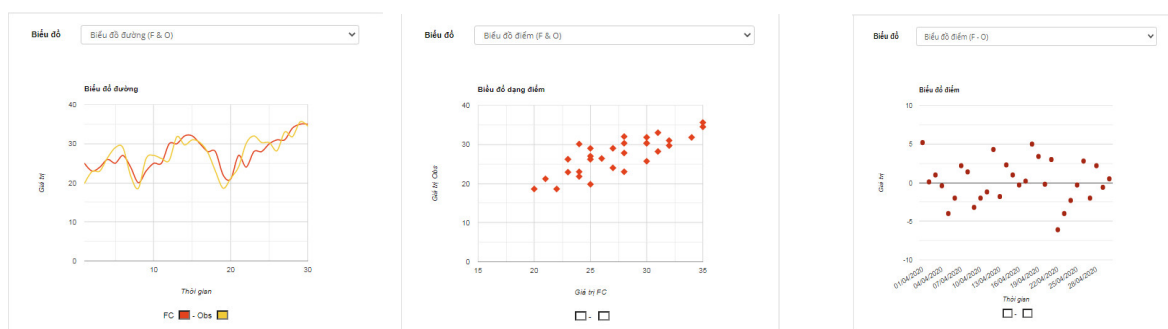
(a) Biểu đồ đường giá trị quan trắc và dự báo  
 (b) Biểu đồ điểm giá trị quan trắc và dự báo  
 (c) Biểu đồ sai số giá trị quan trắc và dự báo

**Hình 2.** Kết quả dự báo và quan trắc nhiệt độ tối cao ngày, hạn dự báo 1 ngày.



(a) Biểu đồ đường giá trị quan trắc và dự báo  
 (b) Biểu đồ điểm giá trị quan trắc và dự báo  
 (c) Biểu đồ sai số giá trị quan trắc và dự báo

**Hình 3.** Kết quả dự báo và quan trắc nhiệt độ tối cao ngày, hạn dự báo 3 ngày.

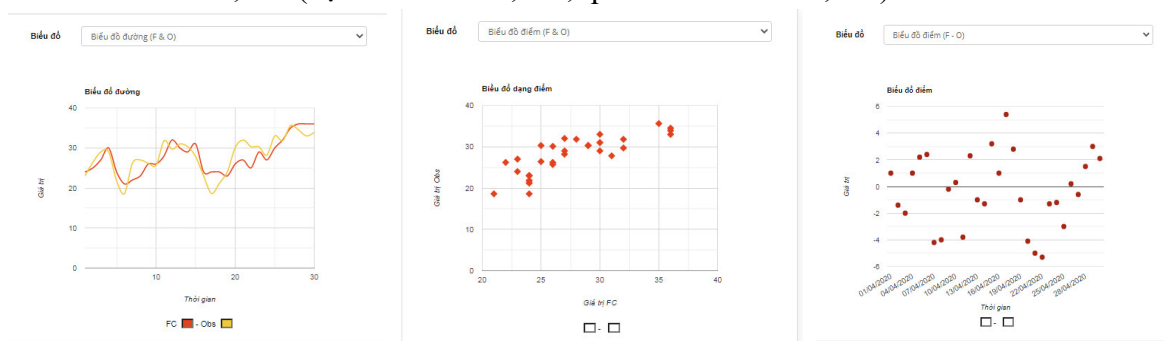


(a) Biểu đồ đường giá trị quan trắc và dự báo  
 (b) Biểu đồ điểm giá trị quan trắc và dự báo  
 (c) Biểu đồ sai số giá trị quan trắc và dự báo

**Hình 4.** Kết quả dự báo và quan trắc nhiệt độ tối cao ngày, hạn dự báo 5 ngày.

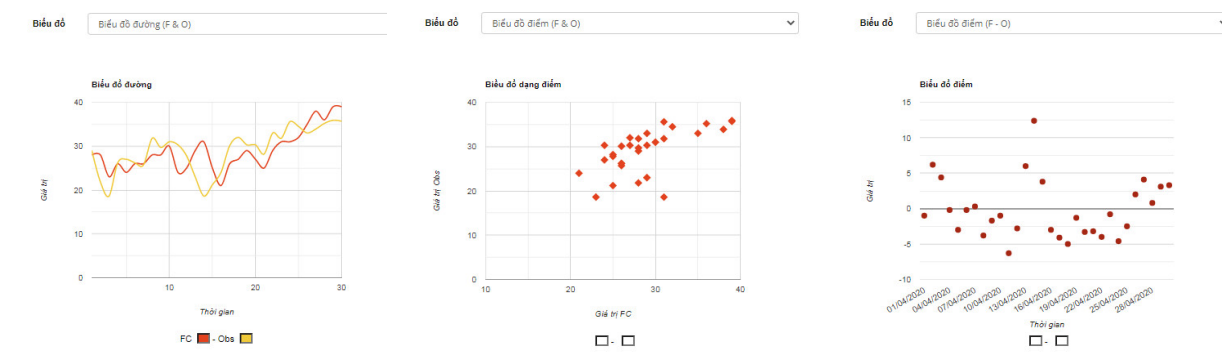
Phân tích trên biểu đồ đường (Hình a) của các hạn dự báo cho thấy, biến trình giá trị nhiệt độ tối cao ngày trong tháng 4 quan trắc được và giá trị nhiệt độ tối cao dự báo tương đối sát, xu thế biến đổi hàng ngày của nhiệt độ tối cao đều được dự báo điều chỉnh kịp thời, điều đó có nghĩa độ tin cậy và ổn định của phương pháp và công cụ dự báo. Riêng hạn dự báo 10 ngày

(Hình 6a) đã dự báo ngược xu thế: dự báo nhiệt độ tối cao tăng trong khi thực tế giảm, dẫn đến sai số lớn:  $12,4^{\circ}\text{C}$  (dự báo  $T_{x_{db}}=31,0^{\circ}\text{C}$ , quan trắc  $T_{x_{obs}}=18,6^{\circ}\text{C}$ ).



a) Biểu đồ đường giá trị quan trắc và dự báo      b) Biểu đồ điểm giá trị quan trắc và dự báo      c) Biểu đồ sai số giá trị quan trắc và dự báo

**Hình 5.** Kết quả dự báo và quan trắc nhiệt độ tối cao ngày, hạn dự báo 7 ngày.



a) Biểu đồ đường giá trị quan trắc và dự báo      b) Biểu đồ điểm giá trị quan trắc và dự báo      c) Biểu đồ sai số giá trị quan trắc và dự báo

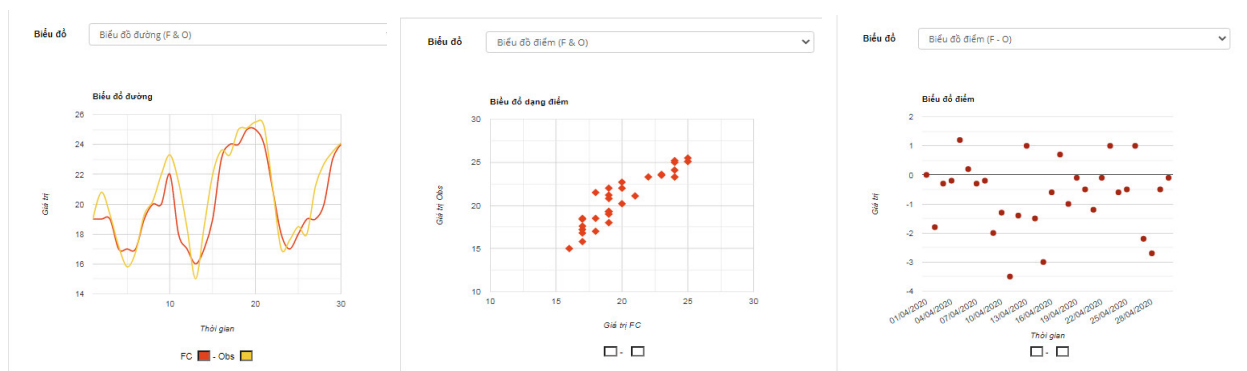
**Hình 6.** Kết quả dự báo và quan trắc nhiệt độ tối cao ngày, hạn dự báo 10 ngày.

Phân tích trên biểu đồ điểm (b) cho chúng ta thêm thông tin chi tiết hơn về kết quả dự báo: đối với hạn dự báo 1, 3 và 10 ngày các điểm có xu thế tập trung trên đường phân giác với hệ số góc tương đương, xấp xỉ bằng nhau, mặc dù sai số các hạn dự báo là khác nhau nhưng cho thấy độ ổn định của dự báo là rất tốt, riêng đối với các hạn dự báo 5 và 7 ngày, độ lệch của dự báo so với quan trắc lớn hơn ở những ngày có nhiệt độ cao.

Phân tích trên biểu đồ điểm sai số dự báo (c) cho thấy phần nhiều giá trị dự báo đều dưới ngưỡng giá trị thực đo (-), mức độ sai số của giá trị dự báo và quan trắc với giá trị dự báo là rất khác nhau tại các hạn dự báo, riêng hạn dự báo 10 ngày có số điểm sai số lệch âm nhiều hơn sai số dương, bên cạnh đó có những điểm nằm cách xa cần được phân tích chuyên sâu để tìm nguyên nhân đúc rút kinh nghiệm dự báo sau này.

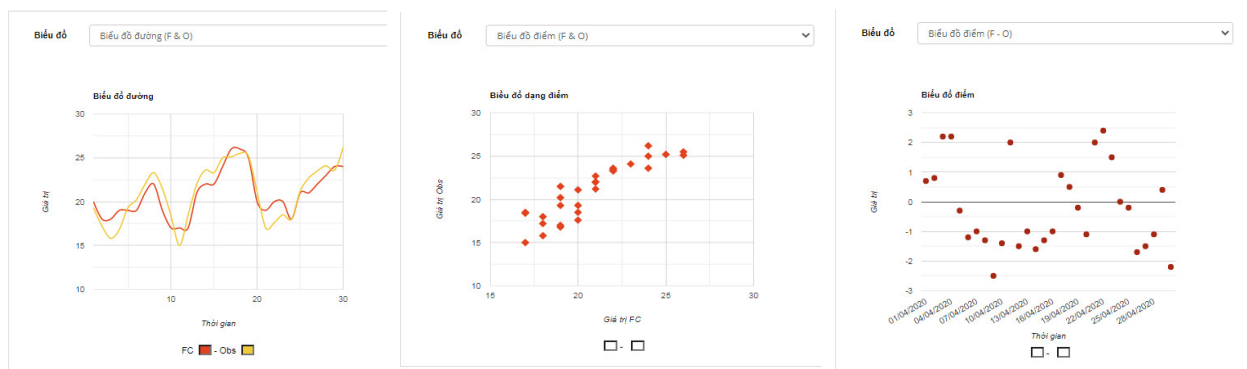
Kết quả dự báo nhiệt độ tối thấp ngày của 5 hạn dự báo này được trình bày từ Hình 7 đến Hình 11. Phân tích trên biểu đồ đường (a) của các hạn dự báo cho thấy biến trình giá trị quan trắc của nhiệt độ tối thấp ngày và giá trị nhiệt độ tối thấp dự báo trong tháng 4 là tương đối sát, xu thế biến đổi hàng ngày của nhiệt độ tối thấp ở hầu hết các hạn dự báo đều rất tốt, riêng hạn dự báo 5 và 7 ngày (Hình 9 và 10) có sai số lớn do dự báo ngược xu thế so với thực tế, điều đó cho thấy những ngày này đã có sự đột biến về thời tiết và các hạn dự báo này đã chưa kịp thời dự báo chính xác sự biến động của thời tiết.





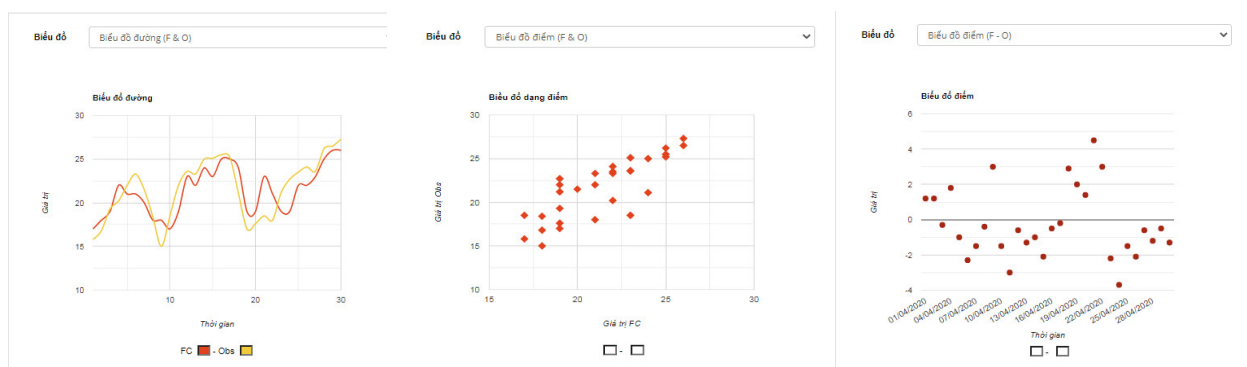
a) Biểu đồ đường giá trị quan trắc và dự báo      b) Biểu đồ điểm giá trị quan trắc và dự báo      c) Biểu đồ sai số giá trị quan trắc và dự báo

**Hình 7.** Kết quả dự báo và quan trắc nhiệt độ tối thấp ngày, hạn dự báo 1 ngày.



a) Biểu đồ đường giá trị quan trắc và dự báo      b) Biểu đồ điểm giá trị quan trắc và dự báo      c) Biểu đồ sai số giá trị quan trắc và dự báo

**Hình 8.** Kết quả dự báo và quan trắc nhiệt độ tối thấp ngày, hạn dự báo 3 ngày.

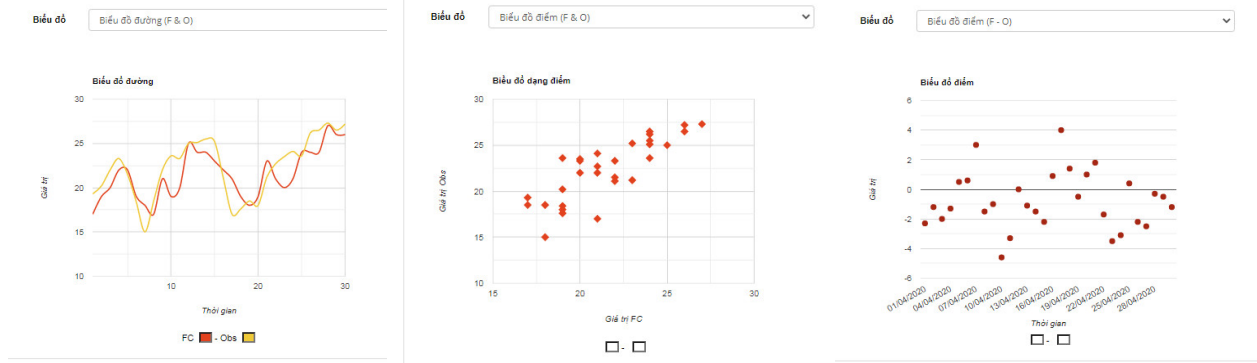


a) Biểu đồ đường giá trị quan trắc và dự báo      b) Biểu đồ điểm giá trị quan trắc và dự báo      c) Biểu đồ sai số giá trị quan trắc và dự báo

**Hình 9.** Kết quả dự báo và quan trắc nhiệt độ tối thấp ngày, hạn dự báo 5 ngày.

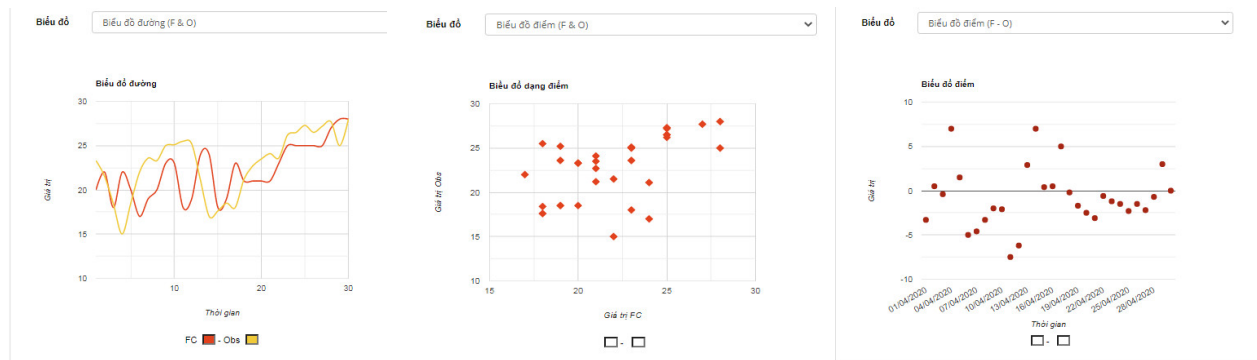
Phân tích trên biểu đồ điểm (b) cho thấy mức độ tập trung của các điểm chỉ ổn định ở các hạn dự báo 1 và 3 ngày, ngoài ra đối với các hạn dự báo khác (5 và 10 ngày) mức độ phân tán của các điểm là rất rộng, thường xảy ra ở các ngày có nhiệt độ thấp. Điều đó có nghĩa sai số

dự báo nhiệt độ tối thấp sẽ tương đối cao và đặc biệt cao ở những ngày có nhiệt độ thấp và ổn định và chính xác hơn ở những ngày có nhiệt độ cao.



a) Biểu đồ đường giá trị quan trắc và dự báo      b) Biểu đồ điểm giá trị quan trắc và dự báo      c) Biểu đồ sai số giá trị quan trắc và dự báo

**Hình 10.** Kết quả dự báo và quan trắc nhiệt độ tối thấp ngày, hạn dự báo 7 ngày.



a) Biểu đồ đường giá trị quan trắc và dự báo      b) Biểu đồ điểm giá trị quan trắc và dự báo      c) Biểu đồ sai số giá trị quan trắc và dự báo

**Hình 11.** Kết quả dự báo và quan trắc nhiệt độ tối thấp ngày, hạn dự báo 10 ngày.

Phân tích trên biểu đồ điểm sai số dự báo (c) cho thấy cũng giống như dự báo nhiệt độ tối cao ở trên, phần nhiều giá trị dự báo nhiệt độ tối thấp trong tháng 4 đều dưới ngưỡng giá trị thực đo (–), điều này phản ánh rất rõ trong Hình a khi mà đường biến trình dự báo luôn thấp hơn so với đường biến trình giá trị quan trắc, chúng ta có thể thấy rõ nhất ở Hình c, số điểm nằm dưới hoành độ (0) nhiều hơn số điểm nằm trên trục hoành.

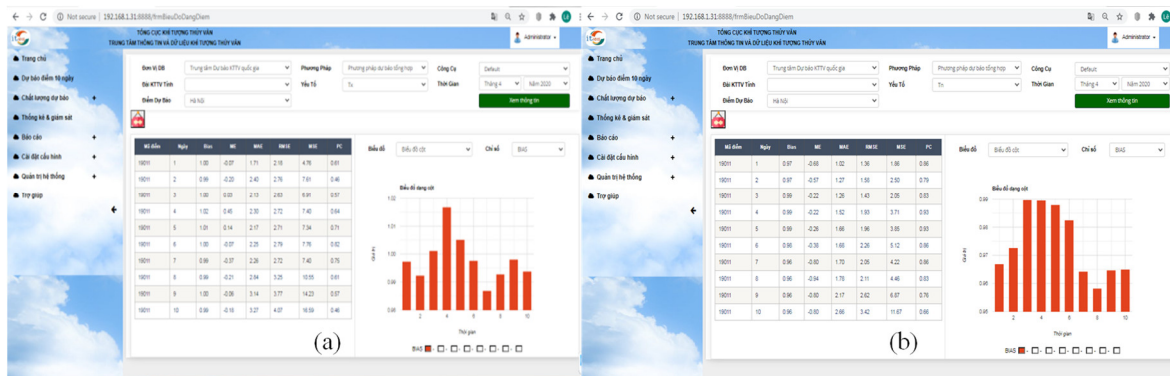
Sử dụng phương pháp phân tích các loại biểu đồ này các dự báo viên sẽ phân tích đánh giá sai số dự báo của phương pháp từ đó sẽ có những điều chỉnh kịp thời để nâng cao chất lượng dự báo nói chung và dự báo nhiệt độ cực trị nói riêng.

### 3.2 Kết quả tính toán, phân tích giá trị sai số dự báo

Chức năng của phần mềm không những hiển thị dữ liệu dưới dạng biểu đồ mà còn tự động tính toán các chỉ số sai số dự báo đối với các yếu tố dự báo là nhiệt độ tối cao ngày (Hình 12a) và nhiệt độ tối thấp ngày (Hình 12b) theo các hạn dự báo khác nhau (từ 1 đến 10 ngày) cho điểm dự báo Hà Nội tháng 4 năm 2020 và hiển thị kết quả trên giao diện của phần mềm.

Kết quả hiển thị trên phần mềm (hình 12a–12b) phân chia làm hai phần: Bảng dữ liệu bên trái là dữ liệu các chỉ số sai số của yếu tố dự báo tính toán đượ (dòng thứ nhất), bao gồm các chỉ số Bias, ME, MAE, RMSE, MSE và PC của các hạn dự báo từ 1 đến 10 ngày (cột

Ngày); Biểu đồ bên phải là mô tả giá trị các chỉ số đối với các hạn dự báo khác nhau (có 3 loại biểu đồ dùng để mô tả các dữ liệu của từng chỉ số hoặc tất cả các chỉ số đó là Biểu đồ dạng đường, Biểu đồ dạng cột và Biểu đồ dạng điểm).

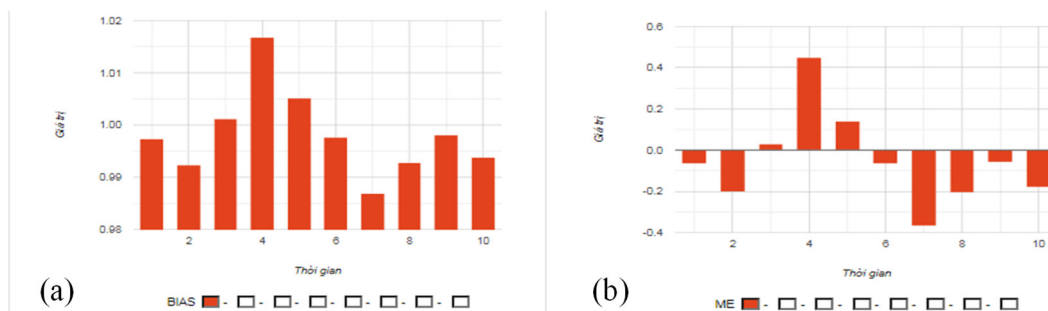


**Hình 12.** (a) Sai số dự báo nhiệt độ tối cao của các hạn dự báo; (b) Sai số dự báo nhiệt độ tối thấp của các hạn dự báo.

### 3.2.1 Kết quả sai số dự báo nhiệt độ tối cao

– Chỉ số Bias nhận giá trị từ 0,99 đến 1,02 (hình 13a), trong đó hầu hết các hạn dự báo độ lệch nhỏ, trong khi đa phần các hạn dự báo có giá trị Bias < 1 thì hạn dự báo 3, 4 và 5 ngày có độ lệch Bias > 1 cho thấy giá trị dự báo lớn hơn giá trị thực đo, còn lại đa phần các hạn dự báo khác đều dự báo thấp hơn giá trị thực đo. Độ lệch phản ánh mức độ tin cậy của hạn dự báo và giá trị dự báo tốt nhất tại hạn dự báo 3 ngày (Bias = 1,001).

– Chỉ số ME nhận giá trị từ -0,37 đến 0,45 (hình 13b), trong đó các hạn dự báo 2,3 và 4 ngày có sai số trung bình với giá trị dương (+) trong khi các hạn dự báo còn lại có sai số trung bình với giá trị âm (-), sai số lớn nhất thuộc về hạn dự báo 4 và 7 ngày phản ánh đúng như kết quả phân tích chỉ số Bias ở trên.



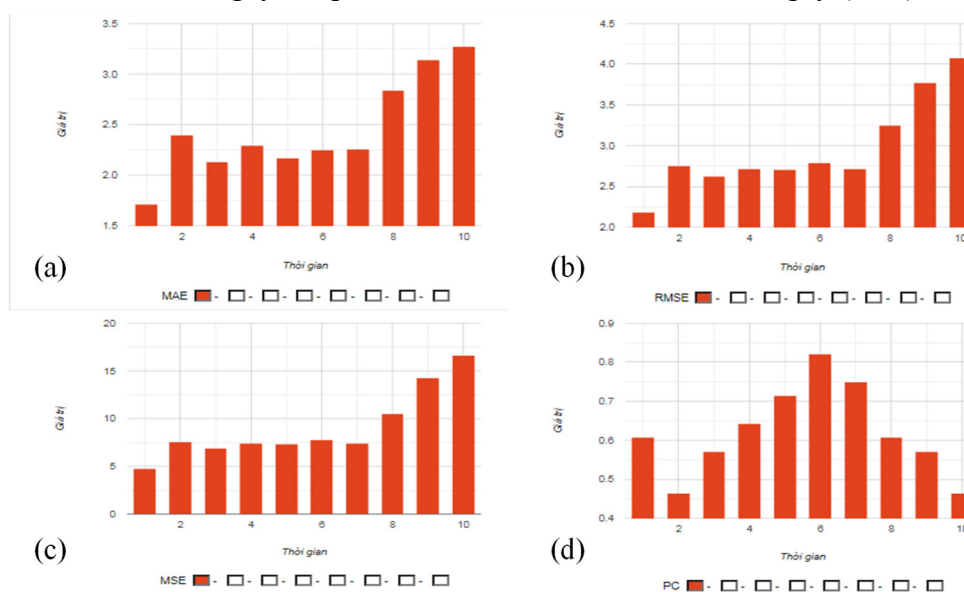
**Hình 13.** (a) Chỉ số Bias của các hạn dự báo; (b) Chỉ số ME của các hạn dự báo.

– Chỉ số MAE nhận giá trị từ 1,71 đến 3,27 (hình 14a), có nghĩa sai số tuyệt đối có xu thế tăng dần theo các hạn dự báo, hạn càng dài sai số càng lớn đúng với quy luật chung nhưng trong trường hợp này có sự bất thường khi sai số của hạn dự báo 5, 6 và 7 ngày lại tốt lên phản ánh quan hệ của giá trị dự báo và quan trắc chặt chẽ hơn.

– Chỉ số RMSE nhận giá trị từ 2,18 đến 4,07 (hình 14b), chỉ mức độ sai số trung bình của dự báo các giá trị sai số có xu thế tăng dần theo các hạn dự báo, hạn càng dài sai số càng lớn sai số cũng giống như biểu đồ chỉ số MAE đối với các hạn dự báo.

– Chỉ số MSE nhận giá trị từ 4,76 đến 16,59 (hình 14c), chỉ mức độ sai số trung bình của dự báo các giá trị sai số có xu thế tăng dần theo các hạn dự báo, hạn càng dài sai số càng lớn về bản chất cũng giống như biểu đồ chỉ số RMSE và MAE.

– Chỉ số PC nhận giá trị từ 0,46 đến 0,81 (hình 14d), chất lượng dự báo tốt nhất tại các hạn dự báo 5, 6 và 7 ngày, thấp nhất đối với hạn dự báo 2 và 10 ngày (0,46).



**Hình 14.** Chỉ số đánh giá của các hạn dự báo: (a) MAE; (b) RMSE; (c) MSE; (d) PC.

### 3.2.2 Sai số dự báo nhiệt độ tối thấp

– Chỉ số Bias nhận giá trị từ 0,96 đến 0,99 (hình 15a), giống như sai số dự báo nhiệt độ tối cao, hầu hết các hạn dự báo có độ lệch nhỏ ( $Bias < 1$ ) cho thấy các hạn dự báo đều dự báo nhiệt độ tối thấp thấp hơn giá trị quan trắc. Hạn dự báo 3, 4, 5, và 6 ngày có độ lệch  $Bias \approx 1$  phản ánh chất lượng dự báo tốt, độ lệch dự báo tốt nhất tại hạn dự báo 3 ngày ( $Bias = 0,99$ ). Độ lệch tại các hạn dự báo 7, 8, 9 và 10 cho thấy sai số dự báo lớn nhất.

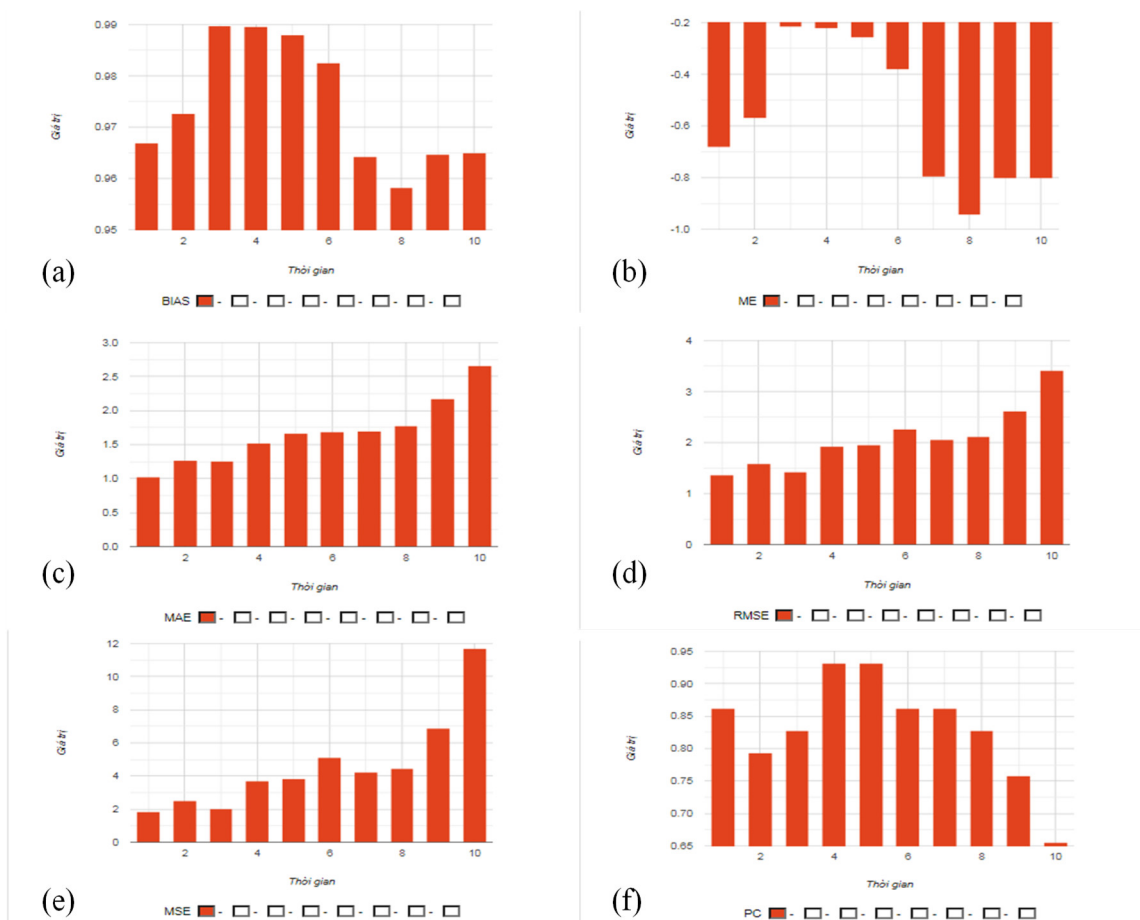
– Chỉ số ME nhận giá trị từ  $-0,22$  đến  $-0,94$  (hình 15b), phản ánh giá trị dự báo nhiệt độ tối thấp trong tất cả các hạn dự báo đều thấp hơn giá trị thực đo. Hạn dự báo 3, 4, 5 và 6 ngày có sai số trung bình nhỏ nhất, sai số lớn nhất thuộc về hạn dự báo 7, 8, 9 và 10 ngày tương đồng với kết quả phân tích chỉ số Bias ở trên.

– Chỉ số MAE nhận giá trị từ 1,02 đến 1,66 (hình 15c), có xu thế tăng dần theo các hạn dự báo, hạn càng dài sai số càng lớn đúng với quy luật chung.

– Chỉ số RMSE nhận giá trị từ 1,36 đến 3,42 (hình 15d), chỉ mức độ sai số trung bình của dự báo các giá trị sai số có xu thế tăng dần theo các hạn dự báo, hạn càng dài sai số càng lớn tương tự như biểu đồ chỉ số MAE.

– Chỉ số MSE nhận giá trị từ 1,86 đến 11,87 (hình 15e), chỉ mức độ sai số trung bình của dự báo các giá trị sai số có xu thế tăng dần theo các hạn dự báo, bản chất cũng giống như biểu đồ chỉ số RMSE và MAE.

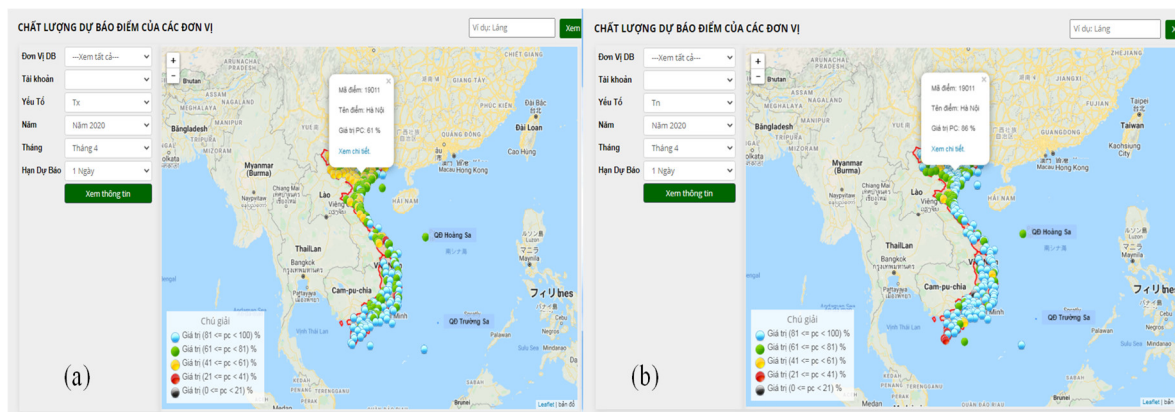
– Chỉ số PC nhận giá trị từ 0,66 đến 0,93 (hình 15f), chất lượng dự báo tốt nhất tại các hạn dự báo 4, 5 ngày ( $PC = 0,93$ ), thấp nhất đối với hạn dự báo 10 ngày ( $PC = 0,66$ ).



Hình 15. Chi số của các hạn dự báo: (a) Bias; (b) ME; (c) MAE; (d) RMSE; (e) MSE; (f) PC.

Để có thể xem kết quả chất lượng dự báo một các tổng quan nhất của tất cả các điểm dự báo, từ đó có thể so sánh, đánh giá chất lượng dự báo của điểm Hà Nội tháng 4 năm 2020 với tất cả các điểm dự báo khác (Hình 16), người dùng có thể lựa chọn Đơn vị dự báo, Yếu tố dự báo, Thời gian và Hạn dự báo sau đó kích vào nút Xem thông tin khi đó giao diện sẽ hiển thị các thông tin theo yêu cầu của người sử dụng tại trang chủ của hệ thống phần mềm.

Bản đồ phân bố chất lượng dự báo của từng yếu tố cho chúng ta biết chi tiết chất lượng của từng điểm dự báo cũng như tổng quan chung của tất cả các điểm dự báo từ đó cung cấp rất nhiều thông tin bổ ích cho nhà quản lý cũng như dự báo viên.



Hình 16. Chất lượng dự báo nhiệt độ cực trị điểm Hà Nội tháng 4 năm 2020: (a) Chất lượng dự báo Tx; (b) Chất lượng dự báo Tn.

#### 4. Kết luận

Phần mềm đánh giá chất lượng dự báo thời tiết điểm được xây dựng trên cơ sở lý thuyết của các nhà khoa học, hướng dẫn của WMO và quy định của Việt Nam [1, 9]. Trong khuôn khổ nội dung bài viết này Tác giả đã lựa chọn yếu tố nhiệt độ cực trị ngày để trình bày một trong rất nhiều tính năng của phần mềm đánh giá chất lượng dự báo thời tiết điểm nhằm mục đích giới thiệu một phương pháp phổ biến dùng để đánh giá chất lượng dự báo cho điểm Hà Nội trong tháng 4 năm 2020 của yếu tố nhiệt độ cực trị bằng kỹ thuật toán đồ thị điểm và Tính toán, phân tích các tham số sai số dự báo cho ta kết quả:

- Sai số dự báo nhiệt độ tối cao lớn hơn sai số dự báo nhiệt độ tối thấp;
- Giá trị nhiệt độ tối cao dự báo cao hơn giá trị quan trắc ở một vài hạn dự báo nhưng đa phần thường dự báo thấp hơn so với giá trị quan trắc, ngược lại đối với giá trị nhiệt độ tối thấp thường dự báo thấp hơn so với giá trị quan trắc;
- Chất lượng dự báo cả nhiệt độ tối cao và tối thấp đạt mức trung bình với hạn dự báo 1 ngày và giảm xuống tại hạn 2 ngày sau đó tăng lên và đạt chất lượng tốt nhất tại hạn dự báo 3, 4 ngày rồi giảm dần xuống thấp nhất tại hạn dự báo 10 ngày.

Việc sử dụng kết hợp đồng thời hai kỹ thuật phân tích giúp cho việc đánh giá chất lượng dự báo được nhanh chóng và chính xác, sai số dự báo tính được của từng yếu tố dự báo là thước đo kiểm tra mức độ chính xác của giá trị dự báo và giá trị quan trắc thực tế, đảm bảo sản phẩm dự báo thời tiết cung cấp và đáp ứng được yêu cầu người sử dụng, đảm bảo tính hiệu quả của hệ thống cung cấp sản phẩm dự báo thời tiết, đảm bảo độ tin cậy và giá trị của cơ quan cung cấp sản phẩm dự báo thời tiết.

Kết quả của phần mềm đánh giá chất lượng dự báo yếu tố nhiệt độ cực trị cho điểm Hà Nội, trong tháng 4/2020 chưa phản ánh gì nhiều trong nội dung của bài toán đánh giá chất lượng dự báo, nhưng kết quả ban đầu này có thể hứa hẹn sẽ có thể cung cấp cho dự báo viên có thông tin để kịp thời hiệu chỉnh hệ thống dự báo, trong tương lai khi phần mềm này được chính thức đưa vào hoạt động nghiệp vụ trong khoảng thời gian đủ dài, với dữ liệu đủ lớn, khi đó kết tính toán các chỉ số sai số dự báo của phần mềm sẽ cung cấp nhiều thông tin hữu ích và độ tin cậy hơn giúp các nhà khoa học nghiên cứu, phân tích và phát triển sản phẩm dự báo mới đồng thời phục vụ các nhà quản lý hỗ trợ ra quyết định chỉ đạo, điều hành chính xác và đạt hiệu quả cao.

**Đóng góp của tác giả:** Xây dựng ý tưởng nghiên cứu: LĐT, NVL; Lựa chọn phương pháp nghiên cứu: LĐT, NVL; Xử lý số liệu và tính toán: LĐT; Viết bản thảo bài báo: LĐT; Chỉnh sửa bài báo: NVL.

**Lời cảm ơn:** Nghiên cứu trên được thực hiện dưới sự tài trợ của đề tài nghiên cứu khoa học cấp Bộ TNMT, mã số: TMMT.2017.05.11. Vì vậy, trước tiên Chúng tôi xin gửi đến các chuyên gia khí tượng thủy văn cùng tập thể các cộng tác viên thực hiện đề tài: “*Nghiên cứu xây dựng hệ thống tự động đánh giá khách quan chất lượng dự báo tại các điểm trên khu vực Việt Nam*” lời cảm ơn chân thành, sâu sắc nhất. Đặc biệt, chúng tôi xin chân thành cảm ơn Lãnh đạo Tổng cục Khí tượng Thủy văn và các đơn vị chức năng đã tạo điều kiện thuận lợi để chúng tôi thực hiện và triển khai ứng dụng đề tài này.

**Lời cam đoan:** Tập thể tác giả cam đoan bài báo này là công trình nghiên cứu của tập thể tác giả, chưa được công bố ở đâu, không được sao chép từ những nghiên cứu trước đây; không có sự tranh chấp lợi ích trong nhóm tác giả.

#### Tài liệu tham khảo

1. Bộ Tài nguyên và Môi trường. Quy định kỹ thuật đánh giá chất lượng dự báo, cảnh báo khí tượng, Thông tư số 41/2017/TT-BTNMT, 2017.

2. WMO, 7th International Verification Methods Workshop. Forecast Verification methods Across Time and Space Scales, 2017. Available online: <https://www.cawcr.gov.au/projects/verification/>.
3. WMO No.1023. Guidelines on performance assessment of public weather services, Geneva, Switzerland, 2000.
4. Stanski, H.R.; Burrows Wilson, W.R. Survey of Common Verification Methods in Meteorology. World Weather Watch Technical Report 1989, 8, 9–42.

## **The results of the automatical software evaluate the point weather forecast quality of the daily extreme temperature factor**

**Le Dai Thang<sup>1\*</sup>, Nguyen Viet Lanh<sup>2</sup>**

<sup>1</sup> HydroMeteorology Information and Data Center: ledaithang.73@gmail.com

<sup>2</sup> HaNoi University of Natural Resources and Environment; nvlanh@hunre.edu.vn

**Abstract:** The weather forecast point in Vietnam, implementing the quality assessment problem for forecasting factors will be divided into two categories: phase variables (subgroups) and continuous variables, For each type of variables, it is required to calculate predictive error index and apply different analysis techniques. In the scope of this study, we use the standard method of evaluating predictive quality by a combination of two techniques of analyzing the convergence of the graph and parametric analysis, apply for daily extreme temperature (continuous variable) in April 2020 for Hanoi points by automated software. The research results show that the predictive error of the maximum temperature is greater than the predictive error of the minimum temperature and the extreme temperature value at the forecast limits is usually lower than the observed value. There are also many other very useful information about the quality of the forecast. The results of the forecast quality assessment system will help forecasters and managers to promptly adjust the forecast and have a plan to research, improve, and develop to improve the level of forecasting in the future.

**Keywords:** Forecasting points; Assessing quality forecast; Standard methods.

**BẢN TIN DỰ BÁO KHÍ TƯỢNG, THỦY VĂN THÁNG 9 NĂM 2020****I. TÌNH HÌNH KHÍ TƯỢNG****1.1 Nhận định xu thế thời tiết đặc biệt trong tháng**

Tuần đầu tháng 9/2020, MJO hoạt động yếu, do đó sự đóng góp về lượng mưa không nhiều cho hầu hết khu vực của Việt Nam.

Dự báo, nửa cuối tháng 9/2020 dải hội tụ nhiệt đới hoạt động mạnh, có khả năng xuất hiện 01–02 xoáy thuận nhiệt đới trên khu vực biển Đông (gây mưa lớn trên diện rộng ở khu vực Trung Bộ và phía Bắc Tây Nguyên). Trong tháng, tại Bắc Bộ có khả năng xuất hiện 03 đợt mưa dông; khu vực Tây Nguyên và Nam Bộ đang là thời kỳ mùa mưa nên sẽ xuất hiện nhiều ngày có mưa rào và dông (nửa cuối tháng có khả năng xuất hiện mưa vừa đến mưa to). Không khí lạnh gia tăng hoạt động trong giai đoạn nửa cuối tháng 9, gây giảm nhiệt ở Bắc Bộ nhưng nhiệt độ trung bình tháng trên toàn quốc phổ biến vẫn cao hơn trung bình nhiều năm (TBNN) cùng thời kỳ từ 0,5–1,0 °C.

a) Thời kỳ từ ngày 01–10/9/2020: Từ ngày 01–05/9, các tỉnh Bắc Bộ và Trung Bộ phổ biến ít mưa, ngày nắng, vùng đồng bằng Bắc Bộ và Trung Bộ có nắng nóng. Từ ngày 06, ngày 07 khu vực Bắc Bộ có mưa rào và dông, nhiệt độ ở cả Bắc Bộ và Trung Bộ đều có xu hướng giảm. Tây Nguyên và Nam Bộ có rào và dông về chiều và tối. Tổng lượng mưa (TLM) ở Bắc Bộ và Bắc Trung Bộ phổ biến thấp hơn TBNN cùng thời kỳ từ 20–40%; các khu vực khác thấp hơn từ 10–25% so với TBNN cùng thời kỳ. Nhiệt độ trung bình ở Bắc Bộ và Bắc Trung Bộ cao hơn (TBNN) cùng thời kỳ từ 1,0–1,50 °C, các nơi khác cao hơn từ 0,5–1,0 °C.

b) Thời kỳ từ ngày 11–20/9/2020: TLM ở hầu khắp các nơi trên cả nước ở mức xấp xỉ TBNN cùng thời kỳ; riêng khu vực Nam Bộ ở mức cao hơn TBNN cùng thời kỳ khoảng 10–25%. Nhiệt độ phổ biến cao hơn khoảng 0,5–1,0 °C so với TBNN cùng thời kỳ.

c) Thời kỳ từ ngày 21–30/9/2020: TLM ở khu vực Bắc Bộ phổ biến ở mức cao hơn từ 10–15% so với TBNN cùng thời kỳ, khu vực Trung Bộ, Tây Nguyên và Nam Bộ cao hơn TBNN cùng thời kỳ từ 15–25%, có nơi trên 30%. Nhiệt độ trên phạm vi toàn quốc ở mức xấp xỉ TBNN cùng thời kỳ, riêng Bắc Bộ cao hơn TBNN cùng thời kỳ từ 0,5–1,0 °C.

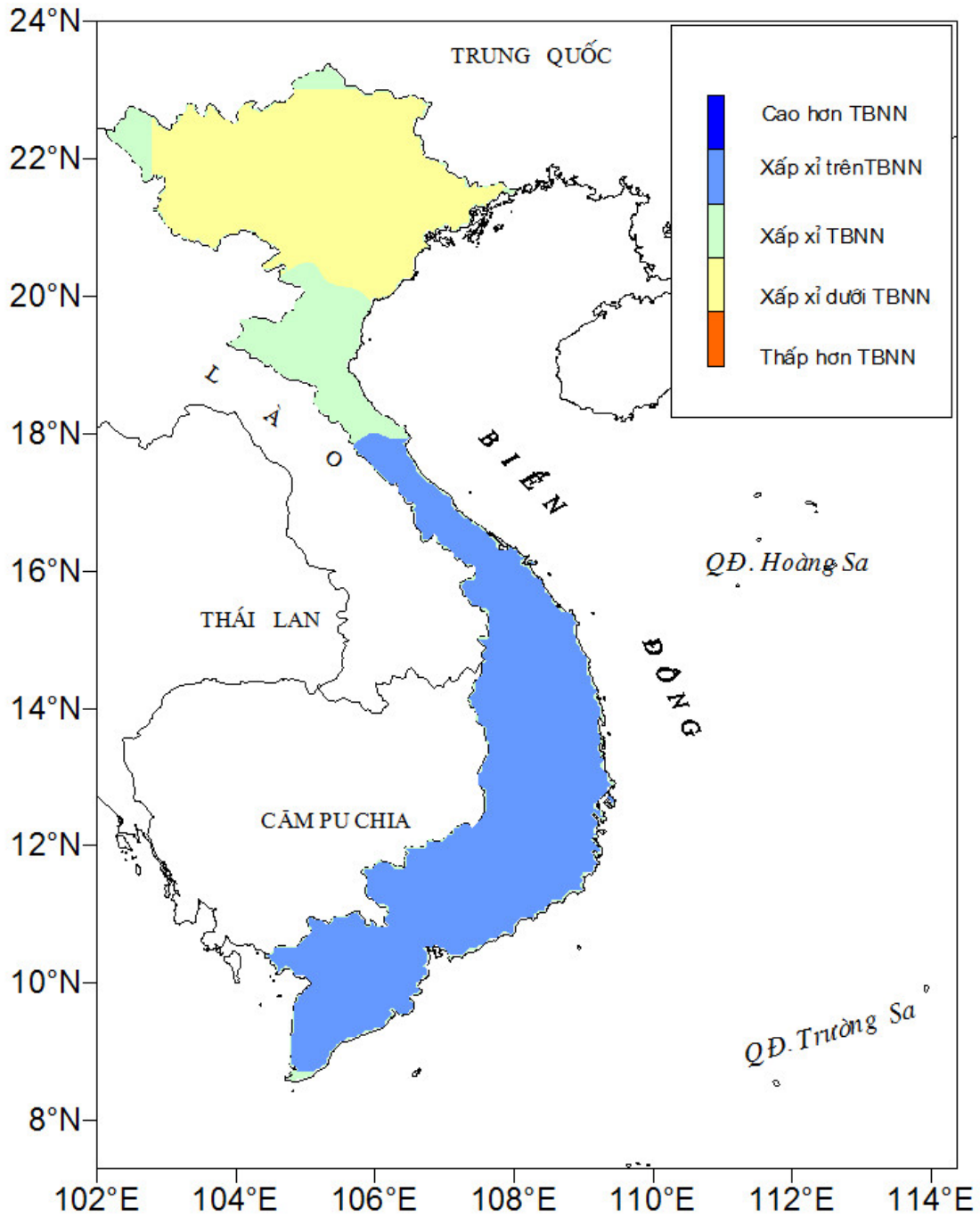
**1.2 Dự báo xu thế nhiệt độ trung bình từ ngày 01–30/9/2020**

- a) Bắc Bộ: Nhiệt độ trung bình phổ biến cao hơn từ 0,5–1,5 °C so với giá trị TBNN.
- b) Trung Bộ: Nhiệt độ trung bình phổ biến cao hơn 0,5–1,0 °C so với giá trị TBNN.
- c) Tây Nguyên và Nam Bộ: Nhiệt độ trung bình phổ biến cao hơn khoảng 0,5–1,0 °C.

**1.3 Dự báo xu thế lượng mưa từ ngày 01–31/9/2020**

- a) Bắc Bộ: TLM phổ biến ở mức thấp hơn từ 10–20% so với TBNN cùng thời kỳ.
- b) Trung Bộ: TLM khu vực Bắc Trung Bộ phổ biến xấp xỉ TBNN cùng thời kỳ, khu vực trung và Nam Trung Bộ ở mức cao hơn từ 15–25% so với TBNN cùng thời kỳ.
- c) Tây Nguyên và Nam Bộ: TLM phổ biến cao hơn từ 15–25%, có nơi trên 30% so với giá trị TBNN cùng thời kỳ.





**Dự báo xu thế lượng mưa tháng 10 năm 2020**

LRMFG



Copyright (C) by Long Range for Meteorological Forecasting Group (LRMFG), NCHMF

Địa chỉ: số 8, Pháo Đài Láng, Hà Nội

(Ghi chú: TBNN được tính trong chuỗi số liệu 30 năm 1981–2010).

#### 1.4 Dự báo nhiệt độ trung bình và lượng mưa từ 01 đến 30/9/2020 tại một số địa điểm đặc trưng trên phạm vi toàn quốc

STT	Địa điểm	Nhiệt độ (°C)	Thời kỳ từ 01–10/9		Thời kỳ từ 11–20/9		Thời kỳ từ 21–30/9		Thời kỳ từ 01–30/9	
			TBNN	DB	TBNN	DB	TBNN	DB	TBNN	DB
1	Sơn La		24,7	25–26	24,1	24,5–25,5	23,4	24–25	24,0	24,5–25,5
2	Hà Nội		28,5	29–30	28,0	28–29	27,4	27,5–28,5	28,0	28,5–29,5
3	Hải Phòng		27,4	28–29	27,1	27,5–28,5	26,4	27–28	27,0	27,5–28,5
4	Thanh Hóa		27,7	28–29	27,3	27,5–28,5	26,6	27–28	27,2	27,5–28,5
5	Vinh		28,0	28,5–29,5	27,2	27,5–28,5	26,5	26–27	27,2	27,5–28,5
6	Huế		27,8	28–29	27,0	27,5–28,5	26,4	26–27	27,0	27–28
8	Đà Nẵng		28,1	28,5–29,5	27,5	27,5–28,5	27,0	26,5–27,5	27,5	27,5–28,5
8	Nha Trang		28,2	28–29	27,8	28–29	27,5	27–28	27,8	28–29
9	Buôn Ma Thuột		24,1	24–25	24,0	24–25	24,0	24–25	24,0	24,5–25,5
10	Châu Đốc		27,8	27,5–28,5	27,5	27,5–28,5	27,6	27,5–28,5	27,6	27,5–28,5

STT	Địa điểm	Lượng mưa (mm)	Thời kỳ từ 01–10/9		Thời kỳ từ 11–20/9		Thời kỳ từ 21–30/9		Thời kỳ từ 01–30/9	
			TBNN	DB	TBNN	DB	TBNN	DB	TBNN	DB
1	Sơn La		59	40–70	34	20–50	37	30–60	130	80–150
2	Hà Nội		73	40–70	65	50–100	53	40–80	191	130–230
3	Hải Phòng		94	40–70	59	40–70	73	80–150	225	180–270
4	Thanh Hóa		99	40–70	127	80–150	105	80–150	331	300–400
5	Vinh		132	40–70	137	80–150	125	150–250	394	400–500
6	Huế		79	30–60	133	80–150	151	150–250	363	400–500
8	Đà Nẵng		77	40–70	105	70–120	130	150–250	312	320–420
8	Nha Trang		40	15–30	68	50–100	78	80–150	186	180–250
9	Buôn Ma Thuột		113	50–100	117	80–150	92	100–200	321	350–450
10	Châu Đốc		49	40–70	59	40–70	57	50–100	165	150–250

Ghi chú: DB là giá trị dự báo

Dao động Madden-Julian là một dao động nội mùa trong khu vực nhiệt đới (Madden-Julian Oscillation–được viết tắt là MJO), Bản tin nhận định xu thế thời tiết tháng tiếp theo được phát hành vào ngày 11/9/2020.

## II. TÌNH HÌNH THỦY VĂN

### 2.1 Dự báo tình hình thủy văn, nguồn nước tháng 8 năm 2020

Dòng chảy đến hồ Hòa Bình dao động theo điều tiết của thủy điện tuyến trên. Trong tháng 8 trên sông Lô xuất hiện 1 đợt lũ với biên độ lũ lên tại Tuyên Quang là 1,95 m; tại Vụ Quang 2,52 m. Trên sông Thao xuất hiện 2 trận lũ với biên độ lũ lên tại trạm Yên Bái lần

lượt là 3 m và 5 m; sau đó biến đổi chậm; đỉnh lũ tháng 8 đạt mức 33,01 m lúc 18h ngày 19/8. Tháng 8 trên sông Hồng có xuất hiện một đợt lũ với biên độ lũ lên tại Hà Nội đạt trên 3,0 m. Đỉnh lũ tại Hà Nội đạt 6,04 m lúc 4h/21/8.

Tình hình dòng chảy trên các sông chính so với mức trung bình nhiều năm (TBNN) cụ thể như sau: lượng dòng chảy trên sông Thao tại Yên Bái cao hơn mức TBNN 23%, sông Hồng tại Hà Nội thấp hơn mức TBNN là 17%; dòng chảy trên sông Lô tại Tuyên Quang nhỏ hơn mức TBNN là 49%.

Dòng chảy trên sông Đà đến hồ Hòa Bình nhỏ hơn TBNN là 43%. Chi tiết các đặc trưng thủy văn tháng 8 trên các sông Bắc Bộ (xem bảng 1).

**Bảng 1.** Đặc trưng mực nước, lưu lượng tháng 8/2020

Đơn vị: H (cm); Q (m/s<sup>3</sup>)

Sông	Trạm	Cao nhất	Thấp nhất	Trung bình	TBNN	So với TBNN
Đà	Hồ Hòa Bình (Q)	5988	40	2526	4464	< 43%
Thao	Yên Bái (H)	3301	2525	2903	2847	> 56 cm
	Yên Bái (Q)	4760	260	1600	1300	> 23%
	Phú Thọ (H)	1752	1320	1522	1584	< 62 cm
	Phú Thọ (Q)	3090	410	1110	1500	< 26%
Lô	Tuyên Quang (H)	1896	1514	1731	1862	< 131 cm
	Tuyên Quang (Q)	1872	100	820	1603	< 49%
	Vụ Quang (H)	1174	717	948	1044	< 96 cm
	Vụ Quang (Q)	2750	820	1680	2171	< 23%
Hồng	Hà Nội (H)	604	252	379	588	< 209 cm
	Hà Nội (Q)	6450	2780	3900	4712	<17%

## 2.2 Nhận định xu thế thời tiết, thủy văn tháng 9 trên lưu vực sông Hồng

### 2.2.1 Nhận định xu thế thời tiết

Xu thế nhiệt độ (°C)

STT	Khu Vực	Trạm	Trị số TBNN	Trị số dự báo
1	Tây Bắc	Lai Châu	26,7	27,0–28,0
2	Việt Bắc	Việt Trì	27,3	27,5–28,5
3	Đông Bắc	Hải Phòng	26,8	27,0–28,0
4	Đồng Bằng Bắc Bộ	Hà Đông	27,0	27,0–28,0

Xu thế lượng mưa (mm)

STT	Khu Vực	Trạm	Trị số TBNN	Trị số dự báo
1	Tây Bắc	Lai Châu	151	110–160
2	Việt Bắc	Việt Trì	184	130–180
3	Đông Bắc	Hải Phòng	250	200–250
4	Đồng Bằng Bắc Bộ	Hà Đông	227	170–230

### 2.2.2 Dự báo tình hình thủy văn, nguồn nước tháng 9 năm 2020

Trong tháng 9, trên sông Lô và sông Thao và hệ thống sông Thái Bình có khả năng xuất hiện 1 đến 2 đợt lũ với biên độ nước lên ở thượng lưu từ 2–4 m, ở hạ lưu từ 1–2m. Dòng chảy sông Hồng sẽ biến đổi chậm chịu ảnh hưởng điều tiết của các thủy điện tuyến trên và dao động mạnh theo thủy triều.

Trong tháng 9 trên sông Hoàng Long có khả năng xảy ra 1–2 đợt lũ với biên độ lũ lên từ 1–2m. Dòng chảy trên sông Đà đến hồ Hòa Bình nhỏ hơn mức TBNN là 13%. Dòng chảy hạ lưu sông Hồng có khả năng nhỏ hơn mức TBNN 26%. Chi tiết các đặc trưng thủy văn tháng 9 trên các sông Bắc Bộ (xem bảng 2).

**Bảng 2.** Đặc trưng mực nước, lưu lượng tháng 9/2020

*Đơn vị: H (cm); Q (m<sup>3</sup>/s)*

Sông	Trạm	Cao nhất	Thấp nhất	Trung bình	TBNN	So với TBNN
Đà	Hồ Hòa Bình (Q)	4000	320	2500	2870	<13%
Thao	Yên Bái (H)	3100	2650	2850	2814	<44cm
	Yên Bái (Q)	3090	570	1320	1160	<16%
	Phú Thọ (H)	1600	1370	1480	1553	<73cm
	Phú Thọ (Q)	1610	530	890	1290	<31%
Lô	Tuyên Quang (H)	1800	1550	1680	1786	<106cm
	Tuyên Quang (Q)	1219	158	577	1159	<50%
	Vụ Quang (H)	950	700	830	927	<97cm
	Vụ Quang (Q)	1690	760	1210	1723	<30%
Hồng	Hà Nội (H)	600	220	330	437	<107cm
	Hà Nội (Q)	6400	1960	3360	4540	<26%

### 2.3 Bản tin dự báo thủy văn hạn dài các sông Trung Bộ, Tây Nguyên và Nam Bộ

#### 2.3.1 Bắc Trung Bộ

Trong tháng, trên các sông trong khu vực xuất hiện 2 đợt lũ nhỏ như sau:

Từ ngày 02–08/8, trên sông Bưởi, sông Ngàn Sâu, Ngàn Phố và trung thượng lưu sông Mã, sông Cả đã xuất hiện lũ nhỏ với biên độ từ 2,0–6,0 m; mực nước hạ lưu các sông chính dao động với biên độ từ 0,5–1,0 m. Từ ngày 16–19/8, trên sông Bưởi và trung, thượng lưu Mã đã xuất hiện lũ nhỏ với biên độ từ 2–3 m. Mực nước các sông còn dưới mức BĐ1, riêng tại trạm Mường Lát là 170,35 m (19h/17/8), trên BĐ1 0,35 m; hạ lưu các sông chính có dao động nhỏ. Lưu lượng dòng chảy trung bình tháng 8, trên sông Mã tại Cẩm Thủy thấp hơn TBNN cùng kỳ khoảng 13%, sông Cả tại Yên Thượng thấp hơn khoảng 64%, sông Ngàn Sâu tại Hòa Duyệt thấp hơn khoảng 44%.

Tình hình hồ chứa: Mực nước các hồ thủy điện trong khu vực phổ biến đều thấp hơn mực nước dâng bình thường (MNDBT) từ 12,6–23,8 m và có dung tích đạt từ 45–61% dung tích hồ (DTH) như hồ Bản Vẽ thấp hơn MNDBT khoảng 19,5 m, đạt 60% DTH; hồ Trung Sơn thấp hơn 12,6 m, đạt 61%; hồ Hòa Na thấp hơn 17,7 m, đạt 47%; hồ Cửa Đạt thấp hơn 23,8 m, đạt 45% DTH.

### 2.3.2 Trung Trung Bộ

Từ ngày 01–03/8, trên sông Gianh (Quảng Bình) xuất hiện một đợt lũ với biên độ lũ lên thượng lưu 6,4 m, hạ lưu 2,5 m. Đỉnh lũ tại Đồng Tâm 9,20 m (10h/02/8, trên BĐ1 2,2 m); tại Mai Hóa 2,79 m (13h/02/8, dưới BĐ1 0,21 m). Mức nước thượng lưu các sông ở Quảng Nam, Quảng Ngãi có dao động, hạ lưu và các sông khác biến đổi chậm. Trên một số sông đã xuất hiện mực nước thấp nhất trong chuỗi số liệu quan trắc cùng kỳ như: sông Bến Hải (Quảng Trị) tại Gia Vòng 1,59 m (10h/14/8); sông Thu Bồn (Quảng Nam) tại Giao Thủy 0,12 m. Từ (20h/29/8), sông Trà Khúc (Quảng Ngãi) tại Trà Khúc –0,21 m (20h/04/8). Lưu lượng dòng chảy trên sông Tả Trạch thấp hơn TBNN 70%, sông Thu Bồn và sông Trà Khúc cao hơn TBNN từ 9–16%.

Tình hình hồ chứa: Mực nước các hồ chứa thủy điện vừa và lớn trong khu vực ở mức thấp hơn MNDBT từ 14,7–22,2 m; riêng hồ Bình Điền, A Vương và Sông Tranh 2 thấp hơn từ 28,5–35,2 m. Dung tích các hồ thủy điện phổ biến đạt từ 32–70% DTH.

### 2.3.3 Nam Trung Bộ

Trong tháng, mực nước trên các sông biến đổi chậm, riêng thượng nguồn sông Ba và sông Lũy có dao động. Lưu lượng dòng chảy trên sông Ba, sông Cái Phan Rang, sông La Ngà thấp hơn từ 27–71% so với TBNN; sông An Lão tại An Hòa cao hơn 6%, riêng sông Cái Nha Trang tại Đồng Trăng và sông Lũy tại trạm Sông Lũy cao hơn trên 85% so với TBNN.

Tình hình hồ chứa: Mực nước các hồ thủy điện ở mức thấp hơn MNDBT từ 3–10 m, hồ Vĩnh Sơn 5 xuống dưới mực nước chết. Dung tích các hồ đạt từ 25–80%, một số hồ chỉ đạt dưới 20% như Núi Một 9,3%, KaNăk 9,1%, Định Bình 17,6%, Sông Hình 19,7%.

### 2.3.4 Tây Nguyên

Trong tháng, trên các sông ở bắc Tây Nguyên xuất hiện 1 đợt lũ nhỏ, đỉnh lũ vẫn còn dưới mức BĐ1; trên sông Srêpôk xuất hiện 1 trận lũ, đỉnh lũ tại trạm Bản Đôn 171,19 m (05h/01/8), trên mức BĐ1 0,19 m; trên sông Cam Ly xuất hiện 3 trận lũ, đỉnh lũ cao nhất tại trạm Thanh Bình 833,12 m (11h/17/8) trên mức BĐ3 0,12 m; trên sông Đăk Nông xuất hiện 2 trận lũ, đỉnh lũ cao nhất tại trạm Đăk Nông 591,05 m (19h/12/8), trên mức BĐ3 0,55 m; các sông khác ở khu vực Tây Nguyên có dao động. Lưu lượng dòng chảy trên sông Đăkbla tại Kon Tum thấp hơn so với TBNN cùng kỳ 61%, trên sông Srêpôk tại Giang Sơn cao hơn TBNN 10%.

Tình hình hồ chứa: Mực nước các hồ thủy điện SêSan 3, SêSan 3A ở mức MNDBT, hồ Plêikrông thấp hơn 32,02 m, hồ Ialy thấp hơn 21,03m, hồ Buôn Tua Srah thấp hơn 17,19 m; dung tích các hồ phổ biến đạt từ 70–90% DTH, riêng hồ Plêikrông chỉ đạt 10,7%, hồ Ialy đạt 32,5%, hồ Buôn Tua Srah đạt 44,5%.

### 2.3.5 Nam Bộ

Mực nước sông Cửu Long dao động theo triều theo xu thế lên dần. Mực nước cao nhất tháng trên sông Tiền tại Tân Châu 2,10 m (ngày 24/8), trên sông Hậu tại Châu Đốc 2,12 m (ngày 23, 24/8).

# Table of content

- 1** Cat, V.M. Flood risk assessment for Dinh River basin. *VN J. Hydrometeorol.* **2020**, 717, 1–10.
- 11** Nang, T.Q.; Tien, T.T. Skill validation of probability tropical cyclone track forecast in Bien Dong. *VN J. Hydrometeorol.* **2020**, 717, 11–19.
- 20** Tai, N.C.; Quang, N.D. A study on temperature–humidity criteria affecting to health at some communities in Quang Nam Province. *VN J. Hydrometeorol.* **2020**, 717, 20–31.
- 32** Nam, L.H; Tin, N.V; Toan, H.C.; Hoang, T.T.; Long, P.T. Constructing climate change scenarios for Binh Phuoc province. *VN J. Hydrometeorol.* **2020**, 717, 32–43.
- 44** Kim, T.T.; Minh, N.T.T.; Nga, T.N.Q.; Bay, N.T.; Phung, N.K. Research on bottom morphology in Soc Trang estuary under the influence of the tide. *VN J. Hydrometeorol.* **2020**, 717, 44–55.
- 56** Tam, D.T.; Chi, N.T.P. Research on climate characteristics of TraVinh Province. *VN J. Hydrometeorol.* **2020**, 717, 56–66.
- 67** Thang, L.D.; Lanh, N.V. The results of the automatical software evaluate the point weather forecast quality of the daily extreme temperature factor. *VN J. Hydrometeorol.* **2020**, 717, 67–77.
- 78** Hydro - Meteorology forecast in September, 2020. **National Center for Hydro-Meteorological Forecasting.**