

**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 703**

**07-2019**



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

**Phó Tổng Biên tập**  
TS. Bạch Quang Dũng

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

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

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

### Giấy phép xuất bản

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

### Tòa soạn

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

### Chế bản và In tại:

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

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

Giá bán: 25.000 đồng

# TẠP CHÍ KHÍ TƯỢNG THỦY VĂN

## SỐ 703 - 07/2019

## MỤC LỤC

### Bài báo khoa học

- 1 **Bùi Tá Long, Nguyễn Hoàng Phong, Nguyễn Châu Mỹ Duyên:** Nghiên cứu ứng dụng mô hình hoá tính toán ô nhiễm không khí cho nguồn thải đường và thể tích - trường hợp áp dụng tại mỏ khai thác đá tinh Bình Dương
  - 16 **Nguyễn Anh Đức, Trần Anh Phương, Nguyễn Đình Đạt, Nguyễn Huy Phương, Phạm Tường, Phạm Nhật Anh:** Phân tích hiện trạng phân bố dòng chảy và đánh giá ảnh hưởng của các dự án tưới đến phân bố dòng chảy tại lưu vực sông Mê Công
  - 27 **Đoàn Quang Trí:** Ứng dụng mô hình thủy văn-thủy lực kết hợp mưa dự báo IFS phục vụ cảnh báo lũ, ngập lụt hạ lưu sông Vu Gia-Thu Bồn
  - 42 **Huỳnh Công Hoài, Nguyễn Thị Bẩy, Đào Nguyên Khôi, Trà Nguyễn Quỳnh Nga:** Phân tích nguyên nhân gây gia tăng xói lở bờ sông ở Đồng Bằng sông Cửu Long
  - 51 **Võ Văn Hòa, Dư Đức Tiến, Trần Anh Đức, Mai Khánh Hưng, Đặng Đình Quân, Nguyễn Văn Khiêm, Nguyễn Vĩnh An:** Nghiên cứu phân loại hình thể gây thời tiết gây nóng bất thường trên khu vực Bắc Bộ giai đoạn đầu mùa đông bằng phương pháp SOM
  - 60 **Đỗ Thị Ngọc Bích, Nguyễn Cao Đơn:** Phân bố hợp lý tài nguyên nước lưu vực sông Srepok
  - 69 **Nguyễn Minh Kỳ, Nguyễn Tri Quang Hưng, Đoàn Thị Quỳnh Trâm, Bạch Quang Dũng:** Nghiên cứu mối liên hệ giữa yếu tố lượng mưa và sự gia tăng trực khuẩn đường ruột (Fecal coliform) ở một số hồ kinh thành Huế
- ### Tổng kết tình hình khí tượng thủy văn
- 78 Tóm tắt tình hình thủy văn và môi trường tháng 06 năm 2019 - Trung tâm Dự báo khí tượng thủy văn Trung ương và Viện Khoa học Khí tượng Thủy văn và Biến đổi khí hậu

# NGHIÊN CỨU ỨNG DỤNG MÔ HÌNH HOÁ TÍNH TOÁN Ô NHIỄM KHÔNG KHÍ CHO NGUỒN THẢI ĐƯỜNG VÀ THỂ TÍCH - TRƯỜNG HỢP ÁP DỤNG TẠI MỎ KHAI THÁC ĐÁ TỈNH BÌNH DƯƠNG

Bùi Tá Long<sup>1\*</sup>, Nguyễn Hoàng Phong<sup>1</sup>, Nguyễn Châu Mỹ Duyên<sup>1</sup>

**Tóm tắt:** Phát thải từ hoạt động khai thác đá là loại hình gây ô nhiễm chính cho khu vực xung quanh với loại hình nguồn thải nguồn đường và nguồn thể tích. Mô hình hóa môi trường là công cụ không thể thiếu để đánh giá phạm vi và mức độ ảnh hưởng từ loại hình hoạt động này. Trong nhiều năm qua, đã có nhiều nghiên cứu dựa trên phương pháp mô hình toán khác nhau, đặc biệt Cơ quan bảo vệ môi trường Mỹ đã đưa ra phương pháp tính toán lưu ý tới địa hình phức tạp và sự thay đổi khí tượng tại lớp biên khí quyển. Bài báo này, dựa trên phương pháp kết hợp mô hình toán, GIS, WRF tính toán ô nhiễm không khí từ nguồn thể tích và nguồn đường từ hoạt động khai thác đá tại Bình Dương. Kết quả tính toán được kiểm định từ số liệu thực đo cho thấy độ tin cậy của mô hình được đề xuất.

**Từ khóa:** Mô hình phát tán, ô nhiễm bụi, nguồn thể tích, nguồn đường, WRF.

Ban Biên tập nhận bài: 12/05/2019 Ngày phản biện xong: 20/06/2019 Ngày đăng bài: 25/07/2019

## 1. Đặt vấn đề

Công tác quản lý môi trường thường xuyên phải đối mặt với ô nhiễm không khí ở khu vực tập trung loại hình phát thải dạng đường và vùng, ví dụ nơi khai thác đá phục vụ cho ngành xây dựng. Tùy thuộc vào vị trí, cấu trúc, dạng mỏ đá, tác động môi trường của quá trình khai thác, chế biến, vận chuyển diễn ra đa dạng và cường độ khác nhau [12]. Tác động tới môi trường không khí của hoạt động khai thác khoáng sản chủ yếu là tạo ra bụi. Bụi thường phát sinh trong quá trình nổ mìn, đào xúc đất đá, bốc xúc và vận chuyển khoáng sản. Các loại bụi này đều độc hại tới sức khỏe con người do vậy xây dựng phương pháp định lượng ô nhiễm không khí là nhiệm vụ cần giải quyết trong khuôn khổ bảo vệ môi trường và phát triển bền vững. Trong nghiên cứu này, dựa trên số liệu hiện trạng khai thác đá tại 2 mỏ khai thác Thường Tân, Tân Mỹ, tỉnh Bình Dương đưa ra đánh giá mức độ, phạm vi ảnh hưởng từ các loại hình nguồn thải khác với nguồn điểm, cụ thể là dạng đường (line source)

<sup>1</sup>Trường Đại học Bách Khoa Tp. HCM  
Email: longbt62@hcmut.edu.vn

và thể tích (volume source).

Tại Việt Nam, các nghiên cứu ứng dụng mô hình phát tán ô nhiễm không khí bắt đầu từ thế kỷ trước [1-3] và tăng nhanh sau năm 1998, xem nguồn nghiên cứu trong [3-4]. Hạn chế của các nghiên cứu trong nước [1-2] chỉ giới hạn nguồn điểm, trong [3] có xem xét một số trường hợp nguồn đường, nguồn thể tích, tuy nhiên nghiên cứu này chỉ xem xét địa hình bằng phẳng, không lưu ý tới trường hợp nguồn thải nằm trong khu vực địa hình phức tạp. Hạn chế tiếp theo của các nghiên cứu [1-3] chưa ý tới sự thay đổi yếu tố khí tượng tại lớp biên khí quyển, điều rất quan trọng trong tính toán ô nhiễm không khí. Nghiên cứu [4] đã đưa ra cách tính ô nhiễm không khí cho nguồn điểm có lưu ý tới địa hình phức tạp cũng như yếu tố khí tượng lớp biên, tuy nhiên hạn chế của nghiên cứu này là không lưu ý tới các loại hình nguồn khác như nguồn đường, nguồn thể tích. Nghiên cứu phát triển mô hình phát tán ô nhiễm không khí được thực hiện tại nhiều nước, đặc biệt là các nước phát triển, xem [5-7] và các trích dẫn trong đó, nhưng Mỹ là

nước thực hiện công việc này có hệ thống hơn cả [8-11]. Theo Environmental Protection Agency (EPA) (1995) [8], khởi đầu từ năm 1991, Hiệp hội Khí tượng Hoa Kỳ (AMS) và Cơ quan Bảo vệ Môi trường Hoa Kỳ (EPA) đã khởi xướng một sự hợp tác với mục tiêu đưa thành tựu nghiên cứu lớp biên hành tinh (*Planetary Boundary Layer, PBL*) vào các mô hình phân tán ô nhiễm. Kết quả của sự hợp tác này được thể hiện trong [8-11]. Tuy nhiên, hạn chế của các nghiên cứu này là kết quả viết phần mềm tính toán ít được công bố rộng rãi do vấn đề bản quyền.

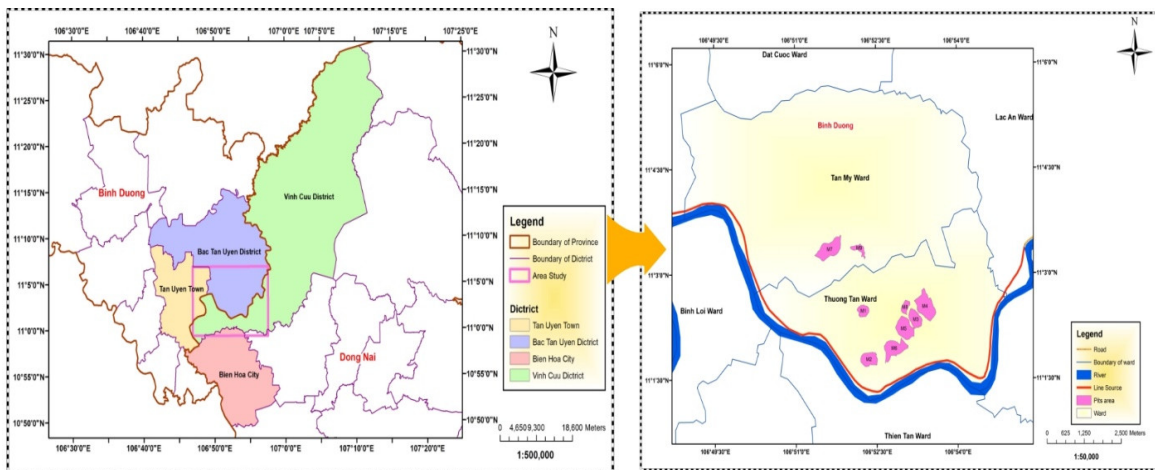
Bài báo này thực hiện nghiên cứu ứng dụng mô hình hoá tính toán ô nhiễm không khí cho loại hình nguồn thải đường và thể tích, lấy khu vực mỏ khai thác đá tỉnh Bình Dương làm ví dụ nghiên cứu, bởi khu vực này đang có loại hình nguồn thải đường và nguồn thể tích đang hoạt động tích cực. Nguồn đường được xác định bởi

độ dài, chiều rộng của đường và chiều cao  $h = 2m$  độ cao cách mặt đất nơi diễn ra phát thải (được mô tả chi tiết trong [8]). Nguồn thể tích hiểu là hình hộp với đáy là hình vuông và chiều cao  $h$  phụ thuộc vào trường hợp thực tế (được mô tả chi tiết trong [8]).

**2. Phương pháp và số liệu được sử dụng**

**2.1. Đối tượng, phạm vi nghiên cứu**

Tỉnh Bình Dương có 2 cụm mỏ đá xây dựng là nằm tại 2 xã Thường Tân, Tân Mỹ (Hình 1). Hai cụm mỏ này có điều kiện khai thác đá thuận lợi, nhờ vào vị trí vùng sâu, xa thị trấn, đất đai cần cỗi sử dụng vào nông nghiệp không hiệu quả. Tuy đá tại đây chỉ có chất lượng từ trung bình đến kém, nhưng nhờ vào điều kiện giao thông thủy thuận lợi nên khu mỏ ngày càng phát triển, thị trường tiêu thụ phần lớn là vùng Đồng bằng sông Cửu Long, sản lượng hàng năm hiện nay khoảng 4-5 triệu  $m^3$ .



Hình 1. Bản đồ khu vực nghiên cứu - vị trí các mỏ khai thác đá.

Qua khảo sát thực địa về hoạt động khai thác mỏ đá [12], nhóm nghiên cứu đã phân loại nguồn tác động ảnh hưởng đến môi trường không khí khu vực. Nguồn phát sinh nhiều bụi nhất là hoạt động xây nghiền đá tại khu vực khai thác. Loại nguồn tiếp theo là quá trình vận chuyển đá từ khu khai thác đến các bến thủy nội địa, nguồn phát thải từ quá trình tải đá lên sà lan tại bến thủy nội địa và nguồn phát thải từ hoạt động khai thác tại mỏ đá ở vị trí thấp hơn mặt đất.

**2.2. Mô hình phát thải**

Công suất nguồn thải nguồn đường được tính toán theo công thức [13-15] như sau:

$$M_{k,i} = EF_i \times Q_k \times L_k \tag{1}$$

Trong đó  $M_{k,i}$  là công suất của nguồn thải  $k$  đối với thông số ô nhiễm  $i$  (mg/s). Với chỉ số nguồn thải  $k$  trong nghiên cứu này là 7 tuyến đường cần tính toán (xem Bảng 3) và  $i$  là 3 thông số ô nhiễm  $SO_2, NO_2, PM_{10}$ ;  $Q_k$  là lưu lượng phương tiện giao thông của nguồn thải  $k$  (xe/giờ). Khảo sát, xác định loại và số lượng các phương tiện giao thông được thực hiện bằng

phương pháp ghi hình tại các điểm nút của tuyến đường trong nhiều khung giờ liên tiếp trong ngày, mỗi giờ ghi hình 15 phút. Sau đó, thực hiện tính toán, quy đổi để thu được giá trị lưu lượng phương tiện giao thông (xe/giờ). Việc ghi hình

được thực hiện vào ngày 15/07/2019;  $L_k$  là chiều dài của tuyến đường  $k$  cần tính toán (km);  $E_{Fi}$  là hệ số phát thải đối với thông số ô nhiễm  $i$  ( $g.km^{-1}.xe^{-1}$ ). Hệ số phát thải áp dụng tính toán trong nghiên cứu được trình bày ở Bảng 1 như sau:

Bảng 1. Hệ số phát thải của các thông số  $SO_2$ ,  $NO_x$ ,  $PM_{10}$

TT	Loại phương tiện	$NO_x$ [13-14]	$SO_2$ [14]	$PM_{10}$ [15]
1	Xe máy, mô tô	0,05±0,02	0,03±0,015	0,2
2	Xe buýt	19,7±5,2	1,86±1,08	236
3	Xe tải nhẹ (LDV)	1,9±0,9	0,05±0,029	1,6
4	Xe tải nặng (HDV)	19,7±5,2	1,86±1,08	236
5	Xe ô tô	1,9±0,9	0,18±0,105	0,07

Công thức tính phát thải tổng bụi lơ lửng (TSP) được thực hiện theo công thức [13-15]

$$\text{Emission TSP (g/s)} = \text{CTSP (mg/m}^3) \times 1000 \text{ (g/mg)} \times V \text{ (m/s)} \times S \text{ (m}^2) \quad (2)$$

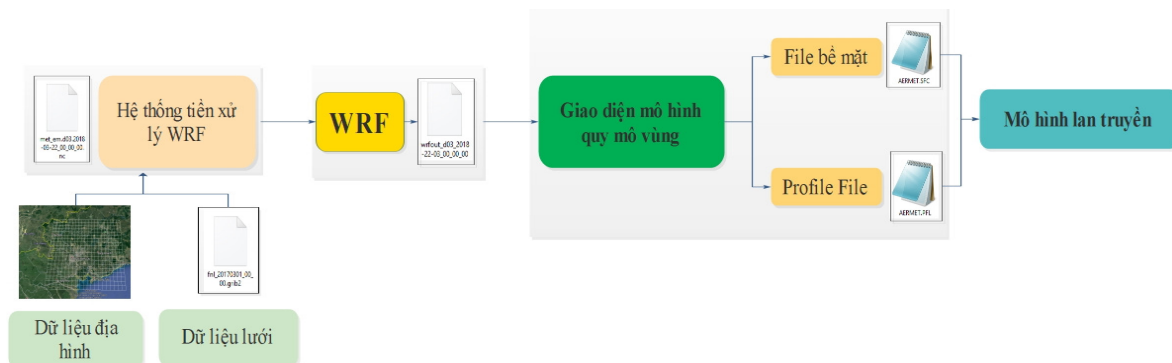
Trong đó Emission TSP (g/s) là tải lượng TSP; CTSP ( $mg/m^3$ ) là nồng độ TSP đo đạc; V (m/s) là vận tốc gió tại thời điểm đo; S ( $m^2$ ) là diện tích moong khai thác (Bảng 4). Kết quả tính toán TSP sẽ được quy đổi sang  $PM_{10}$  theo phương pháp được trình bày trong [15]. Các công thức (1), (2) trong nghiên cứu này được sử dụng để tính toán thông số tải lượng, từ đó ứng dụng mô hình phát tán để tính toán phạm vi ảnh hưởng từ các nguồn thải.

### 2.3. Mô hình khí tượng

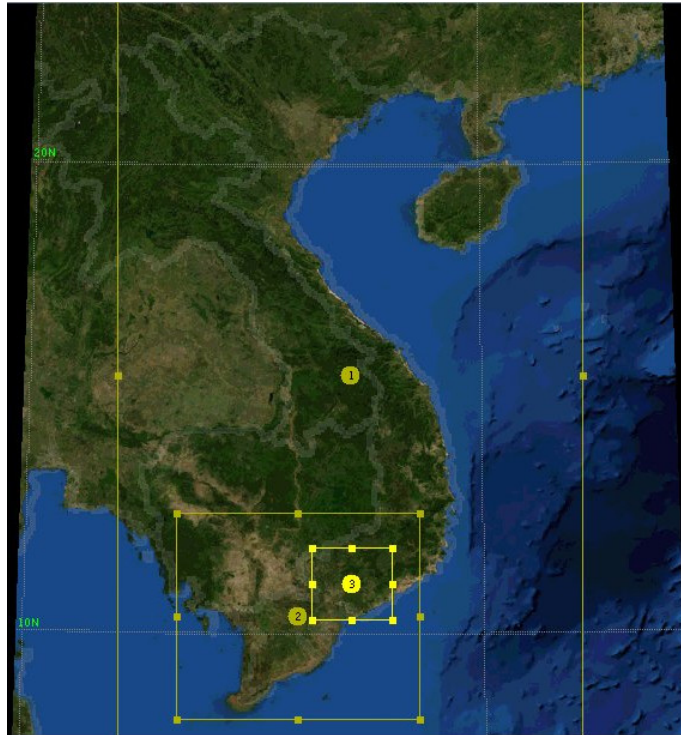
Trong nghiên cứu này sử dụng mô hình Nghiên cứu và Dự báo thời tiết (*Weather Research and Forecasting (WRF)*). Đây là kết quả của sự hợp tác phát triển của nhiều trung tâm nghiên cứu và dự báo khí tượng ở Hoa Kỳ như Trung tâm Quốc gia về nghiên cứu khí quyển

như sau:

(NCAR), Cục Quản lý Đại dương và Khí quyển Quốc gia (NOAA), Trung tâm dự báo môi trường quốc gia (NCEP) [16]. Phiên bản đầu tiên của WRF được ra đời vào năm 2000 [17-18], và liên tiếp các năm sau đó là những phiên bản tiếp theo. Từ năm 2004 là phiên bản 2.0 và các phiên bản kế tiếp; từ năm 2008 phiên bản thứ 3 đầu tiên được cập nhật. Phiên bản này có sự cải tiến sự ổn định của lớp biên hành tinh (PBL), một số thay đổi trong sơ đồ Grell và cải tiến sơ đồ vi vật lý mây, vật lý bề mặt,... Hiện nay, phiên bản mới nhất là 4.1.2 (tháng 6/2019) được áp dụng cho nghiên cứu này. Các dữ liệu khí tượng này được sử dụng tính toán sự thay đổi theo phương đứng của gió, dòng chảy rối và nhiệt độ. Các bước triết xuất này được thể hiện trên Hình 2.



Hình 2. Các bước xử lý sinh ra số liệu khí tượng lớp biên khí quyển [4]



Hình 3. Miền lưới tính được sử dụng trong nghiên cứu

Để phục vụ mô phỏng và kiểm nghiệm mô hình, nghiên cứu sẽ mô phỏng lại các trường khí tượng cho khu vực vào ngày 15 tháng 7 năm 2019, với số liệu đầu vào từ mô hình GFS (*Global Forecasting System*) là mô hình dự báo thời tiết toàn cầu được vận hành bởi Cơ quan Thời tiết Quốc gia Mỹ. Mô hình GFS chạy nghiệp vụ 4 lần trên ngày vào 0h, 6h, 12h và 18h với độ phân giải thời gian 16 ngày, trong đó 10

ngày đầu, độ phân giải không gian  $0,25^\circ \times 0,25^\circ$  kinh vĩ, 6 ngày sau là  $1,0^\circ \times 1,0^\circ$  kinh vĩ. Các thông số chi tiết xem trong Bảng 2, Hình 3.

#### 2.4. Mô hình lan truyền

Mô hình toán được sử dụng có lưu ý tới địa hình do địa hình khu vực nghiên cứu khá phức tạp, không bằng phẳng. Công thức tính toán nồng độ chất ô nhiễm, áp dụng trong điều kiện ổn định hoặc không ổn định có dạng [4]:

$$C_T \{x_r, y_r, z_r\} = f \cdot C_{c,s} \{x_r, y_r, z_r\} + (1-f)C_{c,s} \{x_r, y_r, z_p\} \quad (3)$$

Trong đó  $C_T \{x_r, y_r, z_r\}$  là tổng nồng độ;  $C_{c,s} \{x_r, y_r, z_r\}$  là nồng độ đóng góp từ luồng khí theo phương ngang (các chỉ số C và S tương ứng với các trường hợp không ổn định và ổn định),  $C_{c,s} \{x_r, y_r, z_p\}$  là nồng độ đóng góp từ địa hình,  $f$  là hàm số trọng số,  $\{x_r, y_r, z_r\}$  là biểu diễn tọa độ của điểm tiếp nhận (với  $z_r$  được xác định theo cao trình của ống khói),  $z_p = z_r - z_t$  là chiều cao của điểm tiếp nhận so với địa hình và  $z_t$  là chiều cao địa hình tại điểm tiếp nhận [9-11]. Các công thức tính toán và bước thực hiện đã được mô tả trong [4]. Tuy nhiên, khác với trường hợp nguồn điểm, việc đánh giá hệ số phạm vi khuếch tán rối ngang và rối đứng trong trường hợp

nguồn thể tích và nguồn đường có sự thay đổi so với nguồn thải điểm. Sự thay đổi này được lưu ý lần đầu tiên vào 1995 trong nghiên cứu [8] và được nhắc lại trong [9-11]. Với nguồn thể tích đánh giá các hệ số khuếch tán theo phương ngang, phương đứng được điều chỉnh như sau:

$$\sigma_y^2 = \sigma_{yl}^2 + \sigma_{y0}^2 \quad (4)$$

$$\sigma_z^2 = \sigma_{zl}^2 + \sigma_{z0}^2 \quad (5)$$

Trong đó  $\sigma_{yl}$  (m) là phạm vi khuếch tán rối ngang của luồng khí trước khi lưu ý tới phạm vi khuếch tán ban đầu theo phương ngang;  $\sigma_{y0}$  (m) được định nghĩa là phạm vi khuếch tán ngang ban đầu (m);  $\sigma_{zl}$  (m) là phạm vi khuếch tán rối

đứng của luồng khí trước khi lưu ý tới phạm vi khuếch tán ban đầu theo phương đứng;  $\sigma_{z0}$  được định nghĩa là phạm vi khuếch tán đứng ban đầu (m).

$$\sigma_{y0}^2 = w / 4.3 \quad (6)$$

Trong đó  $w$  (m) là kích thước của hình vuông đáy nguồn thải vùng.

$$\sigma_{z0}^2 = h / 2.15 \quad (7)$$

Trong đó  $h$  (m) là chiều cao của nguồn thể tích.

Các hệ số phạm vi khuếch tán rối ngang, rối

đứng của luồng khí trước khi lưu ý tới phạm vi khuếch tán ban đầu theo phương ngang, phương đứng được tính toán giống như với nguồn điểm, được thể hiện trong các công thức

$$\sigma_{y,z}^2 = \sigma_{ya,za}^2 + \sigma_b^2 \quad (8)$$

Phạm vi khuếch tán tổng ( $\sigma_{y,z}$ ) theo phương ngang và phương đứng là sự kết hợp của phạm vi khuếch tán (đại diện bởi  $\sigma_{ya}$ ,  $\sigma_{za}$ ) do môi trường rối xung quanh và sự khuếch tán ( $\sigma_b$ ) từ mức độ rối bởi sự nổi của luồng khí với điều kiện vệt nâng cột khí bằng 0.

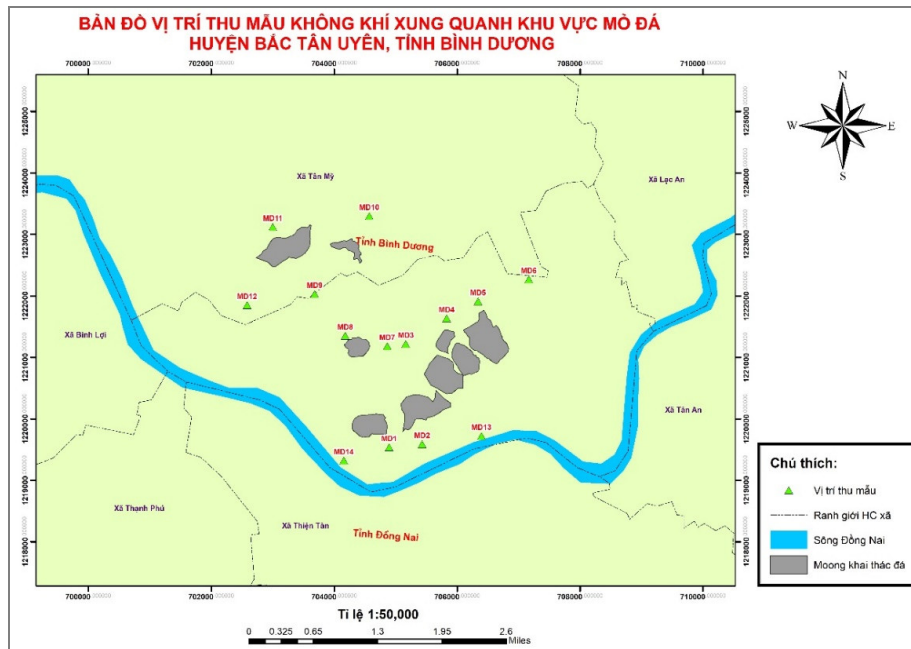
Bảng 2. Thông số lưới tính

Các thông số miền tính	Miền tính 1	Miền tính 2	Miền tính 3
Phạm vi miền tính	Việt Nam	Các tỉnh phía Nam (13 tỉnh ĐBSCL + HCM, Đồng Nai, Bình Dương, Tây Ninh, Bình Phước, Bà Rịa Vũng Tàu và một phần các tỉnh Đak Nông, Lâm Đồng, Bình Thuận)	Hồ Chí Minh, Đồng Nai, Bình Dương
Diện tích miền tính (km <sup>2</sup> )	2.181.897	285.120	33.408
Hệ tọa độ mô hình	Lambert	Lambert	Lambert
Tọa độ trung tâm	Lat: 15.532 Lon: 107.078	Lat: 10.38574 Lon: 105.9714	Lat: 11.07456 Lon: 107.12684
Tọa độ miền tính	Lat: 6.622 - 24.24 Lon: 101.729 - 112.626	Lat: 8.09 - 12.468 Lon: 103.2 - 108.416	Lat: 10.198 - 11.754 Lon: 106.088 - 107.829
Kích thước ô lưới	27 km x 27 km	9 km x 9 km	3 km x 3 km
Tổng số ô lưới	2993	3520	3712
Số ô lưới theo phương ngang	41	64	64
Số ô lưới theo phương dọc	73	55	58
Phương pháp chạy	Lưới lồng	Lưới lồng	Lưới lồng

### 2.5 Số liệu quan trắc

Trong khuôn khổ thực hiện đề tài khoa học công nghệ cấp Bộ 2017 - 2020, đã thực hiện lấy mẫu và phân tích cho hai đợt, đợt 1 vào ngày 24/04/2019 và đợt 2 vào ngày 15/07/2019. Các mẫu không khí xung quanh được thu tại 12 điểm tại khu vực xung quanh mỏ đá huyện Bắc Tân Uyên, tỉnh Bình Dương (trên các tuyến đường vận chuyển và lân cận các khu vực moong, khu

vực xây đá), xem Hình 4 và Bảng 6. Các chỉ tiêu được chọn gồm: SO<sub>2</sub>, NO<sub>2</sub> và bụi PM<sub>10</sub>. Trong nghiên cứu này, cùng với việc đo mới, đã kế thừa một số kết quả từ đề tài do nhóm tác giả thực hiện giai đoạn 2012 - 2014 [12], đặc biệt là kế thừa kết quả đo nồng độ TSP tại khu vực khai thác đá. Kết quả đo đạc được sử dụng để kiểm định kết quả chạy mô hình.



Hình 4. Bản đồ vị trí lấy mẫu chất lượng không khí khu vực xung quanh mỏ đá.

2.6 Dữ liệu địa hình

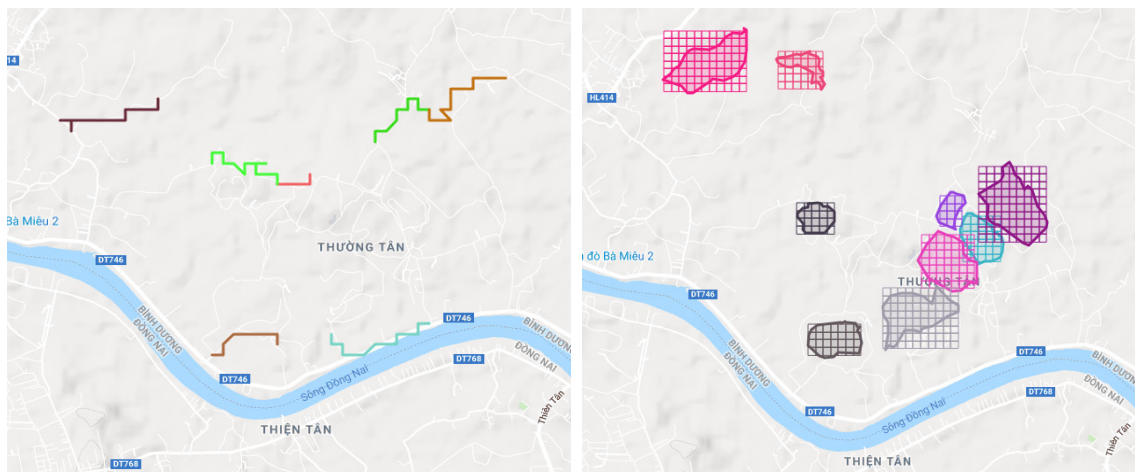


Hình 5. Bản đồ địa hình được sử dụng trong nghiên cứu.

Địa hình có ảnh hưởng đến tốc độ phát tán chất ô nhiễm do vậy đây là khâu rất quan trọng, dữ liệu địa hình và cao trình khu vực nghiên cứu được thể hiện trên các Hình 5. Thuật toán tính cho nghiên cứu này, được thực hiện tương ứng với phương pháp được EPA hướng dẫn trong [8]. Mỗi nguồn thể tích được phủ bởi lưới tính có kích thước tùy theo độ lớn của nguồn. Trên Hình 6 thể hiện lưới phủ lên từng moong đá, kích

thước mỗi ô lưới là 80m x 80m. Thuật toán được viết sẽ đánh số các ô lưới có giao với moong đá. Nguồn đường trong nghiên cứu này cũng được chia thành các ô vuông kích thước 30m x 30m. Số lượng ô vuông sẽ phụ thuộc vào chiều dài của đoạn đường. Thông số phát thải được phân về cho các ô vuông có giao với lưới phủ theo tỷ lệ thích hợp.





Hình 6. Các trục đường và moong khai thác đã được xử lý

### 2.7 Xây dựng kịch bản tính toán

Trong nghiên cứu này thực hiện 3 kịch bản với mục đích đánh giá sự lan truyền ô nhiễm từ mỗi loại hình nguồn và ô nhiễm tổng hợp. Kịch bản 1 chỉ xem xét nguồn đường, kịch bản 2 chỉ xem xét nguồn vùng và kịch bản 3 tổng hợp giữa nguồn đường và nguồn vùng. Chất ô nhiễm được chọn cho nghiên cứu này là NO<sub>2</sub>, SO<sub>2</sub>, bụi PM<sub>10</sub> (*Particulate Matter* - hạt bụi lơ lửng đường kính nhỏ hơn 10 micromet). Kịch bản được thực hiện với 7 đường (Bảng 3) và nguồn thể tích 9 moong khai thác đá (Bảng 4), thời điểm tính toán được lựa chọn trùng với thời điểm lấy mẫu, phân tích chất lượng không khí, cụ thể là vào lúc 15/07/2019 vào lúc 9 giờ sáng. Sự lựa chọn này được giải thích để sử dụng kết quả đo diễn ra cùng thời điểm.

### 2.8 Tiêu chí đánh giá

Chỉ số đánh giá mức độ tương quan giữa kết quả tính toán và kết quả đo đạc, được xác định

theo các công thức sau:

$$NASH = 1 - \frac{\sum_{i=1}^n (C_{Sim} - C_{Obs})^2}{\sum_{i=1}^n (C_{Obs} - C_{TB})^2} \quad (9)$$

Trong đó C<sub>sim</sub> là nồng độ thông số ô nhiễm tính toán từ mô hình (μg/m<sup>3</sup>); C<sub>obs</sub> là nồng độ thông số ô nhiễm từ thực đo (μg/m<sup>3</sup>); C<sub>TB</sub> là nồng độ thông số ô nhiễm thực đo trung bình (μg/m<sup>3</sup>).

## 3. Kết quả và thảo luận

### 3.1 Tính toán phát thải

Nhóm nghiên cứu thực hiện tính toán phát thải ô nhiễm không khí cho 2 trường hợp: nguồn đường (*Line Source*); nguồn vùng (*Volume Source*) và nguồn thải kết hợp (*Line - Volume Source*) theo công thức trong mục 3.1. Kết quả tính toán được thể hiện trên các Bảng 3 và Bảng 4.

Bảng 3. Kết quả tính toán phát thải từ nguồn đường

Tuyến đường	Chiều dài (km)	Công suất nguồn thải		
		SO <sub>2</sub> (mg/s)	NO <sub>2</sub> (mg/s)	PM <sub>10</sub> (mg/s)
Tuyến đường 9-12	1,29	51.988	548.910	6.573,209
Tuyến đường 3-7	0,37	0,149	1,244	0,292
Tuyến đường 7-8	1,25	0,564	4,280	1,399
Tuyến đường 4-5	0,91	0,136	0,226	0,905
Tuyến đường 6-5	1,14	0,342	0,570	2,282
Tuyến đường 13-2	1,21	81,510	847,572	10.038,429
Tuyến đường 14-1	0,89	125.602	1.319,057	15.447,928

Bảng 4. Kết quả tính toán phát thải từ nguồn vùng (moong khai thác đá)

Nguồn vùng	Địa điểm	Công suất nguồn thải
		PM <sub>10</sub> (mg/s)
Moong số 1 - M1	Thường Tân	6.461,950
Moong số 2 - M2	Thường Tân	7.033,142
Moong số 3 - M3	Thường Tân	8.261,651
Moong số 4 - M4	Thường Tân	4.294,566
Moong số 5 - M5	Thường Tân	7.237,229
Moong số 6 - M6	Thường Tân	6.913,656
Moong số 7 - M7	Tân Mỹ	5.890,740
Moong số 8 - M8	Thường Tân	4.416,387
Moong số 9 - M9	Tân Mỹ	5.602,390

### 3.2 Tính toán các thông số khí tượng lớp biên

Kết quả chạy mô hình khí tượng dựa trên cơ sở mục 2.3 được xuất ra vào thời điểm 9h sáng

ngày 15/07/2019 tại khu vực tính toán cho phép xác định các yếu tố khí tượng cần thiết cho tính toán ô nhiễm không khí. Các kết quả tính toán được thể hiện trong Bảng 5.

Bảng 5. Các thông số khí tượng lớp biên khí quyển được sử dụng

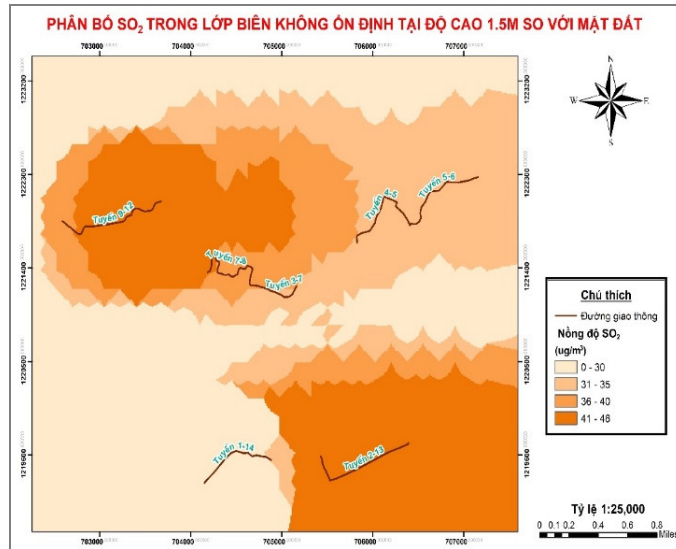
Các thông số lớp biên khí quyển	Giá trị
Vận tốc gió ở độ cao tham chiếu (m/s)	4,17
Hướng gió (° Degrees)	266,1
Nhiệt độ (°K)	304
Độ dài Monin-Obukhov (m)	-56,4
Chiều cao lớp hòa trộn đối lưu PBL (m)	1.097
Vận tốc ma sát bề mặt (m.s <sup>-1</sup> )	0,49
Vận tốc đối lưu (m.s <sup>-1</sup> )	1,788

Bộ thông số lớp biên khí tượng từ Bảng 5 được đưa vào các công thức toán trong mục 3.3 để tính toán. Để thực hiện phần tính toán, nhóm tác giả đã viết code bằng ngôn ngữ C# đặt tên là EnvimAP để tự động hóa quá trình tính toán nguồn thải - điểm tiếp nhận. Kết quả tính toán tại nút lưới được chuyển qua ArcGIS để tiếp tục xử lý và vẽ các đường đồng mức. Trong nghiên cứu này, chọn mức độ cao  $z = 1,5m$  để tính toán xuất kết quả. Điều này là do nhóm nghiên cứu chọn thời điểm lấy mẫu tại độ cao này để kiểm định kết quả chạy mô hình.

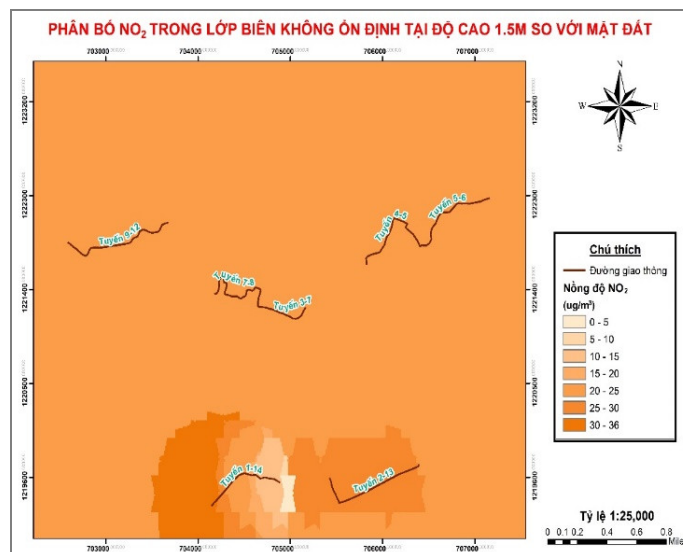
### 3.3. Kết quả tính toán ô nhiễm không khí

Kịch bản 1 với trường hợp nguồn đường (Line Source), kết quả các thông số SO<sub>2</sub>, NO<sub>2</sub>, bụi PM<sub>10</sub> được thể hiện trên Hình 7- 9. Kết quả

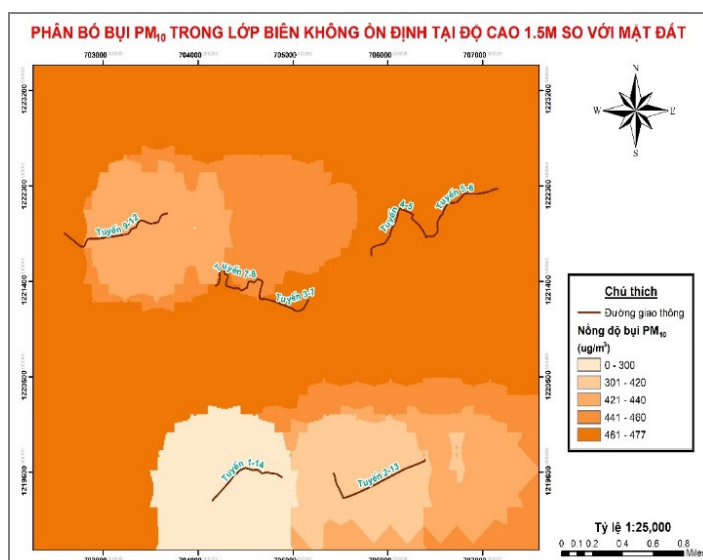
tính toán cho thấy mối tương quan giữa nồng độ và các yếu tố khí tượng được thể hiện khá rõ nét, sự pha loãng diễn ra khá tốt. Giá trị nồng độ SO<sub>2</sub> dao động từ 26,8 - 45,5 µg/m<sup>3</sup>; giá trị nồng độ NO<sub>2</sub> dao động từ 0 - 35,8 µg/m<sup>3</sup> và giá trị bụi PM<sub>10</sub> dao động từ 227,7 - 476,9 µg/m<sup>3</sup>. Nồng độ SO<sub>2</sub>, NO<sub>2</sub> đều thấp hơn rất nhiều lần giới hạn cho phép trung bình 1 giờ của QCVN 05:2013/ BTNMT (350 và 200 µg/m<sup>3</sup>); nồng độ bụi PM10 phân bố ở các tuyến đường giao thông đều thấp hơn nhiều so với khu vực moong khai thác đá. Điều này chứng tỏ, hoạt động giao thông (chủ yếu là vận chuyển đá) trong khu vực không phải là nguyên nhân chính gây ảnh hưởng đến chất lượng không khí xung quanh.



Hình 7. Phân bố ô nhiễm SO<sub>2</sub> lúc 9 giờ sáng, kích bản 1



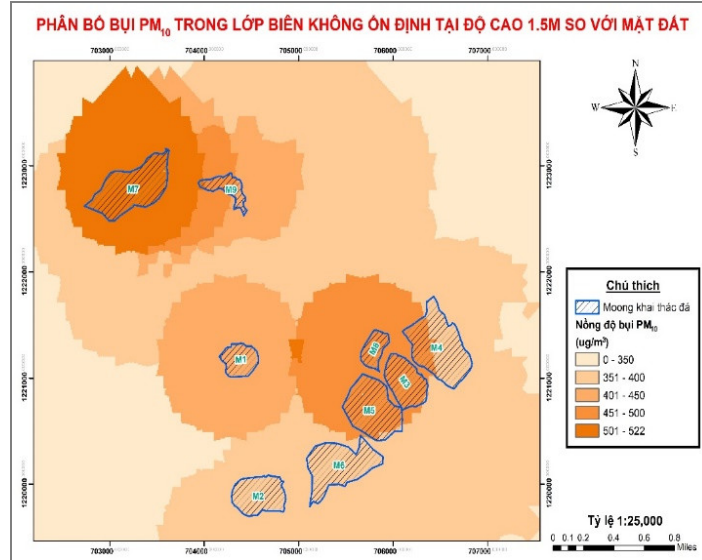
Hình 8. Phân bố ô nhiễm NO<sub>2</sub> lúc 9 giờ sáng, kích bản 1



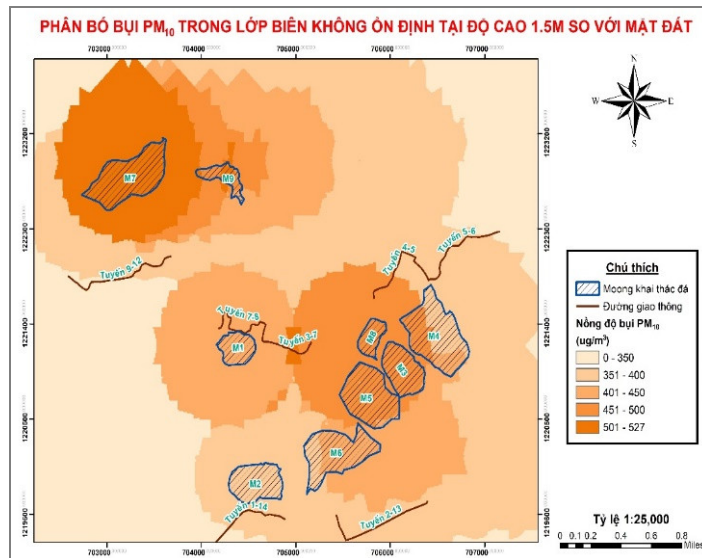
Hình 9. Phân bố ô nhiễm bụi PM<sub>10</sub> lúc 9 giờ sáng, kích bản 1

Kịch bản 2 nguồn vùng (*Volume Source*) và kịch bản 3 với nguồn thải kết hợp (*Line - Volume Source*), kết quả tính toán thông số bụi  $PM_{10}$  được thể hiện trên các Hình 10-11. Cụ thể, trong kịch bản 2, nồng độ bụi  $PM_{10}$  dao động từ 0 - 521,8  $\mu g/m^3$  và kịch bản 3 dao động từ 0 - 526,6

$\mu g/m^3$ . Như vậy, trường hợp tính cho nguồn vùng và nguồn thải kết hợp, nồng độ bụi  $PM_{10}$  không có nhiều sự khác biệt cho thấy hoạt động khai thác đá, xay đá tại các moong là nguyên nhân chủ yếu phát tán bụi  $PM_{10}$ .



Hình 10. Phân bố ô nhiễm bụi  $PM_{10}$  lúc 9 giờ sáng, kịch bản 2 (chỉ có nguồn vùng)

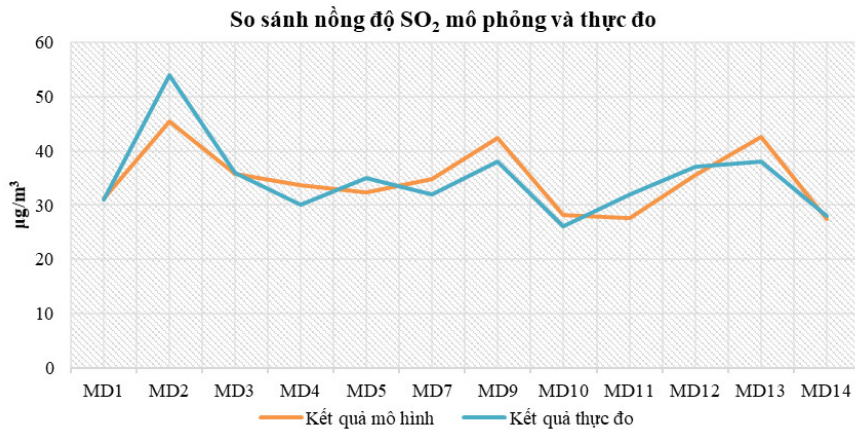


Hình 11. Phân bố ô nhiễm bụi  $PM_{10}$  lúc 9 giờ sáng, kịch bản 3 (cộng hưởng nguồn vùng và nguồn đường)

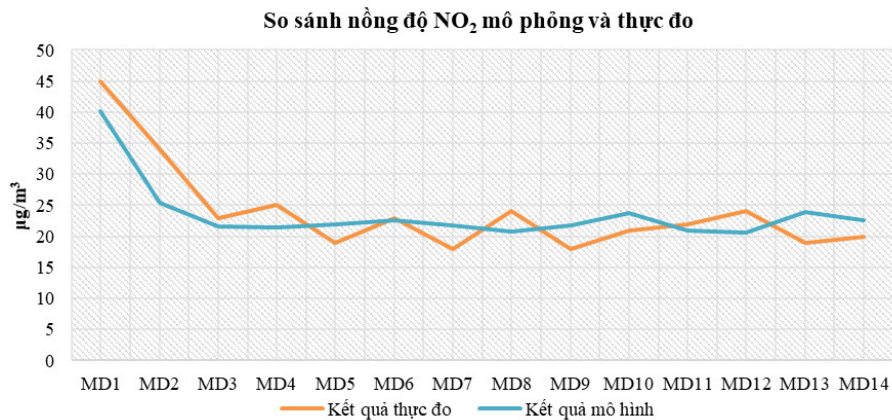
### 3.4. Thảo luận

Để kiểm định mức độ tin cậy kết quả tính theo mô hình, đã thực hiện lấy mẫu thực địa và phân tích chất lượng không khí xung quanh tại 12 vị trí trong khu vực (Hình 4) ngày 15/07/2019, lúc 9 giờ. Kết quả kiểm định  $SO_2$  tính theo mô hình và đo thực tế được thể hiện trên Hình 11 với chỉ số NASH trong trường hợp

$SO_2$  là 0,71. Kết quả kiểm định chỉ tiêu  $NO_2$  tính theo mô hình và kết quả đo thực tế được thể hiện trên Hình 12 với chỉ số Nash bằng 0,70. Tương tự với thông số  $PM_{10}$  với chỉ số Nash bằng 0,71 và thể hiện trên Hình 13. Bảng 6 thể hiện kết quả so sánh kết quả nồng độ  $SO_2$ ,  $NO_2$  và chỉ số Nash theo kịch bản 1.



Hình 12. Biểu đồ tương quan nồng độ SO<sub>2</sub> theo kịch bản 1



Hình 13. Biểu đồ tương quan nồng độ NO<sub>2</sub> theo kịch bản 1

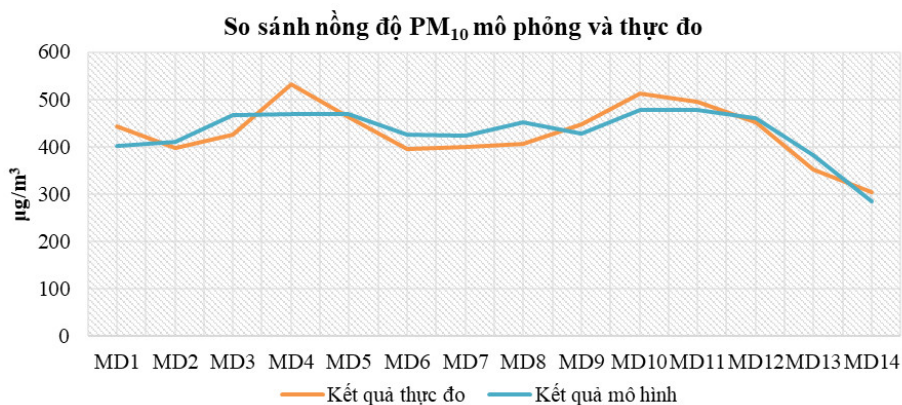
Bảng 6. So sánh kết quả nồng độ SO<sub>2</sub>, NO<sub>2</sub> và chỉ số Nash theo kịch bản 1

TT	Vị trí	Tọa độ		Nồng độ SO <sub>2</sub> (µg/m <sup>3</sup> )		Nồng độ NO <sub>2</sub> (µg/m <sup>3</sup> )	
		X (m)	Y (m)	Kết quả mô hình	Kết quả thực đo	Kết quả mô hình	Kết quả thực đo
1	MD1	704894,62	1219538,86	31,164	31	40,171	45
2	MD2	705430,33	1219588,81	45,481	54	25,379	34
3	MD3	705163,46	1221216,87	35,784	36	21,538	23
4	MD4	705828,92	1221633,60	33,712	30	21,504	25
5	MD5	706338,73	1221912,36	32,369	35	21,907	19
6	MD7	704863,82	1221180,81	34,759	32	22,509	23
7	MD9	703682,36	1222031,28	42,381	38	21,716	18
8	MD10	704571,91	1223299,34	28,190	26	20,773	24
9	MD11	702999,95	1223121,18	27,651	32	21,762	18
10	MD12	702583,15	1221851,50	35,594	37	23,737	21
11	MD13	706395,65	1219721,82	42,593	38	20,963	22
12	MD14	704156,71	1219321,18	27,327	28	20,667	24
-	Kết quả chỉ số NASH			0,71		0,70	

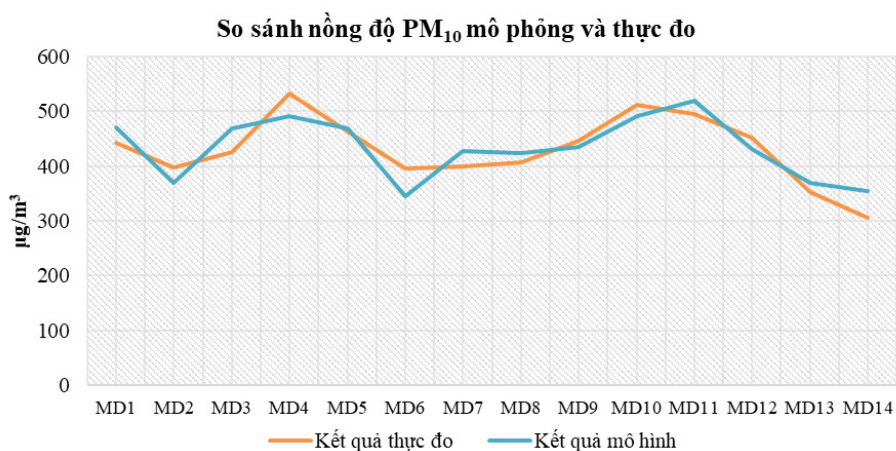
Kiểm định kịch bản 1 cho thấy kết quả tính từ mô hình và số liệu quan trắc thực tế có tương quan ở mức chấp nhận được. Sai số ở đây có thể giải thích điều này bởi kết quả mô hình chưa lưu ý tới nồng độ nền trong khu vực. Ngoài ra, một nguyên nhân nữa là sai số trong quá trình tiến

hành lấy mẫu đo đạc và phân tích.

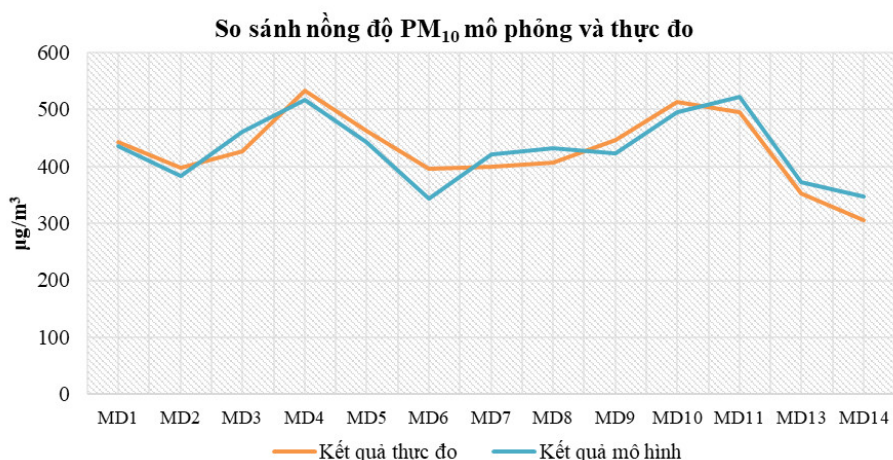
Kết quả kiểm định chỉ tiêu PM<sub>10</sub> theo 3 kịch bản 1, 2, 3 thể hiện trên Hình 14 - 16 và Bảng 7. Cũng giống như trên, sai số ở đây được giải thích bởi chưa lưu ý tới nồng độ nền nền tại khu vực nghiên cứu.



Hình 14. Biểu đồ tương quan nồng độ PM<sub>10</sub> theo kịch bản 1



Hình 15. Biểu đồ tương quan nồng độ PM<sub>10</sub> theo kịch bản 2



Hình 16. Biểu đồ tương quan giữa nồng độ PM<sub>10</sub> mô phỏng theo kịch bản 3

Bảng 7. So sánh kết quả nồng độ PM<sub>10</sub> theo kích bản 1, 2, 3 và chỉ số Nash

TT	Vị trí	Nồng độ PM <sub>10</sub> (µg/m <sup>3</sup> ) Kích bản 1		Nồng độ PM <sub>10</sub> (µg/m <sup>3</sup> ) Kích bản 2		Nồng độ PM <sub>10</sub> (µg/m <sup>3</sup> ) Kích bản 3	
		Kết quả mô hình	Kết quả thực đo	Kết quả mô hình	Kết quả thực đo	Kết quả mô hình	Kết quả thực đo
1	MD1	402,303	442	471,161	442	434,451	442
2	MD2	409,589	398	369,387	398	382,998	398
3	MD3	467,135	426	468,390	426	460,178	426
4	MD4	469,194	532	490,638	532	516,275	532
5	MD5	468,947	463	469,310	463	442,675	463
6	MD7	424,923	395	345,408	395	344,258	395
7	MD9	422,638	400	426,427	400	421,757	400
8	MD10	451,931	407	424,155	407	432,443	407
9	MD11	427,503	447	434,875	447	422,262	447
10	MD12	476,596	512	490,583	512	494,051	512
11	MD13	476,960	495	518,277	495	522,276	495
12	MD14	460,286	452	430,612	452	371,949	352
-	Kết quả chỉ số NASH	0,71		0,73		0,80	

#### 4. Kết luận

Nghiên cứu được thực hiện với mục tiêu xây dựng phương pháp tính lan truyền ô nhiễm không khí cho trường hợp nguồn đường và nguồn thể tích có lưu ý tới địa hình phức tạp với các yếu tố khí tượng được lấy từ kết quả chạy WRF. Kết quả tính toán được thực hiện cho chất ô nhiễm là SO<sub>2</sub>, NO<sub>2</sub>, bụi PM<sub>10</sub> với 3 kích bản

khác nhau. Kết quả mô phỏng được kiểm định dựa trên số liệu quan trắc cho thấy kết quả mô hình hóa có độ tin cậy chấp nhận được. Các nghiên cứu trong tương lai sẽ dựa trên số liệu thực đo để tiếp tục kiểm định các kết quả mô hình hóa là bước đi quan trọng để ứng dụng mô hình cho các dự án của đất nước.

**Lời cảm ơn:** Nghiên cứu này được tài trợ một phần từ đề tài khoa học và công nghệ cấp Bộ 2017 - 2019 theo quyết định số 1219/QĐ-BTNMT ngày 19/5/2017. Nhóm tác giả xin bày tỏ sự cảm ơn trân thành tới Bộ và Ban chủ nhiệm chương trình. Nhóm tác giả cũng bày tỏ sự cảm ơn tới Phòng Thí nghiệm Trọng điểm Quốc gia Điều khiển số và Kỹ thuật hệ thống, Trường Đại học Bách Khoa - Đại học Quốc gia Tp. Hồ Chí Minh đã tạo điều kiện cho nghiên cứu này được thực hiện.

#### Tài liệu tham khảo

1. Phan Hoài Trung, An Quốc Khánh (1988), *Sử dụng mô hình Gauss trong công tác kiểm soát nguồn thải chất bẩn vào không khí (nguồn đơn)*. Tạp chí Khí tượng Thủy văn, 655, 15-21.
2. Phan Hoài Trung, An Quốc Khánh (1989), *Bài toán tính trường ô nhiễm từ N nguồn thải và một vài khía cạnh của vấn đề chuẩn nguồn thải*. Tạp chí Khí tượng Thủy văn, 656, 9-13.
3. Trần Ngọc Chấn (2001), *Ô nhiễm không khí và xử lý khí thải - Tập 1: Ô nhiễm không khí và tính toán khuếch tán chất ô nhiễm*. Nxb Khoa học và kỹ Thuật, Hà Nội.
4. Bùi Tá Long, Nguyễn Châu Mỹ Duyên (2019), *Mô hình hóa ô nhiễm không khí trong điều kiện*

địa hình phức tạp - trường hợp nguồn thải điểm. Tạp chí Khí tượng Thủy văn, 700, 34-45.

5. Teggi, S., Costanzini, S., Ghermandi, G., Malagoli, C., Vinceti, M., (2018), *GIS-based atmospheric dispersion model for pollutants emitted by complex source areas*. Science of the Total Environment, 610-611, 175-190.

6. Gulliver, J., Briggs, D., (2011), *STEMS-Air: A simple GIS-based air pollution dispersion model for city-wide exposure assessment*. Science of the Total Environment, 409, 2419-2429.

7. Huertas, J.I., Huertas, M.E., Cervantes, G., Díaz, J., (2014), *Assessment of the natural sources of particulate matter on the opencast mines air quality*. Science of the Total Environment, 493, 1047-1055.

8. Environmental Protection Agency (1995), *User's Guide for the Industrial Source Complex (ISC3) Dispersion Model (revised)*. Volume II - Description of Model Algorithms. EPA-454/b-95-0036.

9. Environmental Protection Agency (2004a), *AERMOD deposition algorithms – science document (revised draft)*. Technical Report. U.S. Environmental Protection Agency.

10. Environmental Protection Agency (2004b), *User's Guide for the AMS/EPA Regulatory Model - AERMOD*. Technical Report EPA-454/B-03-001. U.S. Environmental Protection Agency.

11. Environmental Protection Agency (2016), *Technology Transfer Network Support Center for Regulatory Atmospheric Modeling - Preferred/Recommended models*. Online available 27 April 2017.

12. Bùi Tá Long (2014), *Đánh giá, dự báo tác động ô nhiễm môi trường do bụi tại khu vực khai thác đá tập trung tại xã Thường Tân, Tân Mỹ và đề xuất giải pháp quản lý*. Báo cáo kết quả tổng hợp đề tài nghiên cứu khoa học.

13. Belalcazar, L., Fuhrer, O., Ho, D., Zarate, E., Clappier, A., (2009), *Estimation of road traffic emission factors from a long term tracer study in Ho Chi Minh City (Vietnam)*. Atmospheric Environment, 43, 5830-5837.

14. DOSTE (Department of Science, Technology and Environment of HO Chi Minh city) (2001), *Urban transport energy demand and emission analysis - Case study of HCM city*. No. 1 (phase II).

15. Bang Quoc Ho (2017), *Modeling PM10 in Ho Chi Minh City, Vietnam and evaluation of its impact on human health*. Sustainable Environment Research, 27, 95-102.

16. Skamarock, W.C., Klemp, J.B., Dudhia, J., Gill, D.O., Barker, D., Duda, M.G., ... Powers, J.G., (2008), *A Description of the Advanced Research WRF Version 3 (No. NCAR/TN-475+STR)*. University Corporation for Atmospheric Research. doi:10.5065/D68S4MVH.

17. Janjic, Z.I., (2003), *A nonhydrostatic model based on a new approach*. Meteorol. Atmos. Phys., 82, 271-285.

18. Knierl, J., (2005). *The WRF Model*. National Center for Atmospheric Research Boulder, CO, USA.



## MODELING AIR POLLUTION FOR LINE AND VOLUME EMISSIONS - A CASE STUDY IN BINH DUONG QUARRY

Bui Ta Long<sup>1</sup>, Nguyen Hoang Phong<sup>1</sup>, Nguyen Chau My Duyen<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Hochiminh city University of Technology

**Abstract:** *Emissions from open pit mining are the main causes of environmental pollution from line and volume sources. Environmental modeling is an indispensable tool for assessing the extent and level of influence of this type of activity. Over the years, many studies have been conducted based on various methods of mathematical modeling, especially the EPA (USA) proposed calculation methods to pay attention to complex terrain and meteorological changes in the boundary layer of the air layer. This article, based on the method combined an approach integrating mathematical models, GIS and WRF for calculating air pollution from volume and line sources during mining from a stone quarry in Binh Duong. The results are verified by using measured data showing the reliability of the proposed model.*

**Keywords:** *Dispersion, PM10, Line source, Volume source, WRF.*

# PHÂN TÍCH HIỆN TRẠNG PHÂN BỐ DÒNG CHẢY VÀ ĐÁNH GIÁ ẢNH HƯỞNG CỦA CÁC DỰ ÁN TƯỚI ĐẾN PHÂN BỐ DÒNG CHẢY TẠI LƯU VỰC SÔNG MÊ CÔNG

Nguyễn Anh Đức<sup>1</sup>, Trần Anh Phương<sup>1</sup>, Nguyễn Đình Đạt<sup>2</sup>, Nguyễn Huy Phương<sup>2</sup>,  
Phạm Tường<sup>2</sup>, Phạm Nhật Anh<sup>1</sup>

**Tóm tắt:** Nghiên cứu này tập trung phân tích hiện trạng phân bố dòng chảy và đánh giá tác động của các dự án phát triển tưới, một trong những phát triển sử dụng nước “nóng” trên lưu vực bên cạnh phát triển thủy điện, đến phân phối dòng chảy lưu vực sông Mê Công. Kết quả tính toán cho thấy, dòng chảy tập trung chủ yếu vào mùa mưa (86%) đã gây ra tình trạng lũ lụt vào mùa mưa và hạn hán vào mùa khô. Trong số các nước trên lưu vực, Lào đóng góp dòng chảy vào đồng bằng sông Cửu Long lớn nhất (46%), tiếp theo sau bởi Trung Quốc (15%). Nếu các công trình khai thác sử dụng nước được thực hiện như kế hoạch đến năm 2060 thì nhìn chung tổng dòng chảy mùa mưa và dòng chảy năm trên toàn lưu vực giảm. Nếu các hồ chứa tham gia vào điều tiết dòng chảy thì sự khác biệt giữa mùa mưa và mùa khô trên phần lưu vực thuộc địa phận Trung Quốc, Lào và một phần Campuchia (7C) giảm đi. Với Thái Lan, do lấy nước tưới từ sông Mê Công vào phục vụ phát triển nông nghiệp, dòng chảy các mùa và tổng dòng chảy năm ở vùng 5T đều tăng. Dòng chảy từ lưu vực Sesan-Srepok của Việt Nam (7V) giảm 8,1% do nhu cầu sử dụng nước tăng. Nếu các hồ chứa không tham gia vào điều tiết dòng chảy thì dòng chảy các mùa, đặc biệt là mùa khô trên toàn lưu vực (ngoại trừ vùng 5T) giảm mạnh. Kết quả của nghiên cứu này sẽ cung cấp cơ sở khoa học cần thiết cho công tác đàm phán, hợp tác giữa Việt Nam với các quốc gia trên lưu vực chia sẻ nguồn nước dựa trên các quy định trong Hiệp định Mê Công 1995 và Công ước 1997 của Liên hợp quốc.

**Từ khóa:** Phát triển tưới, Mê Công, dòng chảy, thủy điện, mùa khô, mùa mưa.

Ban Biên tập nhận bài: 15/04/2019 Ngày phản biện xong: 22/06/2019 Ngày đăng bài: 25/07/2019

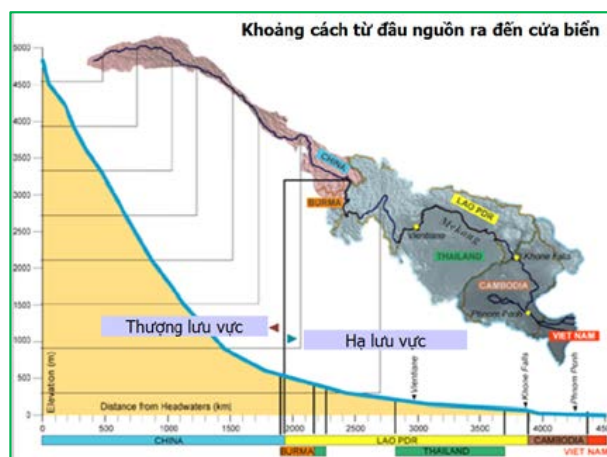
## 1. Đặt vấn đề

Sông Mê Công là một trong những sông lớn nhất thế giới, là nguồn tài nguyên nước đáng kể và quan trọng nhất khu vực Đông Nam Á với diện tích lưu vực rộng 795.000km<sup>2</sup> và tổng lượng dòng chảy năm khoảng 475 tỷ m<sup>3</sup> (thứ 8 thế giới) [2]. Sông bắt nguồn từ cao nguyên Tây Tạng có độ cao khoảng 4500m, chảy qua vùng Tân Cương với chiều dài khoảng 800km trước khi vào Vân Nam. Vùng trung và hạ lưu bắt nguồn từ vùng tam giác vàng giữa 3 nước Lào, Thái Lan và Myanma, với độ cao khoảng 500m, chiều dài sông từ đây ra biển khoảng hơn 2500km (Hình 1).

<sup>1</sup>Viện Khoa học tài nguyên nước, Bộ Tài nguyên và Môi trường

<sup>2</sup>Văn phòng Thường trực Ủy ban sông Mê Công Việt Nam, Bộ Tài nguyên và Môi trường

Email: nganhduc@yahoo.com



Hình 1. Tổng quan lưu vực sông Mê Công [2]

Sông Mê Công hiện nay và trong tương lai đóng vai trò quan trọng không chỉ trong sự phát triển kinh tế của mỗi quốc gia ven sông mà còn cả trong sự phát triển hợp tác kinh tế và chính trị

trong khu vực. Nhu cầu khai thác và sử dụng tài nguyên nước và tài nguyên liên quan trong lưu vực sông Mê công tại các nước ven sông sẽ ngày càng lớn và chắc chắn sẽ tăng đáng kể trong tương lai, do đó việc chia sẻ công bằng, hợp lý, phát triển bền vững và bảo vệ nguồn tài nguyên nước và tài nguyên liên quan đã và đang trở thành một đòi hỏi lớn thiết thực. Trong khoảng một thập kỷ gần đây, thông tin về các hoạt động phát triển sử dụng tài nguyên nước sông Mê Công ở các quốc gia thượng nguồn như Trung Quốc, Thái Lan, Lào và Campuchia liên tục được cập nhật và thu hút mối quan ngại của Chính phủ và các cấp Bộ ngành địa phương của Việt Nam. Các phát triển này bao gồm phát triển thủy điện, chuyển nước trong và ngoài lưu vực, phát triển sử dụng nước tưới, phát triển công nghiệp và giao thông thủy, đã gây ra nhiều lo lắng về các tác động đến dòng chảy và các hệ quả về môi trường, kinh tế và xã hội của toàn lưu vực sông Mê Công và đặc biệt là vùng Đồng bằng sông Cửu Long (ĐBSCL) của Việt Nam. Chính vì vậy, việc thu thập thông tin, nghiên cứu, đánh giá định lượng được ảnh hưởng của các hoạt động phát triển này là rất cần thiết.

Trong bài báo này chúng tôi trình bày các kết quả nghiên cứu phân tích hiện trạng và đánh giá phân bố dòng chảy trong điều kiện phát triển các dự án tưới phục vụ sản xuất nông nghiệp của các quốc gia thượng lưu đến phân phối dòng chảy trên lưu vực sông Mê Công. Kết quả của nghiên cứu này là cơ sở đề xuất các nội dung và giải pháp cho công tác đàm phán của Việt Nam về chia sẻ nguồn nước trên lưu vực sông Mê Công theo Hiệp định Mê Công 1995 và Công ước 1997 của Liên hợp quốc.

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

### 2.1 Giới thiệu khu vực nghiên cứu

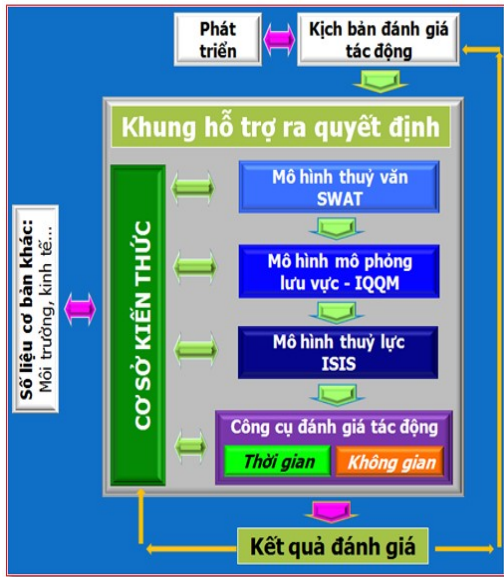
#### 1) Điều kiện khí tượng thủy văn

Khí hậu vùng sông Mê Công được phân thành 2 mùa rõ rệt với khoảng thời gian tương đối bằng nhau, mùa mưa bắt đầu từ khoảng giữa tháng 5 và kết thúc vào cuối tháng 9 đầu tháng 10. Lượng mưa 6 tháng mùa mưa chiếm đến hơn 85% lượng mưa cả năm; lượng mưa 6 tháng mùa khô chỉ

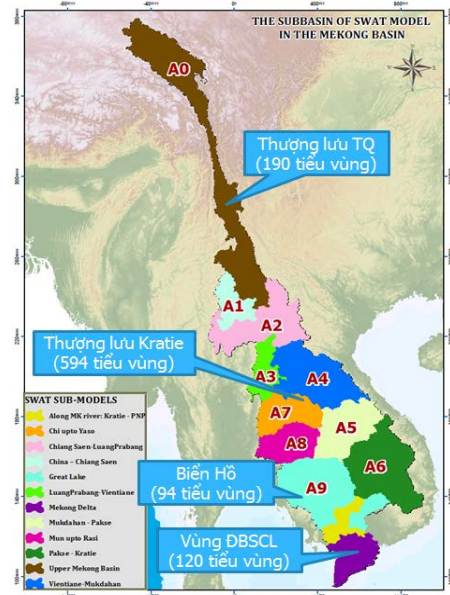
chiếm 15% trong đó có những tháng không đo đạc được chút mưa nào. Vào cuối mùa mưa, ảnh hưởng của các trận bão và áp thấp nhiệt đới đến lưu vực đã làm cho các tháng 8, tháng 9 thậm chí tháng 10 (vùng đồng bằng sông Cửu Long) là tháng có lượng mưa nhiều nhất. Thời gian mùa khô và mùa mưa không thay đổi từ thượng lưu xuống hạ lưu, nhưng có sự thay đổi về thời điểm lượng mưa trung bình tháng lớn nhất. Vùng thượng lưu, phía bắc lưu vực (tại Chiang Rai) lượng mưa tháng lớn xảy ra vào tháng 8 trong khi đó xuống tới hạ lưu, lượng mưa tháng lớn nhất lại xảy ra vào tháng 10 (tại Châu Đốc). Biến đổi của nhiệt độ trung bình ở các vùng đồng bằng và thung lũng sông của lưu vực là tương đối nhỏ, thể hiện tính chất nhiệt đới và cận nhiệt đới của khí hậu.

#### 2) Tình hình khai thác và phát triển tài nguyên nước tại lưu vực sông Mê Công

Nhu cầu khai thác tài nguyên nước phục vụ phát triển kinh tế-xã hội ở 5 nước thượng lưu sông Mê Công rất lớn. Trung Quốc đã khai thác tiềm năng thủy điện trên dòng chính Mê Công. Khai thác tiềm năng thủy điện cũng đang được thúc đẩy phát triển ở Lào và Campuchia [3,5,9]. Đặc biệt, các dự án nghiên cứu nhằm khai thác nguồn nước sông Mê Công phục vụ tưới cho nông nghiệp đã được phía Thái Lan tiến hành trong nhiều thập kỷ qua, chủ yếu tập trung vào các định hướng sau: (i) tăng cường sử dụng hiệu quả nguồn tài nguyên nước trên các sông nhánh của lưu vực sông Mê Công trong vùng Đông Bắc Thái Lan; (ii) tìm kiếm các phương án chuyển nước trong lưu vực từ phía Lào (qua dòng chính sông Mê Công) để bổ sung thêm nguồn nước cho các hồ chứa trong vùng Đông Bắc Thái Lan; và (iii) lấy nước trực tiếp từ dòng chính sông Mê Công để sử dụng cho vùng Đông Bắc Thái Lan. Campuchia cũng phát triển vùng dự án thủy lợi Vai Co nằm ở đồng bằng trung tâm tại Đông Nam Campuchia. Các dự án chuyển nước và thủy lợi này sẽ có tác động đặc biệt tiêu cực đến các nước hạ lưu, nếu việc chuyển nước được thực hiện vào mùa khô [6]. Vì vậy, việc đánh giá ảnh hưởng của chúng lên phân phối dòng chảy sông Mê Công là hết sức cần thiết.



Hình 2. Khung hỗ trợ ra quyết định DSF



Hình 3. Phạm vi mô hình SWAT

## 2.2. Giới thiệu công cụ mô hình toán

Nghiên cứu này sử dụng bộ công cụ mô hình toán của Ủy hội sông Mê Công quốc tế (Decision Support Framework - DSF - Khung Hỗ trợ ra Quyết định) (Hình 2). Để phục vụ mục tiêu tính toán phân bố dòng chảy vào đồng bằng sông Cửu Long, nghiên cứu này chỉ sử dụng mô hình SWAT và mô hình IQQM. Trong đó mô hình SWAT được sử dụng để mô phỏng quá trình mưa - dòng chảy và mô hình IQQM dùng để tính toán mô phỏng cân bằng nước trên lưu vực và diễn toán dòng chảy trên sông [7, 8].

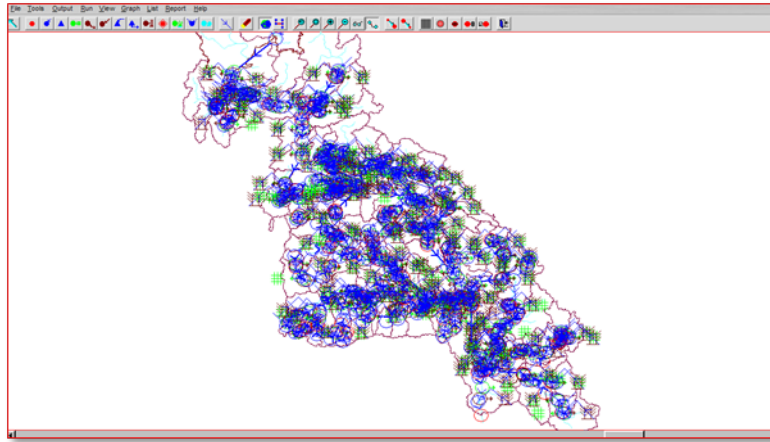
### 1) Mô hình thủy văn SWAT

SWAT là mô hình được phát triển bởi Bộ Nông nghiệp Mỹ (USDA) để mô phỏng diễn biến dòng chảy và chất lượng nước mặt, nước ngầm trên qui mô lưu vực dựa trên các đánh giá lượng mưa, khả năng bốc hơi tiềm năng và các đặc điểm về địa hình, loại đất và thảm phủ trong từng tiểu lưu vực [1]. Mô hình cho phép đánh giá các tác động đến môi trường của sử dụng đất, qui hoạch sử dụng đất và biến đổi khí hậu. Toàn bộ phần lưu vực sông Mê Công được chia thành 11 vùng như hình 3. Tuy nhiên, do nghiên cứu này tập trung đánh giá dòng chảy đến đồng bằng

sông Cửu Long nên dòng chảy vùng A10 thuộc Đồng bằng sông Cửu Long không được xem xét. Với mỗi vùng từ A0 đến A9, một mô hình SWAT sẽ được xây dựng. Mỗi vùng lại được chia nhỏ thành các tiểu lưu vực. Tổng cộng, có 10 mô hình SWAT và 870 tiểu lưu vực. Dòng chảy tại các cửa ra của lưu vực tính toán từ mô hình SWAT sẽ là đầu vào cho mô hình lưu vực IQQM.

### 2) Mô hình mô phỏng lưu vực IQQM

IQQM được phát triển để mô phỏng lưu vực Murray-Darling ở Australia. Mô hình mô phỏng diễn toán dòng chảy trong lưu vực qua hệ thống sông, và các hệ thống thủy lợi điều tiết như đập và các công trình thủy lợi [4]. Mô hình IQQM còn sử dụng các số liệu trong Cơ sở Kiến thức để ước tính nhu cầu nước tưới trên toàn lưu vực sông Mê Công. Hình 4 trình bày sơ đồ mô phỏng dòng chảy cho lưu vực sông Mê Công sử dụng mô hình IQQM được Ủy hội sông Mê Công quốc tế xây dựng với các dòng gia nhập từ đầu ra của mô hình SWAT, 37 đập dòng nhánh và 420 điểm lấy nước (dân sinh, công nghiệp), và 366 khu đất canh tác nông nghiệp.



Hình 4. Sơ đồ tính toán mô hình IQMM

### 2.3. Số liệu đầu vào

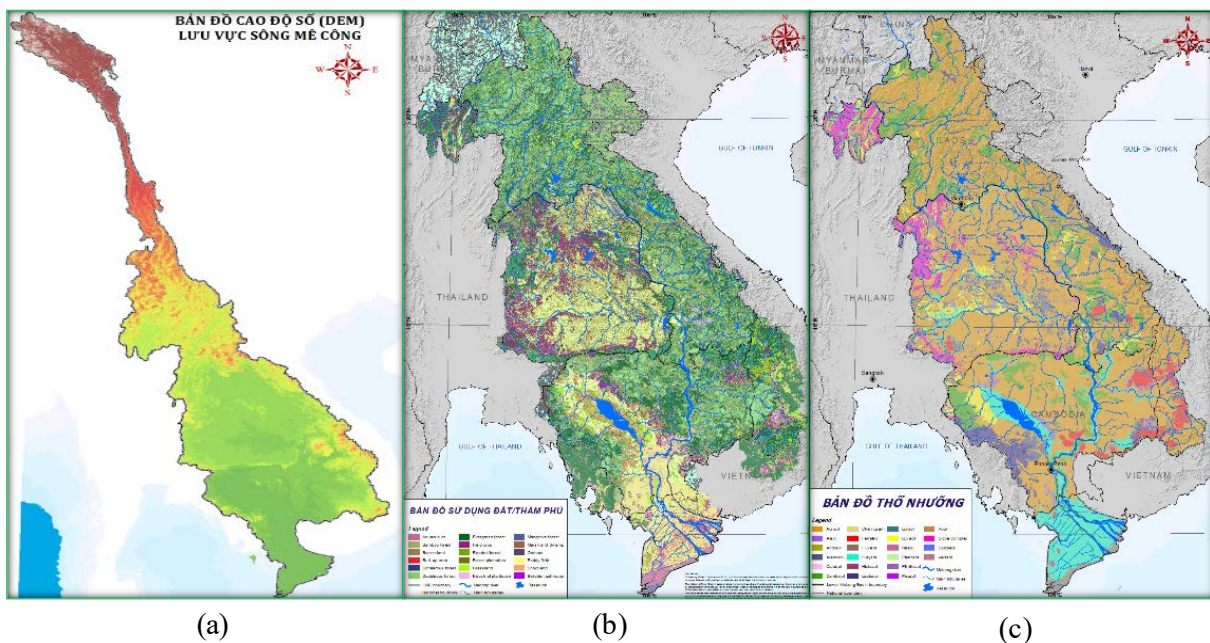
Tài liệu khí tượng, thủy văn: Chuỗi số liệu mưa, bốc hơi, lưu lượng và mực nước ngày trong giai đoạn 1980 - 2008 của các trạm trên lưu vực được trích trong cơ sở dữ liệu của Khung hỗ trợ ra quyết định DSF. Bộ số liệu này đã được chỉnh biên và được đánh giá là có chất lượng đảm bảo yêu cầu tính toán, mô phỏng.

Tài liệu địa hình: Bản đồ cao độ DEM cho toàn lưu vực với độ phân giải 250 m được sử dụng phục vụ phân chia lưu vực thành các tiểu lưu vực và mô phỏng quá trình thủy văn bằng mô hình SWAT (Hình 5a).

Tài liệu về thảm phủ: Bản đồ độ che phủ rừng

của hạ lưu vực sông Mê Công được xây dựng từ không ảnh năm 1997 và 2003. Vùng thượng nguồn (Phần diện tích Trung Quốc và Myanmar) và vùng rừng che phủ ít hoặc không che phủ (các khu vực ngập lũ và đồng bằng sông Cửu Long) thì sử dụng bản đồ sử dụng đất toàn cầu (Hình 5b).

Tài liệu về thổ nhưỡng: Bản đồ đất của lưu vực sông Mê Công (trừ phần bị ngập lũ sâu ở hạ lưu) được lấy từ bản đồ đất của Tổ chức lương thực thế giới FAO. Bản đồ đất phần hạ lưu ngập lũ được Ủy hội sông Mê Công (MRCS) hoàn thiện vào tháng 6 năm 2002 (Hình 5c).



Hình 5. Bản đồ DEM, thảm phủ và thổ nhưỡng lưu vực sông Mê Công: (a) DEM; (b) Bản đồ thảm phủ; (c) Bản đồ thổ nhưỡng

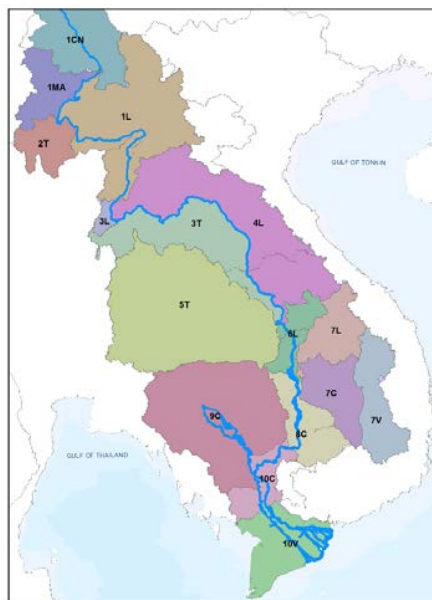
**2.4. Phân vùng lưu vực tính toán**

Tính toán cân bằng nước được thực hiện cho 70 tiểu lưu vực, sau đó gộp thành 16 vùng trong đó Trung Quốc: 1 vùng (1CN), Myanmar 1 vùng (1MA), Lào: 5 vùng (1L, 3L, 4L, 6L, 7L), Thái Lan: 3 vùng (2T, 3T, 5T), Campuchia: 4 vùng (7C, 8C, 9C, 10C) và Việt Nam: 2 vùng (7V, 10V) (Hình 6) [3]. Tuy nhiên, trong nghiên cứu này chúng tôi tập trung tính toán dòng chảy đến vùng đồng bằng sông Cửu Long nên chưa xem xét phân tích chi tiết trong vùng 10V.

**2.5. Các kịch bản tính toán**

Một kịch bản nền và ba kịch bản tính toán về phân bố dòng chảy trong nghiên cứu này được thể hiện như ở bảng 1. Trong đó, ở các kịch bản 2020 và 2060A, các hồ chứa được xây dựng trong tương lai tham gia vào quá trình điều tiết dòng chảy. Ở kịch bản 2060B các hồ chứa được xây dựng mới trong tương lai không tham gia vào quá trình điều tiết dòng chảy nhằm đánh giá

tác động riêng rẽ của hoạt động phát triển tưới đến phân phối dòng chảy.



Hình 6. Sơ đồ phân vùng tính toán tại lưu vực sông Mê Công

Bảng 1. Các kịch bản tính toán mô phỏng phân bố dòng chảy

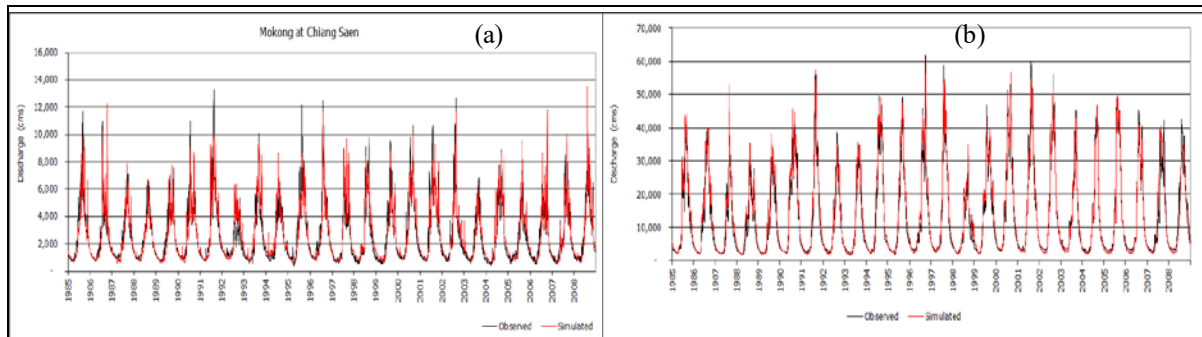
Tên kịch bản	Tên kịch bản	ĐK thủy văn	Hồ chứa và đập dâng
Kịch bản nền BL	Điều kiện phát triển hiện tại 2007	Baseline 1985 - 2008	Các đặc trưng như: Sử dụng đất, Kênh mương, Giao thông, Đập, Hồ chứa, Vận hành hồ chứa như năm 2007. Hệ thống đập và hồ chứa: Lào có 5 đập; Việt Nam 1 đập; Đông bắc Thái Lan có 12 đập.
Kịch bản 2020	Điều kiện phát triển đến 2020, các hồ chứa tham gia điều tiết chống hạn		- Thêm 02 đập trên sông chính thuộc hạ lưu vực trên sông MK (Xayaburi và Donsahong). Chế độ vận hành được xem xét trong điều kiện tối ưu và điều kiện tăng cường tích nước phục vụ cho phát điện. - Hệ thống đập trên các sông nhánh, Hệ thống kiểm soát lũ, Diện tích tưới và các dự án chuyển nước trong lưu vực theo quy hoạch như BDP đến 2020 [3].
Kịch bản 2060A	Điều kiện phát triển đến 2060, các hồ chứa tham gia điều tiết chống hạn		- Thêm 11 đập trên sông chính thuộc hạ lưu vực trên sông MK. Chế độ vận hành cũng được xem xét trong điều kiện tối ưu và điều kiện tăng cường tích nước phục vụ cho phát điện. - Hệ thống đập trên các sông nhánh, Hệ thống kiểm soát lũ, Diện tích tưới và các dự án chuyển nước trong lưu vực theo quy hoạch như Chương trình phát triển lưu vực (BDP) đến 2060 [3].
Kịch bản 2060B	Điều kiện phát triển đến 2060, các hồ chứa không tham gia điều tiết chống hạn		<i>Các án thủy lợi, tưới và chuyển nước trong lưu vực</i> bao gồm các dự án Nong Khai Chi Mun, Huổi Luông - Chi Mun, Loei-ChiMun, Xê bang Phai - Chi Mun, Vai-Co <i>Các dự án chuyển nước ra ngoài lưu vực</i> bao gồm các dự án Kok-Mea Ngat, Kok-Ing-Yorn, MC-Skirit, Kok-Ing-Nan, Loei-Sane.

### 3. Kết quả tính toán

#### 3.1. Kết quả hiệu chỉnh, kiểm định mô hình SWAT và IQQM

Chuỗi số liệu từ năm 1985 đến 2000 được dùng hiệu chỉnh mô hình SWAT và IQQM, và từ 2001 đến 2008 được dùng để kiểm định các mô hình này. Hình 7 so sánh lưu lượng thực đo và tính toán sau khi được hiệu chỉnh tại Chiềng-Sen

và Kra-chê giai đoạn 1985-2008. Quá trình dòng chảy mô phỏng tại 2 trạm trên dòng chính sông Mê Công đều phù hợp rất tốt với quá trình dòng chảy thực đo. Kết quả hiệu chỉnh, kiểm định tại các trạm trên dòng chính đều đạt độ chính xác rất cao với chỉ số Nash lớn hơn hoặc bằng 0,9, sai số tổng lượng hầu như không đáng kể.



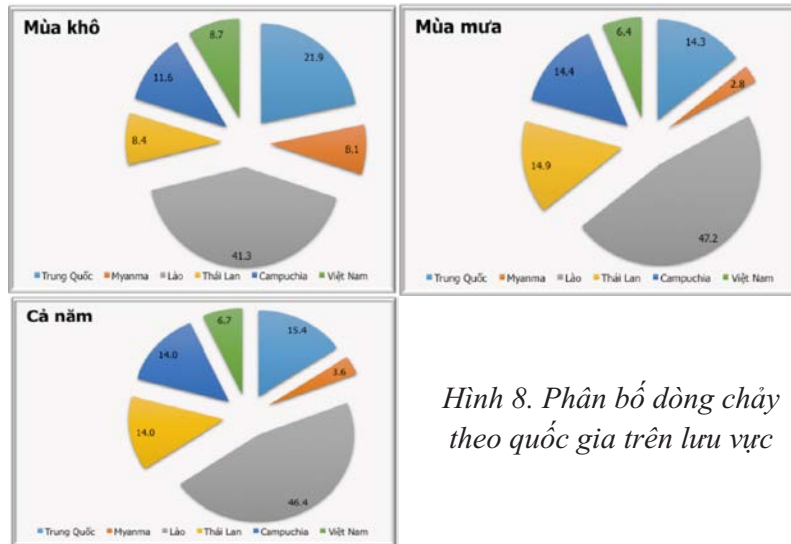
Hình 7. Dòng chảy TB ngày tại Chiang Saen (a) và Kratie (b) giữa tính toán và thực đo

#### 3.2. Kết quả tính toán phân phối dòng chảy

##### 3.2.1. Hiện trạng phân bố dòng chảy trên lưu vực sông Mê Công

Hình 8 thể hiện phân bố dòng chảy theo các vùng và theo quốc gia trên lưu vực sông Mê Công. Tổng lượng dòng chảy trung bình năm (đến đồng bằng sông Cửu Long) vào khoảng 473 tỉ m<sup>3</sup> trong đó mùa khô chiếm lượng dòng chảy rất nhỏ (chỉ khoảng 14%), trong khi đó mùa mưa chiếm tới 86%. Về đóng góp dòng chảy của các quốc gia, sông Lan Thương - Trung Quốc đóng góp 15% trong đó mùa khô đóng góp nhiều hơn (22%) mùa mưa (14%). Như vậy, phần thượng lưu Trung Quốc đóng vai trò rất quan trọng về lượng dòng chảy, đặc biệt là vào mùa khô. Đóng góp lớn nhất vào tổng dòng chảy trên sông Mê Công là Lào, chiếm 46% tổng lượng dòng chảy năm. Mặc

dù đóng góp vẫn rất lớn nhưng đóng góp cho dòng chảy mùa khô của Lào nhỏ hơn mùa mưa (41% dòng chảy mùa khô và 47% dòng chảy mùa mưa). Đóng góp vào dòng chảy của Thái Lan và Campuchia vào tổng dòng chảy năm tương đối bằng nhau (khoảng 14%), tuy nhiên đóng góp của Campuchia vào dòng chảy mùa khô (12%) lớn hơn của Thái Lan (8%). Đóng góp của phần lưu vực Sesan-Srepok của Việt Nam vào khoảng 7%. Đóng góp của phần lãnh thổ Myanmar nhỏ nhất (khoảng gần 4%). Có thể nhận thấy, tuy chiếm diện tích lưu vực tương đối lớn nhưng do lượng mưa tương đối nhỏ nên dòng chảy sinh ra trên địa phận Thái Lan và Campuchia tương đối thấp. Đây cũng là lý do Thái Lan và Campuchia tích cực nghiên cứu các dự án lấy nước từ sông Mê Công phục vụ tưới để phát triển nông nghiệp.



Hình 8. Phân bố dòng chảy theo quốc gia trên lưu vực

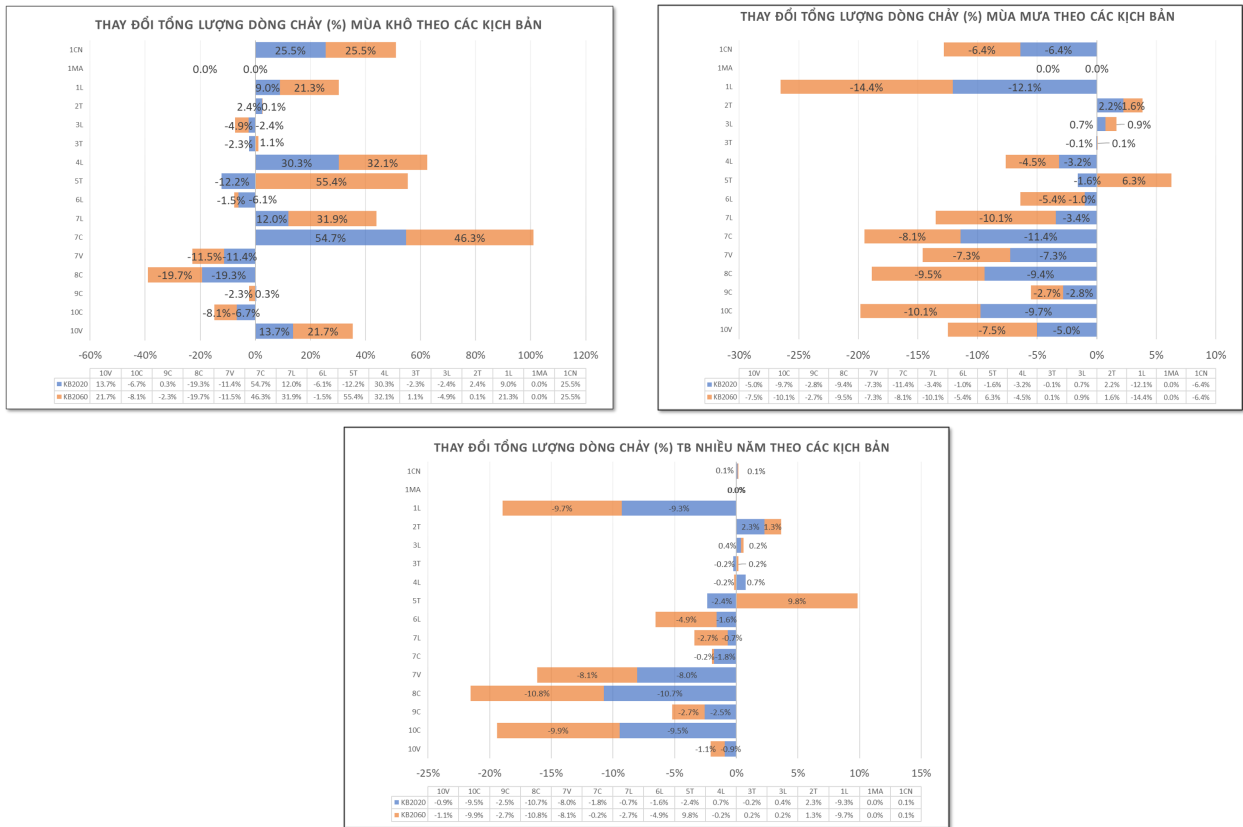
3.2.2. Kịch bản phát triển đến năm 2020 và 2060 có tính đến hoạt động điều tiết của các hồ chứa

Hình 9 trình bày mức độ thay đổi dòng chảy trong điều kiện phát triển đến năm 2020 và 2060 và các hồ chứa tham gia điều tiết dòng chảy mùa. Phân bố dòng chảy thay đổi như sau: Đóng góp dòng chảy cả năm của phần thượng lưu lưu vực sông trên địa phận Trung Quốc gần như không đổi. Tuy nhiên, có sự thay đổi tương đối lớn về dòng chảy mùa kiệt và mùa lũ do điều tiết của các hệ thống hồ chứa mới được xây dựng trong giai đoạn 2007-2020. Đóng góp của dòng chảy mùa kiệt tăng 26% và dòng chảy mùa lũ giảm 6,4% trong điều kiện vận hành tối ưu của các hồ chứa. Dòng chảy mùa mưa, mùa khô và cả năm trên phần lãnh thổ Myanmar không có sự thay đổi đáng kể giữa kịch bản nền và 2 kịch bản tương lai. Đối với Lào, thay đổi tỉ lệ đóng góp dòng chảy năm của vùng 1L tương đối lớn (giảm 9,3% theo kịch bản năm 2020 và 9,7% theo kịch bản năm 2060). Ở vùng này, do điều tiết của các hồ chứa mới được xây dựng trên dòng chính, dòng chảy mùa mưa giảm một lượng đáng kể (giảm 12,1% và 14,4% tương ứng với các kịch bản 2020 và 2060). Mặc dù dòng chảy mùa khô tăng (9% và 21%) nhưng do nước phục vụ các nhu cầu dùng nước (và không hồi qui lại hoàn toàn) tăng lên nên dòng chảy năm giảm. Các

vùng 3L và 4L, dòng chảy năm thay đổi không đáng kể. Tuy nhiên, do điều tiết của các hồ chứa dòng chảy vùng 4L mùa khô tăng khá lớn, lần lượt là 30,3% và 32%, mùa mưa giảm 3,2% và 4,5% tương ứng với năm 2020 và 2060. Không có sự thay đổi đáng kể giữa phân phối dòng chảy năm 2020 và 2060 trên phần lãnh thổ của Trung Quốc, Myanmar và Lào, chứng tỏ không có thêm công trình lớn nào được xây dựng trong giai đoạn 2020-2060 ở các khu vực này.

Với Thái Lan, dòng chảy mùa mưa, mùa khô và cả năm vùng 2T đều tăng một lượng nhỏ do hoạt động lấy nước từ sông Mê Công vào phục vụ tưới. Vùng 3T không có sự thay đổi dòng chảy đáng so với kịch bản nền. Đặc biệt, vùng 5T theo kịch bản 2020 thì dòng chảy năm và các mùa đều giảm do sự gia tăng nhu cầu nước tưới. Tuy nhiên, đến năm 2060, dòng chảy các mùa và tổng dòng chảy năm ở vùng 5T đều tăng mạnh. Dòng chảy mùa kiệt tăng mạnh nhất (55,4%), dòng chảy mùa mưa tăng 6,3% và dòng chảy cả năm tăng 9,8%. Điều này là do việc xây dựng các công trình chuyển nước từ sông Mê Công vào vùng này phục vụ tưới cho nông nghiệp trong giai đoạn 2020 - 2060 trên phần lưu vực này. Một phần lượng nước được chuyển sẽ trả lại cho sông Mê Công dưới dạng dòng chảy hồi qui nên có sự gia tăng đóng góp dòng chảy đột ngột của vùng 5T.





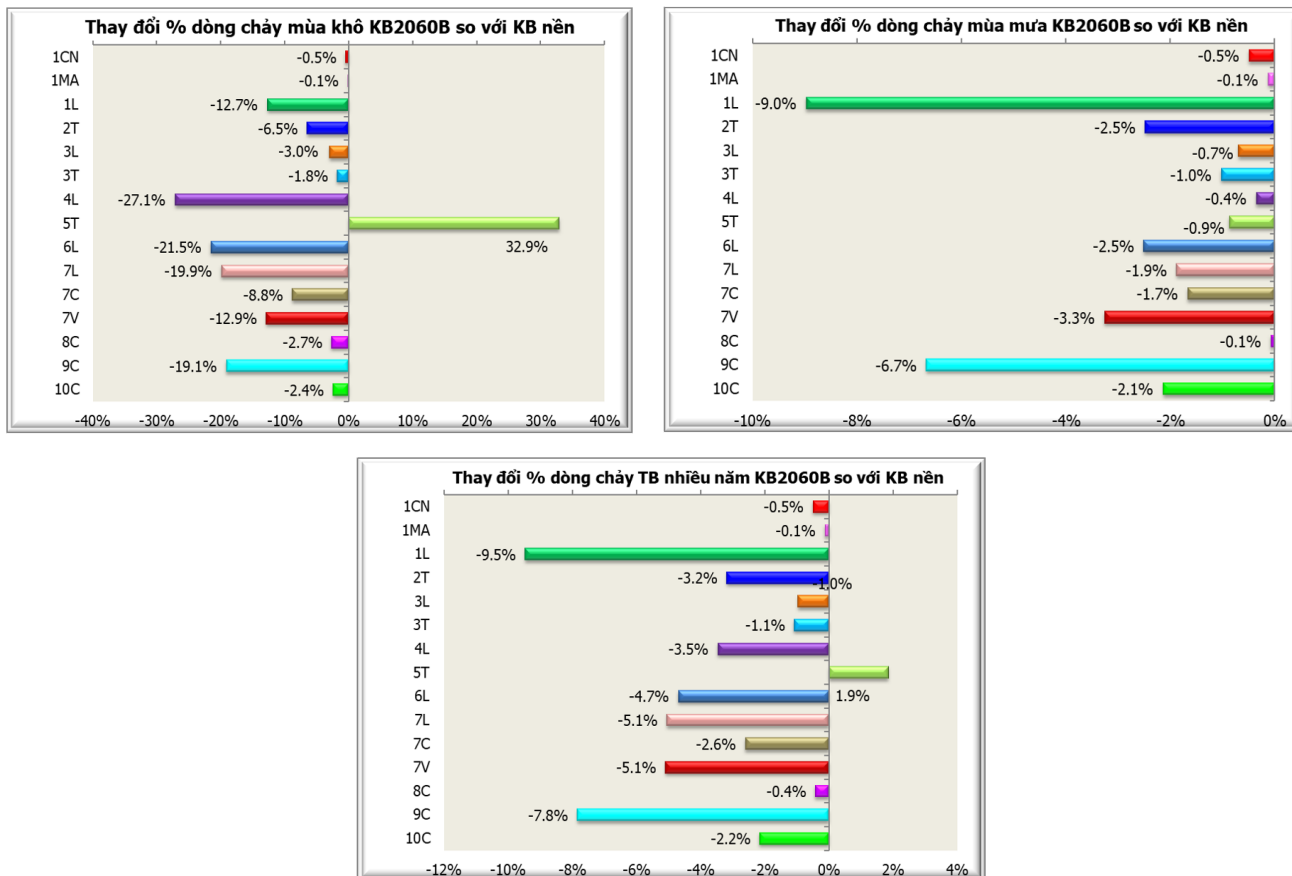
Hình 9. Mức thay đổi của dòng chảy mùa khô, mùa mưa và cả năm của các kịch bản 2020 và 2060 so với kịch bản nền (2007)

Đóng góp dòng chảy năm và các mùa từ nhánh của Campuchia đều giảm do việc phát triển tưới (dòng chảy năm giảm lên đến 10,8% tại vùng 8C). Tương tự, đóng góp dòng chảy từ sông Sesan và Srepok (vùng 7V) của Việt Nam cũng giảm. Theo kịch bản 2060, dòng chảy giảm 11,5% về mùa kiệt và 7,3% về mùa lũ, dẫn đến tổng dòng chảy năm giảm 8,1%. Điều này là do nhu cầu sử dụng nước ở các vùng này tăng mạnh trong tương lai đã làm giảm đóng góp dòng chảy ở cả mùa lũ và mùa kiệt. Không có sự khác biệt lớn giữa đóng góp dòng chảy theo 2 kịch bản 2020 và 2060 của phần lưu vực trên địa phận Campuchia và Việt Nam.

### 3.2.3. Kịch bản phát triển đến năm 2060 không tính đến hoạt động điều tiết của các hồ chứa

Hình 10 trình bày kết quả đóng góp dòng chảy của các tiểu vùng khi xem xét ảnh hưởng của hoạt động phát triển tưới và chuyển nước theo kịch bản 2060 nhưng không xem xét điều tiết của các hồ chứa dự kiến được xây dựng trên dòng chính

sông Mê Công. Kết quả tính toán cho thấy hoạt động phát triển tưới và chuyển nước đã làm thay đổi tương đối lớn đóng góp dòng chảy của các tiểu vùng. Vùng 5T của Thái Lan có đóng góp dòng chảy tăng đặc biệt trong mùa khô do nước lấy từ dòng chính sông Mê Công hồi qui lại. Dòng chảy mùa khô tăng 32,9% và dòng chảy cả năm tăng gần 2% ở vùng này. Phần lưu vực trên lãnh thổ Trung Quốc và Myanmar dòng chảy thay đổi không đáng kể do hoạt động phát triển tưới và chuyển nước không ảnh hưởng nhiều đến dòng chảy ở đây. Các vùng chịu ảnh hưởng lớn nhất do nước bị lấy mất bao gồm 1L, 4L, 6L, 7L của Lào và 9C của Campuchia. Một điểm cần lưu ý khác là, trái ngược với kịch bản 2060A khi việc điều tiết các hồ chứa đã làm dòng chảy mùa khô tăng và dòng chảy mùa mưa giảm, dòng chảy mùa khô và mùa mưa của kịch bản 2060B đều giảm (trừ vùng 5T) do nhu cầu dùng nước trên toàn lưu vực tăng và không được điều tiết bởi các hồ chứa.



Hình 10. So sánh phân phối dòng chảy mùa khô, mùa mưa và cả năm trong điều kiện theo kịch bản phát triển 2060 không có hoạt động điều tiết của hồ chứa

#### 4. Kết luận

Lưu vực sông Mê Công là một trong 8 lưu vực sông lớn nhất thế giới, đóng vai trò quan trọng về kinh tế, chính trị của mỗi quốc gia trên lưu vực sông nói riêng và trong khu vực nói chung. Do đó, sự thay đổi về dòng chảy trên sông Mê Công dưới tác động của các hoạt động khai thác tài nguyên nước có ảnh hưởng lớn tới sự hợp tác và phát triển trong khu vực. Trong bài báo này chúng tôi trình bày kết quả đánh giá phân phối dòng chảy trên lưu vực sông Mê Công và xem xét ảnh hưởng của các phát triển tưới và chuyển nước đến phân phối dòng chảy trên lưu vực. Bộ mô hình SWAT và IQQM đã được sử dụng phục vụ mục đích này.

Các kết quả tính toán cho thấy, tổng lượng dòng chảy năm trên lưu vực vào đồng bằng sông Cửu Long vào khoảng 473 tỉ m<sup>3</sup> trong đó 86% dòng chảy tập trung vào 6 tháng mùa mưa, gây tình trạng lũ lụt vào mùa mưa và hạn hán vào mùa khô. Trong số các nước trên lưu vực, Lào

đóng góp dòng chảy vào đồng bằng sông Cửu Long lớn nhất (46%). Phần lưu vực trên địa phận Thái Lan và Campuchia tuy chiếm diện tích tương đối lớn nhưng do lượng mưa ở khu vực này tương đối nhỏ nên đóng góp chảy nhỏ (mỗi nước chiếm 14% tổng dòng chảy năm).

So với kịch bản hiện trạng, kịch bản 2020 và 2060 trong điều kiện các hồ chứa tham gia điều tiết dòng chảy cho thấy, phần lưu vực thuộc địa phận Trung Quốc không có sự thay đổi lớn về tổng lượng dòng chảy năm nhưng dòng chảy mùa khô tăng lên và dòng chảy mùa mưa giảm đi. Vùng lãnh thổ Lào, việc xây dựng các thủy điện theo kế hoạch cũng sẽ làm dòng chảy tăng về mùa khô và giảm về mùa mưa. Ở một số lưu vực, do bốc hơi và dòng chảy sau khi sử dụng cho tưới không hồi qui hết nên tổng dòng chảy năm giảm. Với Thái Lan, do các hoạt động lấy nước tưới phục vụ phát triển nông nghiệp, đóng góp dòng chảy các mùa và dòng chảy năm ở vùng 2T và 5T đều tăng. Đặc biệt, dòng chảy

mùa kiệt vùng 5T tăng tới 55,4% và dòng chảy mùa mưa tăng 6,3%, dẫn đến dòng chảy cả năm tăng 9,8% ở kịch bản 206A. Đóng góp dòng chảy năm và các mùa của Campuchia và phần lưu vực Sesan-Srepok của Việt Nam (7V) đều giảm do nhu cầu sử dụng nước ở các vùng này tăng mạnh trong tương lai. Tuy nhiên khi xem xét trường hợp có phát triển tưới và chuyển nước nhưng không xem xét tác động điều tiết của các hồ chứa dự kiến được xây dựng trên dòng chính sông Mê Công thì dòng chảy mùa kiệt trên toàn lưu vực (ngoại trừ vùng 5T) giảm đáng kể nhất là ở các vùng bị lấy nước phục vụ phát triển tưới

và chuyển nước.

Nghiên cứu này cung cấp các thông tin quan trọng về phân bố dòng chảy trên lưu vực sông Mê Công trong điều kiện hiện trạng và tương lai theo các kịch bản sử dụng nước khác nhau, phục vụ công tác đàm phán, hợp tác giữa các quốc gia trên lưu vực. Đặc biệt, là một nước nằm ở hạ lưu sông Mê Công, sự biến động dòng chảy có ảnh hưởng trực tiếp đến Việt Nam. Vì vậy, kết quả của nghiên cứu này sẽ cung cấp thông tin cho các nhà quản lý, ngoại giao trong việc đàm phán về chia sẻ nguồn nước sông Mê Công theo hiệp định 1995 và công ước 1997 của Liên Hợp Quốc.

**Lời cảm ơn:** Kết quả nghiên cứu được trình bày trong bài báo này là một phần nội dung của đề tài cấp Bộ “Nghiên cứu phân bố dòng chảy tại lưu vực sông Mê Công trong điều kiện phát triển sử dụng nước tưới của các quốc gia lưu vực sông Mê Công phục vụ cho công tác đàm phán của Việt Nam và chia sẻ nguồn nước trong thực hiện Hiệp định Mê Công 1995 và Công ước 1997 của Liên hợp quốc” mã số TNMT.2017.02.16. Các tác giả xin chân thành cảm ơn Bộ tài nguyên môi trường đã tài trợ đề tài này. Chúng tôi cũng xin cảm ơn Ủy ban sông Mê Công Việt Nam đã cung cấp số liệu và bộ công cụ mô hình toán giúp chúng tôi thực hiện nghiên cứu này.

### Tài liệu tham khảo

1. Arnold, J.G., Moriasi, D.N., Gassman, P.W., Abbaspour, K.C., White, M.J., Srinivasan, R., Santhi, C., Harmel, R.D., van Griensven, A., Van Liew, M.W., Kannan, N., Jha, M.K. (2012), *SWAT: Model use, calibration, and validation*. Transactions of the ASABE, 55(4), 1491-1508.
2. Ban Thư ký Ủy hội sông Mê Công quốc tế (2004), *Báo cáo “Tổng quan điều kiện thủy văn Lưu vực sông Mê Công”*.
3. Chương trình phát triển lưu vực (BDP) giai đoạn 2, MRCs (2009), *Báo cáo “BDP2-Normal track Scenario”*.
4. Simons, M., Podger, G., Cooke, R. (1996), *IQQM-A hydrologic modelling tool for water resource and salinity management*. Environmental Software, 11(1-3), 185-192.
5. Sở điện lực Lào (2009), *Báo cáo “Optimization study of Mekong Mainstream Hydropower”*, Viên Chăn.
6. Sở điện lực Thái Lan (2008), *Báo cáo tóm tắt “The Cascade Run-of-River Hydropower Potential Development Projects on Mekong Mainstream”*.
7. Ủy ban sông Mê Công Việt Nam (2000), *Báo cáo chuyên đề “Thu thập tài liệu, phân tích, đánh giá và viết báo cáo tổng hợp về các điều kiện tự nhiên, kinh tế, xã hội, các kế hoạch và dự kiến phát triển của 5 nước thượng nguồn sông Mê Công, gồm Miến Điện, Tỉnh Vân Nam (Trung Quốc), Lào, Thái Lan và Campuchia”*, Hà Nội.
8. Ủy ban sông Mê Công Việt Nam (2009), *Báo cáo “Nghiên cứu tác động của Dự án chuyển nước sông Mê Công Loei - Ubol Rathana của Thái Lan tới vùng Đồng bằng sông Cửu Long, Việt Nam”*, Hà Nội.
9. Ủy hội sông Mê Công quốc tế (2017), *Báo cáo “Phát triển và quản lý bền vững sông Mê Công, bao gồm cả tác động các công trình thủy điện”*, Viên Chăn.

## ANALYSIS OF FLOW DISTRIBUTION IN THE MEKONG RIVER BASIN AND ITS VARIATIONS UNDER THE IMPACT OF PLANNED IRRIGATION DEVELOPMENT PROJECTS

Nguyen Anh Duc<sup>1</sup>, Tran Anh Phuong<sup>1</sup>, Nguyen Dinh Dat<sup>2</sup>, Nguyen Huy Phuong<sup>2</sup>,  
Pham Tuong<sup>2</sup>, Pham Nhat Anh<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Water Resources Institute, Ministry of Natural Resources and Environment

<sup>2</sup>Vietnam National Mekong Committee, Ministry of Natural Resources and Environment

**Abstract:** *This study aims at analyzing flow distribution in the Mekong River basin and assessing the impact of irrigation development projects, one of the "hot" water use issues in the basin besides hydropower development, on this distribution. Results show that the rainy season accounts for up to 86% annual flow, which has caused floods in this season and droughts in the dry season. Among countries in the basin, Laos contributes the largest part flowing into the Vietnam Mekong Delta (46%), followed by China (15%). If water use projects are implemented as planned until 2060, the total flow of the wet season and annual flow across the basin will generally decrease. When the reservoirs positively participate in regulating the flow, the difference between the rainy and dry seasons in the catchment area of China, Laos and part of Cambodia (7C) will decrease. For Thailand, due to the intake of water from the Mekong River for agricultural irrigation, the seasonal and annual flow in the 5T region will increase. The flow from Vietnam's Sesan-Srepok Basin (7V) decreased by 8.1% due to increased water demand. If the reservoirs do not participate in the flow regulation, the seasonal flow, especially in the dry season across the basin (except for the 5T area) significantly reduces. The results of this study will provide the necessary scientific basis for the negotiation and cooperation between Vietnam and other countries in the basin, who share the Mekong water according to the provisions of the 1995 Mekong Agreement and the United Nations Convention 1997.*

**Keywords:** *Mekong, flow distribution, irrigation development, seasonal flow, annual flow.*

# ỨNG DỤNG MÔ HÌNH THỦY VĂN-THỦY LỰC KẾT HỢP MƯA DỰ BÁO IFS PHỤC VỤ CẢNH BÁO LŨ, NGẬP LỤT HẠ LƯU SÔNG VU GIA-THU BỒN

Đoàn Quang Trí<sup>1</sup>

**Tóm tắt:** Nghiên cứu ứng dụng mô hình hóa trong vấn đề cảnh báo, dự báo lũ, ngập lụt đã được quan tâm nghiên cứu gần đây. Nghiên cứu này áp dụng kết hợp bộ mô hình thủy văn MIKE SHE, mô hình thủy lực MIKE 11 và mô hình MIKE 11 GIS để mô phỏng, cảnh báo ngập lụt cho khu vực hạ lưu sông Vu Gia-Thu Bồn, Việt Nam. Nghiên cứu sử dụng mưa từ mô hình số trị IFS làm đầu vào cho mô hình thủy văn thủy lực. Kết quả hiệu chỉnh và kiểm định mô hình thủy văn MIKE SHE và mô hình thủy lực MIKE 11 chỉ ra rằng mô hình có khả năng mô phỏng tốt. Kết quả so sánh quá trình lưu lượng, mực nước tính toán và thực đo có sự tương đồng cao về pha và biên độ dao động dựa theo 03 chỉ số đánh giá NSE, RSR và PBIAS. Kết quả mô phỏng cảnh báo ngập cho khu vực hạ lưu theo cấp báo động và mức lũ lịch sử sẽ đưa ra những kết quả thống kê về diện tích ngập, mức độ ngập hỗ trợ cho công tác ứng phó khắc phục sự cố khi có thiên tai xảy ra.

**Từ khóa:** IFS, MIKE SHE, MIKE 11-MIKE 11 GIS, Ngập lụt, Vu Gia-Thu Bồn.

Ban Biên tập nhận bài: 12/04/2019 Ngày phản biện xong: 28/6/2019 Ngày đăng bài: 25/07/2019

## 1. Đặt vấn đề

Trong những năm gần đây vấn đề cảnh báo, dự báo lũ, đặc biệt lũ lớn, lũ lịch sử ở khu vực miền Trung đã được quan tâm nghiên cứu khá nhiều. Từ khi các hệ thống hồ chứa ở Việt Nam đi vào hoạt động, dự báo lũ đã trở thành một nhiệm vụ quan trọng phục vụ việc điều hành hồ chống lũ cho hạ du và sản xuất điện năng. Đây là một vấn đề hết sức phức tạp được nhiều nhà nghiên cứu trong và ngoài nước quan tâm. Trong một vài năm trở lại đây việc ứng dụng mô hình số trị trong nghiên cứu khí tượng nói chung và dự báo thời tiết nói riêng đã được phát triển mạnh mẽ ở nước ta [1]. Trung tâm Dự báo Khí tượng Thủy văn quốc gia (TTDBQG) đã đầu tư nghiên cứu và đưa vào sử dụng một số công nghệ hiện đại trong dự báo mưa số trị [2-3]. Từ năm 2012 đến nay, TTDBQG đã được Bộ Tài nguyên và Môi trường đầu tư dự án mua các sản phẩm (dạng ảnh có sẵn trên trang web) và số liệu dạng số của Trung tâm Dự báo hạn vừa Châu Âu

(ECMWF) để phục vụ công tác dự báo nghiệp vụ. Đây là nguồn số liệu dự báo khí tượng toàn cầu toàn diện nhất mà TTDBQG có thể khai thác và sử dụng trong công tác nghiệp vụ. Nghiên cứu này đã sử dụng sản phẩm mưa dự báo IFS làm đầu vào cho việc mô phỏng, dự báo dòng chảy tới hồ và cảnh báo ngập lụt cho khu vực hạ lưu trên lưu vực sông Vu Gia-Thu Bồn. Hiện nay rất nhiều mô hình toán thủy văn, thủy lực 1-2 chiều đã được nghiên cứu để ứng dụng trên các hệ thống sông miền Trung [4-6], nhưng chỉ rất ít trong số đó có thể ứng dụng được trong nghiệp vụ dự báo hàng ngày: mô hình Wetspa kết hợp với mô hình thủy lực HEC-RAS đã nghiên cứu và ứng dụng thành công trên lưu vực sông Vu Gia - Thu Bồn [7]; bộ mô hình MIKE (MIKE NAM, MIKE 11-GIS, MIKE FLOOD) cho sông Thạch Hãn [8]; mô hình thủy lực TELEMAC-2D kết hợp với MIKE NAM cho vùng hạ lưu hệ thống sông Trà Khúc - Sông Vệ [9-10]. Mô hình thủy văn thông số phân bố MIKE SHE được sử dụng nhiều nơi trên thế giới, tuy nhiên ở Việt Nam những nghiên cứu ứng dụng MIKE SHE còn chưa nhiều [11-12]. Mô hình MIKE SHE có

<sup>1</sup>Tạp chí Khí tượng Thủy văn, Tổng cục Khí tượng Thủy văn

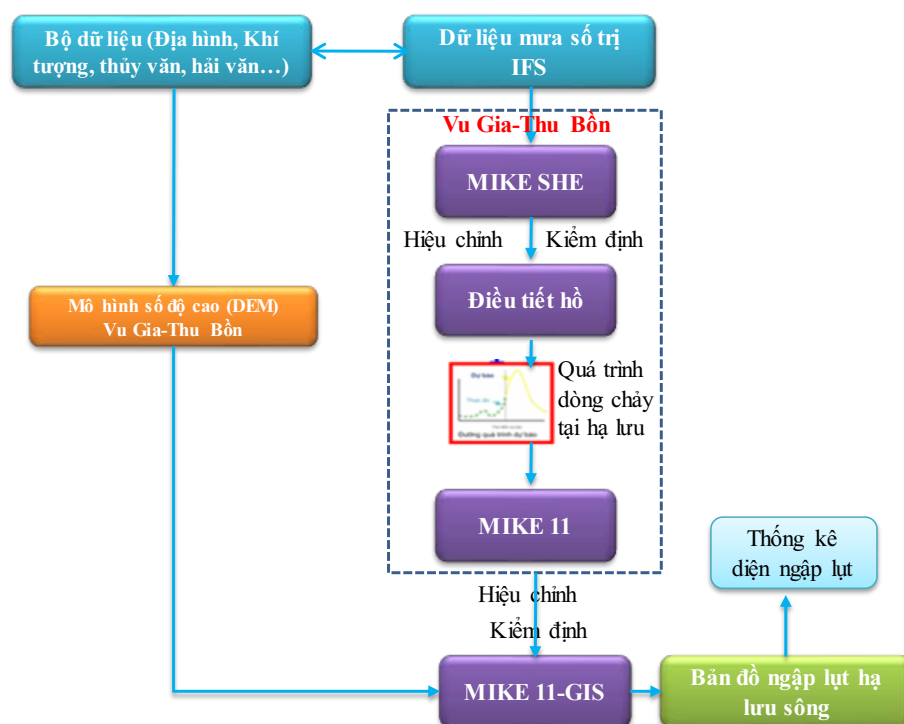
Email: doanquangtrikttv@gmail.com

khả năng mô phỏng quá trình mưa-dòng chảy trên từng ô lưới theo không gian, phù hợp với việc sử dụng số liệu mưa số trị từ mô hình IFS [12]. Việc kết hợp sử dụng số liệu mưa từ mô hình số trị IFS làm đầu vào cho mô hình thủy văn, thủy lực phục vụ cảnh báo, dự báo lũ, ngập lụt cho khu vực hạ lưu là một hướng mới trong việc áp dụng mô hình hóa trong công tác nghiệp vụ tại TTDBTU. Mục đích của nghiên cứu này: (1) Ứng dụng sản phẩm của mô hình IFS làm đầu vào cho mô hình thủy văn; (2) Nghiên cứu ứng dụng mô hình thủy văn thông số phân bố

MIKE SHE tính toán lưu lượng làm đầu vào cho mô hình thủy lực MIKE 11; (3) Ứng dụng công cụ Viễn thám GIS trong MIKE 11 GIS để mô phỏng, diễn toán thủy lực, cảnh báo ngập lụt cho khu vực hạ lưu.

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

Hình 1 miêu tả đầy đủ quá trình nghiên cứu từ thu thập dữ liệu đầu vào, ứng dụng dữ liệu mưa số trị IFS, áp dụng mô hình MIKE SHE, MIKE 11 và MIKE 11 GIS trong việc xây dựng bản đồ ngập lụt hạ lưu sông Vu Gia-Thu Bồn.



Hình 1. Sơ đồ tổng thể quá trình nghiên cứu

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

Hệ thống sông Vu Gia-Thu Bồn là một trong 9 hệ thống sông lớn ở nước ta và là hệ thống sông lớn nhất ở khu vực Trung Trung Bộ. Lưu vực sông Vu Gia-Thu Bồn được giới hạn ở phía bắc bởi dãy núi Bạch Mã là một nhánh núi đâm ra biển ở phần cuối dãy Trường Sơn Bắc, phía tây là khối núi Nam - Ngãi - Định thuộc phần đầu của dãy Trường Sơn Nam với những đỉnh núi cao trên 2000m, phía tây nam là khối núi Kon Tum với đỉnh Ngọc Linh cao 2598m, phía nam là dãy núi Nam Ngãi và phía đông là biển. Hệ thống sông Vu Gia-Thu Bồn với diện tích

11.390 km<sup>2</sup> bao trùm hầu hết lãnh thổ thành phố Đà Nẵng và tỉnh Quảng Nam, trong đó có khoảng 500 km<sup>2</sup> ở thượng nguồn sông Cái nằm ở tỉnh Kon Tum (Hình 2). Tổng lượng mưa, cường độ mưa, phân bố mưa quyết định quá trình hình thành dòng chảy lũ trên sông. Mưa gây lũ ở vùng ven biển Miền Trung nói chung và hệ thống sông Vu Gia-Thu Bồn nói riêng thường do các hình thái thời tiết như: bão, áp thấp nhiệt đới, không khí lạnh, dải hội tụ nhiệt đới và các nhiễu động nhiệt đới khác như gió đông (chủ yếu là sóng đông) gây nên. Các hình thái thời tiết này đơn độc hoặc kết hợp với nhau cùng tác động.

Đặc điểm lũ trong hệ thống sông Vu Gia-Thu Bồn là lũ lên nhanh, xuống nhanh với biên độ và cường suất lũ lớn ở thượng và trung lưu, lũ lên tương đối nhanh nhưng rút chậm ở hạ lưu. Hình

3 trình bày sơ đồ hóa các trạm khí tượng thủy văn và hệ thống hồ chứa thủy điện trên lưu vực Vu Gia-Thu Bồn.



Hình 2. Bản đồ mạng lưới trạm khí tượng thủy văn lưu vực sông Vu Gia-Thu Bồn

### 2.2 Thu thập tài liệu

+ Số liệu khí tượng: Nghiên cứu sử dụng số liệu mưa, số liệu bốc hơi tại các trạm khí tượng và điểm đo mưa trong lưu vực: Trà My, Tam Kỳ, Nông Sơn, Hội An, Ái Nghĩa, Khâm Đức, Cầu Lâu, Giao Thủy, Đà Nẵng, Thành Mỹ. Số liệu mưa sử dụng sản phẩm từ mô hình số trị IFS.

+ Số liệu thủy văn và hải văn: Số liệu lưu lượng và mực nước tại các trạm thủy văn: Ái Nghĩa, Thành Mỹ, Cầu Lâu, Giao Thủy, Hội Khách, Nông Sơn.

+ Số liệu địa hình: Mặt cắt ngang hệ thống sông Vu Gia-Thu Bồn, Bản đồ địa hình lưu vực Vu Gia-thu Bồn, Bản đồ sử dụng đất lưu vực Vu Gia-Thu Bồn, Bản đồ thảm phủ thực vật lưu vực Vu Gia-Thu Bồn.

### 2.3 Giới thiệu mô hình MIKE SHE

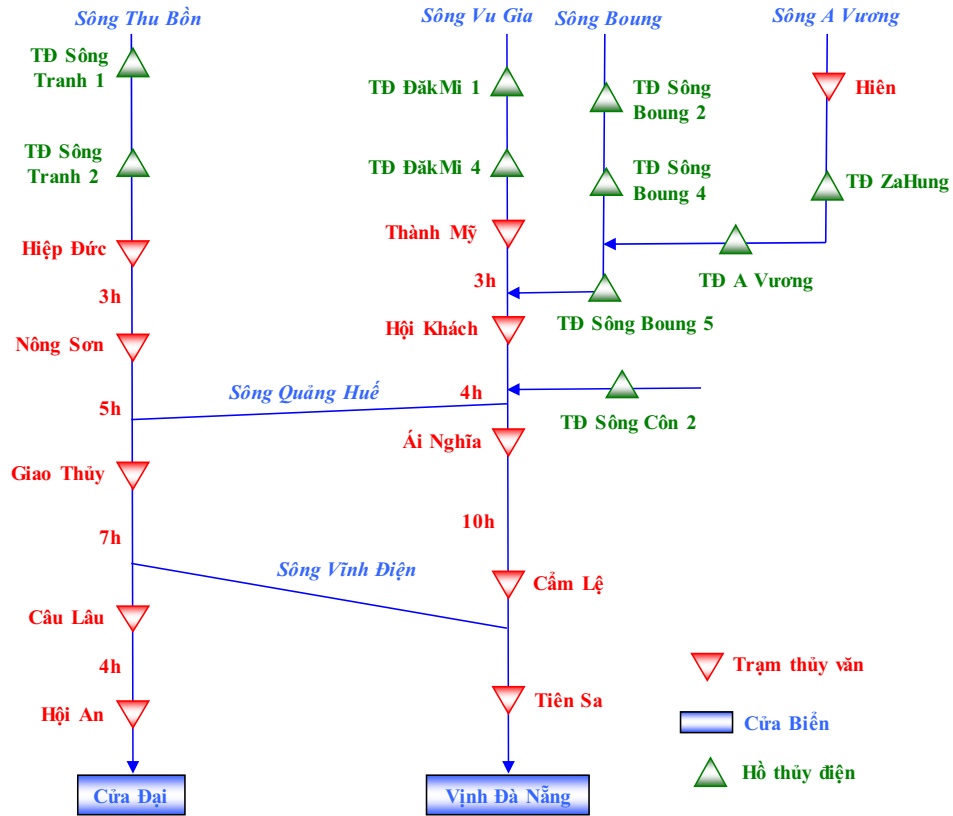
MIKE SHE là một mô hình thủy văn thông số phân bố dựa trên các quá trình vật lý được tích hợp đầy đủ, mô hình này có khả năng mô phỏng các quá trình thủy văn tại một điểm, trên một diện rộng, quy mô lưu vực, quá trình vận chuyển các phần tử, và có thể được liên kết với MIKE 11

để mô phỏng các mối quan hệ trong lưu vực sông. Mô hình MIKE SHE ban đầu được phát triển bởi ba tổ chức châu Âu (Viện Thủy lực Đan Mạch, Viện Thủy văn Anh và một công ty tư vấn Pháp SOGREAH) vào năm 1977. DHI đã dẫn đầu trong việc phát triển và nghiên cứu MIKE SHE để cải thiện và bổ sung [13-14]. Bản chất vật lý của mô hình bao gồm quá trình mô phỏng địa hình tự nhiên và các đặc điểm của lưu vực như thực vật, đất và thời tiết.

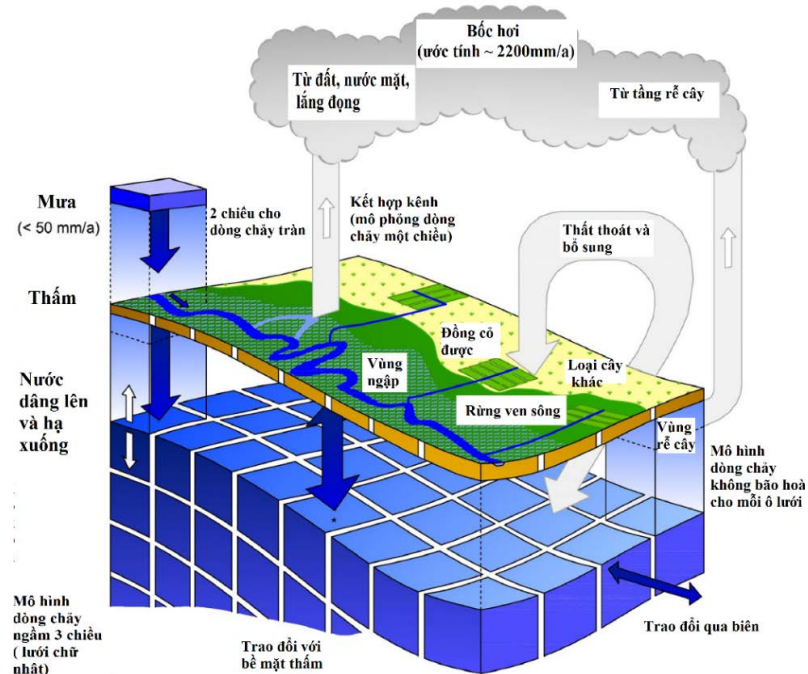
Bản chất phân tán của mô hình cho phép người dùng thay đổi các bộ tham số theo không gian và thời gian như: sử dụng đất, hệ thống thoát nước, dữ liệu thời tiết và bốc hơi, các giá trị dòng chảy trên mặt đất. Sự phân bố không gian được thực hiện thông qua một mạng lưới trực giao cho phép phân loại theo chiều ngang hoặc dọc, được áp dụng trong mỗi bộ tham số [15-16]. Phân phối thời gian cho phép người dùng thay đổi các tham số theo thời gian hoặc đặt các giá trị không đổi cho các tham số cho toàn bộ thời gian mô phỏng. Người dùng cũng có thể thay đổi độ phức tạp quá trình mô phỏng bằng cách điều

chính thiết lập mô-đun của mô hình trong giao diện người dùng. MIKE SHE bao gồm các mô-đun: Dòng chảy tràn (OF), sông và hồ (OC), dòng chảy chưa bão hoà (UZ), bốc thoát hơi

nước (ET), và dòng chảy bão hoà (SF) (Hình 3). Nếu mô-đun dòng chảy bão hoà được chọn thì trong đó sẽ bao gồm mô-đun UZ và ET.



Hình 3. Sơ đồ khối các trạm khí tượng thủy văn và hồ thủy điện trên lưu vực Vu Gia-Thu Bồn



Hình 4. Sơ đồ mô phỏng trong mô hình MIKE SHE [13-14]



**2.4 Giới thiệu mô hình MIKE 11 và MIKE 11 GIS**

Mô hình MIKE 11 là bộ mô hình một chiều được phát triển bởi Viện thủy lực Đan Mạch (DHI) từ mô hình gốc đầu tiên ra đời năm 1972 dùng để mô phỏng thủy lực nước trong sông [17]. Mô đun thủy lực trong MIKE 11 HD có khả năng mô phỏng dòng chảy không ổn định trong hệ thống sông và cửa sông, có thể áp dụng cho mạng sông phân nhánh và mạng sông phức tạp. Kết quả mô phỏng của mô đun HD là diễn biến mực nước, lưu lượng. Mô đun thủy động lực học xây dựng trên cơ sở lý thuyết của hệ phương trình Saint-Venant, có dạng:

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

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

Trong đó Q, h là lưu lượng và mực nước dòng chảy; A, b là diện tích và chiều rộng mặt cắt; g là gia tốc trọng trường; x,t là biến số khoảng cách và thời gian;  $\alpha$  là hệ số hiệu chỉnh lưu tốc; C là hệ số Chezy; R là bán kính thủy lực.

MIKE 11 GIS có thể mô phỏng diện ngập lớn nhất, nhỏ nhất hay diễn biến từ lúc nước lên cho tới lúc nước xuống trong một trận lũ. Độ chính xác của kết quả tính từ mô hình và thời gian tính toán phụ thuộc rất nhiều vào độ chính xác của DEM. Nó cho biết diện ngập và độ sâu tương ứng từng vùng nhưng không xác định được hướng dòng chảy trên đó. MIKE 11 GIS là công cụ hỗ trợ lý tưởng trong công tác quản lý lũ bằng cách cung cấp một cách trực quan các động tác của lũ lên cộng đồng dân cư, hệ thống cơ sở hạ tầng, nông nghiệp, thủy sản và môi trường. Để xây dựng ứng dụng MIKE 11 GIS cần phải có những thông tin thiết yếu như mạng lưới sông MIKE 11, mô phỏng MIKE 11 và mô hình cao độ số DEM. Mô hình mạng lưới sông được đưa vào quy chiếu địa lý trong MIKE 11 GIS thông qua hệ thống diễn toán nhánh (Branch Route System - BRS). Bằng cách kết nối file mô phỏng của mô hình BRS, MIKE 11 GIS tạo ra các loại

bản đồ lũ: bản đồ độ sâu/ diện tích ngập, bản đồ thời gian.

**2.5 Đánh giá mô hình**

Việc ứng dụng các công cụ mô hình hóa trong quản lý tài nguyên nước đang ngày một phổ biến và hiệu quả nhằm mục đích dự đoán những thay đổi trong tương lai về khí hậu, thay đổi về tình hình sử dụng đất và cây trồng cũng như phục vụ quản lý số lượng và chất lượng tài nguyên nước và đất tốt hơn [18-20]. Tuy nhiên, để đánh giá khả năng của các mô hình này để đưa ra dự đoán một cách chính xác vẫn cần được kiểm nghiệm bằng các chỉ số đánh giá mô hình cho phù hợp [21-23]. Trong bài báo này đã sử dụng 03 chỉ số để đánh giá chất lượng của mô hình so với số liệu quan trắc thực tế bao gồm: NSE, RSR và PBIAS. Tiêu chí đánh giá chất lượng cho các chỉ số được trình bày trong bảng 1.

Nash và Sutcliffe (NSE) (1970) [24] là phương pháp phổ biến và đáng tin cậy nhất để đánh giá chất lượng của các mô hình thủy văn. Chỉ số NSE được tính toán theo công thức 3. Các giá trị NSE nằm trong khoảng từ 0 đến 1. Một sự phù hợp tốt nhất được biểu thị bằng giá trị 1 trong khi 0 biểu thị sự phù hợp kém. Andersen và cs (2001) [25] đã chỉ ra rằng NSE trong khoảng từ 0,5 đến 0,95 thể hiện kết quả mô phỏng tốt. Hiện nay trong các nghiên cứu đánh giá mô hình thủy văn việc sử dụng chỉ tiêu NSE như là một công cụ phổ biến trong hầu hết các nghiên cứu [23].

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

Tỉ số độ lệch quan trắc tiêu chuẩn RMSE-observations standard deviation ratio (RSR) là một sai số thống kê giúp bình thường hóa RMSE với độ lệch chuẩn của dòng chảy thực đo. Tỉ số độ lệch quan trắc tiêu chuẩn được tính theo công thức 4.

$$RSR = \frac{RMSE}{STDEV_{obs}} = \frac{\sqrt{\sum_{i=1}^n (Q_i^{td} - Q_i^{tt})^2}}{\sqrt{\sum_{i=1}^n (Q_i^{td} - Q^{TB})^2}} \tag{4}$$

Gupta và cs (1999) [26] đã chỉ ra rằng phần trăm BIAS (PBIAS) là một loại phân tích sai số thống kê định lượng khả năng mô phỏng các giá trị của mô hình để đánh giá giới hạn dao động của chuỗi dữ liệu quan trắc được. PBIAS có thể được tính toán bằng cách sử dụng công thức 5.

$$PBIAS = \frac{\sum_{i=1}^N (Q_{iTD} - Q_{iTT}) \times 100}{\sum_{i=1}^N Q_{iTD}} \quad (5)$$

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

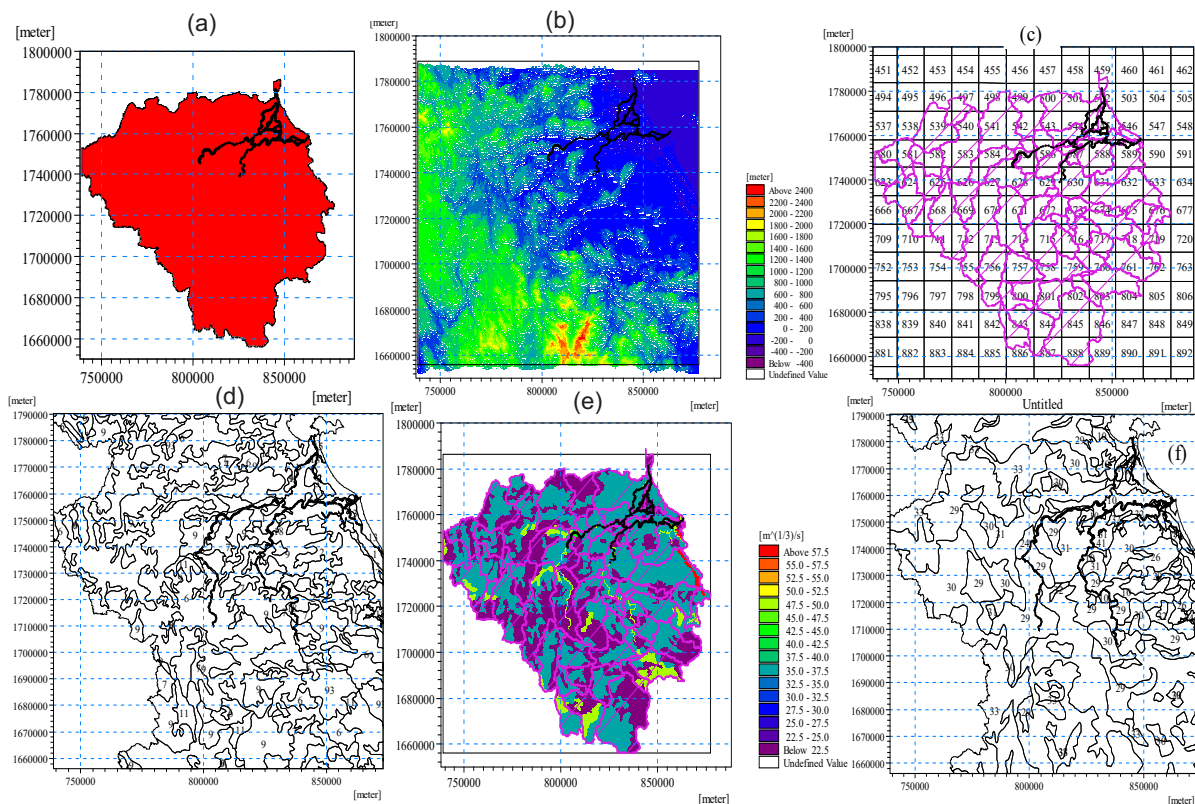
Bảng 1. Tiêu chí đánh giá chất lượng cho các chỉ số [18]

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

### 2.4 Thiết lập mô hình MIKE SHE

Địa hình khu vực tính toán được xử lý từ số liệu DEM khu vực Trà Khúc-Sông Vệ bởi công cụ hỗ trợ của ArcGIS. Mô hình MIKE SHE cho phép tiếp nhận dữ liệu dạng lưới .dfs2, dạng đường/điểm shp file (Hình 5a). Địa hình miền tính của lưu vực nghiên cứu được xác định danh giới cho cả vùng (Hình 5b). Số liệu mưa, bốc hơi được lấy từ mô hình số trị IFS, cách xử lý và tích hợp số liệu mưa vào mô hình được tiến hành

thông qua quá trình tiền xử lý (*pre-processing*) để tạo thành file .dfs2 làm đầu vào cho mô hình MIKE SHE (Hình 5c). Bản đồ thảm phủ thực vật được xử lý từ bản đồ thảm phủ thực vật toàn quốc (Hình 5d). Thông số nhám Manning (n) được thiết lập cho toàn bộ lưu vực (Hình 5e). Bản đồ sử dụng đất được xử lý từ bản đồ sử dụng đất toàn quốc (Atlas Việt nam) trong đó tiến hành thiết lập phân loại đất phù hợp đối với lưu vực nghiên cứu (Hình 5f).

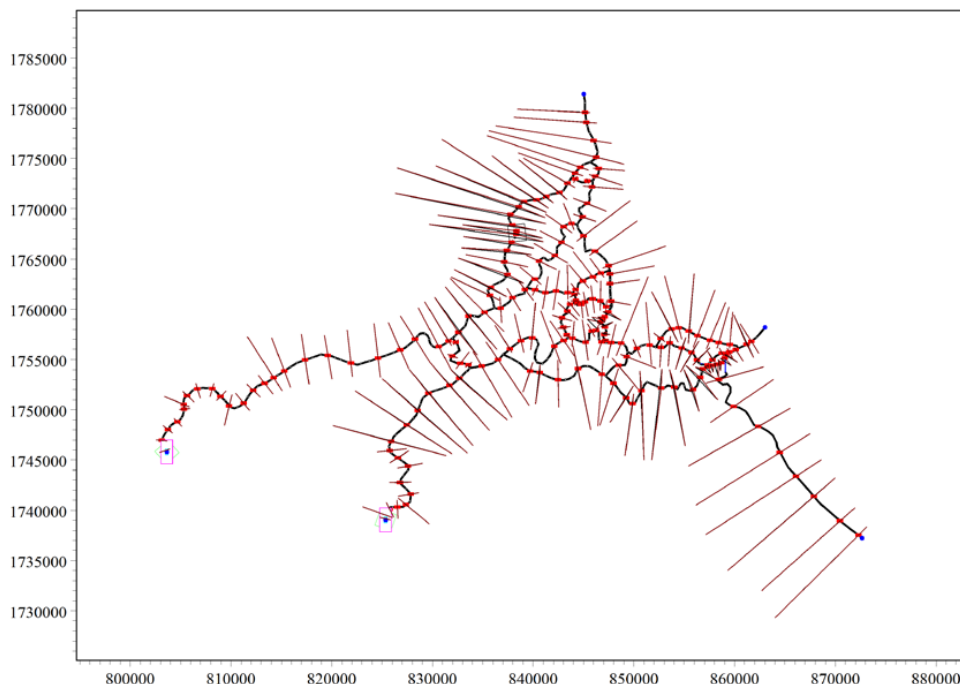


Hình 5. (a) Thiết lập vùng tính và lưới tính; (b) Thiết lập địa hình vùng tính; (c) Thiết lập biên khí tượng; (d) Thiết lập các thông số thảm phủ thực vật; (e) Thiết lập thông số nhám; (f) Thiết lập phân loại đất.

## 2.5 Thiết lập mô hình MIKE 11

Mô hình MIKE 11 được thiết lập gồm tổng số 210 mặt cắt được phân bố trên các sông chính và hệ thống sông nhánh của lưu vực Vu Gia-Thu Bồn. Hệ thống mạng thủy lực được thiết lập trong mô hình MIKE 11 được thể hiện trên hình

6. Để phục vụ cho quá trình hiệu chỉnh và kiểm định mô hình thủy văn MIKE SHE và mô hình thủy lực MIKE 11, nghiên cứu sử dụng số liệu lưu lượng thực đo tại các trạm Thành Mỹ, Nông Sơn; số liệu mực nước thực đo tại 04 trạm Hội Khách, Ái Nghĩa, Giao Thủy và Câu Lâu.



Hình 6. Sơ đồ mạng lưới thủy lực lưu vực sông Vu Gia-Thu Bồn

## 3. Kết quả và thảo luận

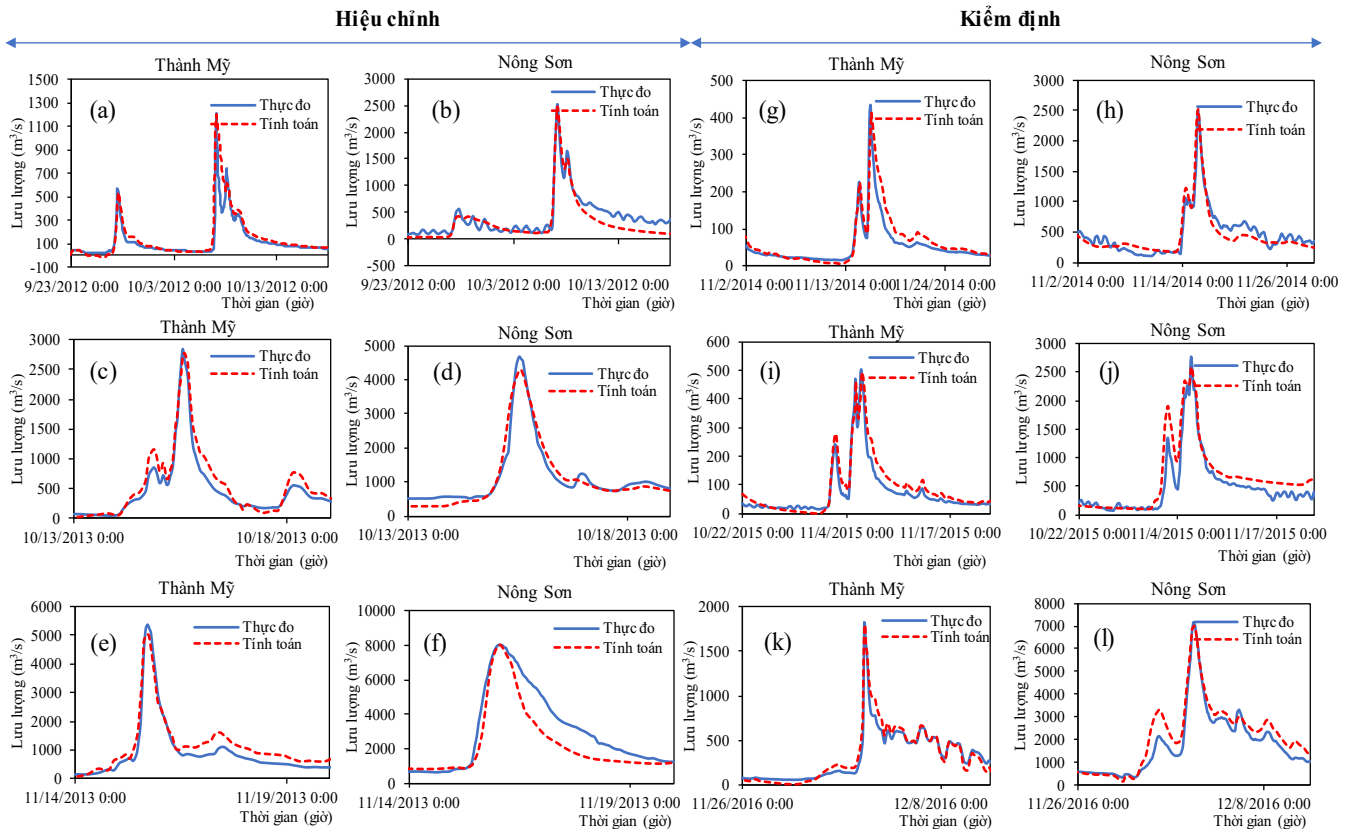
### 3.1 Hiệu chỉnh và kiểm định mô hình MIKE SHE

Quá trình hiệu chỉnh và kiểm định mô hình MIKE SHE sử dụng số liệu thực đo tại hai trạm Nông Sơn (sông Thu Bồn) và trạm Thành Mỹ (sông Vu Gia). Quá trình hiệu chỉnh mô hình sử dụng số liệu thực đo của 03 trận lũ: trận lũ 1 từ 23/9 đến 14/10/2012; trận lũ 2 từ 13/10 đến 19/10/2013 và trận lũ 3 từ 14/11 đến 20/11/2014 (Hình 7a-7f). Quá trình kiểm định mô hình được lựa chọn với 03 trận lũ: trận lũ 1 từ 2/11 đến 27/11/2014; trận lũ 2 từ 22/10 đến 21/11/2015 và trận lũ 03 từ 26/11 đến 11/12/2016 (Hình 7g-7l). Nghiên cứu áp dụng 03 chỉ số NSE, RSR và PBIAS để đánh giá kết quả trong quá trình hiệu chỉnh và kiểm định mô hình. Tổng hợp kết quả đánh giá mô hình đối với quá trình hiệu chỉnh và kiểm định được thể hiện trong bảng 2. Chỉ số NSE trong quá trình hiệu chỉnh tại hai trạm Nông

Sơn và Thành Mỹ dao động từ 0,78 - 0,90; giá trị RSR dao động từ 0,16 - 0,47; giá trị PBIAS (%) dao động từ -8,3 đến 8,84. Chỉ số NSE trong quá trình kiểm định mô hình tại hai trạm Nông Sơn và Thành Mỹ dao động từ 0,82 - 0,93; giá trị RSR dao động từ 0,22 - 0,37; giá trị PBIAS (%) dao động từ -8,69 đến 8,62 (PBIAS <  $\pm 10$ ). Kết quả tính toán chỉ ra rằng mức độ trung bình của các giá trị mô phỏng dòng chảy được đánh giá là rất tốt (PBIAS <  $\pm 10$ ) trong cả hai quá trình hiệu chỉnh và kiểm định mô hình. So sánh kết quả đánh giá với tiêu chí đánh giá tổng hợp trong bảng 1 cho thấy kết quả tính toán và thực đo trong cả hai quá trình hiệu chỉnh và kiểm định là rất tốt. Vì vậy, bộ thông số của mô hình MIKE SHE sẽ tiếp tục được sử dụng cho việc tính toán làm làm đầu vào cho mô hình thủy lực MIKE 11 và MIKE 11 GIS trong việc mô phỏng, cảnh báo ngập lụt cho khu vực hạ lưu.

Bảng 2. Tổng hợp kết quả đánh giá trong quá trình hiệu chỉnh và kiểm định mô hình MIKE-SHE

Quá trình		Hiệu chỉnh			Kiểm định		
Trận lũ		Trận lũ 10/2012			Trận lũ 11/2014		
Trạm	Sông	NSE	PBIAS (%)	RSR	NSE	PBIAS (%)	RSR
Thành Mỹ	Vu Gia	0,78	-8,3	0,47	0,82	-8,69	0,28
Nông Sơn	Thu Bồn	0,86	8,61	0,16	0,91	8,62	0,27
Trận lũ		Trận lũ 10/2013			Trận lũ 09/2016		
Trạm	Sông	NSE	PBIAS (%)	RSR	NSE	PBIAS (%)	RSR
Thành Mỹ	Vu Gia	0,84	-6,36	0,25	0,84	-2,56	0,25
Nông Sơn	Thu Bồn	0,86	8,84	0,21	0,86	6,94	0,37
Trận lũ		Trận lũ 11/2013			Trận lũ 11/2016		
Trạm	Sông	NSE	PBIAS (%)	RSR	NSE	PBIAS (%)	RSR
Thành Mỹ	Vu Gia	0,88	-5,26	0,19	0,85	3,2	0,22
Nông Sơn	Thu Bồn	0,90	4,7	0,31	0,93	7,92	0,27



Hình 7. Kết quả hiệu chỉnh và kiểm định mô hình với 03 trận lũ năm 2012-2013 và 03 trận lũ năm 2014-2016 tại hai trạm: (a, c, e, g, i, k) Thành Mỹ; (b, d, f, h, j, l) Nông Sơn

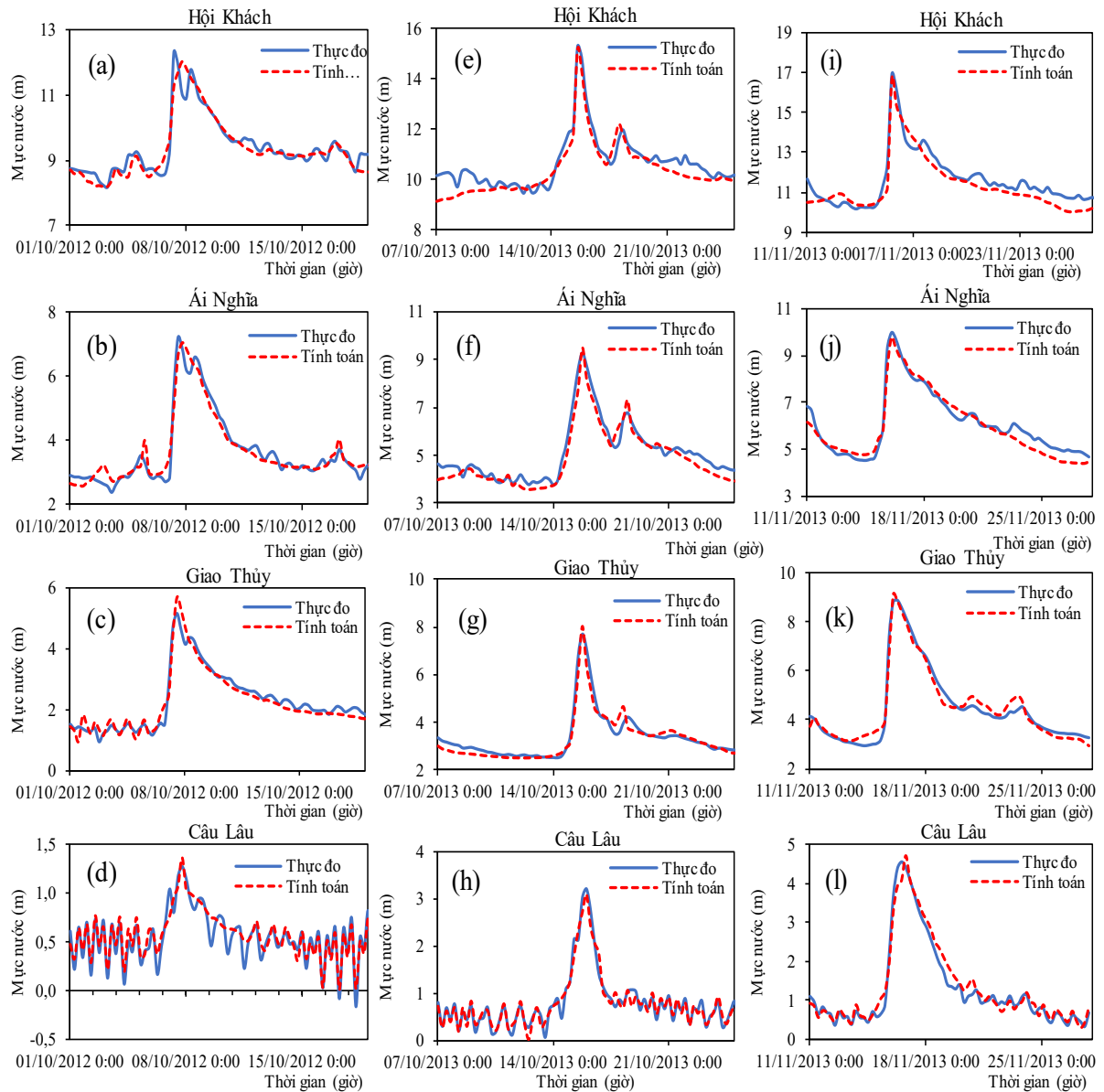
### 3.2 Kết quả hiệu chỉnh và kiểm định mô hình MIKE 11

Quá trình hiệu chỉnh và kiểm định mô hình thủy lực MIKE 11 sử dụng số liệu thực đo tại 04 trạm: Hội Khách, Ái Nghĩa (sông Vu Gia) và

Giao Thủy, Câu Lâu (sông Thu Bồn). Quá trình hiệu chỉnh được lựa chọn với 03 trận lũ điển hình: trận lũ 1 từ 1/10 đến 15/10/2012; trận lũ 2 từ 7/10 đến 22/10/2013; trận lũ 3 từ 11/11 đến 26/11/2013 (Hình 8). Quá trình kiểm định được

lựa chọn với 03 trận lũ điển hình: trận lũ 1 từ 8/11 đến 28/11/2014; trận lũ 2 từ 7/9 đến 19/9/2016 và trận lũ 3 từ 26/11 đến 10/12/2016

(Hình 9). Bảng tổng hợp đánh giá kết quả hiệu chỉnh và kiểm định mô hình sử dụng 03 chỉ số NSE, RSR và PBIAS để đánh giá (Bảng 3).



Hình 8. Kết quả hiệu chỉnh mô hình thủy lực MIKE 11 với 03 trận lũ năm 2012-2013 tại 04 trạm: (a, e, i) Hội Khách; (b, f, j) Ái Nghĩa; Giao Thủy (c, g, k) và Cầu Lâu (d, h, l)

Kết quả đánh giá theo chỉ số NSE có giá trị dao động từ 0,85 - 0,94 đối với quá trình hiệu chỉnh; 0,74 - 0,92 đối với quá trình kiểm định mô hình. Chỉ số RSR có giá trị dao động từ 0,02 - 0,37 đối với quá trình hiệu chỉnh với 03 trận lũ năm 2012 và 2013; RSR có giá trị dao động từ 0,12 - 0,6 đối với quá trình kiểm định mô hình. Giá trị PBIAS (%) có giá trị dao động từ 1,4 - 14,6 đối với cả hai quá trình hiệu chỉnh và kiểm định mô hình. So sánh tổng hợp kết quả đánh giá

mô hình trong cả hai quá trình hiệu chỉnh và kiểm định với tiêu chí đánh giá 03 chỉ số trong bảng 1 chỉ ra rằng mô hình mô phỏng tốt quá trình diễn toán thủy lực trong sông. Kết quả so sánh đường quá trình mực nước tính toán và thực đo có sự tương đồng cao về pha và biên độ dao động đối với cả hai quá trình hiệu chỉnh và kiểm định mô hình. Bộ thông số thủy lực của mô hình sẽ được sử dụng để mô phỏng, cảnh báo ngập lụt cho khu vực hạ lưu trong mô hình MIKE 11 GIS.

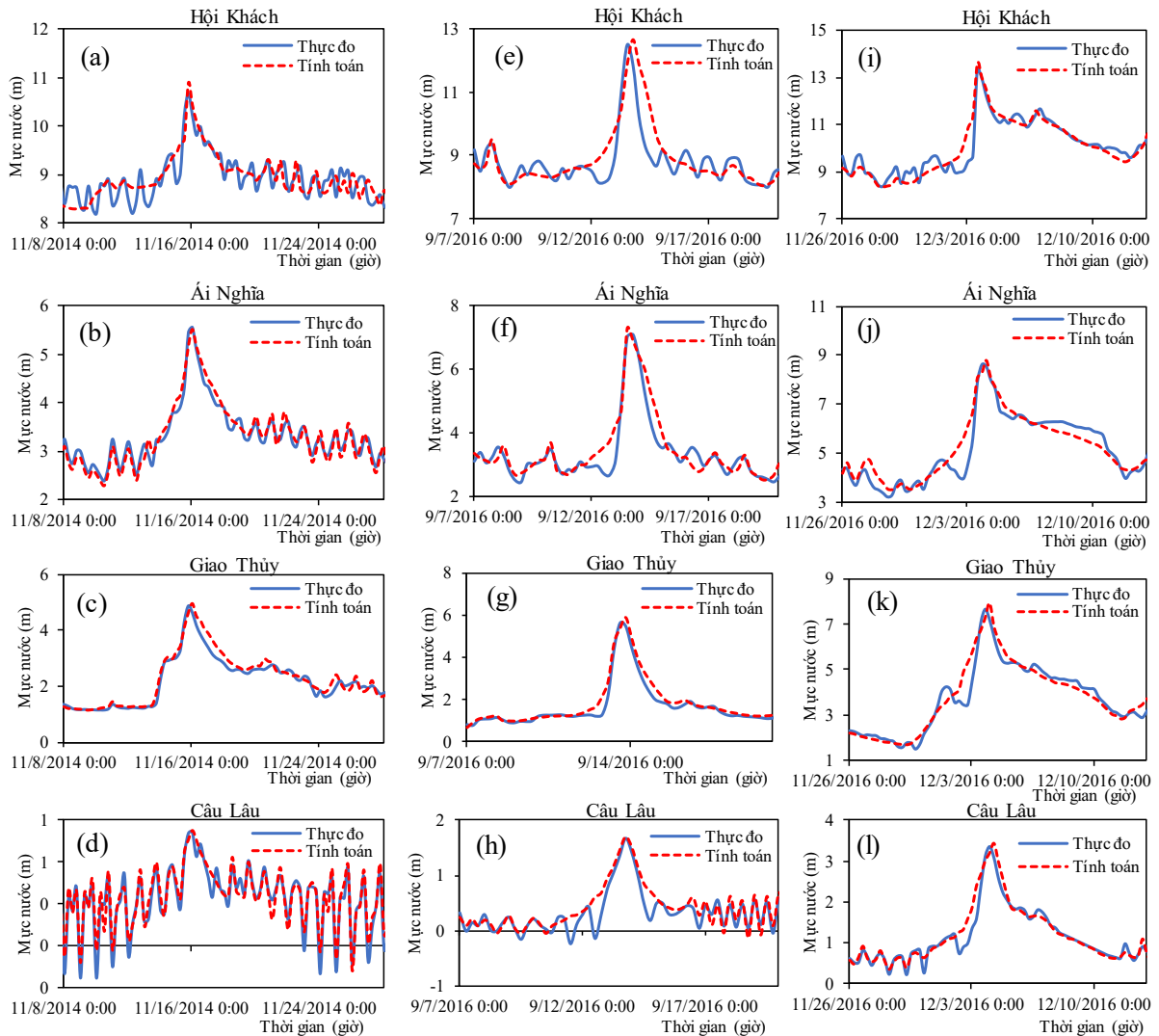
Bảng 3. Tổng hợp kết quả đánh giá trong quá trình hiệu chỉnh và kiểm định mô hình

Quá trình		Hiệu chỉnh			Kiểm định		
Trận lũ		Trận lũ 10/2012			Trận lũ 11/2014		
Trạm	Sông	NSE	PBIAS (%)	RSR	NSE	PBIAS (%)	RSR
Hội Khách	Vu Gia	0,85	2,3	0,3	0,82	2,5	0,6
Ái Nghĩa	Vu Gia	0,92	5,6	0,2	0,85	4,6	0,58
Giao Thủy	Thu Bồn	0,94	7,8	0,3	0,75	8,5	0,26
Câu Lâu	Thu Bồn	0,90	12,4	0,02	0,89	10	0,12
Trận lũ		Trận lũ 10/2013			Trận lũ 09/2016		
Trạm	Sông	NSE	PBIAS (%)	RSR	NSE	PBIAS (%)	RSR
Hội Khách	Vu Gia	0,92	3,1	0,01	0,79	4	0,6
Ái Nghĩa	Vu Gia	0,87	6	0,3	0,84	8	0,36
Giao Thủy	Thu Bồn	0,89	5,8	0,2	0,74	12	0,54
Câu Lâu	Thu Bồn	0,90	14,6	0,2	0,76	12	0,14
Trận lũ		Trận lũ 11/2013			Trận lũ 11/2016		
Trạm	Sông	NSE	PBIAS (%)	RSR	NSE	PBIAS (%)	RSR
Hội Khách	Vu Gia	0,82	3,6	0,37	0,84	0,5	0,42
Ái Nghĩa	Vu Gia	0,88	4,7	0,25	0,86	1,4	0,30
Giao Thủy	Thu Bồn	0,91	5,2	0,18	0,90	3,2	0,34
Câu Lâu	Thu Bồn	0,93	13	0,19	0,92	2,2	0,23

### 3.2 Cảnh báo ngập lụt hạ lưu sông Vu Gia-Thu Bồn

Theo số liệu tổng hợp thống kê được từ Trung tâm Dự báo khí tượng thủy văn quốc gia, lũ trên lưu vực Vu Gia-Thu Bồn vượt mức báo động III và đạt mức lũ lịch sử được ghi nhận là năm 1964 tại vị trí trạm Giao Thủy (sông Thu Bồn), năm 2007 tại vị trí trạm Câu Lâu (sông Thu Bồn), và năm 2009 tại trạm Ái Nghĩa (sông Vu Gia) (Bảng 4). Trong chuỗi số liệu thu thập đánh giá từ năm 2012-2017, trận lũ tháng 11/2016 được sử dụng để kiểm định chất lượng của mô hình với mực nước đỉnh lũ tính toán và thực đo đều vượt mức báo động II (BĐII) (Hình 10). Trong bối cảnh biến đổi khí hậu ở nước ta hiện nay với việc ngày càng xuất hiện nhiều các loại hình

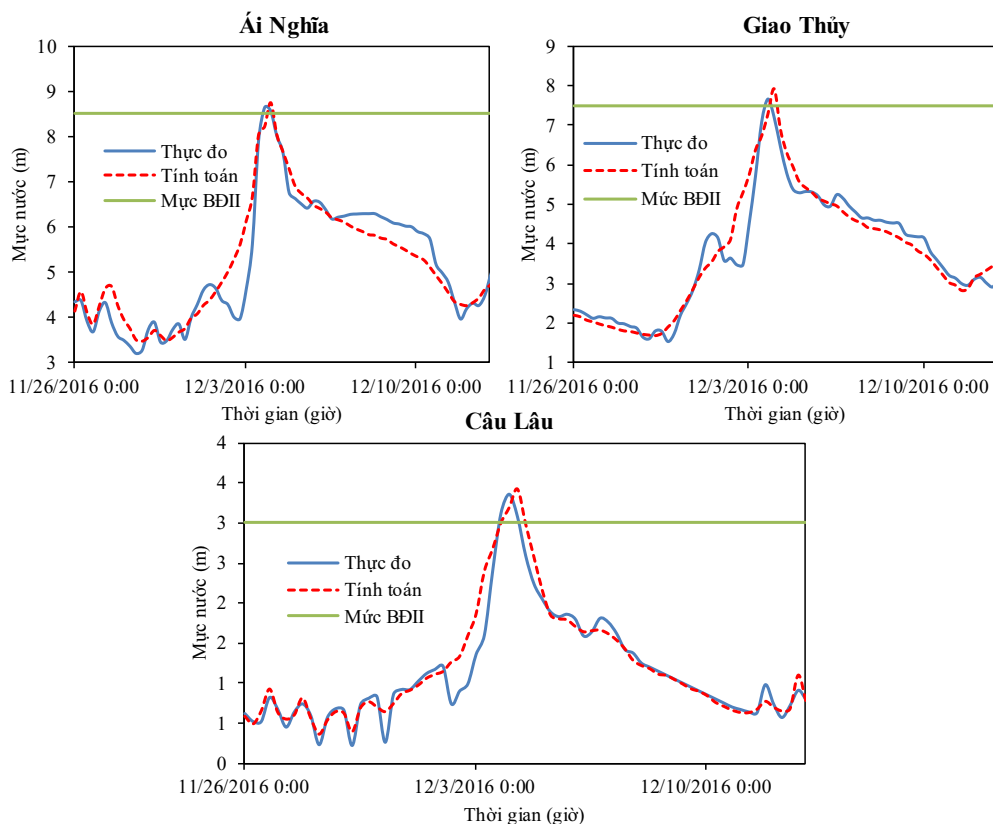
thiên tai nguy hiểm trong đó có thiên tai do lũ, ngập lụt gây ra. Vì vậy, nghiên cứu xây dựng trước những bản đồ cảnh báo nguy cơ ngập theo mức báo động và đặc biệt mực nước lũ lịch sử đóng vai trò hết sức quan trọng và cấp thiết. Trong nghiên cứu này, bộ thông số mô hình thủy văn (MIKE SHE) và bộ thông số thủy lực của mô hình (MIKE 11) được đánh giá là tốt đối với cả hai quá trình hiệu chỉnh và kiểm định mô hình. Nghiên cứu đã sử dụng số liệu trận lũ xảy ra vào tháng 10/2009 để mô phỏng, tính toán khả năng và mức độ ngập trên mức báo động BĐII, BĐIII và mức lũ lịch sử xét tại vị trí Câu Lâu (Hình 11). Kết quả thống kê đánh giá mức độ ngập theo mức báo động và mức lũ lịch sử được chỉ ra trên hình 11.



Hình 9. Kết quả kiểm định mô hình thủy lực MIKE 11 với 01 trận lũ năm 2014 và 02 trận lũ năm 2016 tại 04 trạm: (a, e, i) Hội Khách; (b, f, j) Ái Nghĩa; Giao Thủy (c, g, k) và Câu Lâu (d, h, l)

Bảng 4. Mức báo động và mức lũ lịch sử trên các sông Vu Gia-Thu Bồn

STT	Sông	Trạm	BĐI	BĐII	BĐIII	Hmax/năm
1	Vu Gia	Ái Nghĩa	650	800	900	1077/2009
2	Thu Bồn	Giao Thủy	620	750	860	1006/1964
3	Thu Bồn	Câu Lâu	200	300	400	539/2007



Hình 10. Kết quả so sánh mực nước tính toán và thực đo với mức báo động lũ tại một số vị trí trên lưu vực sông Vu Gia-Thu Bồn

#### 4. Kết luận

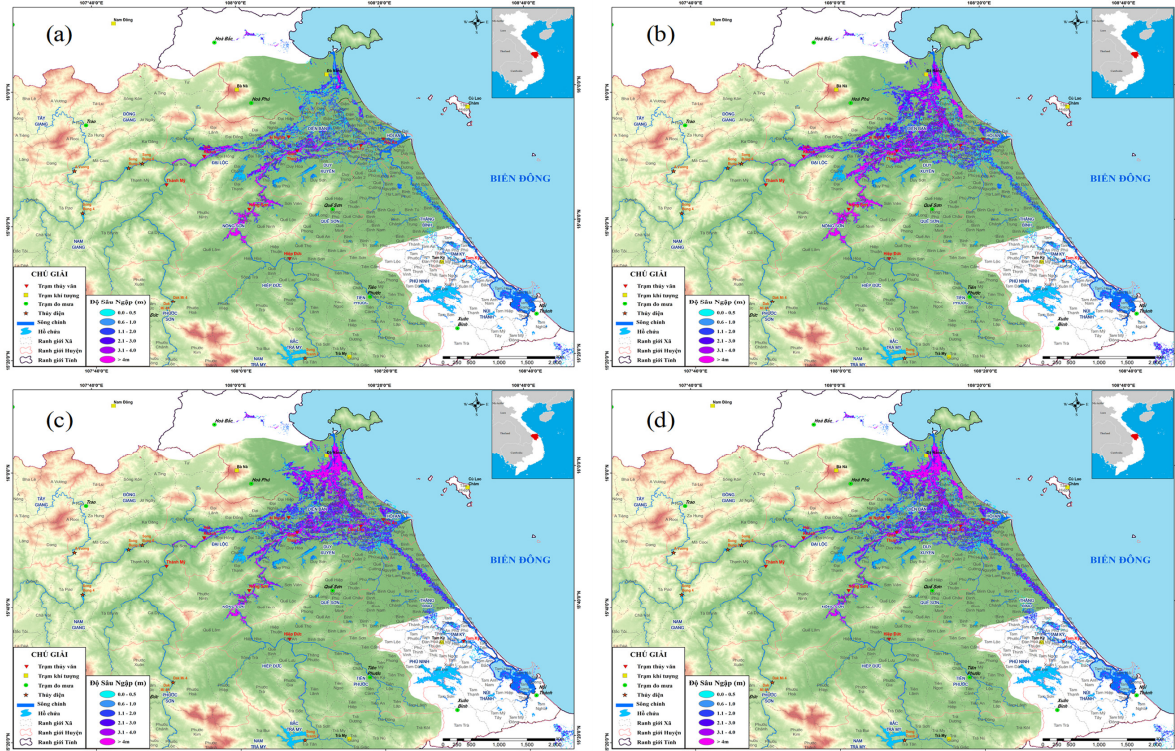
Nghiên cứu đã áp dụng kết hợp sử dụng mưa từ mô hình số trị IFS làm đầu vào cho các mô hình thủy văn MIKE SHE, mô hình thủy lực MIKE 11 và mô hình mô phỏng ngập lụt MIKE 11 GIS. Nghiên cứu đã đạt được một số kết quả chính như sau:

+ Khai thác và sử dụng được sản phẩm của mô hình số trị IFS trong bài toán mô phỏng, tính toán lũ, cảnh báo ngập lụt cho một lưu vực cụ thể (Vu Gia-Thu Bồn).

+ Đánh giá quá trình hiệu chỉnh và kiểm định mô hình thủy văn MIKE SHE để tìm ra được bộ thông số phù hợp cho việc mô phỏng tính toán dòng chảy làm đầu vào cho mô hình thủy lực MIKE 11.

+ Đánh giá được quá trình hiệu chỉnh và kiểm định mô hình thủy lực MIKE 11 để tìm ra bộ thông số thủy lực phù hợp cho việc mô phỏng tính toán bản đồ cảnh báo ngập lụt theo cấp báo động và mức lũ lịch sử cho khu vực hạ lưu.





Hình 11. Kết quả xây dựng bản đồ ngập lụt theo mức báo động lũ và mức lũ lịch sử năm 2009 tại khu vực hạ lưu sông Vu Gia-Thu Bồn: (a) 3,20m ( $> B\text{ĐII} = 3,0\text{m}$ ); (b) 4,20m ( $> B\text{ĐIII} = 4,0\text{m}$ ); (c) 5,0m ( $B\text{ĐIII}$ ); (d) 5,40m ( $> H\text{Lịch sử} = 5,39\text{m}$ ) tại trạm Câu Lâu

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

### Tài liệu tham khảo

1. Bùi Minh Tăng (2014), Báo cáo tổng kết đề tài “Nghiên cứu xây dựng công nghệ dự báo mưa lớn thời hạn 2-3 ngày phục vụ công tác cảnh báo sớm lũ lụt khu vực miền Trung Việt Nam”.
2. Đặng Ngọc Tĩnh (2012), Báo cáo tổng kết đề tài “Nghiên cứu ứng dụng số liệu vệ tinh, mưa dự báo số trị kết hợp số liệu bề mặt trong dự báo lũ hệ thống sông Hồng- Thái Bình”.
3. Bùi Đình Lập (2017), Báo cáo tổng kết đề tài “Nghiên cứu xây dựng công nghệ dự báo dòng chảy lũ đến các hồ chứa lớn trên hệ thống sông Hồng”.
4. Trần Hồng Thái, Đoàn Quang Trí, Đinh Việt Hoàng (2018), Nghiên cứu mô phỏng tác động của sóng và nước dâng bão khu vực ven biển miền Trung. Tạp chí Khí tượng Thủy văn, 687, 1-14.
5. Tran Tho Dat, Dinh Duc Truong, Doan Quang Tri, Tran Quang Tien (2018). Applications of numerical modelling for the study on storm surge in typhoon Xangsane in the central coast of Vietnam. Tropical Cyclone Research and Review, 7 (3), 179-192.
6. Tran Tho Dat, Doan Quang Tri, Dinh Duc Truong, Nguyen Ngoc Hoa (2019). Application of Mike Flood Model in Inundation Simulation with the Dam-break Scenarios: a Case Study of Dak-Drinh Reservoir in Vietnam. International Journal of Earth Sciences and Engineering, 12 (01), 60-70.

7. Dự án nhiệm vụ chuyên môn (2013-2015), *Xây dựng công nghệ dự báo lũ hạn ngắn phục vụ điều tiết hồ chứa cho lưu vực sông Vu Gia - Thu Bồn và lưu vực sông Ba*.
8. Vũ Đức Long (2014), *Nghiên cứu xây dựng công nghệ cảnh báo, dự báo lũ và cảnh báo ngập lụt cho các sông chính ở Quảng Bình, Quảng Trị*.
9. Vũ Đức Long (2015), *Báo cáo tổng kết đề tài “Nghiên cứu ứng dụng thử nghiệm mô hình TELEMAC 2D tính toán lũ và cảnh báo ngập lụt cho vùng hạ lưu sông Trà Khúc - Sông Vệ”*.
10. Nguyen Thi Mai Linh, Doan Quang Tri, Tran Hong Thai, Nguyen Cao Don (2018), *Application of a two-dimensional model for flooding and floodplain simulation: Case study in Tra Khuc-Song Ve river in Viet Nam*. Lowland Technology International, 20 (3), 367-378.
11. Hoàng Anh Huy (2016), *Nghiên cứu khả năng ứng dụng mô hình MIKE-SHE để mô phỏng độ ẩm trong đất, áp dụng thí điểm cho dòng chính khu vực sông La*.
12. Trần Hồng Thái, Đoàn Quang Trí, Trần Đỗ Thủy Tuyên, Ngô Thanh Tâm, Bùi Thị Dịu (2019), *Áp dụng mô hình MIKE SHE kết hợp sử dụng sản phẩm mưa dự báo IFS dự báo lưu lượng đến hồ lưu vực sông Trà Khúc-Sông Vệ*. Tạp chí Khí tượng Thủy văn, 697, 1-12.
13. Danish Hydraulic Institute (DHI), (2014a), *MIKE SHE User Manual*, Volume 1: User Guide, 370 p.
14. Danish Hydraulic Institute (DHI), (2014b), *MIKE SHE User Manual*, Volume 2: Reference Guide, 444 p.
15. Abbott, M.B., Bathurst, J.C., Cunge, J.A., O’Connell, P.E., Rasmussen, J. (1986a), *An introduction to the European Hydrological System-Systeme Hydrologique Europeen, “SHE”, 1: history and philosophy of a physically-based, distributed modelling system*. J. Hydrol. 87, 45-59.
16. Abbott, M.B., Bathurst, J.C., Cunge, J.A., O’Connell, P.E., Rasmussen, J. (1986b), *An introduction to the European Hydrological System Systeme Hydrologique Europeen, “SHE”, 2: Structure of a physically-based, distributed modelling system*. J. Hydrol. 87, 61-77.
17. DHI (2017), *MIKE 11, A modelling system for rivers and channel, user guide*. [http://manuals.mikepoweredbydhi.help/2017/Water\\_Resources/MIKE11\\_UserManual.pdf](http://manuals.mikepoweredbydhi.help/2017/Water_Resources/MIKE11_UserManual.pdf)
18. Moriasi, D.N., Arnold, J.G., Liew, M.W. et al. (2007), *Model evaluation guidelines for systematic quantification of accuracy in watershed simulations*. Trans. ASABE 50, 885-900.
19. Moriasi, D., Wilson, B. (2012), *Hydrologic and water quality models: use, calibration, and validation*. Trans. ASABE 55, 1241-1247.
20. Mustafa, Y.M., Amin, M.S.M., Lee, T.S., Shariff, A.R.M. (2012), *Evaluation of land development impact on a tropical watershed hydrology using remote sensing and GIS*. J. Spat. Hydrol. 5, 16-30.
21. Bathurst, J.C., Ewen, J., Parkin, G., O’Connell, P.E., Cooper, J.D. (2004), *Validation of catchment models for predicting land-use and climate change impacts. 3. Blind validation for internal and outlet responses*. J. Hydrol. 287, 74-94.
22. Engel, B.A., Flanagan, D.C. (2006), *Modeling and risk analysis of nonpoint-source pollution caused by atrazine using SWAT*. Trans. ASABE 49, 667-678.
23. McCuen, R.H., Knight, Z., Cutter, A.G. (2006), *Evaluation of the Nash-Sutcliffe efficiency Index*. J. Hydrol. Eng. 11, 597-602.
24. Nash, J.E., Sutcliffe, J.V. (1970), *River flow forecasting through conceptual models part I-a discussion of principles*. J. Hydrol. 10, 282-290.
25. Andersen, J., Refsgaard, J.C., Jensen, K.H. (2001), *Distributed hydrological modelling of the Senegal River basin Model construction and validation*. J. Hydrol. 247, 200-214.
26. Gupta, H.V., Sorooshian, S., Yapo, P.O. (1999), *Status of automatic calibration for hydrologic models: comparison with multilevel expert calibration*. J. Hydrol. Eng. 4, 135-143.

# APPLICATION HYDROLOGY-HYDRAULIC MODELS COMBINED WITH RAINFALL FORECASTING (IFS) IN FLOOD AND INUNDATION WARNING ON VU GIA-THU BON BASIN

Doan Quang Tri<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Vietnam Journal of Hydrometeorology, Viet Nam Meteorological and Hydrological Administration

**Abstract:** *The application of modeling in flood warning and forecasting has drawn much attention. In this study, the hydrological model MIKE SHE, the hydraulic model MIKE 11 and the MIKE 11 GIS model are combined to simulate flood warning at the downstream of the Vu Gia-Thu Bon River, Vietnam. The rainfall data from IFS numerical model are used as an input to hydraulic, hydrological models. The results of calibration and verification indicate that the application has a good ability to simulation. The calculation and simulation results of the calculated and measured water level and flow have high similarity in phase and amplitude of oscillation which are based on 03 indicators of NSE, RSR, and PBIAS. The simulation results of flood warning at the downstream which is in accordance with alarm levels and historical flood levels will produce statistical results to support responses to natural disasters.*

**Keywords:** *IFS, MIKE SHE, MIKE 11-MIKE 11 GIS, Inundation, Vu Gia-Thu Bon River basin.*

# PHÂN TÍCH NGUYÊN NHÂN GÂY GIA TĂNG XÓI LỞ BỜ SÔNG Ở ĐỒNG BẰNG SÔNG CỬU LONG

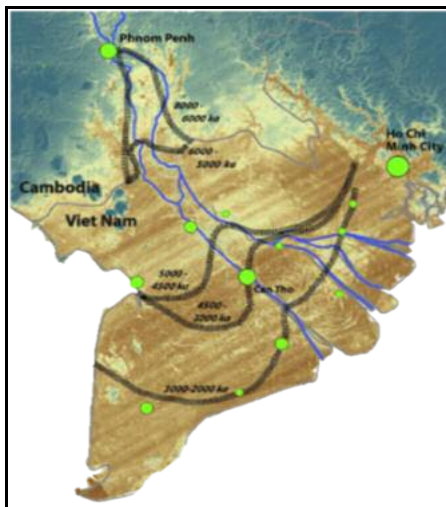
Huỳnh Công Hoài<sup>1</sup>, Nguyễn Thị Bảy<sup>1</sup>, Đào Nguyên Khôi<sup>2</sup>, Trà Nguyễn Quỳnh Nga<sup>1</sup>

**Tóm tắt:** Hiện tượng sạt ở Đồng bằng sông Cửu Long (ĐBSCL) đã xảy ra từ nhiều thập kỷ tuy nhiên trong 10 năm trở lại đây hiện tượng sạt lở xảy ra nghiêm trọng và ngày càng gia tăng. Để tìm hiểu nguyên nhân làm gia tăng sự sạt lở ở ĐBSCL, các số liệu về sạt lở được thu thập và phân tích. Kết quả cho thấy có nhiều nguyên nhân ảnh hưởng đến hiện trạng sạt lở như do địa chất, hình thái sông, chế độ thủy lực, chế độ phù sa bùn cát, khai thác cát, giao thông thủy, xây dựng hạ tầng. Tuy nhiên từ số liệu phân tích cho thấy từ năm 2012 khi các hồ chứa trên dòng chính Mekong đi vào hoạt động, thể tích tích nước tích lại trong các hồ chứa đã gia tăng từ 920 triệu khối lên 16370 triệu khối. Cũng từ thời điểm đó diễn biến sạt lở ở ĐBSCL cũng bắt đầu gia tăng từ dưới 100 điểm tăng dần cho đến nay trên 600 điểm sạt. Song song với thời gian tích nước ở các hồ chứa thượng nguồn, số liệu đo đạc cũng cho thấy lượng phù sa bùn cát về ĐBSCL giảm đáng kể, đặc biệt ở Tân Châu giảm đến 50% so với trước 2012. Điều này cho thấy việc thiếu hụt phù sa bùn cát do phù sa bùn cát tích tụ trong các hồ chứa trên dòng chính sông Mekong có những mối liên hệ chặt chẽ đến sự gia tăng xói lở ở ĐBSCL. Bên cạnh đó hiện trạng khai thác cát bừa bãi làm sự thiếu hụt phù sa bùn cát thêm trầm trọng và tạo ra sự mất ổn định cho lòng sông cũng tác động làm gia tăng sự xói lở. **Từ khóa:** Bờ sông, sạt lở, Đồng bằng sông Cửu Long, phù sa bùn cát, thủy lực, hình thái sông, khai thác cát.

Ban Biên tập nhận bài: 08/06/2019 Ngày phản biện xong: 12/07/2019 Ngày đăng bài: 25/07/2019

## 1. Giới thiệu

Đồng bằng sông Cửu Long (ĐBSCL) là một đồng bằng non trẻ được hình thành cách đây 7000 năm. Quá trình diễn biến hình thành ĐBSCL có thể mô tả như trên hình 1.



Hình 1. Quá trình hình thành thành ĐBSCL [5]

Cách đây 7000 năm mực nước biển lên đến Phnom Penh, toàn bộ ĐBSCL chưa hình thành, sau đó ĐBSCL bắt đầu được bồi đắp bởi phù sa từ sông Mekong đổ về và dòng phù sa ven bờ từ phía bắc biển Đông chảy về. Đến cách đây 3000 năm thì ĐBSCL bồi đắp đến Cần Thơ và đến cách đây 2000 năm thì ĐBSCL có hình hài như ngày nay. Với quá trình hình thành từ phù sa của sông và biển nên toàn bộ ĐBSCL đều có nền địa chất yếu, có nguồn gốc trầm tích sông biển và đầm lầy, đây cũng là nguyên nhân chính dẫn đến hiện tượng xói lở ở ĐBSCL.

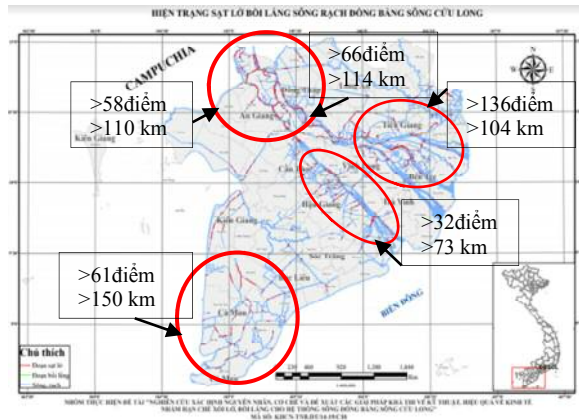
Bên cạnh tính chất đặc thù của nền địa chất ở ĐBSCL, chế độ dòng chảy trong sông, ảnh hưởng của thủy triều, cùng với tác động của con người cũng là những tác nhân quan trọng gây ra xói lở bờ sông. Theo số liệu thu thập của chúng tôi, hiện tại trên sông Tiền có trên 202 điểm sạt với tổng chiều dài 218 km, sông Hậu có trên 90

<sup>1</sup>Đại học Bách Khoa TP. Hồ Chí Minh

<sup>2</sup>Đại học Khoa học Tự Nhiên TP. Hồ Chí Minh

Email: hchoai@gmail.com

điểm sạt với tổng chiều dài 183 km và khu vực tỉnh Cà Mau có 61 điểm sạt với tổng chiều dài 150 km (Hình 2). Nếu xét trên toàn bộ sông rạch ở ĐBSCL thì tổng số điểm sạt lên đến 665 điểm với tổng chiều dài 1048 km.



Hình 2. Vị trí các điểm sạt lở chính ở ĐBSCL

Vấn đề sạt lở ở ĐBSCL xảy ra từ nhiều thập kỷ, tuy nhiên hiện tượng sạt lở trong thời gian 10 năm trở lại đây đã xảy ra càng lúc càng nghiêm trọng và tốc độ sạt lở càng lúc càng gia tăng. Trong bài này chúng tôi sẽ dựa vào các số liệu thu thập để phân tích các yếu tố ảnh hưởng đến sạt lở lòng sông và chỉ ra những tác động làm cho hiện tượng sạt lở tại ĐBSCL ngày càng xảy ra nhiều hơn.

**2. Những nguyên nhân gây sạt lở sông rạch ở ĐBSCL**

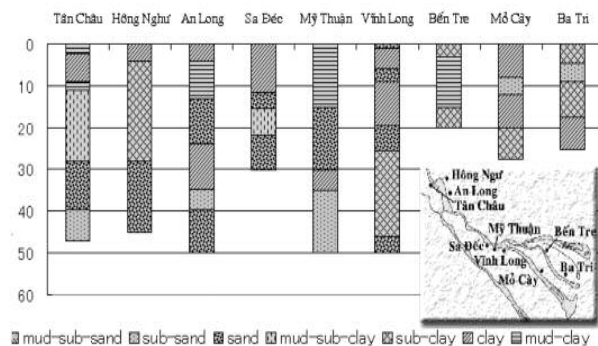
Hiện tượng sạt lở trên sông rạch ở ĐBSCL đã được nghiên cứu khá nhiều [1], [3], [5], [7] và chỉ ra 7 nguyên nhân ảnh hưởng đến diễn biến sạt lở bờ sông như sau:

- Địa chất;
- Địa hình - hình thái sông;
- Chế độ thủy lực;
- Chế độ phù sa bùn cát;
- Khai thác cát;
- Giao thông thủy;
- Xây dựng cơ sở hạ tầng.

**2.1. Địa chất**

ĐBSCL được hình thành trên nền địa chất chủ yếu có nguồn gốc trầm tích sông, biển và đầm lầy. Trong nghiên cứu [2] khảo sát địa chất dọc sông Tiền cho đặc trưng của lòng sông như hình 3, ở Hồng Ngự, An Long, Sa Đéc, Mỏ

Cày là sét ( $d < 0,0015$  mm), Tân Châu, Mỹ Thuận là bùn sét ( $0,0015 < d < 0,003$  mm) và Bến Tre, Ba Tri là sét. Ngoài ra trong một hố khoan khảo sát địa chất ở kênh Long Xuyên Rạch Giá cho thấy trong lớp đất từ 0 – 4 m chủ yếu là đất sét pha có đường kính hạt từ 0,002 – 0,075 mm. Theo biểu đồ Hjulstrom-Sundborg [2] cho thấy với cỡ hạt từ 0,002 – 0,075 mm thì với dòng chảy có vận tốc lớn hơn 0,005 m/s có khả năng mang các hạt di chuyển và nếu vận tốc lớn hơn 0,3 m/s - 0,4 m/s thì các hạt bùn cát với kích thước trên có khả năng bị tách ra khỏi đáy theo dòng chảy.



Hình 3. Tính chất lòng sông Tiền [2]

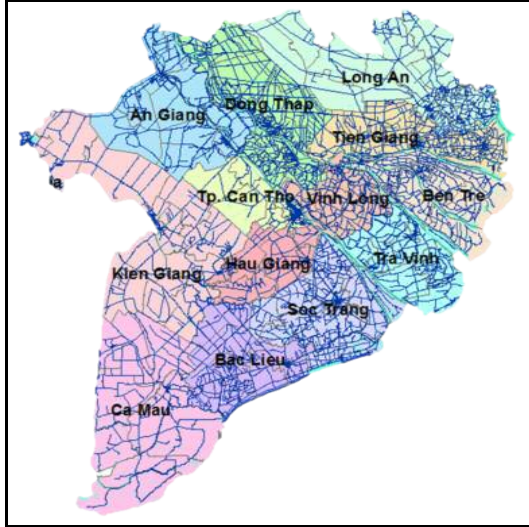
Theo các số liệu dòng chảy trên hệ thống sông Tiền và sông Hậu phân bố trong mùa lũ và mùa kiệt như Bảng 1, vận tốc trung bình trong sông dao động từ 0,5 - 1,2 m/s đều có khả năng tách các hạt bùn cát ra khỏi đáy gây xói lở. Do đó với nền địa chất đặc thù của ĐBSCL hiện tượng xói lở lòng dẫn tất yếu sẽ xảy ra thường xuyên không những trong mùa lũ mà còn trong những thời gian còn lại.

Bảng 1. Phân bố vận tốc trên sông Tiền và sông Hậu

T	Tên sông	Vận tốc cực đại (m/s)	Vận tốc cực tiểu (m/s)	Vận tốc trung bình (m/s)	Thời gian
1	Sông Tiền -	1,8-2,3	0,2-0,3	1,2	Mùa lũ
	trạm Tân Châu	1,2-1,3	0,05-0,1	0,7	Mùa kiệt
	Sông Hậu -	1,7-2,0	0,1-0,2	0,8-0,9	Mùa lũ
2	trạm Châu Đốc	0,8-1,2	0,05-0,1	0,5	Mùa kiệt

2.2. Địa hình - Hình thái sông

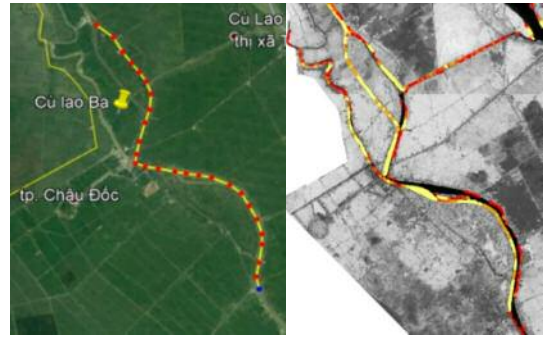
Hệ thống sông ĐBSCL bao gồm hai sông chính là sông Tiền, sông Hậu và một mạng lưới sông nhánh và kênh đào chằng chịt (Hình 4).



Hình 4. Mạng lưới sông rạch

Ngoài ra trên sông Tiền và sông Hậu còn có nhiều cù lao làm thay đổi cục bộ dòng chảy. Theo phân tích của Dave Rosgen [6] từ việc khảo sát của 100 con sông tiêu biểu, cho thấy đối với những con sông trên nền đất sét và bùn, có độ dốc nhỏ hơn 0,02 và tỷ số độ cong (sinuosity) giữa chiều dài uốn khúc của sông trên chiều dài thẳng giữa 2 đầu sông  $L/L' > 1,2$  đều có xu hướng xói bên bờ lõm và bồi bên bờ lồi. Khảo sát các đoạn sông trên sông Tiền và sông Hậu, khá nhiều đoạn sông có tỷ số độ cong  $L/L' > 1,2$  như đoạn sông cù lao Ba - Châu Đốc có  $L/L' = 1,2$  (Hình 5) và đoạn sông Năng Cù - phà Mương Thanh có  $L/L' = 1,32$  (Hình 6) từ phân tích ảnh vệ tinh đều thấy bị xói bên bờ lõm. Trên sông Tiền cũng khá nhiều đoạn sông có tỉ số độ cong  $L/L' > 1,2$  như đoạn cù lao Long Khánh đến cù lao Ma có  $L/L' = 1,71$  (Hình 7) cũng cho thấy phía bờ lõm bị xói. Các đoạn sông nhánh cũng có khá nhiều đoạn sông uốn khúc có tỷ số độ cong lớn hơn 1,2 như đoạn rạch Ông Chường có tỉ số  $L/L' = 1,5$  và cho thấy bị xói bên bờ lõm (Hình 8).

Ngoài ra sự hiện hữu các cù lao trên sông Tiền và sông Hậu cũng gây ra sự bồi xói cục bộ ở đầu và cuối cù lao.



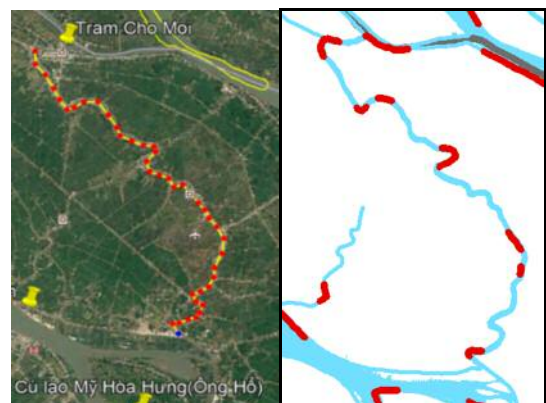
Hình 5. Đoạn sông cù lao Ba – Châu Đốc và vị trí bị xói (Từ ảnh vệ tinh - màu đỏ)



Hình 6. Đoạn sông Năng Cù – phà Mương Thanh và vị trí bị xói (Từ ảnh vệ tinh - màu đỏ)

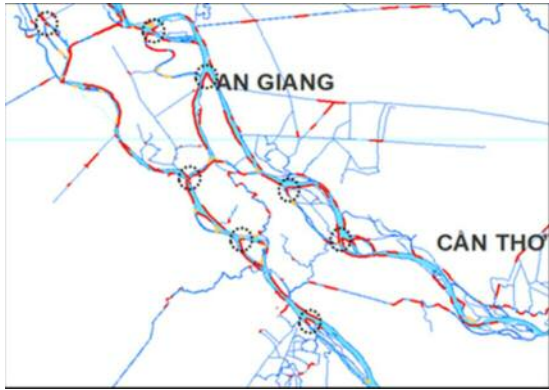


Hình 7. Đoạn cù lao Long Khánh đến cù lao Ma và vị trí bị xói (Từ ảnh vệ tinh - màu đỏ)



Hình 8. Đoạn sông nhánh rạch Ông Chường và vị trí bị xói (từ số liệu khảo sát)

Đối với các cù lao ở thượng nguồn không bị ảnh hưởng của thủy triều đều bị xói ở đầu cù lao và bồi ở cuối cù lao như cù lao Ba, cù lao Long Khánh, cù lao Ông Hồ, cù lao Ma... đối với cù lao nằm ở hạ lưu khu vực ảnh hưởng thủy triều thì có thể bồi xói ở hai đầu cù lao (Hình 9).



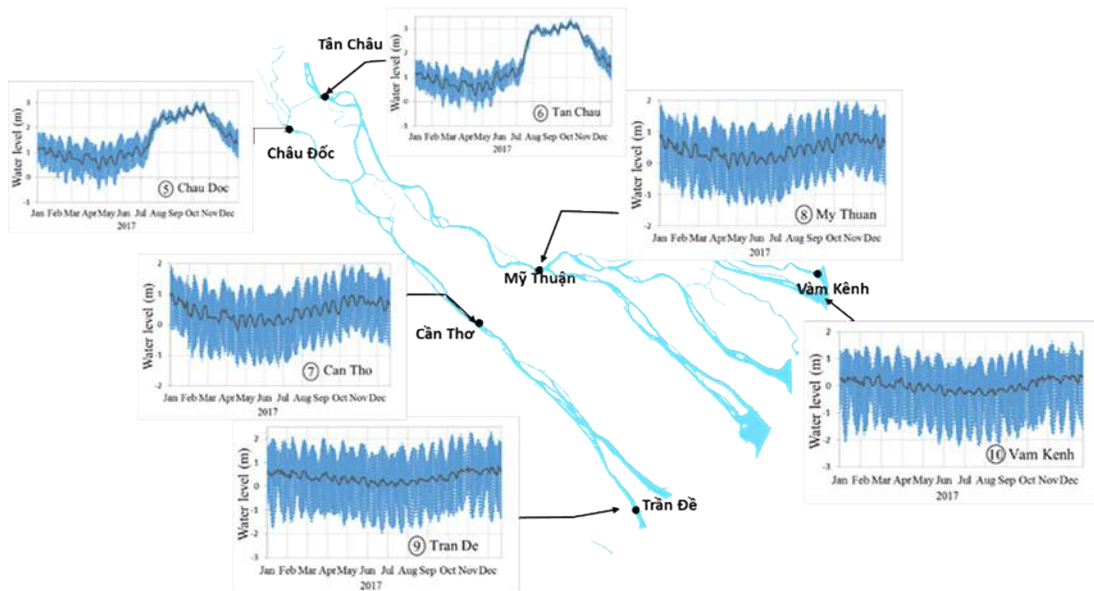
Hình 9. Các vị trí đầu cù lao bị xói

Như vậy với tính chất hình thái sông ở ĐBSCL như hiện nay, hiện tượng xói lở xảy ra phổ biến từ nhiều thập kỷ qua là điều hiển nhiên.

### 2.3. Chế độ thủy lực

Dòng chảy trong hệ thống sông ĐBSCL chịu ảnh hưởng của dòng chảy thượng nguồn của sông Mekong, ảnh hưởng triều của biển Đông và biển Tây nên có thể chia chế độ thủy lực của hệ thống sông ĐBSCL ra làm 3 khu vực. Khu vực ảnh hưởng dòng chảy thượng nguồn và chịu ảnh hưởng lũ bao gồm tỉnh An Giang, một phần tỉnh Kiên Giang, tỉnh Đồng Tháp và Long An. Khu vực trung gian chịu một phần ảnh hưởng lũ thượng nguồn và ảnh hưởng thủy triều bao gồm một phần tỉnh An Giang phía tây sông Hậu, Hà Tiên và một phần tỉnh Đồng Tháp. Khu vực ảnh hưởng chính của thủy triều bao gồm các tỉnh ven bờ biển như Cà Mau, Bạc Liêu, Sóc Trăng, Trà Vinh, Bến Tre...

Hình 10 cho thấy mực nước trên sông Tiền và sông Hậu bị ảnh hưởng của thủy triều đến Cần Thơ và Mỹ Thuận, sau đó giảm dần đến Châu Đốc và Tân Châu vào mùa lũ (tháng 9,10,11) ảnh hưởng đến Cần Thơ và Mỹ Thuận.



Hình 10. Mực nước dọc theo sông Tiền và sông Hậu năm 2017

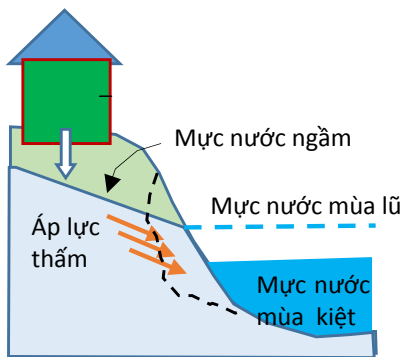
Chênh lệch mực nước mùa khô và mùa lũ tại Tân Châu và Châu Đốc lên đến 3,5 m, điều này ảnh hưởng rất lớn đến sạt lở trên khu vực này. Vào mùa lũ do dòng chảy có vận tốc lớn tác động vào bờ làm xói lở bờ sông, mái dốc bờ sông càng lúc càng dốc, nhưng do mùa lũ mực nước ngầm dâng cao đồng thời mực nước trên sông

cũng cao nên áp lực nước ngầm gần như bằng không. Ngoài ra đất ngầm nước và độ kết dính trong đất gia tăng làm cho mái dốc giữ được ổn định. Sau mùa lũ, đầu mùa khô mực nước sông hạ thấp, trong khi mực nước ngầm hạ thấp rất chậm làm chênh lệch mực nước ngầm và mực nước sông lớn, áp lực nước ngầm gia tăng trên

mái dốc, đồng thời đất không còn ngậm nước, độ kết dính cũng giảm đi, tuy nhiên chưa đủ nhỏ để mái dốc mất ổn định. Đến đầu mùa mưa lớp đất khô lại bị thấm nước, đất bị nhão ra, độ kết dính càng giảm đi, lúc này các khối đất sát bờ sẽ mất ổn định và trượt xuống lòng sông [2] (Hình 11). Dựa trên số liệu khảo sát trong 10 năm trở lại đây cho thấy hiện tượng này xảy ra khá phổ biến. Gần 50% điểm sạt lở ở ĐBSCL xảy ra vào đầu mùa mưa và sau đó số điểm sạt lở giảm đi. Hình 12 cho thấy bắt đầu mùa mưa vào tháng 5 và 6 là tháng có số điểm sạt lở gia tăng đột biến, chiếm gần 50% số điểm sạt trong các tháng còn lại.

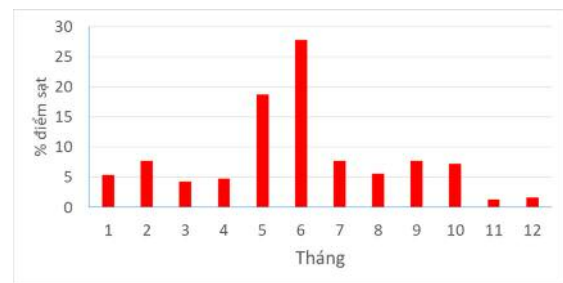
**2.4. Chế độ phù sa bùn cát**

Nguồn phù sa bùn cát cung cấp cho hệ thống sông ở ĐBSCL chủ yếu từ thượng nguồn sông



Hình 11. Áp lực nước ngầm gây trượt trên mái dốc

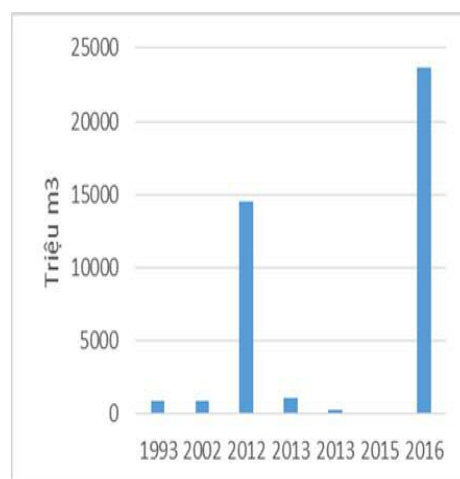
Mekong đưa về. Theo thống kê của Ủy ban sông Mekong hiện nay trên hệ thống sông Mekong có 56 nhà máy thủy điện [9], trong đó trên dòng chính có 6 nhà máy thủy điện đã hoàn thành và đưa vào sử dụng (Hình 13). Hầu hết các nhà máy hồ chứa được xây dựng trên phần đất của Trung Quốc. Trong đó đáng chú ý nhất là 2 hồ chứa Xi-aowan hoàn thành năm 2012 có tổng lượng nước tích trong hồ lên đến 14560 triệu khối và hồ chứa Nuozhadu hoàn thành năm 2016 có tổng lượng nước tích trong hồ lên đến 23703 triệu khối. Hình 13 cho thấy trong năm 2012 và năm 2016 thể tích nước tích lại trong hồ Xiaowan và Nouzhadu lớn gấp nhiều lần so với các hồ chứa khác đã đi vào hoạt động trong các năm 1993, 2002, 2013.



Hình 12. Số điểm xảy ra sạt lở trong năm



Hình 13. Vị trí các nhà máy thủy điện trên dòng chính sông Mekông và thể tích nước tích trữ trong hồ theo các năm



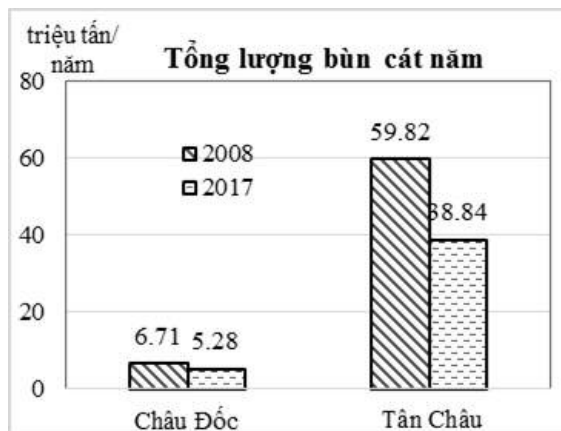
Với số lượng nước được giữ lại trong hồ sẽ kèm theo số lượng phù sa bùn cát bị lắng đọng lại, nguồn phù sa bùn cát về hạ du sông Mekong

sẽ giảm đáng kể.

Theo số liệu thu thập tại trạm Tân Châu và Châu Đốc cho thấy trong năm 2008 tức trước



thời gian các hồ chứa ở thượng lưu Mekong tích nước, lượng phù sa về Châu Đốc là 6,71 triệu tấn và Tân Châu 59,82 triệu tấn (Hình 14). Năm 2017 tổng phù sa về Châu Đốc là 5,28 triệu tấn và Tân Châu là 38,84 triệu tấn, như vậy lượng phù sa bùn cát đã giảm đi 1/3, chỉ còn 2/3 lượng phù sa bùn cát so với thời gian trước khi 2 hồ chứa khổng lồ Xiaowan và Nuozhadu đi vào hoạt động. Sự thiếu hụt phù sa bùn cát làm cho dòng chảy mùa lũ gia tăng vận tốc, bào mòn lòng dẫn, các hồ xói không còn được lấp bởi nguồn phù sa như trước đây. Sự xói lở tất yếu sẽ xảy ra mãnh liệt hơn.



Hình 14. Lượng bùn cát năm ở Châu Đốc và Tân Châu

**2.5. Khai thác cát**

Những tác động của việc khai thác cát đến sự xói lở như sau:

- Thay đổi dòng chảy vốn đã ổn định;
- Thiếu hụt bùn cát bù đắp làm các hồ khai thác phát triển không kiểm soát được;
- Khai thác quá gần bờ hoặc công trình trên sông làm mất ổn định gây lún sụp.

Lượng khai thác cát không những ở ĐBSCL mà xảy ra trên toàn bộ sông Mekong như trình bày trong Hình 15. Theo [10] tổng lượng cát khai thác trung bình hàng năm của các nước dọc theo sông Mekong trong Bảng 2.

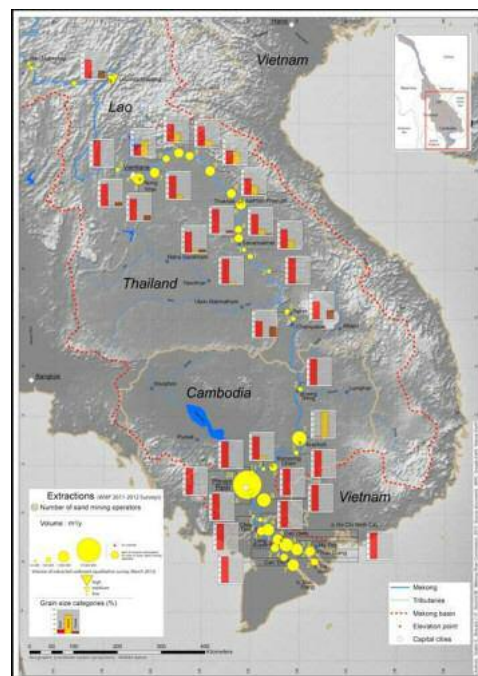
Việt Nam có khối lượng khai thác cát đứng hạng thứ 2 sau Cambodia và tổng lượng cát khai thác trên hạ lưu sông Mekong là 31,079 triệu khối.

Việc khai thác cát gây nên sạt lở bờ sông đã được chứng minh bởi nhiều nhà khoa học [11].

Ngoài ra việc khai thác cát tràn lan không nằm trong qui hoạch gây tác hại nhiều hơn nữa. Những vị trí khai thác này thường nằm gần bờ, sau khi khai thác để lại những hố sâu sát mái dốc bờ nên rất dễ làm bờ sông mất ổn định.

Trong nghiên cứu [7] đã cho thấy chỉ riêng trên sông Hậu đoạn chảy qua tỉnh An Giang khi khảo sát 6 điểm khai thác cát được cấp phép thì hết 3 điểm khai thác ngoài khu vực cấp phép.

Khi một lượng lớn bùn cát trên sông bị mất do khai thác dẫn đến sự mất cân bằng bùn cát trong dòng chảy gia tăng, sự xói lở xảy ra càng nhiều hơn là điều tất yếu.



Hình 15. Vị trí khai thác cát trên sông Mekong [10]

Bảng 2. Lượng cát khai thác trung bình hàng năm trên sông Mekong [10]

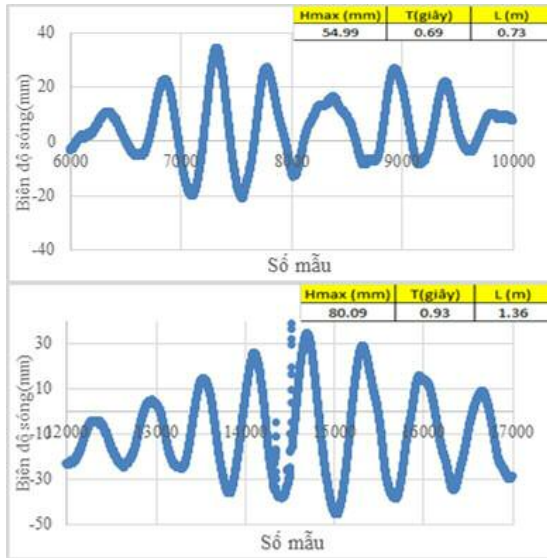
Nước	Lào	Thái Lan	Cam-bodia	Việt Nam
Triệu khối	0,904	3,677	18,748	7,750

**2.6. Giao thông thủy**

ĐBSCL có một thống kênh rạch chằng chịt, do đó giao thông thủy đóng một vai trò quan trọng trong sinh hoạt hàng ngày. Với cấu tạo địa chất ĐBSCL rất yếu do đó ảnh hưởng của sóng tàu làm xói lở là không tránh khỏi.

Sóng tàu ở ĐBSCL có biên độ và chu kỳ sóng nhỏ chiều cao  $H < 0,5$  m, và chu kỳ  $T < 1,5$ s do

đó tần số giao động lớn (Hình 16). Do tần số dao động sóng lớn nên khả năng làm tách rời các hạt bùn cát và gây xói ở bờ sông khá phổ biến. Tuy sóng tàu thường xuất hiện trong một giai đoạn ngắn nhưng lặp lại thường xuyên. Sóng tàu thường gây xói lở lưng chùng mái dốc, phát triển chậm nhưng liên tục và phổ biến nên ảnh hưởng của sóng tàu là một yếu tố khá quan trọng đến xói lở trong các hệ thống kênh rạch nhỏ.



1dv = 1.5ms

Hình 16. Mẫu sóng tàu đo tại kênh Long Xuyên - Rạch Giá

### 2.7. Xây dựng cơ sở hạ tầng

Xây dựng hạ tầng trên nền đất yếu làm gia tăng tải trọng trên bề mặt bờ sông đưa đến sạt lở là nguyên nhân trực tiếp do tác động của con người.

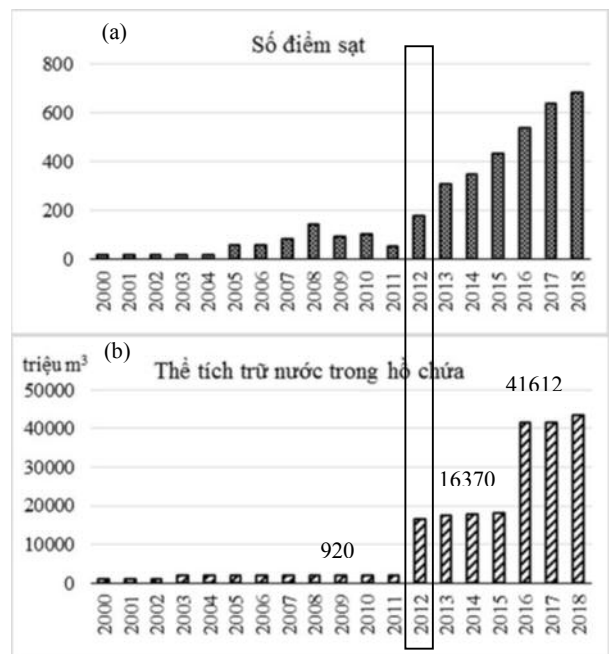
Sự ổn định mái dốc là do sự cân bằng của lực chống trượt gồm lực ma sát, lực dính (phụ thuộc vào tính chất cơ lý của đất) và lực gây trượt gồm trọng lượng khối đất, tải trọng trên bề mặt và áp lực thấm. Do đó khi một trong những lực gây trượt gia tăng sẽ làm mất sự cân bằng và mái dốc sẽ trượt.

Chỉ cần khảo sát 7 vị trí sạt lở nghiêm trọng ở An Giang từ bản đồ sạt lở trực tuyến [12] cũng cho thấy hết 5 vị trí xảy ra sạt lở đều ở khu vực có xây dựng nhà ở hoặc đường giao thông.

Nguyên nhân gây sạt lở do xây dựng cơ sở hạ tầng có thể hạn chế nếu các khu vực dân cư và giao thông được qui hoạch tốt.

### 3. Nguyên nhân tác động gây gia tăng mức độ sạt lở

Trong phần phân tích 7 nguyên nhân gây sạt lở ở ĐBSCL có thể thấy một số nguyên nhân mang tính chất đặc thù của khu vực và biến đổi rất chậm hoặc biến động không rõ rệt như địa chất, hình thái sông, chế độ thủy lực, giao thông thủy và xây dựng cơ sở hạ tầng. Còn lại 2 nguyên nhân trong thời gian gần đây đã có những đột biến đó là chế độ phù sa bùn cát và khai thác cát. Theo thống kê các điểm sạt lở từ năm 2000 đến 2018, Hình 17a cho thấy số điểm sạt lở bắt đầu gia tăng từ năm 2007, 2008 nhưng sau đó giảm dần và đến năm 2012 thì bắt đầu gia tăng liên tục cho đến nay với mức độ tăng dần đến trên 600 điểm sạt lở. Liên hệ lại với thể tích hồ chứa trên dòng chính Mekong, Hình 17b cho thấy trước năm 2012 hầu như không có hồ chứa nào đi vào hoạt động, đến năm 2012 thể tích tích nước trên dòng Mekong đột biến, từ 920 triệu khối đến 16370 triệu khối, tăng lên 17,8 lần, đây là thời điểm hồ chứa nước Xiaowan đi vào hoạt động (Hình 13). Đến năm 2016 khi hồ chứa Nouzhadu bắt hoạt động, thể tích trữ nước trên dòng Mekong tăng lên 41612 triệu khối, tức tăng 2,54 lần so với năm 2012 và tăng 45,2 lần so với trước năm 2012.



Hình 17. (a) Số điểm sạt ở ĐBSCL và (b) thể tích trữ nước trong các hồ chứa trên dòng chính Mekong

Từ kết quả phân tích diễn biến số điểm sạt ở ĐBSCL và diễn biến thể tích trữ nước trên dòng chính Mekong cùng với lượng phù sa suy giảm tại Châu Đốc và Tân Châu cho thấy có mối tương quan khá chặt chẽ với nhau. Trước năm 2012 số điểm sạt ở ĐBSCL có xuất hiện, tuy nhiên có năm tăng và giảm, trung bình 100 điểm 1 năm. Từ năm 2012 khi thể tích trữ nước vào các hồ chứa trên dòng chính Mekong đột biến gia tăng 17,8 lần thì ở ĐBSCL số lượng các điểm sạt bắt đầu gia tăng, sự gia tăng này liên tục xảy ra cho đến năm 2016, khi một hồ chứa trên sông Mekong xây dựng xong và đi vào vận hành, một lượng nước lớn nữa được tích lại, số lượng các điểm sạt ở ĐBSCL lại tiếp tục gia tăng. Như vậy trong vòng 7 năm thì số điểm sạt lở từ 100 điểm hàng năm đã tăng lên đến nay là trên 600 điểm.

Bên cạnh sự thiếu hụt phù sa bùn cát cho

ĐBSCL do việc tích nước của các hồ chứa thượng nguồn, việc khai thác cát bừa bãi làm tăng sự thiếu hụt bùn cát thêm trầm trọng. Ngoài ra việc khai thác cát không nằm trong các khu vực qui hoạch dẫn đến nguy cơ sạt lở bờ càng gia tăng.

#### 4. Kết luận

Sạt lở ở ĐBSCL đã được phân tích cho thấy có nhiều nguyên nhân, tuy nhiên với những số liệu thu thập được chứng tỏ sự gia tăng hiện tượng sạt lở ở ĐBSCL trong thập niên vừa qua là do tác động của 2 yếu tố chính, một là sự tích trữ nước của các hồ chứa ở dòng chính sông Mekong dẫn đến sự thiếu hụt phù sa bùn cát và hai là sự khai thác cát không được kiểm soát chặt chẽ đã làm sự thiếu hụt phù sa bùn cát thêm trầm trọng, do đó sự sạt lở bờ sông càng gia tăng.

**Lời cảm ơn:** Nghiên cứu này được tài trợ bởi Chương trình Tây Nam Bộ trong khuôn khổ đề tài mã số KHCN-TNB.ĐT/14-19/C10. Nhóm tác giả chân thành cảm ơn sự hỗ trợ này.

#### Tài liệu tham khảo

1. Bộ Nông nghiệp và Phát triển Nông thôn (2017), *Báo cáo: Lún sụt đất và xói lở vùng ĐBSCL: Thực trạng, nguyên nhân và định hướng giải pháp*. Hội nghị chuyển đổi mô hình phát triển ĐBSCL theo hướng bền vững và thích ứng biến đổi khí hậu.
2. Delt (2003), Bank Erosion in Mekong Delta and along Red River in Vietnam. *Report Mission 23 November - 6 December 2003*.
3. Hjultstrom, F., (1935), Studies of the Morphological Activity of River as illustrated by the river. *Fyris Bulletin*, Geological Institute of Upsala, Upsala, Sweden.
4. Lê Mạnh Hùng và các tác giả (2004), *Nghiên cứu dự báo xói lở bồi lắng lòng dẫn và đề xuất các biện pháp phòng chống cho hệ thống sông ở ĐBSCL*. Đề tài cấp nhà nước KC-08-15.
5. Marcello Gugliotta, Yoshiki Saito, Van Lap Nguyen, Thi Kim Oanh Ta, Rei Nakashima, Toru Tamura, Katsuto Uehara, Kota Katsuki, Seiichiro Yamamoto (2017), Process regime, salinity, morphological, and sedimentary trends along the fluvial to marine transition zone of the mixed-energy Mekong River delta, Vietnam. *Continental Shelf Research*, 147, 7-26.
6. Nguyễn Nghĩa Hùng và các tác giả (2015), *Nghiên cứu các giải pháp khoa học-công nghệ để điều chỉnh và ổn định các đoạn sông có cù lao đang diễn ra biến động lớn về hình thái trên sông Tiền và sông Hậu*. Đề tài thuộc chương trình KH&CN cấp nhà nước KC.08.21/11-15.
7. Rosgen, D., (1996), Applied river morphology. *Woldland Hydology*, Pagosa Springs, CO.
8. Viện khoa học Khí tượng Thủy văn và Biến đổi khí hậu (2015), *Phân tích nguyên nhân chính gây sạt lở bờ sông Hậu tỉnh An Giang*. Dự án: Điều tra khảo sát điều kiện tự nhiên-Dòng chảy, địa hình, địa chất, lòng sông nhằm xác định nguyên nhân gây sạt lở bờ sông Hậu (đoạn chảy qua An Giang) và đề xuất kế hoạch tổng thể khắc phục.
9. Liu, J.P., DeMaster, D.J., Nittrouer, C.A., Eidam, E.F., Nguyen, T.T., (2017), A seismic study of the Mekong subaqueous delta: Proximal versus distal sediment accumulation. *Continental Shelf*

*Research*, 147, 197-212.

10. *Wikipedia* (2019), Hydropower in the Mekong River Basin. [https://en.wikipedia.org/wiki/Hydropower\\_in\\_the\\_Mekong\\_River\\_Basin#cite\\_note-mekv33-13](https://en.wikipedia.org/wiki/Hydropower_in_the_Mekong_River_Basin#cite_note-mekv33-13)

11. Bravard, J.P., Marc Goichot et Stéphane Gaillot (2013). Geography of Sand and Gravel Mining in the Lower Mekong River. *EchoGéo, Open Edition Journal*, 26, 1-20.

12. Anthony, E.J., Brunier, G., Besset, M., Goichot, M., Dussouillez, P., Nguyen, V.L., (2015), Linking rapid erosion of the Mekong River delta to human activities. *Scientific Report*, 5, 14745.

13. Bộ Nông nghiệp Phát triển Nông thôn (2018). *Bản đồ sạt lở trực tuyến* <http://satlodbscl.phongchongthientai.vn/#12/10.5943/105.3043/c1c2c3>

## ANALYZING THE CAUSES PRODUCING THE RAPIDITY OF RIVER BANK EROSION IN MEKONG DELTA

Huynh Cong Hoai<sup>1</sup>, Nguyen Thi Bay<sup>1</sup>, Dao Nguyen Khoi<sup>2</sup>, Tra Nguyen Quynh Nga<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Ho Chi Minh City University of Technology

<sup>2</sup>VNUHCM - University of Science

**Abstract:** *The bank erosion in Mekong delta has occurred in many decades, however in the past 10 years, the erosion has occurred seriously and rapidly. In order to find the reasons affecting the erosion increase, the data had been collected to analyze. The results show there are many factors affecting to the erosion in the river, such as geology, river morphology, hydraulic regime, sediment regime, sand mining, navigation, infrastructure construction... However, from the data analysis prove that since 2012 the reservoirs on the mainstream of Mekong river operated, the volume of water storing in the reservoirs increased from 920 million of cubic meter to 16370 million of cubic meter. Also, from this moment, erosion in Mekong Delta has increased from 100 locations to over 600 locations in year 2019. During the period of the reservoirs in Mekong river store water, the measured data of sediment at Tan Chau and Chau Doc (in the boundary between Cambodia and Vietnam) showed that sediment has decreased, particularly at Tan Chau, the sediment is reducing more than 50% comparing in the period before year 2012. It is found that the lack of sediment in flow due to the water stored in reservoirs in the mainstream of Mekong river is relative strongly to the increasing erosion in the Mekong delta. Besides, the extraction of sand in river without control produces the lack of sediment more seriously and causes the instability of river bank, that is also a factor affecting to the erosion rapidity.*

**Keywords:** *Bank erosion, Mekong Delta, sediment, hydraulics, river morphology, sand mining.*

# NGHIÊN CỨU PHÂN LOẠI HÌNH THỂ GÂY THỜI TIẾT GÂY NÓNG BẤT THƯỜNG TRÊN KHU VỰC BẮC BỘ GIAI ĐOẠN ĐẦU MÙA ĐÔNG BẰNG PHƯƠNG PHÁP SOM

Võ Văn Hòa<sup>1</sup>, Dư Đức Tiên<sup>2</sup>, Trần Anh Đức<sup>2</sup>, Mai Khánh Hưng<sup>2</sup>, Đặng Đình Quân<sup>2</sup>,  
Nguyễn Văn Khiêm<sup>3</sup>, Nguyễn Vĩnh An<sup>4</sup>

**Tóm tắt:** Từ các số liệu quan trắc nhiệt độ trung bình ngày và nhiệt độ tối cao ngày trên khu vực Bắc Bộ trong 30 năm trở lại đây vào các tháng 11 (giai đoạn đầu mùa đông) cho thấy trung bình 2 năm xảy ra các ngày có dị thường nhiệt độ trung bình ngày và tối cao khá lớn (trên 5°C) và tồn tại 4 đợt kéo dài hơn 2 ngày gần như một dạng đợt nóng (warm spell) với mức độ ở dạng gần như phổ biến (trên 40% số trạm ở Bắc Bộ đạt phổ biến nhiệt độ cực đại ngày từ 32°C đến 34°C). Bài nghiên cứu sử dụng phương pháp khai phá dữ liệu nhiều chiều/ bản đồ tự tổ chức SOM (Self-Organizing-Maps) để phân loại các đặc trưng hoàn lưu khí quyển liên quan đến hiện tượng thời tiết nóng bất thường trên khu vực Bắc Bộ giai đoạn đầu mùa đông. So với phương pháp thần kinh nhân tạo truyền thống thì đây là mạng truyền thẳng sử dụng thuật học cạnh tranh, không giám sát. Do đó, SOM là một công cụ thích hợp trong bài toán nghiên cứu và khám phá dữ liệu nhiều chiều. Sử dụng số liệu tái phân tích JRA của Nhật gồm áp suất bề mặt (liên quan đến hoạt động của vùng thấp nóng phía Tây có tâm nằm trên lãnh thổ Ấn Độ - Pakistan), độ cao địa thế vị mực 500hPa (liên quan đến vai trò của Cao cận nhiệt đới Tây Bắc Thái Bình Dương) cho thấy các phân loại với 2 hoặc 3 cụm điển hình đều thấy rõ nguyên nhân chủ yếu/duy nhất liên quan đến tính dị thường của hoạt động của vùng thấp nóng phía Tây cho khu vực Bắc Bộ vào thời kì đầu mùa đông.

**Từ khóa:** Nóng bất thường, phương pháp SOM, đầu mùa đông, Bắc Bộ Việt Nam.

Ban Biên tập nhận bài: 12/05/2019 Ngày phản biện xong: 20/06/2019 Ngày đăng bài: 25/07/2019

## 1. Mở đầu

Phương pháp SOM được tác giả Kohonen (1989 [5], 1990 [6]) đề xuất về thực chất là một dạng của mạng thần kinh nhân tạo. Trên thực tế, từ không gian dữ liệu nhiều chiều, sau khi qua mạng SOM sẽ giảm xuống còn 1 đến 2 chiều và có thể hiển thị trên một bản đồ trong đó các đặc tính tương tự của dữ liệu có thể nhóm vào trong các nhóm tương tự nhau. Do vậy, SOM chính là công cụ hữu hiệu để phục vụ hiển thị cũng như phân tích nhóm. SOM có thể sử dụng để khám

<sup>1</sup>Đài Khí tượng thủy văn khu vực đồng bằng Bắc Bộ

<sup>2</sup>Trung tâm Dự báo Khí tượng Thủy văn quốc gia

<sup>3</sup>Văn phòng Bộ công an

<sup>4</sup>Viện Khoa học khí tượng thủy văn và Biến đổi khí hậu

Email: Vovanhoa80@gmail.com

phá dữ liệu và các quan hệ giữa các dữ liệu trong tập dữ liệu nhiều chiều bằng cách đưa dữ liệu nhiều chiều về các bản đồ 2 chiều những vẫn chỉ ra được đặc tính tương tự. SOM khác với các ANN là không sử dụng các lớp ẩn (hidden layers) chỉ sử dụng input và output layer. SOM sử dụng khái niệm láng giềng (neighborhood) để giữ lại đặc trưng của các dữ liệu đầu vào trên bản đồ (có nghĩa là các training sample tương tự nhau thì được đặt gần nhau trên bản đồ). Ưu điểm chính của SOM là biểu diễn trực quan dữ liệu nhiều chiều vào không gian ít chiều hơn và đặc trưng của dữ liệu đầu vào được giữ lại trên bản đồ.

Trong bài toán phân loại hình thể thời tiết, phương pháp SOM được ứng dụng khá phong phú, đặc biệt liên quan đến các bài toán mưa lớn,

ví dụ ngoài nước có Koji và cộng sự (2007) [4], Liu Y và Weisberg (2005) [3], trong nước có Trần Anh Đức (2014) [1], Vũ Anh Tuấn và cộng sự (2015) [2]. Gần đây phương pháp SOM đã được ứng dụng trong bài toán phân loại hình thể gây nắng nóng, cụ thể trong bài của Seung-Yoon và cộng sự (2018) [7] đã sử dụng số liệu tái phân tích ERA-Interim của trung tâm dự báo khí tượng hạn vừa châu Âu (ECMWF) từ năm 1979 đến 2016 để phân loại hình thể đối với các ngày (xem như là nắng nóng) có nhiệt độ tối cao ngày đó lớn hơn phân vị 90 của chuỗi số liệu. Các kết quả cho thấy, các hình thể synop liên quan đến hình thành nắng nóng được phân loại thành 6 cụm dựa trên dị thường khí áp mực biển tại khu vực Đông Á.

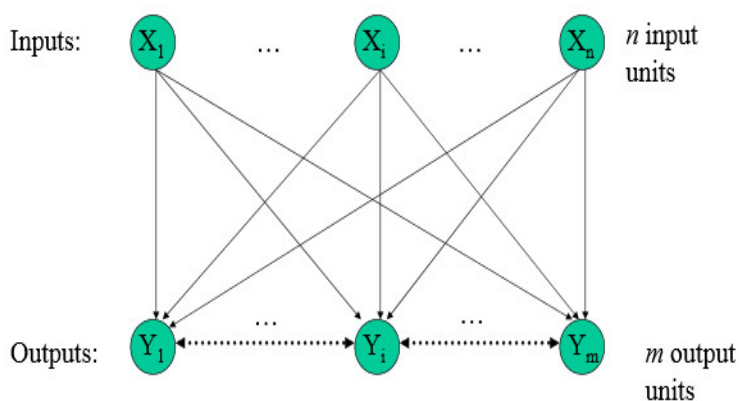
Thông qua các số liệu quan trắc nhiệt độ trung bình ngày và nhiệt độ tối cao ngày trên khu vực Bắc Bộ trong 30 năm trở lại đây vào các tháng 11 (giai đoạn đầu mùa đông) cho thấy trung bình 2 năm xảy ra các ngày có dị thường nhiệt độ trung bình ngày và tối cao khá lớn (trên 5°C) và tồn tại 4 đợt kéo dài hơn 2 ngày như các đợt nóng (warm spell) với mức độ ở dạng gần như phổ biến (trên 40% số trạm ở Bắc Bộ đạt phổ biến nhiệt độ cực đại ngày từ 32°C đến 34°C). Dựa

vào khả năng phân loại khách quan của phương pháp SOM như đã nêu, nghiên cứu sẽ thử nghiệm phân loại hình thể thời tiết điển hình liên quan đến hiện tượng dị thường thời tiết nóng vào đầu mùa đông trên khu vực Bắc Bộ. Một số đặc điểm chính của phương pháp SOM được đưa ra trong mục 2. Các kết quả và nhận xét chính được đưa ra tương ứng trong mục 3 và 4.

## 2. Phương pháp và số liệu

### 2.1. Khái quát về phương pháp SOM

Về kiến trúc, mạng SOM bao gồm 2 lớp: lớp tín hiệu hay là lớp đầu vào, và lớp nơ ron/Kohonen hay còn gọi là lớp đầu ra. Các nơ ron trong lớp đầu ra được sắp xếp trong một lưới 1 hoặc 2 chiều. Hình 1 minh họa bản đồ một chiều của lớp đầu ra trong đó các nơ ron được sắp xếp trong lưới một chiều. Số lượng các nơ ron trong lớp đầu vào chính là số thuộc tính của các đối tượng cần nghiên cứu. Mỗi một nơ ron trong lớp đầu vào có quan hệ truyền thẳng một chiều (feed-forward) với mỗi nơ ron trong lớp đầu ra. Điểm khác biệt trong quan hệ giữa các nơ ron trong 2 lớp của SOM so với các mạng khác là chỉ có một giá trị đầu ra cuối cùng (ví dụ như trong mạng ANN với n đầu vào có thể có m đầu ra). Giá trị đầu ra duy nhất này có thể đúng hoặc sai.



Hình 1. Sơ đồ minh họa các lớp đầu vào và đầu ra của mạng SOM

Trong phương pháp SOM, các tín hiệu đầu vào được giải thiết là đã chuẩn hóa sao cho  $\|x\|=1$ . Các tín hiệu đầu vào cho lớp đầu ra (lớp Kohonen) có thể được tính theo công thức (1) dưới đây:

$$y_j = \sum_{i=1}^n \omega_{ji} x_i \quad (1)$$

Trong đó n là số nơ ron đầu vào,  $\omega_{ji}$  là trọng số của nơ ron đầu vào thứ i với nơ ron đầu ra thứ j. Do trên thực tế chỉ có nơ ron đầu ra duy nhất, nên thuật toán “thắng” (winner-takes-all) được sử dụng trong phương pháp SOM. Cụ thể, nơ ron trong lớp đầu ra có giá trị  $y_j$  lớn nhất sẽ là nơ ron thắng.

1. Quá trình luyện cạnh tranh:

Gọi  $x = (x_1, x_2, x_3, \dots, x_n)^T$  là một đối tượng được lựa chọn ngẫu nhiên từ không gian đầu vào với  $n$  là kích thước mảng của không gian đầu vào. Khi đó, véc tơ trọng số của nơ ron thứ  $j$  trong mạng đầu ra sẽ là:  $w_j = (\omega_{j1}, \omega_{j2}, \omega_{j3}, \dots, \omega_{jn})^T$  với  $n^*$  là tổng số nơ ron trong lớp đầu ra. Giá trị phù hợp nhất của đối tượng đầu vào  $x$  với các véc tơ trọng số  $w_1, w_2, w_3, \dots, w_{n^*}$  có thể được tìm thấy bằng cách so sánh các tích số  $w_1^T x, w_2^T x, w_3^T x, \dots, w_{n^*}^T x$  và lựa chọn giá trị lớn nhất. Trên thực tế, tiêu chí phù hợp tốt nhất được dựa trên quá trình cực đại hóa tích số sẽ tương đương về mặt toán học với quá trình cực tiểu hóa khoảng cách Ole (Euclidean) giữa các véc tơ  $w_j$  và  $x$ . Do đó, chỉ số  $i(x)$  của nơ ron thắng đối với đối tượng đầu vào  $x$  có thể xác định qua công thức (2) dưới đây:

$$i(x) = \arg \min_{1 \leq j \leq n^*} \|x - w_j\| \quad (2)$$

2. Quá trình hợp tác:

Trong quá trình này, một miền lân cận hình học (topological neighborhood) được xác định sao cho nơ ron thắng được đặt tại trung tâm của miền của các nơ ron hợp tác. Gọi  $h_{j,t}$  là miền hợp tác có tâm tại nơ ron thắng thứ  $t$  và  $d_{t,j}$  là khoảng cách xung quanh giữa nơ ron thắng thứ  $t$  và nơ ron để hợp tác nhất thứ  $j$ . Khi đó,  $h_{j,t}$  có thể là một hàm duy nhất của  $d_{t,j}$  thỏa mãn hai điều kiện như sau:

- $h_{j,t}$  là đối xứng xung quanh điểm cực đại được xác định có  $d_{t,j} = 0$ .
- Biên độ của  $h_{j,t}$  giảm đơn điệu theo sự tăng của  $d_{t,j}$  và đạt tới giá trị 0 khi  $d_{t,j}$  tiến tới  $\infty$ .

Thông thường,  $h_{j,t}$  được giải thiết tuân theo hàm phân bố Gauss như công thức (3) dưới đây:

$$h_{j,t} = \exp\left(-\frac{d_{t,j}^2}{2\sigma^2}\right) \quad (3)$$

Trong đó  $\sigma^2$  là một tham số đo lường mức độ nơ ron để hợp tác trong miền hợp tác của nơ ron thắng tham gia vào trong quá trình luyện. Trong trường hợp lưới một chiều như ở trên, khoảng cách  $d_{t,j}$  có thể xác định theo công thức (4) như sau:

$$d_{t,j} = |t - j| \quad (4)$$

Trong trường hợp lưới hai chiều, khoảng cách  $d_{t,j}$  có thể xác định theo công thức (5) dưới đây:

$$d_{t,j} = \|r_t - r_j\| \quad (5)$$

với  $r_t$  và  $r_j$  là các véc tơ rời rạc tương ứng xác định vị trí của nơ ron để hợp tác thứ  $j$  và vị trí của nơ ron thắng thứ  $t$ .

3. Quá trình thích ứng: trong quá trình này, véc tơ trọng số  $w_j$  của nơ ron thứ  $j$  thay đổi theo đối tượng đầu vào  $x$ . Với giá trị đưa ra của véc tơ trọng số thứ  $j$  là  $w_j^{(s)}$  tại thời điểm  $s$  hoặc lần lặp  $s$ , véc tơ trọng số mới  $w_j^{(s+1)}$  tại thời điểm  $s+1$  được tính theo công thức (6):

$$w_j^{(s+1)} = w_j^{(s)} + \eta(s) h_{j,i(x)}(s) (x - w_j^{(s)}) \quad (6)$$

Với  $\eta(s)$  là tham số đặc trưng cho tốc độ học (giảm theo hàm mũ) và xác định theo công thức (7) dưới đây:

$$\eta(s) = \eta_0 \exp\left(-\frac{s}{\tau_2}\right) \quad s = 0, 1, 2, \dots \quad (7)$$

và  $h_{j,i(x)}(s)$ : là hàm lân cận được tính theo công thức (8):

$$h_{j,i(x)}(s) = \exp\left(-\frac{d_{i(x),j}^2}{2\sigma^2(s)}\right) \quad s = 0, 1, 2, \dots \quad (8)$$

với  $\sigma(s)$  được tính theo công thức (9) dưới đây:

$$\sigma(s) = \sigma_0 \left(-\frac{s}{\tau_1}\right) \quad (9)$$

Theo Haykin (1999) [37], các hằng số  $\eta_0, \sigma_0, \tau_1$  và  $\tau_2$  được mặc định như sau:  $\eta_0 = 0.1, \sigma_0$  bằng bán kính của lưới,  $\tau_1 = 1000 / \log(\sigma_0), \tau_2 = 1000$

Nếu gọi  $D$  là tập dữ liệu đưa vào và  $d^*$  là số chiều của bản đồ đặc tính, giải thuật (thuật toán) thực hiện của SOM bao gồm các bước như sau:

Bước 1: Ban đầu hóa các véc tơ trọng số với  $j = 1, 2, \dots, d^*$  bằng cách lựa chọn ngẫu nhiên các đối tượng trong  $D$

Bước 2: Bắt đầu lặp

Bước 3: Gán một đối tượng  $x$  trong  $D$  với một

giá trị xác suất cụ thể

Bước 4: Tìm nơ ron thắng  $i(x)$  tại bước thời gian/lập s dựa trên tiêu chí khoảng cách O le cực tiểu:  $i(x) = \arg \min_{1 \leq j \leq d^*} \|x - w_j^{(s)}\|$

Bước 5: Cập nhật các véc tơ trọng số của tất cả các nơ ron trong lớp ra theo công thức (6)

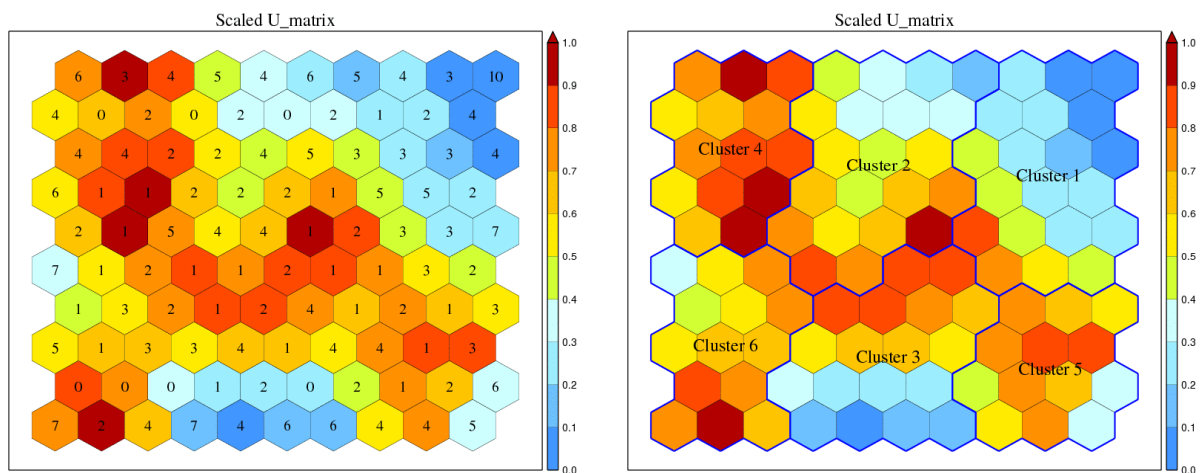
Bước 6: Lập lại bước 2 nếu không có sự thay đổi đáng kể nào trong bản đồ đặc tính

Bước 7: Đưa ra bản đồ đặc tính

Nói chung, chất lượng phân cụm dữ liệu của phương pháp SOM bị ảnh hưởng rất nhiều bởi quá trình lựa chọn các tham số của mạng. Các tham số này bao gồm: kích thước của bản đồ đặc tính ( $d^*$ ), số lần lặp, bán kính khởi tạo ( $\sigma_0$ ), giá trị khởi tạo cho tốc độ học ( $\eta$ ), .... Trên thực tế, không có một hướng dẫn cụ thể cho việc lựa chọn các tham số này ứng với các bài toán khác nhau áp dụng SOM. Do vậy, việc “thử sai” (*trial and error*) là cần thiết nhằm xác định tập các giá trị thích hợp ứng với tập dữ liệu đầu vào.

Sau khi đã chuẩn hóa dữ liệu và đưa vào phân tích PCA để lựa chọn ra các thành phần chính

quan trọng từ tập dữ liệu ban đầu, bước tiếp theo là thực hiện luyện mạng SOM để tạo ra các bản đồ tự thiết lập/ma trận hai chiều các nơ ron Kohonen trong đó mỗi nơ ron chính là một véc tơ có kích thước bằng số nơ ron đầu vào. Như đã biết, mạng SOM có 2 dạng mạng chính là mạng hình lục giác và mạng hình vuông. Để tăng khả năng “tiếp xúc” (trao đổi thông tin theo quan hệ vật lý) giữa các nơ ron đầu ra với nhau cũng như với các nơ ron đầu vào, chúng tôi lựa chọn mạng SOM hình lục giác trong nghiên cứu này. Hình 2 dưới đây minh họa các bản đồ phân cụm dữ liệu theo mức xám được tạo ra từ SOM chưa được xác định ranh giới (bên trái) và đã xác định ranh giới (bên phải) được tạo ra khi thực hiện quá trình nói trên. Từ bản đồ SOM đã xác định ranh giới, có thể xác định được số cụm dữ liệu trong bộ số liệu đầu vào. Thông tin này sẽ được sử dụng để phân loại xem từng véc tơ dữ liệu đầu vào sẽ thuộc vào nhóm dữ liệu nào (trong nghiên cứu sử dụng phương pháp K-means).



Hình 2. Ví dụ về bản đồ phân cụm SOM chưa xác định ranh giới các cụm (bên trái) và đã xác định ranh giới (bên phải) để đưa vào K-Means

### 2.2. Tập số liệu sử dụng

Số liệu nhiệt độ (các phiên quan trắc, cực đại) của 82 trạm quan trắc khí tượng bề mặt trên khu vực Bắc Bộ được thu thập trong giai đoạn 1988 đến 2017 (30 năm). Phân bố theo không gian của các trạm được đưa ra trong hình 3. Để có số liệu quan trắc trên lưới phục vụ quá trình phân tích các hình thể đặc trưng khí quyển đối với hiện

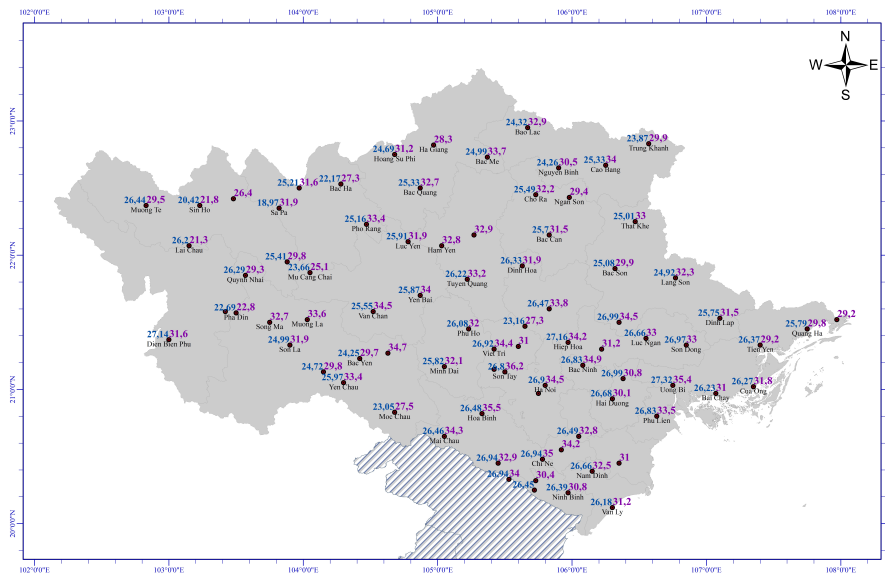
tượng thời tiết nóng dị thường của miền Bắc vào mùa Đông cũng như làm số liệu đầu vào cho phương pháp SOM để thiết lập ra các bản đồ phân cụm khách quan, từ đó tìm ra các nhóm hình thể synóp điển hình nghiên cứu sử dụng số liệu tái phân tích JRA25 của JMA với độ phân giải 1.25 độ. Các biến trên cao gồm trường độ cao địa thế vị (H) và trường áp suất trung bình



mực biển (PMSL). Thông qua thử nghiệm với dữ liệu ở các phiên phân tích 00z và 06z hoặc trung bình ngày, các kết quả tối ưu cho thấy việc sử dụng phiên phân tích 06z mang lại kết quả rõ rệt

và hợp lý với những cơ chế thực tế có khả năng gây ra dị thường nóng ở Bắc Bộ vào thời kì đầu mùa đông.

NHIỆT ĐỘ CỰC ĐẠI TRUNG BÌNH TỪ NĂM 1989-2017 VÀ NHIỆT ĐỘ CỰC ĐẠI NGÀY 17/11/2015 TẠI BẮC BỘ



Hình 3. Nhiệt độ cực đại ngày 17/11/2015 và nhiệt độ cực đại trung bình trong 30 năm (1989-2017) tại từng trạm sử dụng trong nghiên cứu

### 3. Kết quả phân tích khách quan bằng phương pháp SOM

Kết quả thống kê các đợt thời tiết nóng dị thường ở Bắc Bộ từ quan trắc của 82 trạm Bắc Bộ được đưa ra trong bảng 1 và 2 trong đó có cả đợt nóng dị thường điển hình như tháng 11 năm 1989, 1997, 2009 và 2015 (kéo dài ít nhất 2 ngày với Nhiệt độ tối cao ngày của các ngày có ít nhất hơn 40% số trạm trên toàn bộ Bắc Bộ (82 trạm) lớn hơn 30°C và 18 ngày xảy ra chỉ tiêu tương ứng (WS-1).

Theo các phân tích ở trên, các yếu tố PMSL và H500 trong bộ số liệu JRA25 trên lưới kinh vĩ có độ phân giải 1.25 độ bao phủ miền địa lý từ 15-50°N và 80-130°E tương ứng với 32 x 28 điểm nút lưới sẽ tạo ra  $2 \times 32 \times 28 = 1792$  biến đầu vào/noron của lớp đầu vào trong mạng SOM. Với số lượng biến đầu vào như này, thời gian tính toán là rất lâu và hiệu quả đem lại cũng bị giảm sút. Do đó, thay vì việc sử dụng trực tiếp các biến này trên lưới JRA25, chúng tôi sẽ phân tích ma trận dữ liệu này thành chuỗi những thành phần chính dựa trên kỹ thuật phân tích thành phần chính (PCA). Cụ thể, thay sử dụng 1792 biến đầu vào cho quá trình luyện phân cụm

dữ liệu, thông qua PCA, chỉ cần phân cụm dữ liệu dựa trên 15-20 thành phần chính tùy vào từng khu vực nghiên cứu.

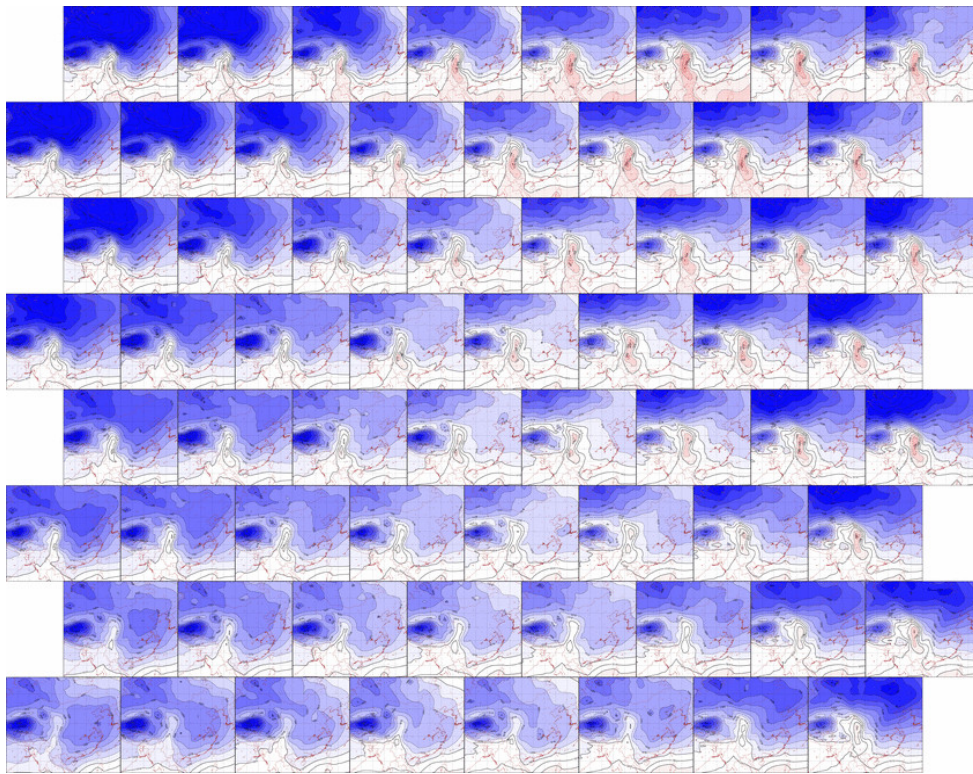
Hình 4 và hình 5 minh họa cụ thể hơn dạng ma trận U của SOM ứng với từng nơ ron Kohen là trường PMSL và H500 sử dụng trong nghiên cứu thử nghiệm này. Hình 6 minh họa cụ thể bản đồ SOM trong trường hợp phân 2 cụm. Trong hình 4 có thể thấy rằng cụm 2 thể hiện rõ rệt việc tồn tại rõ và lâu hơn vùng thấp bao trùm được Bắc Bộ trong khi cụm 1 mức độ của vùng thấp được thể hiện yếu hơn. Sự khác biệt giữa cụm 1 và 2 trong trường H500 là không rõ rệt cho thấy thời kì này, vai trò của cao áp cận nhiệt là không rõ rệt trong trường hợp nghiên cứu cụ thể này. Các trường hợp kéo dài nóng dị thường từ 2-4 ngày đều được phân loại vào cụm 2. Phân tích chi tiết hơn cho thấy trong các trường hợp này đều tồn tại một rãnh nằm trên lục địa Trung Quốc, phía trên Bắc Bộ có vai trò ngăn chặn việc xâm nhập lạnh quá sớm từ phía Bắc (cao áp Siberi) trong khi các trường hợp dị thường (mức độ vừa phải, chỉ quan trắc được một phiên dị thường) đều bị xâm nhập lạnh rất nhanh.

**Bảng 1. Nhiệt độ tối cao ngày của các ngày có ít nhất hơn 40% số trạm trên toàn bộ Bắc Bộ lớn hơn 30°C, minh họa cho nửa Tây của Bắc Bộ (kí hiệu WS-2 ứng với hai ngày liên tiếp đạt tiêu chuẩn đã nêu)**

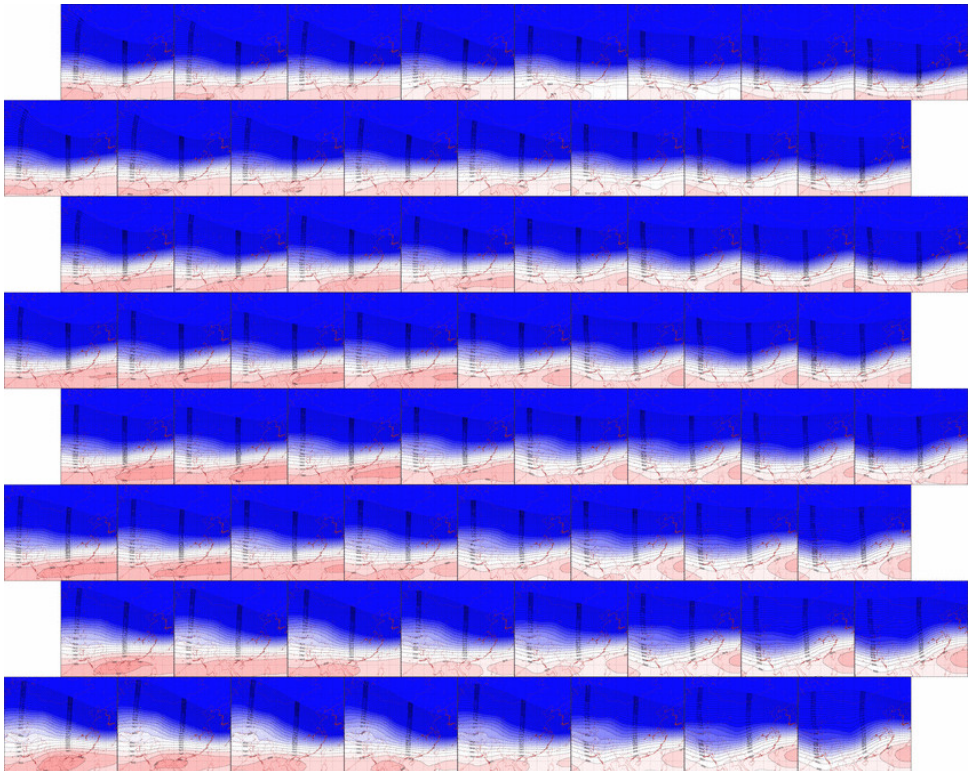
Năm	1989	1989	1989	1990	1992	1992	1993	1993	1993	1996	1996	1997	1997	1997	1997	1997	1997	2002	2009	2009	2009	2009	2009	2009	2012	2012	2012	2014	2015	2015	2015	2016	2017					
Tháng - Ngày	1104	1105	1108	1102	1101	1107	1105	1108	1111	1101	1109	1115	1124	1125	1126	1127	1128	1115	1101	1109	1110	1111	1112	1108	1110	1122	1101	1116	1118	1118	1122	1117						
%trạm	63%	78%	51%	66%	50%	57%	62%	56%	73%	46%	57%	52%	68%	71%	74%	67%	71%	49%	67%	77%	80%	87%	80%	60%	79%	83%	63%	73%	79%	76%	67%	77%						
	WS-2	WS-1	WS-1	WS-1	WS-1	WS-1	WS-1	WS-1	WS-1	WS-1	WS-1	WS-1	WS-5	WS-1	WS-1	WS-1	WS-1	WS-1	WS-1	WS-4	WS-4	WS-4	WS-4	WS-1	WS-1	WS-1	WS-1	WS-3	WS-3	WS-1	WS-1							
Muong Te																																						
Muong La																																						
Thuan Uyen																																						
Quynh Nhai	30.1	31.2	29.2	30.6		29.9	29.1	29.8	31.1		29.8																											
Tuan Giao	30.8	31.1	29.1	30.9		30.2	29.1	29.9	30.7		30.3																											
Van Chan	29.9	30.2	29.5	30.4		29.9																																
Song Ma	30.9	31.5	29.5	31.3		29.9	29.1	29.8	30.4		30.5																											
Yen Chau	29.6	29.7	29.3	29.8		30.1																																
Phu Yen	29.4	30.2	29.4	30.0		29.8																																
Minh Dai	30.2	30.7	29.1	29.8		29.2	29.3	30.0	30.4		29.7	29.1	29.8	35.3	31.4	30.3	29.4	31.2	30.2	32.1	32.9	33.1	32.6	31.0	31.0	32.1	33.0	32.0	32.1	31.4	31.2	33.4						
Mac Chau	29.6	30.2	29.7			30.2																																
Mai Chau	31.7	31.8	29.3	30.7		31.0	29.1	29.3	30.8		30.0	31.3	31.5	31.1	31.8	31.7	31.9	29.6																				
Pho Rang	31.1	31.9	29.6	31.2		31.0																																
Hoang Su Phi	30.3	31.7	29.7	31.4		31.0																																
Bac Me	32.8	32.5	30.7	32.5		30.8	31.7	31.5	30.9	32.1	29.6	32.2	33.7	32.4	33.8	32.5	33.7	35.3	31.5	32.3	32.2	32.5	33.0	33.6	33.5	35.0	35.1	33.3	33.7	32.1	32.8	35.8						
Bao Lac	32.3	32.2	31.0	32.6		30.9	32.1	30.7	31.2	31.8	29.9	32.3	32.5	32.9	33.8	33.3	32.5	33.4																				
Bac Quang	32.8	32.9	31.0	31.8		30.7	32.2	30.6	31.0	32.2	30.2	31.9	32.1	32.9	33.6	33.9	32.7	33.0																				
Lac Yen	33.0	30.4	30.6	31.6		30.0	31.6	30.6	31.0	31.9	30.1	32.0	32.6	29.7	32.8	31.1	32.6	30.0																				
Ham Yen		32.4	29.8																																			
Chien Hoa		30.1	29.3			29.2																																
Cho Ra	29.7	30.7	29.4			29.0	30.5	29.0	29.5		31.0	31.1	32.1	31.5	29.3	30.7	32.8	33.8	34.7	35.0	34.0	29.7	31.2	33.6	32.6	32.6	32.8	32.2	32.3	30.2	32.2	32.3	30.2	33.8				
Nguyen Binh	29.7	31.0	29.5	30.0		29.3	30.2	29.2	30.3	29.1	30.2	30.5	30.1	31.7	29.8	30.5	30.6	32.3	32.2	32.5	29.4	30.8	31.7	32.0	33.3	33.7	32.1	31.8	30.5									
Ngan Son	29.2	29.7				29.2	29.1																															
Trung Khanh	29.2	30.7	29.1	30.1		29.7	30.1	29.6	30.3		31.1																											
Dinh Hoa	31.5	32.3	31.5	31.9		31.3	30.9	31.9	30.7	31.1	30.3	29.5	30.2	30.6	33.7	33.3	31.6	32.0																				
Bac Son	31.4	33.0	30.8	31.2		29.2	31.5	29.2	29.5	31.4	30.4	32.2	30.8	32.8	30.6	30.3	31.0	29.2																				
Huu Lung	29.6	31.0	31.4	29.3		32.5	29.7	31.4	31.4	29.7	32.1	31.1																										
Dinh Lap	29.4	30.1	29.4	29.4		30.7																																
Quang Ha	29.3	30.2	29.4	30.1		30.3	29.3	30.5	30.7	29.9		30.2																										
Phu Ho	29.9	32.1	29.4	29.1		30.4	29.5	30.3	30.6	29.6	30.2	30.7																										
Tam Dao	29.9	30.8	29.7	31.1		29.7	30.9	32.3	30.0	30.5		30.8	32.7																									
Hiep Hoa	32.7	30.7	32.3	32.6		32.2	32.3	33.0	31.6	32.3	32.4	33.5	33.0	34.0	36.0	35.1	34.1	34.5																				

**Bảng 2. Nhiệt độ tối cao ngày của các ngày có ít nhất hơn 40% số trạm trên toàn bộ Bắc Bộ lớn hơn 30°C, minh họa cho nửa Đông của Bắc Bộ, ví dụ kí hiệu WS-2 ứng với hai ngày liên tiếp đạt tiêu chuẩn đã nêu**

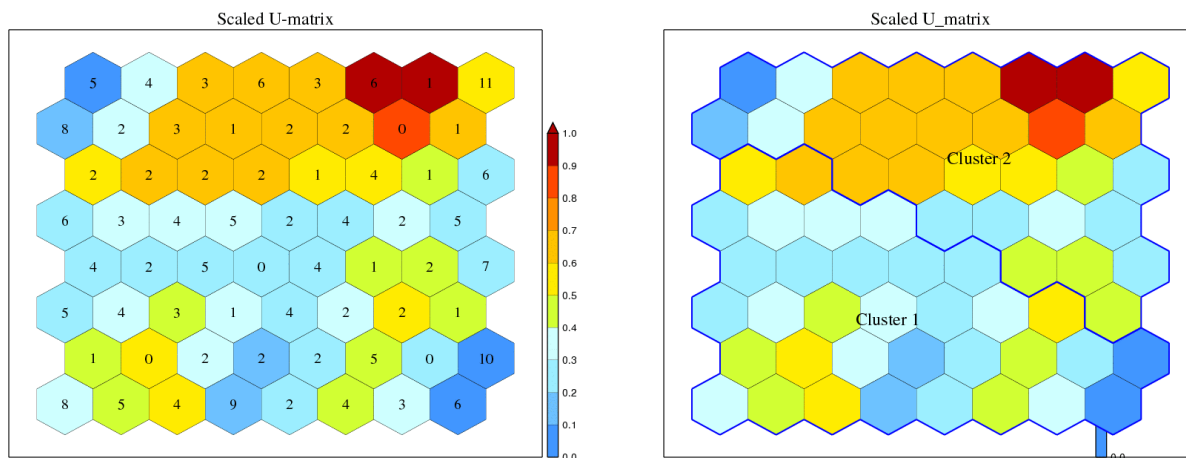
Năm	1989	1989	1989	1990	1992	1992	1993	1993	1993	1996	1996	1997	1997	1997	1997	1997	1997	2002	2009	2009	2009	2009	2009	2009	2012	2012	2012	2014	2015	2015	2015	2016	2017				
Tháng - Ngày	1104	1105	1108	1102	1101	1107	1105	1108	1111	1101	1109	1115	1124	1125	1126	1127	1128	1115	1101	1109	1110	1111	1112	1108	1110	1122	1101	1116	1118	1118	1122	1117					
%trạm	63%	78%	51%	66%	50%	57%	62%	56%	73%	46%	57%	52%	68%	71%	74%	67%	71%	49%	67%	77%	80%	87%	80%	60%	79%	83%	63%	73%	79%	76%	67%	77%					
	WS-2	WS-1	WS-1	WS-1	WS-1	WS-1	WS-1	WS-1	WS-1	WS-1	WS-1	WS-1	WS-5	WS-1	WS-1	WS-1	WS-1	WS-1	WS-1	WS-4	WS-4	WS-4	WS-4	WS-1	WS-1	WS-1	WS-1	WS-3	WS-3	WS-1	WS-1						
Bac Ninh	32.4	32.2	32.7	32.1		32.5	32.3	32.6	32.1	32.3	32.3	33.5	32.2	34.1	35.2	35.6	33.9	33.9	29.5	32.1	33.2	34.2	33.5														
Lac Ngan	31.0	30.5	32.0	30.7		31.4	30.6	30.7	32.4	31.3	32.2	31.1	30.2	31.7	33.4	32.4	31.5	32.4	33.0	33.7	32.6	33.5	34.2	33.7	30.3	32.5	32.8	32.6	34.0	33.0	33.2	33.9	33.0	33.2	31.4		
Ba Dong	30.8	30.0	30.6	30.9		29.2	29.6	30.6	32.8	31.0	31.9	29.7	30.3	30.1	32.9	32.5	31.0	31.7	32.7	30.5	30.8	33.4	33.5	32.3													
Son Vi	31.0	31.1	29.8	29.8		30.3	30.6	30.6	29.5	30.1	32.5	30.0	30.3	32.3	33.0	31.6	32.5	30.3																			
Ha Dong	30.8	32.1	30.5	31.2		29.7	29.5	31.0	30.8	30.8	30.5	30.0	30.0	32.4	34.6	32.1	33.0	31.5	32.6	31.5	31.1	33.3	34.0	33.6	31.2	32.2	31.0	31.5	32.4	32.0	31.5	31.7	31.6				
Chi Linh	31.4	30.7	30.4	30.5		30.7	30.7	31.4	30.8	31.0	31.5	30.6	31.2	32.2	33.8	31.7	31.1	32.1																			
Uong Bi	32.7	31.4	31.1	29.5		29.2	32.3	30.2	31.0	30.9	31.5	30.3	33.0	34.0	31.2	31.3	30.4	30.6																			
Kim Boi	32.0	32.6	31.4	32.1		32.5	32.3	31.5	32.1	31.0	32.3	30.6	32.2	34.1	35.2	35.6	33.9	33.9	31.9	31.5	33.4	35.7	37.4	33.1	31.2	33.8	34.0	32.6	33.8	35.4	32.6	32.1	34.6				
Chi Ne	32.5	30.8	32.6	32.4		32.1	31.3	32.7	32.4	32.1	33.0	30.7	30.4	31.0	34.8	32.9	33.1	33.4	33.0	31.9	32.7	34.0	34.9	34.4	30.5	33.5	34.4	33.0	32.2	34.0	32.0	33.2	33.4				
Lac Son	31.2	31.2	31.0	31.2		33.3	30.8	32.6	31.1	33.5																											



Hình 4. Minh họa các trường áp suất bề mặt thể hiện trên ma trận SOM



Hình 5. Minh họa các trường độ cao địa thế vị mực 500hPa thể hiện trên ma trận SOM



Hình 6. Ma trận SOM ứng với 2 dạng hình thể cơ bản được phân loại đối với hiện tượng nóng dị thường đầu mùa đông trên khu vực Bắc Bộ

#### 4. Kết luận

Bài báo này đã nghiên cứu sử dụng phương pháp khai phá dữ liệu nhiều chiều SOM để phân loại các đặc trưng hoàn lưu khí quyển liên quan đến hiện tượng thời tiết nóng bất thường trên khu vực Bắc Bộ giai đoạn đầu mùa đông. Kết quả nghiên cứu ban đầu cho thấy nguyên nhân chính đều liên quan đến hoạt động dị thường của áp thấp nóng tồn tại trên khu vực Bắc Bộ. Việc phân 2 cụm bằng phương pháp SOM cho thấy mức độ

mở rộng của tính dị thường của vùng thấp nóng này liên quan trực tiếp đến mức độ dị thường của nhiệt độ vào đầu mùa đông trên khu vực Bắc Bộ. Trong các nghiên cứu tiếp theo chúng tôi sẽ tiếp tục thử nghiệm phân loại khách quan bằng phương pháp SOM nhưng đưa thêm vào các nhân tố thể hiện được các yếu tố tăng cường đối với hiện tượng này như gió, độ xoáy, độ ẩm ở các mực 850hPa liên quan đến hoạt động của rãnh trên phía Bắc.

**Lời cảm ơn:** Các tác giả xin gửi lời cảm ơn tới đề tài NCKH cấp Nhà nước “Nghiên cứu tác động của biến đổi khí hậu tới sự xâm nhập của các đợt lạnh và nóng ẩm bất thường trong mùa đông ở khu vực miền núi phía Bắc phục vụ phát triển kinh tế - xã hội”, mã số BĐKH.25/16-20 đã hỗ trợ để nhóm thực hiện nghiên cứu này. Bài báo này cũng là kết quả thực hiện của một nội dung trong đề tài nói trên.

#### Tài liệu tham khảo

1. Trần Anh Đức (2014), *Nghiên cứu xây dựng hệ thống phân loại các hình thể gây mưa lớn cho khu vực Việt Nam bằng phương pháp SOM*. Luận văn thạc sỹ ngành khí tượng khí hậu học, Đại học KHTN.
2. Vũ Anh Tuấn và cộng sự (2015), *Nghiên cứu xây dựng hệ thống xác định khách quan các hình thể thời tiết gây mưa lớn điển hình cho khu vực Việt Nam*. Báo cáo tổng kết đề tài NCKH cấp Bộ, 179tr.
3. Liu, Y., Weisberg, R.H. (2005), *Sea surface temperature patterns on the West Florida shelf using growing hierarchical Self-Organizing Maps*. J. Atmos. Ocean Tech. 23, 325-338.
4. Nishiyama, K., Endo, S., Jinno, K., Uvo, C.B., Olsson, J., Bertndtsson, R., (2007), *Identification of typical synoptic patterns causing heavy rainfall in the rainy season in Japan by a Self-Organizing Map*. Atmospheric Research, 83, 185-200.

5. Kohonen, T., (1989), *Self-Organization and Associative Memory*, 3rd edition, Springer-Verlag, New York.
6. Kohonen, T., (1990), *The Self-Organization map*. Proceedings of the IEEE, 78(9), 1464-1480.
7. Seung-Yoon B., Kim, S.W., Jung, M.I., Roh, J.W., Son, S.W., (2018). *Classification of Heat Wave Events in Seoul using Self-Organizing Map*. Journal of Climate Change Research, 9, 209-221.

## THE CLASSIFICATION OF TYPICAL SYNOPTIC PATTERNS CAUSING ABNORMAL WARM SPELLS IN EARLY WINTER IN NORTHERN AREA OF VIET NAM BY A SELF-ORGANIZING MAP

Vo Van Hoa<sup>1</sup>, Du Duc Tien<sup>2</sup>, Tran Anh Duc<sup>2</sup>, Mai Khanh Hung<sup>2</sup>, Dang Dinh Quan<sup>2</sup>,  
Nguyen Van Khiem<sup>3</sup>, Nguyen Vinh An<sup>4</sup>

<sup>1</sup>Red-river Delta Regional Hydro-Meteorological Center

<sup>2</sup>National Center for Hydro-Meteorological Forecasting

<sup>3</sup>Ministry of Public Security Office

<sup>4</sup>Viet Nam Institute of Meteorology, Hydrology and Climate Change

**Abstract:** *According to the observed data of daily average temperature and daily maximum temperature in the Northern region of Viet Nam in the past 30 years in November (early winter month), it shows that on average, 2 years occurred the days that the daily average and maximum temperature anomalies are quite large (above 5°C) and there are 4 warm spells lasting more than 2 days, almost like a warm spell with the degree in the almost common event (over 40% of the stations in the Northern region reaches the maximum daily temperature from 32°C to 34°C). The paper uses the Self-Organizing-Maps (SOM) method to classify atmospheric circulation characteristics related to abnormal warm spells in the northern region in the early winter. Compared with the artificial neural network method, this is a straight transmission network using competitive, unattended technology. Therefore, SOM is an appropriate tool in the multi-dimensional data research and exploration problem. Using JRA re-analysis data including pressure of mean sea level (related to the activities of the western hot low pressure centered on India-Pakistan territory), geopotential height of 500hPa pressure level (relative to the role of the Western Pacific Subtropical High Pressure), the classification results based on SOM shows 2 or 3 typical clusters in which it is clear that the main and unique cause related to the anomalies in activity of the western hot low pressure in the early winter months.*

**Keywords:** *Abnormal warm spell, Self-Organizing Map, early winter, northern area of Viet Nam.*

# PHÂN BỐ HỢP LÝ TÀI NGUYÊN NƯỚC LƯU VỰC SÔNG SREPOK

Đỗ Thị Ngọc Bích<sup>1</sup>, Nguyễn Cao Đơn<sup>1,\*</sup>

**Tóm tắt:** Lưu vực sông Srêpok là một trong những lưu vực sông lớn của nước ta, có nguồn nước xuyên biên giới, do đó việc nghiên cứu phân bố hợp lý tài nguyên nước lưu vực sông Srepok nhằm bảo vệ tài nguyên và môi trường mà vẫn đảm bảo cho việc phát triển kinh tế xã hội của các ngành địa phương cần phải có những luận cứ thuyết phục. Báo cáo này trình bày kết quả tính toán phân bố nguồn nước cho các ngành ở những vùng bị thiếu nước vào thời kỳ khô hạn sử dụng mô hình quy hoạch tuyến tính. Đầu vào của mô hình là giá trị kinh tế sử dụng nước và nhu cầu nước cho các ngành trồng trọt, chăn nuôi, thủy sản, công nghiệp và sinh hoạt, kết hợp với với lượng nước có thể phân bố cho từng vùng theo các tháng trong điều kiện chưa có các công trình tạo nguồn. Kết quả cho thấy, nhu cầu nước của cả lưu vực chiếm 95% là phục vụ tưới cho nông nghiệp nhưng giá trị kinh tế ngành này đem lại thấp hơn nhiều so với ngành chăn nuôi và công nghiệp. Bên cạnh đó, một số vùng bị thiếu nước nghiêm trọng vào mùa khô, lượng nước chưa đáp ứng được 10% nhu cầu. Do đó, ngoài ưu tiên cấp đủ nước cho sinh hoạt thì các ngành công nghiệp, chăn nuôi, thủy sản cũng được ưu tiên cấp lượng nước tối thiểu đủ để duy trì sản xuất. Lượng nước tưới còn thiếu cần được quy hoạch cấp nước từ các hồ chứa nước hoặc chuyển nước từ các sông lân cận.

**Từ khóa:** Quy hoạch tuyến tính, ước tính giá trị kinh tế sử dụng nước, phân bố tài nguyên nước, lưu vực sông Srepok.

Ban Biên tập nhận bài: 12/05/2019 Ngày phản biện xong: 25/06/2019 Ngày đăng bài: 25/07/2019

## 1. Mở đầu

Ở nhiều lưu vực, quy hoạch phân bố hiện nay phải đối mặt không những với các thách thức biến động nguồn nước tương lai mà còn phải tiến hành cải cách những cơ chế phân bố không còn phù hợp trước đây. Phổ biến nhất là những yêu cầu liên quan đến cách thức tái phân bố giúp chuyển nguồn nước sử dụng nước cho mục đích nông nghiệp hiện tại sang các mục đích phát triển đô thị và công nghiệp cho giá trị kinh tế cao hơn. Nhất là khi nguồn nước trở nên khan hiếm, việc xây dựng phương án phân bố nhằm đảm bảo đầy đủ các tiêu chí công bằng, bình đẳng trong khai thác sử dụng không phải là vấn đề dễ khi thuyết phục các bên liên quan để đạt được sự đồng thuận nếu không có luận cứ thuyết phục. Khi đó phương án nào mang lại giá trị kinh tế sử dụng nước tốt nhất hoặc được xem là có thể chấp

<sup>1</sup>Viện Khoa học Tài nguyên nước, Số 8 phố Pháo Đài Láng, Đống Đa, Hà Nội

Email: ncaodonwru@gmail.com

nhận được sau khi đã cân nhắc các mặt lợi - thiệt về mặt kinh tế.

Trên thế giới hiện nay, đã có nhiều nghiên cứu về quy hoạch chia sẻ, phân bố tài nguyên nước tiếp cận theo phương pháp dựa trên yếu tố kinh tế, điển hình như Han Yan và nnk (2011) đã nghiên cứu xây dựng mô hình quy hoạch tuyến tính đa mục tiêu áp dụng cho phân bố tài nguyên nước cho thành phố Đại Liên (Trung Quốc) cho giai đoạn quy hoạch 2015 và 2020. Kết quả của nghiên cứu đã cung cấp được công cụ hỗ trợ ra quyết định hữu ích cho các cơ quan quản lý tài nguyên nước khu vực này [6]. Ở Việt Nam, do những quy định về phân bố tài nguyên nước mới được ban hành nên những nghiên cứu tương tự chưa được thực hiện nhiều. Viện Quy hoạch Thủy lợi (2000) đã thực hiện đề tài nghiên cứu tối ưu hóa trong quản lý, quy hoạch và khai thác tài nguyên nước với hàm mục tiêu về kinh

tế trong sử dụng nước trên LVS Hồng - Thái Bình [5]. Luyện Đức Thuận (2013) đã ứng dụng quy hoạch tuyến tính trong bài toán phân bổ tài nguyên nước theo đơn vị hành chính, thí điểm cho tỉnh Hòa Bình [2]. Gần đây có nghiên cứu của Nguyễn Ngọc Hà (2018) ứng dụng phương pháp ước tính giá trị kinh tế sử dụng nước trong quy hoạch tài nguyên nước, áp dụng thử nghiệm cho lưu vực sông Vệ [3]. Tuy nhiên, trong các nghiên cứu đã và đang thực hiện, chưa có nghiên cứu phân bổ nào dựa trên giá trị kinh tế sử dụng nước và lý thuyết tối ưu cho lưu vực sông Srêpok. Nghiên cứu này sẽ là cơ sở cho việc đầu tư phát triển có định hướng các công trình tạo nguồn, bên cạnh đó, giá trị kinh tế sử dụng nước được tính toán cũng giúp cho việc đánh giá hiện trạng sử dụng nước của các ngành thông qua hiệu quả sử dụng nước.

**2. Dữ liệu và phương pháp nghiên cứu**

Các dữ liệu chính phục vụ nghiên cứu được thu thập, chọn lọc từ kết quả của một số công trình nghiên cứu trước đây như: dữ liệu về tổng lượng tài nguyên nước của lưu vực, dữ liệu về nhu cầu nước một số ngành chính, diện tích vùng tưới, số lượng gia súc gia cầm... Các dữ liệu sơ cấp nêu trên được nghiên cứu phân tích, đánh giá để làm đầu vào cho các tính toán tiếp theo như ước tính giá thị trường và chi phí của sản phẩm, tính toán nhu cầu nước của từng ngành theo tháng, lượng nước có thể phân bổ và lượng nước thiếu hụt. Các dữ liệu sau khi được nghiên cứu tính toán sẽ làm cơ sở cho việc tính toán phân bổ bằng phương pháp quy hoạch tuyến tính.



Hình 1. Sơ đồ nghiên cứu

**2.1. Giới thiệu lưu vực sông Srêpok**

LVS sông Srêpok trên lãnh thổ Việt Nam có diện tích tổng cộng là 30.100 km<sup>2</sup>, thuộc địa giới 4 tỉnh Gia Lai, Đăk Lăk, Đăk Nông và Lâm Đồng.

**2.2. Phân chia tiểu vùng**

**Vùng I:** Vùng quy hoạch LV sông Ia Drăng chiếm toàn bộ TLV sông Ia Drăng với diện tích tổng cộng khoảng 1.028 km<sup>2</sup>, dân số là 86.934 người, bao gồm một phần diện tích các H. Đức Cơ, H. Chư Prông, H. Ia Grai và TP. Pleiku (tỉnh Gia Lai). Trong vùng hiện có 34 công trình thủy lợi gồm có 20 hồ chứa và 14 đập dâng, có tổng dung tích 13.306 nghìn m<sup>3</sup>, 05 công trình thủy điện.

**Vùng II:** Vùng quy hoạch LV sông Ia Lốp chiếm toàn bộ diện tích TLV sông Ia Lốp, diện tích tổng cộng 1.755 km<sup>2</sup>, dân số là 134.651 người, bao gồm một phần diện tích các huyện Chư Prông, Chư Sê, H. Chư Puh (tỉnh Gia Lai) và H. Ea Soup (tỉnh Đăk Lăk). Trong vùng hiện có 37 công trình thủy lợi, trong đó có 16 hồ chứa, 18 đập dâng, 3 trạm bơm với tổng dung tích là 16.528 nghìn m<sup>3</sup> và 1 thủy điện.

**Vùng IIIa:** Vùng quy hoạch Thượng lưu sông Ea H'Leo chiếm phần diện tích thượng lưu của TLV sông Ea H'Leo, mật độ dân số là 82 người/km<sup>2</sup>, dân số là 207.448 người, có các khu độ thị như: TT. Ea Drăng (H. Ea H'Leo), TT. Ea Soup (H. Ea Soup) và Krông Buk (H. Krông Buk). Trong vùng hiện có 65 công trình với 61 hồ chứa, 4 đập dâng và 21 công trình thủy điện.

**Vùng IIIb:** Vùng quy hoạch Hạ lưu sông Ea H'Leo chiếm phần diện tích phía hạ lưu của TLV sông Ea H'Leo, diện tích tổng cộng khoảng 772 km<sup>2</sup>, dân số khoảng 22.721 người, bao gồm một phần diện tích H. Chư Prông (tỉnh Gia Lai) và các H. Ea Soup, H. Buôn Đôn (tỉnh Đăk Lăk). Trong vùng hiện có 8 công trình hồ chứa và có 1 trạm cấp nước tập trung.

**Vùng IVa:** Vùng quy hoạch thượng lưu sông Srêpok chiếm phần diện tích thượng lưu của TLV sông Srêpok, diện tích tổng cộng khoảng 2.518,7 km<sup>2</sup>, dân số là 670.296 người, gồm có các đô thị sau: TP. Buôn Mê Thuột, TT Quảng

Phú (H. Cư M'Gar), TT. Ea Pôk (H. Cư M'Gar), TT. Buôn Đôn (H. Buôn Đôn), TT. Ea T'ling (H. Cư Jút), TT. Đăk Mâm (H. Krông Nô), TT. Đứơc An (H. Đăk Song) và TT. Đăk Mil (H. Đăk Mil). Trong vùng hiện có 155 công trình với 126 hồ chứa, 29 đập dâng, trên dòng chính có 5 thủy điện lớn đó là thủy điện Buôn Kuôp, thủy điện Hòa Phú, thủy điện Dray Hlinh 1&2, thủy điện Srêpok 3 và thủy điện Srêpok 4, 4A, ngoài ra còn có 15 công trình thủy điện vừa và nhỏ.

**Vùng IVb:** Vùng khai thác sử dụng hạ lưu sông Srêpok chiếm phần diện tích phía hạ lưu của TLV sông Srêpok, diện tích tổng cộng khoảng 1.688,3km<sup>2</sup>, dân số khoảng 136.551 người, bao gồm 1 phần diện tích các H. Đăk Mil, H. Cư Jút (tỉnh Đăk Nông) và 1 phần diện tích H. Buôn Đôn (tỉnh Đăk Lăk). Trên vùng hiện có 16 công trình với 13 hồ chứa, 3 đập dâng và 6 công trình thủy điện, trong đó có thủy điện Srêpok 4A lấy nước trực tiếp từ thủy điện Srêpok 4 qua kênh dẫn.

**Vùng Va:** Vùng quy hoạch Thượng lưu sông Ea Krông Ana chiếm phần diện tích thượng lưu của TLV sông Ea Krông Ana, diện tích tổng cộng khoảng 2.946,4km<sup>2</sup>, dân số khoảng 498.037 người, bao gồm 1 phần diện tích các H. Krông Năng, H. Krông Buk, H. Ea Kar, H. Krông Păk, H. Ea Kar, H. M'Đrăk, H. Krông Bông, TX. Buôn Hồ (tỉnh Đăk Lăk). Trong vùng hiện có 222 công trình với 181 hồ chứa, 18 đập dâng, 23 trạm bơm và 21 công trình thủy điện vừa và nhỏ.

**Vùng Vb:** Vùng quy hoạch Hạ lưu sông Ea Krông Ana bao gồm toàn diện tích phía hạ lưu của TLV sông Ea Krông Ana, diện tích tổng cộng khoảng 1.243,6km<sup>2</sup>, dân số là 242.279 người, bao gồm 1 phần diện tích các H. Lăk, H. Krông Ana, H. Krông Bông, H. Krông Păc, H. Cư Cư Kuin và H. Cư M'Gar (tỉnh Đăk Lăk). Trong vùng hiện có 152 công trình với 87 hồ chứa, 15 đập dâng, 27 trạm bơm và 12 công trình thủy điện vừa và nhỏ.

**Vùng VIa:** Vùng quy hoạch Thượng lưu sông Ea Krông Nô bao gồm toàn bộ diện tích thượng lưu của TLV sông Ea Krông Nô, diện

tích tổng cộng khoảng 2.615,3km<sup>2</sup>, dân số khoảng 100.211 người, bao gồm 1 phần diện tích các H. Lăk, H. Krông Bông (tỉnh Đăk Lăk), một phần diện tích các H. Đăk Glong, H. Krông Nô (tỉnh Đăk Nông) và 1 phần diện tích H. Đam Rông, H. Lạc Dương (tỉnh Lâm Đồng). Trong vùng hiện có 45 công trình với 28 hồ chứa, 15 đập dâng, 2 trạm bơm và 5 công trình thủy điện, trong đó có thủy điện Krông Nô 2, Krông Nô 3 nằm trên dòng chính sông Ea Krông Nô

**Vùng VIb:** Vùng quy hoạch Hạ lưu sông Ea Krông Nô bao gồm toàn bộ diện tích phần hạ lưu TLV sông Ea Krông Nô, diện tích tổng cộng khoảng 1.224,7 km<sup>2</sup>, dân số khoảng 84.390 người, bao gồm một phần diện tích các H. Lăk, H. Krông Ana (tỉnh Đăk Lăk) và một phần diện tích các huyện H. Đăk Glong, H. Krông Nô, H. Đăk Song (tỉnh Đăk Nông). Trong vùng hiện có 16 công trình với 21 hồ chứa, 1 đập dâng, 3 trạm bơm và 5 công trình thủy điện, trong đó có thủy điện lớn Buôn Tua Srah nằm trên dòng chính sông Ea Krông Nô.

### ***2.3. Nguyên tắc phân bổ nguồn nước của nghiên cứu***

Hiện nay tại Việt Nam đa số mới chỉ ứng dụng một số mô hình như MIKE BASIN, WEAP...trong tính toán cân bằng nước làm cơ sở để phân bổ tài nguyên nước, chưa tính đến tối ưu lợi ích về mặt kinh tế và chưa được xem xét phân tích theo quan điểm của lý thuyết quy hoạch tuyến tính. Quan điểm này ưu tiên cấp nước theo hiệu quả kinh tế sử dụng nước cao nhất sau khi đã dành đủ lượng nước cho sinh hoạt.

### **3. Kết quả nghiên cứu**

#### ***3.1. Đánh giá nhu cầu nước của một số ngành dùng nước chính và lượng nước có thể phân bổ của lưu vực sông Srêpok***

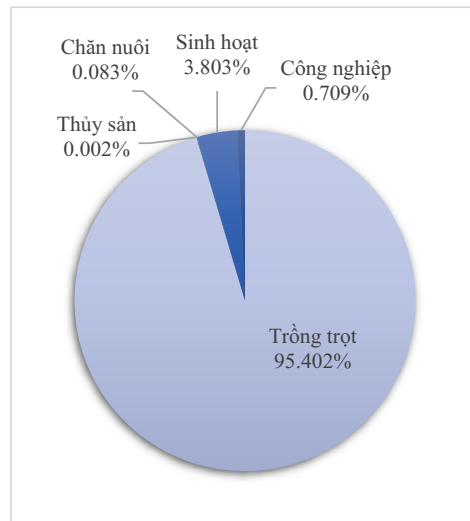
Nghiên cứu chỉ tính toán bài toán hiện trạng, tức là chưa tính đến các công trình tạo nguồn, nhu cầu dùng nước thời đoạn tính toán chỉ tính đến năm 2020 và lượng nước có thể phân bổ ứng với tần suất nước đến P = 85%.

Từ số liệu thống kê thu được, nghiên cứu đã tính toán được nhu cầu nước của từng ngành của

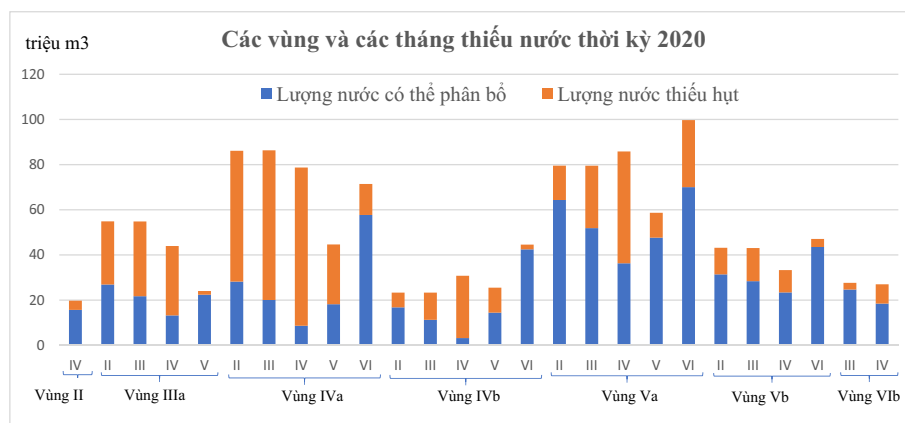


tùng vùng trong năm. Có thể thấy rằng, do đặc thù chủ yếu là khu vực nông thôn miền núi, mật độ dân cư thấp, nền kinh tế chủ yếu dựa vào

trồng trọt nên nhu cầu nước ngành trồng trọt chiếm 95,4% nhu cầu nước toàn nền kinh tế (Hình 2).



Hình 2. Tỷ lệ nhu cầu nước các ngành toàn vùng thời kỳ 2020



Hình 3. Các vùng và các tháng thiếu nước thời kỳ 2020

Lượng nước có thể sử dụng bao gồm lượng nước mặt và lượng nước dưới đất có thể khai thác ổn định. Lượng nước có thể phân bổ là lượng nước có thể sử dụng trừ đi lượng nước duy trì dòng chảy môi trường. Những tháng mùa kiệt ở một số vùng có nhu cầu sử dụng nước của các ngành cao hơn lượng nước có thể phân bổ sẽ dẫn đến thiếu hụt nguồn nước (Hình 3). Do đó, cần phải có phương án phân bổ hợp lý trong những thời điểm như vậy nhằm đảm bảo duy trì dòng chảy môi trường mà vẫn nền kinh tế vẫn đạt hiệu quả sản xuất cao nhất.

### 3.2. Ước tính giá trị kinh tế sử dụng nước của một số ngành dùng nước chính lưu vực sông Srepok

#### 3.2.1. Ước tính giá trị kinh tế sử dụng nước ngành nông nghiệp lưu vực sông Srepok

Việc ước tính GTKTSDN ngành nông nghiệp bao gồm các nội dung sau:

##### 1) Xác định giá trị sản xuất nông nghiệp

Là chỉ tiêu tổng hợp phản ánh kết quả hoạt động sản xuất kinh doanh ngành nông nghiệp dưới dạng sản phẩm vật chất và dịch vụ được quy về tiền (đồng) trong thời gian 1 năm.

Sản xuất nông nghiệp được xét trong đề tài bao gồm 3 ngành:

- + Trồng trọt: lúa (đông xuân, hè thu), hoa màu (ngô) và cây lâu năm (tiêu, điều, cà phê).
- + Chăn nuôi: Trâu, bò, lợn, gà, gia cầm, dê, cừu.

+ Nuôi trồng thủy sản: Cá rô phi.

2) *Xác định chi phí sản xuất nông nghiệp*

Chi phí sản xuất nông nghiệp bao gồm: chi phí sản xuất theo từng ngành (chi phí nhân công, chi phí vật chất).

Chi phí sản xuất nông nghiệp được xác định theo Định mức kinh tế - kỹ thuật cây trồng vật nuôi chính do UBND các tỉnh thuộc lưu vực sông Srepok ban hành [4].

Chi phí vật chất là toàn bộ chi phí vật chất thực tế, hợp lý phát sinh trong một quá trình sản xuất bao gồm: giống, phân bón, thức ăn, thuốc bảo vệ thực vật, dụng cụ lao động...

Chi phí lao động gồm toàn bộ các chi phí tiền công lao động thực tế như với trồng lúa (làm đất, sửa bờ, gieo cấy, bón phân, làm cỏ, phun thuốc, gặt, vận chuyển, suốt lúa, phơi lúa...), trồng màu (phát bờ, bón lót, gieo hạt, bón phân, phun thuốc, thu hoạch, bốc xếp...), trồng cây lâu năm, chăn nuôi, nuôi trồng thủy sản.

3) *Xác định lượng nước sử dụng cho nông nghiệp.*

Lượng nước sử dụng cho nông nghiệp được tính toán từ nhu cầu dùng nước cho nông nghiệp.

4) *Ước tính giá trị kinh tế sử dụng nước*

*ngành nông nghiệp.*

Trên cơ sở xác định được giá trị sản xuất tại tiểu mục 1), chi phí sản xuất tại tiểu mục 2) và lượng nước sử dụng cho nông nghiệp, tiến hành ước tính giá trị kinh tế sử dụng nước ngành nông nghiệp theo phương pháp số dư (*Residual Imputation Method - RIM*) [1].

$$P_w = \frac{TVP\gamma - [(P_K * Q_K) + (P_L * Q_L) + (P_R * Q_R)]}{Q_w} \quad (1)$$

Trong đó TVP $\gamma$  là giá trị của tổng sản phẩm nông nghiệp (GTSP); (PK\*QK) + (PL\*QL) + (PR\*QR) là tổng chi phí sản xuất nông nghiệp (CPSX); PK, QK là giá trị vốn và số lượng ban đầu tham gia vào quá trình sản xuất ra tổng sản phẩm nông nghiệp; PL, QL là chi phí nhân công lao động và số nhân công lao động tham gia vào quá trình sản xuất ra tổng sản phẩm nông nghiệp; PR, QR là chi phí tài nguyên và số lượng tài nguyên tham gia vào quá trình sản xuất ra tổng sản phẩm nông nghiệp; QW là lượng nước dùng tham gia vào quá trình sản xuất ra tổng sản phẩm nông nghiệp.

Kết quả tính toán giá trị kinh tế sử dụng nước ngành nông nghiệp lưu vực sông Srepok được trình bày trong các bảng dưới đây.

*Bảng 1. Giá trị kinh tế nước cho ngành trồng trọt trên lưu vực sông Srepok*

Lưu vực sông	Vùng quy hoạch	GTSP (triệu đồng)	CPSX (triệu đồng)	Lượng dùng nước (triệu m <sup>3</sup> )	GTKTSDN Tuổi (đồng/m <sup>3</sup> )
Ia Drăng	Vùng I	1.676.627	1.337.806	66,68	5.081
Ia Lốp	Vùng II	3.019.689	2.379.147	125,56	5.101
Ea	Vùng IIIa	7.498.361	5.967.639	282,95	5.410
H'Leo	Vùng IIIb	659.220	535.030	75,68	1.641
Srêpok	Vùng IVa	11.849.650	9.458.587	437,74	5.462
	Vùng IVb	3.995.310	3.180.054	163,65	4.982
Ea Krông	Vùng Va	11.329.667	9.071.006	553,01	4.084
Ana	Vùng Vb	5.412.277	4.271.402	282,59	4.037
Ea Krông	Vùng VIa	2.895.304	2.365.441	135,89	3.899
Nô	Vùng VIb	3.601.892	2.885.117	164,44	4.359

Bảng 2. Giá trị kinh tế nước cho ngành chăn nuôi trên lưu vực sông Srepok

Lưu vực sông	Vùng quy hoạch	GTSP (triệu đồng)	CPSX (triệu đồng)	Lượng dùng nước (triệu m <sup>3</sup> )	GTKTSDN Chăn nuôi (đồng/m <sup>3</sup> )
Ia Drăng	Vùng I	240.882	26.259	2,22	96.677
Ia Lốp	Vùng II	194.324	24.862	1,78	95.203
Ea H'Leo	Vùng IIIa	149.264	31.025	1,44	82.111
	Vùng IIIb	43.222	5.224	0,38	99.996
Srêpok	Vùng IVa	283.641	96.505	3,10	60.366
	Vùng IVb	91.059	22.343	0,91	75.511
Ea Krông	Vùng Va	485.600	134.423	5,10	68.858
Ana	Vùng Vb	208.803	59.452	2,21	67.580
Ea Krông	Vùng VIa	73.578	15.449	0,72	80.734
Nô	Vùng VIb	57.611	14.862	0,59	72.456

Bảng 3. Giá trị kinh tế nước cho ngành nuôi trồng thủy sản trên lưu vực sông Srepok

Lưu vực sông	Vùng quy hoạch	GTSP (triệu đồng)	CPSX (triệu đồng)	Lượng dùng nước (triệu m <sup>3</sup> )	GTKTSDN NTTS (đồng/m <sup>3</sup> )
Ia Drăng	Vùng I	119.000	111.860	0,92	7.761
Ia Lốp	Vùng II	242.500	227.950	2,41	6.037
Ea	Vùng IIIa	177.152	162.620	19,03	764
H'Leo	Vùng IIIb	61.952	56.870	11,23	453
Srêpok	Vùng IVa	482.304	442.740	31,02	1.275
	Vùng IVb	158.720	145.700	4,94	2.636
Ea	Vùng Va	598.528	549.430	30,21	1.625
Krông Ana	Vùng Vb	181.248	166.380	15,04	989
Ea	Vùng VIa	132.928	116.560	2,62	6.247
Krông Nô	Vùng VIb	178.488	156.510	3,72	5.908

3.2.2. Ước tính giá trị kinh tế sử dụng nước ngành công nghiệp và cấp nước sinh hoạt lưu vực sông Srepok

Công nghiệp: Giá trị sản phẩm sử dụng nước với toàn ngành công nghiệp được tính toán bằng cách đánh giá tổng giá trị thu được của sản phẩm công nghiệp. Ước tính để làm ra 1 triệu đồng GDP ngành công nghiệp, cần sử dụng 25m<sup>3</sup> nước, như vậy giá trị trung bình của 1m<sup>3</sup> nước khoảng 109.000 đồng [2].

Sinh hoạt: Giá trị sử dụng nước sinh hoạt tương đương với giá nước sinh hoạt mà người dân sử dụng với lượng trung bình từ 10m<sup>3</sup> đến

20m<sup>3</sup> một tháng của khu vực nghiên cứu, tức là khoảng 9.300 đồng/m<sup>3</sup>.

### 3.3. Ứng dụng quy hoạch tuyến tính đề xuất phân bổ hợp lý tài nguyên nước lưu vực sông Srepok

#### 3.3.1. Thiết lập bài toán quy hoạch tuyến tính trong phân bổ tài nguyên nước

Với mục tiêu lợi ích kinh tế từ việc sử dụng nước của các ngành là lớn nhất trên toàn lưu vực mà vẫn đảm bảo dòng chảy môi trường và nước sinh hoạt đầy đủ cho các hộ dân, bên cạnh đó các ngành dùng nước khác cũng có các điều kiện ràng buộc để đảm bảo duy trì sản xuất kinh

doanh, nghiên cứu thiết lập hàm mục tiêu có dạng tuyến tính như sau:

$$B = \sum_{dtưới\ tiêu}.P_{tưới\ tiêu} + \sum_{dcông\ nghiệp}.P_{công\ nghiệp} + \sum_{dchăn\ nuôi}.P_{chăn\ nuôi} + \sum_{dthủy\ sản}.P_{thủy\ sản} + \sum_{dsinh\ hoạt}.P_{sinh\ hoạt} \quad (2)$$

$B \rightarrow \text{Max}$

Trong đó B là tổng lợi ích kinh tế đạt được của các ngành dùng nước chính (hàm mục tiêu của bài toán);  $d_{Tưới\ tiêu}$ ;  $d_{Công\ nghiệp}$ ;  $d_{Chăn\ nuôi}$ ;  $d_{Thủy\ sản}$ ;  $d_{Sinh\ hoạt}$  là lượng nước dự kiến cấp cho các ngành dùng nước ( $m^3$ );  $P_{Tưới}$ ;  $P_{Công\ nghiệp}$ ;  $P_{Chăn\ nuôi}$ ;  $P_{Thủy\ sản}$ ;  $P_{Sinh\ hoạt}$  là giá trị kinh tế nước của các ngành dùng nước (nghìn VNĐ/ $m^3$ ).

Ràng buộc về lượng nước được cấp

$$R1: d_{Sinh\ hoạt} = 100\% * W_{Sinh\ hoạt} \text{ (triệu } m^3)$$

$$R2: d_{Công\ nghiệp} \leq W_{công\ nghiệp} \text{ (triệu } m^3)$$

$$R3: d_{Công\ nghiệp} \geq 75\% * W_{công\ nghiệp} \text{ (triệu } m^3)$$

$$R4: d_{tưới\ tiêu} \leq W_{tưới\ tiêu} \text{ (triệu } m^3)$$

$$R5: d_{tưới\ tiêu} \geq 85\% * W_{tưới\ tiêu} \text{ (triệu } m^3)$$

$$R6: d_{chăn\ nuôi} \leq W_{chăn\ nuôi} \text{ (triệu } m^3)$$

$$R7: d_{chăn\ nuôi} \geq 75\% * W_{chăn\ nuôi} \text{ (triệu } m^3)$$

$$R8: d_{thủy\ sản} \leq W_{thủy\ sản} \text{ (triệu } m^3)$$

$$R9: d_{thủy\ sản} \geq 80\% * W_{thủy\ sản} \text{ (triệu } m^3)$$

Lượng nước cấp cho các ngành phải nhỏ hơn hoặc bằng tổng nhu cầu sử dụng nước của các ngành ( $W_{ngành}$ ); Lượng nước cấp cho các ngành phải lớn hơn hoặc bằng % nhu cầu sử dụng nước của các ngành được cấp theo định hướng phát triển của tỉnh.

3.3.2. *Xác định giải pháp phân bổ tài nguyên nước lưu vực sông Srepok*

Từ kết quả ước tính giá trị kinh tế sử dụng nước của các ngành dùng nước chính, sau khi ứng dụng phương pháp quy hoạch tuyến tính, nghiên cứu thu được kết quả được tổng hợp trong Bảng 4.

Vào các tháng cuối mùa khô (từ tháng II đến

tháng VI) trùng với thời điểm tưới tập trung cho các vùng trồng tiêu, cà phê... người dân thường khai thác nước dưới đất để tưới cho cây trồng. Tuy nhiên, lượng nước dưới đất và nước mặt vào thời kỳ này cũng không đủ để cung cấp cho tưới tiêu, chính vì vậy, vai trò của các công trình hồ chứa và các công trình thủy lợi là hết sức quan trọng. Việc tính toán quy hoạch thiết kế các công trình tạo nguồn hợp lý sẽ giúp cải thiện tình trạng khô hạn vào mùa khô ở một số vùng thiếu nước nêu trên.

#### 4. Kết luận

Lưu vực sông Srepok được chia thành 10 vùng từ Bắc xuống Nam, nhu cầu nước của cả lưu vực chiếm 95% là phục vụ tưới cho nông nghiệp. Tuy nhiên, có 7 vùng bị thiếu nước vào mùa kiệt (từ tháng II đến tháng VI), trong đó Vùng IVa và Vùng IVb bị thiếu nước nghiêm trọng vào tháng IV, lượng nước còn lại cho tưới chưa đáp ứng được 10% nhu cầu. Kết quả ước tính giá trị kinh tế sử dụng nước của các ngành chính cho thấy, mặc dù nhu cầu tưới là cao nhất nhưng lại đem lại giá trị kinh tế thấp hơn nhiều so với ngành chăn nuôi và công nghiệp. Chính vì vậy, ngoài ưu tiên cấp đủ nước cho sinh hoạt thì các ngành công nghiệp, chăn nuôi, thủy sản cũng được ưu tiên cấp lượng nước tối thiểu đủ để duy trì sản xuất, lượng nước còn lại cấp cho tưới, nếu không đủ thì cần được quy hoạch cấp nước từ các hồ chứa nước hoặc chuyển nước từ các sông lân cận. Hạn chế của nghiên cứu là mới chỉ tính toán trong điều kiện bài toán hiện trạng và chưa tính đến các công trình tạo nguồn, nên kết quả nghiên cứu sẽ mang ý nghĩa tham khảo cho các quy hoạch tài nguyên nước và các công trình tạo nguồn nhằm khắc phục vấn đề thiếu hụt nguồn nước ở các vùng này.

Bảng 4. Lượng nước phân bổ cho các ngành đến năm 2020 chưa tính đến công trình tạo nguồn

Vùng	Tháng	Tổng giá trị kinh tế đạt được (triệu đồng)	Trồng trọt		Thủy sản		Chăn nuôi		Sinh hoạt		Công nghiệp	
			Lượng nước được cấp (triệu m <sup>3</sup> )	% đáp ứng nhu cầu	Lượng nước được cấp (triệu m <sup>3</sup> )	% đáp ứng nhu cầu	Lượng nước được cấp (triệu m <sup>3</sup> )	% đáp ứng nhu cầu	Lượng nước được cấp (triệu m <sup>3</sup> )	% đáp ứng nhu cầu	Lượng nước được cấp (triệu m <sup>3</sup> )	% đáp ứng nhu cầu
Vùng II	IV	87.810	15,333	79%	0,0008	80%	0,015	75%	0,304	100%	0,007	75%
Vùng IIIa	II	159.692	25,922	48%	0	Không có nhu cầu	0,012	75%	0,871	100%	0,095	75%
	III	133.215	20,643	38%	0,001	80%	0,013	75%	0,965	100%	0,106	75%
	IV	86.649	12,164	28%	0,001	80%	0,012	75%	0,934	100%	0,102	75%
	V	140.734	21,258	30%	0,001	80%	0,017	75%	0,965	100%	0,141	75%
	VI	247.515	24,570	30%	0	Không có nhu cầu	0,025	75%	2,815	100%	0,786	75%
Vùng IVa	III	213.001	16,028	20%	0,002	80%	0,028	75%	3,117	100%	0,870	75%
	IV	147.400	4,759	6%	0,002	80%	0,027	75%	3,016	100%	0,842	75%
	V	202.813	14,163	35%	0,002	80%	0,028	75%	3,117	100%	0,870	75%
	VI	415.314	53,809	80%	0,002	80%	0,027	75%	3,016	100%	0,842	75%
	II	87.196	16,211	71%	0	Không có nhu cầu	0,007	75%	0,574	100%	0,005	75%
Vùng IVb	III	60.028	10,619	47%	0,0005	80%	0,008	75%	0,635	100%	0,006	75%
	IV	19.531	2,537	8,40%	0,0005	80%	0,008	75%	0,614	100%	0,005	75%
	V	75.875	13,800	56%	0,0005	80%	0,008	75%	0,635	100%	0,006	75%
	VI	215.721	41,838	95%	0,0005	80%	0,010	75%	0,614	100%	0,007	75%
	II	305.654	61,918	80%	0	Không có nhu cầu	0,041	75%	2,092	100%	0,280	75%
Vùng Va	III	259.360	49,198	64%	0,002	80%	0,045	75%	2,316	100%	0,310	75%
	IV	194.217	33,709	41%	0,002	80%	0,044	75%	2,241	100%	0,300	75%
	V	242.115	44,975	80%	0,002	80%	0,045	75%	2,316	100%	0,310	75%
	VI	331.898	67,421	70%	0,002	80%	0,044	75%	2,241	100%	0,300	75%
	II	158.918	35,759	85%	0	Không có nhu cầu	0,018	75%	1,018	100%	0,036	75%
Vùng Vb	III	125.884	27,189	65%	0,0006	80%	0,020	75%	1,127	100%	0,040	75%
	IV	105.466	22,261	69%	0,0006	80%	0,019	75%	1,090	100%	0,038	75%
	VI	188.357	42,343	92%	0,0006	80%	0,025	75%	1,090	100%	0,051	75%
	III	102.074	24,263	89%	0,0006	80%	0,007	75%	0,392	100%	0	Không có nhu cầu
Vùng VIb	IV	76.814	18,067	68%	0,0005	80%	0,005	75%	0,380	100%	0	Không có nhu cầu

### Tài liệu tham khảo

1. Briscoe, J. (2011), *Water as an Economic Good: Old and New Concepts and Implications for Harvard University*, Cambridge, MA, USA.
2. Luyện Đức Thuận (2013), *Nghiên cứu ứng dụng quy hoạch tuyến tính trong bài toán phân bổ tài nguyên nước theo đơn vị hành chính, thí điểm cho tỉnh Hòa Bình (Báo cáo đề tài cấp cơ sở của Trung tâm Quy hoạch và Điều tra Tài nguyên nước quốc gia)*.
3. Nguyễn Ngọc Hà (2018), *Nghiên cứu phương pháp ước tính giá trị kinh tế sử dụng nước trong quy hoạch tài nguyên nước, áp dụng thử nghiệm cho lưu vực sông Vệ (Luận án Tiến sĩ)*.
4. Quyết định Số 38/2013/QĐ-UBND của UBND tỉnh Đắk Lắk ngày 17 tháng 12 năm 2013 về việc ban hành định mức kinh tế kỹ thuật một số cây trồng vật nuôi chính trong sản xuất nông nghiệp trên địa bàn tỉnh.
5. Viện Quy hoạch Thủy lợi (2000), *Nghiên cứu tối ưu hóa trong quản lý, quy hoạch và khai thác tài nguyên nước trên LVS Hồng - Thái Bình*.
6. Yan Han, Yue-Fei Huang, Guang-Qian Wang, Imran Maqsood (2011), *A Multi-objective Linear Programming Model with Interval Parameters for Water Resources Allocation in Dalian City, Water Resources Management: An International Journal, Published for the European Water Resources Association (EWRA), Springer; European Water Resources Association (EWRA), 25 (2), 449-463*.

## WATER ALLOCATIONS IN THE SREPOK RIVER BASIN

Do Thi Ngoc Bich<sup>1</sup>, Nguyen Cao Don<sup>1,\*</sup>

<sup>1</sup>Water Resources Institute, No.8 Phao Dai Lang Str., Dong Da, Hanoi

**Abstract:** *The Srepok River is one of the major rivers in Vietnam, with transboundary water resources, thus there must be convincing arguments for the water resources allocation in the Srepok River basin to protect resources and environment while ensuring socio-economic development. This paper presents the results of water allocations for different water sectors in the water shortage regions during droughts using a linear programming model. The inputs of the model are economic values of water use and water demand for different sectors such as agriculture, industry and domestic, combined with the amount of water that can be allocated to each region by months in the absence of water works. We found that 95% of the basin's water demand is for irrigation, however, it brings in lower economic value than livestock and industry. Besides, in some regions being lack of water during droughts, the amount of water has not met 10% of demand. Therefore, domestic, industry, livestock, and fisheries are given priority to supply a sufficient amount of water to sustain production. The insufficient amount of irrigation water should be planned to supply from reservoirs or transfer water from nearby rivers.*

**Keywords:** *Linear programming, economic value of water, water allocation, Srepok River basin.*

# NGHIÊN CỨU MỐI LIÊN HỆ GIỮA YẾU TỐ LƯỢNG MƯA VÀ SỰ GIA TĂNG TRỰC KHUẨN ĐƯỜNG RUỘT (FECAL COLIFORM) Ở MỘT SỐ HỒ KINH THÀNH HUẾ

Nguyễn Minh Kỳ<sup>1</sup>, Nguyễn Tri Quang Hưng<sup>1</sup>,  
Đoàn Thị Quỳnh Trâm<sup>1</sup>, Bạch Quang Dũng<sup>2</sup>

**Tóm tắt:** Mục đích của nghiên cứu nhằm xác định mối liên hệ tác động của yếu tố lượng mưa đến sự nhiễm bẩn Fecal coliform một số hồ Kinh thành Huế. Nghiên cứu lựa chọn địa điểm lấy mẫu và quan trắc chỉ số Fecal coliform tại các hồ Tịnh Tâm, Cây Mung, Tân Miếu và Hộ Vệ. Mức độ nhiễm bẩn hàm lượng Fecal coliform trong mùa mưa cao hơn so với mùa khô. Điều này được lý giải bởi nguy cơ nhiễm bẩn vi sinh cao vào mùa mưa thông qua quá trình chảy tràn đô thị. Tương quan giữa lượng mưa với hàm lượng Fecal coliform được thể hiện qua hệ số Pearson với  $R = 0,626$  ( $p < 0,01$ ). Phương trình liên hệ giữa yếu tố hàm lượng Fecal coliform và lượng mưa:  $Fecal\ coliform = 33,840 + 4,108 * Lượng\ mưa$  ( $R^2 = 0,392$ ;  $F = 19,372$ ;  $p < 0,01$ ). Hệ thống các hồ Kinh thành Huế đã và đang chịu tác động bởi khu dân cư liền kề thải các chất có thể gây ô nhiễm các hồ có ý nghĩa về mặt di tích lịch sử, văn hóa. Vì vậy cần có những giải pháp thiết thực ngăn chặn khả năng gia tăng ô nhiễm và có thể gây mất cân bằng sinh thái cho các hồ này.

**Từ khóa:** Fecal coliform, hồ, Kinh thành Huế, lượng mưa, tương quan.

Ban Biên tập nhận bài: 12/05/2019 Ngày phản biện xong: 20/06/2019 Ngày đăng bài: 25/07/2019

## 1. Đặt vấn đề

Với mật độ dày đặc ao hồ lớn nhỏ khác nhau, các hồ Kinh thành Huế (tỉnh Thừa Thiên Huế) vốn được biết là hệ thống khá khép kín [1]. Quá trình khảo sát cho thấy, bên cạnh việc tiếp nhận lượng nước thải sinh hoạt chưa qua xử lý từ các hộ dân cư, hệ thống các hồ Kinh thành Huế chỉ tiếp nhận lượng nước bổ cấp từ các trận mưa trong năm. Chính việc tiếp nhận một lượng lớn nước mưa chảy tràn đô thị, kéo theo nhiều chất ô nhiễm nhất trong đó có vi sinh như trực khuẩn đường ruột (*Fecal coliform*). Fecal coliform thường được dùng làm chỉ thị sự ô nhiễm phân người hoặc động vật máu nóng trong môi trường [2]. Fecal coliform là nhóm vi khuẩn được sử dụng chỉ thị nhiễm bẩn phân trong hệ sinh thái thủy sinh, đánh giá chất lượng nguồn nước cũng như dự báo mức độ gia tăng hàm lượng liên quan đến yếu tố như lũ lụt, sự biến động lượng mưa

[3]. Do đó, chúng có vai trò quan trọng trong hoạt động quan trắc, đánh giá chỉ thị vi sinh trong môi trường nhằm xem xét khả năng rủi ro sức khỏe với các vấn đề ô nhiễm phân [4]. Việc sử dụng Fecal coliform chỉ thị nhiễm bẩn phân dựa trên các căn cứ như sự có mặt phổ biến của chúng trong môi trường nước; mức độ phổ biến trong phân người và động vật; phương pháp phát hiện nhanh chóng, chính xác, dễ thực hiện [5].

Nhìn chung, nguồn nước chảy tràn đô thị là nguồn thải có khả năng nhiễm bẩn cao hàm lượng Fecal coliform [6]. Sự tiếp xúc trực tiếp với các nguồn nước bị nhiễm bẩn Fecal coliform có thể gây ra những ảnh hưởng bất lợi cho sức khỏe của cộng đồng cũng như đối với môi trường. Nguồn nước có sự hiện diện của Fecal coliform sẽ không an toàn cho các mục đích sử dụng để ăn uống, sinh hoạt [7]. Đặc biệt đối với các nguồn nước có chất lượng kém, ít lưu thông với bên ngoài và lại thường xuyên tiếp nhận lượng nước thải từ các hộ sinh hoạt, chảy tràn thì nguy cơ nhiễm bẩn trực khuẩn đường ruột càng cao. Việc nghiên cứu đánh giá hàm lượng trực

<sup>1</sup>Trường Đại học Nông Lâm Tp. Hồ Chí Minh

<sup>2</sup>Tổng cục Khí tượng Thủy văn

Email: nmky@hcmuaf.edu.vn

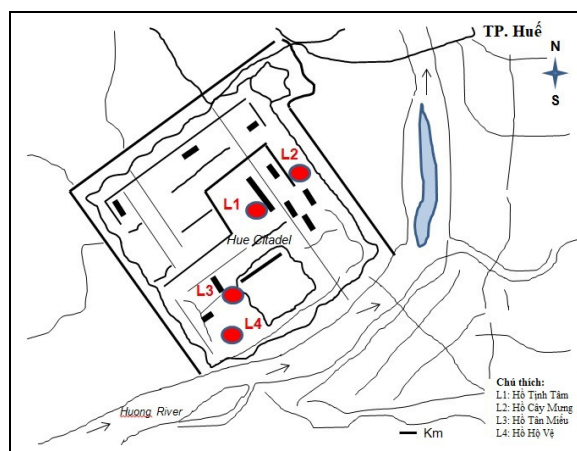
khuẩn đường ruột trong môi trường nước có vai trò quan trọng và nhận được nhiều sự quan tâm [8]. Tuy nhiên, những công trình nghiên cứu ở hệ thống các hồ Kinh thành Huế chủ yếu tập trung quan trắc đánh giá chất lượng nước dựa trên Quy chuẩn Kỹ thuật Quốc gia về nước mặt [9], chỉ số phú dưỡng hồ [10, 11]. Do đó, rất cần những nghiên cứu mới đánh giá mối liên hệ giữa các yếu tố tiềm ẩn tác động đến hàm lượng trực khuẩn đường ruột. Các nghiên cứu trước đây cho thấy mối liên hệ giữa sự nhiễm bẩn trực khuẩn đường ruột với yếu tố khí hậu như lượng mưa [12, 13]. Với việc sử dụng phương pháp phân tích thống kê tương quan Pearson và hồi quy tuyến tính đã cho thấy những mối liên hệ rõ rệt [12, 14]. Đây là cơ sở quan trọng để tiến hành đánh giá và xác định mối liên hệ giữa yếu tố vi sinh và biến độc lập quan trọng như lượng mưa. Mục đích nghiên cứu này nhằm xác định mối liên hệ tác động của yếu tố lượng mưa thông qua chảy tràn đô thị đến sự nhiễm bẩn trực khuẩn

đường ruột, nghiên cứu điển hình ở một số hồ Kinh thành Huế.

## 2. Phương pháp nghiên cứu

### 2.1. Vị trí nghiên cứu

Nghiên cứu tiến hành trên yếu tố khí hậu lượng mưa và thông số vi sinh trực khuẩn đường ruột các hồ Tịnh Tâm, Cây Mung, Tân Miếu và Hộ Vệ tại Kinh thành Huế, tỉnh Thừa Thiên Huế.



Hình 1. Khu vực nghiên cứu và vị trí lấy mẫu

Bảng 1. Thông tin vị trí các hồ quan trắc Fecal coliform

Hồ	Ký hiệu	Diện tích (m <sup>2</sup> )	Vị trí quan trắc	Vĩ độ	Kinh độ
Tịnh Tâm	L1	105.220	P. Thuận Lộc và Thuận Thành, TP. Huế	16°47'809"N	107°57'711"E
Cây Mung	L2	10.710	P. Thuận Lộc, TP. Huế	16°47'877"N	107°58'104"E
Tân Miếu	L3	13.650	P. Thuận Hòa, TP. Huế	16°46'986"N	107°57'178"E
Hộ Vệ	L4	9.363	P. Thuận Hòa, TP. Huế	16°46'493"N	107°57'341"E

Nằm ở phía Bắc sông Hương thành phố Huế, có tổng diện tích xấp xỉ 520ha, Kinh thành Huế được được xây dựng trong giai đoạn 1803-1832 dưới triều đại nhà Nguyễn [15]. Nơi đây là một trong những công trình kiến trúc nghệ thuật quan trọng và được UNESCO (1993) công nhận di sản văn hóa thế giới. Về đặc điểm khí hậu, Kinh thành Huế nằm trong khu vực nhiệt đới gió mùa, khí hậu mang tính chuyển tiếp từ á xích đạo đến nội chí tuyến gió mùa với hai mùa rõ rệt. Mùa khô thời tiết nóng và oi bức, thường được bắt đầu từ tháng 3 đến tháng 8, nhiệt độ cao điểm lên tới 40°C. Từ giữa cuối tháng 8, đầu tháng 9 bắt đầu mùa mưa và kết thúc vào cuối tháng 2 năm sau. Vào những tháng mùa mưa thường xuyên xảy ra các trận mưa lớn và nhiệt độ trung bình ở mức 20°C [16]. Trong quá khứ, Kinh

thành Huế có vai trò chiến lược quan trọng, là trung tâm hành chính của triều Nguyễn. Kinh thành Huế ngày nay vẫn là nơi quần tụ đông đúc của hàng ngàn hộ dân cư sinh sống.

### 2.2. Phương pháp nghiên cứu

#### 2.2.1. Phương pháp khảo sát và thu thập số liệu

Quá trình khảo sát thực địa được thực hiện tại xung quanh các hồ trong Kinh thành Huế. Cấu trúc bảng hỏi dùng trong quá trình phỏng vấn bao gồm thông tin cá nhân đối tượng được hỏi và thực trạng nuôi nhốt vật nuôi hoặc thú cưng các hộ dân xung quanh các hồ. Nội dung chính phỏng vấn tập trung vào những vấn đề liên quan đến như các loại thú cưng, vật nuôi; thói quen nuôi nhốt cũng như mức độ thả rong, v.v.. Với phương thức chọn mẫu ngẫu nhiên, quy mô cỡ mẫu phỏng vấn 120 phiếu và tương ứng 30 phiếu



mỗi một khu vực hồ nghiên cứu.

Đối với số liệu khí tượng thủy văn về lượng mưa trung bình tháng được thu thập từ Trạm Khí tượng Thủy văn Thừa Thiên Huế.

2.2.2. Phương pháp lấy mẫu và phân tích phòng thí nghiệm

Nghiên cứu lấy mẫu và quan trắc hàm lượng Fecal coliform tại 4 hồ Tịnh Tâm, Cây Mung, Tân Miếu và Hộ Vệ với tần suất định kỳ 3 tháng/lần trong giai đoạn 2014-2015 và cụ thể vào các tháng I, IV, VIII, XII.

Quy cách lấy mẫu, bảo quản và vận chuyển: Mẫu được lấy ở độ sâu 10-30 cm so với mặt nước, cách bờ 3-5 m và trong điều kiện thời tiết nắng nhẹ. Nghiên cứu lấy mẫu theo quy định của Tiêu chuẩn Quốc gia TCVN 6663-1:2011 Chất lượng nước- Lấy mẫu [17]. Mẫu được bảo quản và vận chuyển theo TCVN 6663-3:2008 [18]. Fecal coliform được xác định bằng phương pháp MPN và tuân theo tiêu chuẩn SMEWW 9221E [19].

2.2.3. Phương pháp xử lý dữ liệu và phân tích thống kê

Các số liệu được tính toán tần suất (f), giá trị trung bình (mean), độ lệch chuẩn (SD), sai số chuẩn (SE), trị số nhỏ nhất (min) và lớn nhất (max). Để xác định mối liên hệ tác động của yếu tố khí hậu lượng mưa với chỉ số vi sinh Fecal coliform, nghiên cứu sử dụng phương pháp phân tích thống kê tương quan Pearson và hồi quy

tuyến tính. Mô hình dự báo giữa biến phụ thuộc với các biến độc lập có đơn vị tính lần lượt cụ thể: Fecal coliform (MNP/100ml); lượng mưa (mm), thời gian (tháng) và địa điểm (khu vực) được mã hóa theo 4 cấp độ. Các dữ liệu nghiên cứu được xử lý và phân tích bằng phần mềm thống kê SPSS 13.0 cho Windows (IBM, Hoa Kỳ) với mức ý nghĩa  $\alpha = 0,05$ .

3. Kết quả nghiên cứu và thảo luận

3.1. Kết quả quan trắc hàm lượng vi sinh các hồ Kinh thành Huế

Bảng 1 trình bày tổng hợp kết quả quan trắc thực trạng nhiễm bẩn Fecal coliform các hồ Kinh thành Huế. Kết quả quan trắc hàm lượng trực khuẩn đường ruột lần lượt ở các hồ dao động trong khoảng giá trị 350 đến 1.400 MNP/100ml (hồ Tịnh Tâm), 90 đến 1.100 MNP/100ml (hồ Cây Mung), 50 đến 4.050 MNP/100ml (hồ Tân Miếu) và 50 đến 3.100 MNP/100ml (hồ Hộ Vệ). Thông thường, sự có mặt hàm lượng trực khuẩn đường ruột trong các nguồn nước tự nhiên sẽ chỉ thị sự nhiễm bẩn có nguồn gốc từ phân [20]. Kết quả ở trên có thể cho thấy tác động của con người là nguyên nhân khiến nhiễm bẩn vi sinh ở các thủy vực nghiên cứu. Quá trình khảo sát thực địa các hồ xác định nguồn thải được mô tả ở Bảng 3. Điều này cũng giải thích phần nào về sự khác nhau hàm lượng Fecal coliform giữa các hồ thuộc trong khu vực nghiên cứu.

Bảng 2. Tổng hợp hàm lượng Fecal coliform ở các hồ Kinh thành Huế

Hồ	N	Trung bình	Độ lệch chuẩn	Sai số chuẩn	Nhỏ nhất	Lớn nhất
Tịnh Tâm	8	680	370	130	350	1.400
Cây Mung	8	820	330	120	90	1.100
Tân Miếu	8	1.180	1.270	450	50	4.050
Hộ Vệ	8	880	1.050	370	50	3.100

Bảng 3. Đặc điểm nguồn tiếp nhận khu vực các hồ

Khu vực	Tuyến đường	Tác động	Đặc điểm
Tịnh Tâm	Đình Tiên Hoàng, Tịnh Tâm, Tạ Quang Bửu, Tô Ngọc Vân	Khu dân cư	Nước thải sinh hoạt
Cây Mung	Tịnh Tâm, Ngô Đức Kế, Nhật Lệ	Khu dân cư	Nước thải sinh hoạt
Tân Miếu	Thạch Hãn, Nguyễn Trãi, Yết Kiêu	Khu dân cư, hoạt động kinh doanh	Nước thải đô thị
Hộ Vệ	Trần Nguyên Đán, Trần Nguyên Hãn	Khu dân cư, hoạt động kinh doanh	Nước thải đô thị

**Chú thích:** Nước thải sinh hoạt là nguồn nước thải phát sinh từ các hoạt động sinh hoạt ở khu dân cư; Nước thải đô thị là nguồn nước thải trộn lẫn của nước thải sinh hoạt, từ các hộ sản xuất, kinh doanh nhỏ lẻ và nước mưa chảy tràn.

Tham chiếu hướng dẫn của WHO [21] hàm lượng Fecal coliform nước tưới tiêu giới hạn mức 1000 vi khuẩn/100ml. Tuy nhiên, giới hạn nghiêm ngặt hơn khi sử dụng tưới cỏ nơi công cộng với ngưỡng 200 vi khuẩn/100ml. Tương tự, so sánh với Quy chuẩn kỹ thuật quốc gia về chất lượng nước dùng cho tưới tiêu (QCVN 39:2011/BTNMT) cho thấy hàm lượng Fecal coliform các hồ vượt quá giá trị giới hạn các thông số chất lượng nước dùng cho tưới tiêu (200 vi khuẩn/100ml). Điều này đồng nghĩa với việc dẫn sẽ đến các nguy cơ ảnh hưởng về sức khỏe nếu

như tùy tiện sử dụng cho mục đích nước tưới rau hay các thực vật ăn tươi sống. Nước nhiễm bẩn tiềm chứa rủi ro về mặt sức khỏe cho đời sống thủy sinh, làm mất giá các giá trị mỹ quan, ảnh hưởng đến hoạt du lịch, giải trí [22]. Đối với hồ Tân Miếu tiếp giáp lần lượt với các đường Thạch Hãn, Nguyễn Trãi và Yết Kiêu. Xung quanh là các hộ dân và các cơ sở kinh doanh. Kết quả quan trắc cho thấy trung bình hàm lượng fecal coliform ở hồ Tân Miếu cao nhất (Trung bình =1.180; Độ lệch chuẩn =1.270).

*Bảng 4. Hàm lượng Fecal coliform theo mùa ở các hồ Kinh thành Huế*

Mùa	Hồ		Tịnh Tâm		Cây Mung		Tân Miếu		Hộ Vệ	
	Trung bình	Độ lệch chuẩn	Trung bình	Độ lệch chuẩn	Trung bình	Độ lệch chuẩn	Trung bình	Độ lệch chuẩn	Trung bình	Độ lệch chuẩn
Mùa khô	570	150	730	440	470	370	575	600		
Mùa mưa	790	500	910	220	1890	1510	1175	1400		

Mức độ nhiễm bẩn hàm lượng Fecal coliform trong mùa mưa cao hơn so với mùa khô (Bảng 4). Quá trình khảo sát thực địa Hồ Cây Mung tiếp giáp với các đường giao thông Tịnh Tâm (phía Bắc), đường Ngô Đức Kế (phía Đông Bắc) và hẻm đường Nhật Lệ (phía Đông Nam và Tây Nam) có nhiều hộ dân sinh sống chung quanh. Hồ Hộ Vệ nằm giữa khu dân cư, được bao quanh là các đường giao thông theo các hướng Tây Nam (đường Trần Nguyên Đán), phía Đông Nam (Trường Trung học Đặng Trần Côn), phía

Tây Bắc (đường Trần Nguyên Hãn) và phía Đông Bắc giáp với hồ Thành Hoàng. Do sự tập trung và phát triển các cơ sở kinh doanh cũng như hoạt động xả thải nước thải sinh hoạt từ khu dân cư kéo theo dòng chảy tràn ô nhiễm, làm gia tăng áp lực lên nguồn tài nguyên nước. Sự gia tăng vi sinh có thể chi thị quá trình ô nhiễm hữu cơ và sự suy giảm chất lượng nước [23]. Như vậy, quá trình xuất hiện của yếu tố vi khuẩn trong nguồn nước sẽ gây ra những mối nguy về sức khỏe và bệnh tật [24].

*Bảng 5. Kết quả điều tra tình trạng sở hữu động vật nuôi của người dân*

Khu vực	Số hộ	Tình trạng vật nuôi (n, %)					
		Chó	Mèo	Gà	Vịt	Chim	Khác
Tịnh Tâm	30	21 (70,0)	13 (43,3)	6 (20,0)	1 (3,3)	9 (30,0)	2 (6,7)
Cây Mung	30	18 (60,0)	15 (50,0)	7 (23,3)	3 (10,0)	10 (33,3)	1 (3,3)
Tân Miếu	30	24 (80,0)	10 (33,3)	9 (30,0)	2 (6,7)	15 (50,0)	0 (0,0)
Hộ Vệ	30	25 (83,3)	14 (46,7)	11 (36,7)	9 (30,0)	5 (16,7)	4 (13,3)
Tổng cộng	120	88 (73,3)	52 (43,3)	33 (27,5)	15 (12,5)	39 (32,5)	7 (5,8)

Nhìn chung, cộng đồng dân cư sinh sống chung quanh khu vực các hồ Kinh thành Huế có thói quen và xu hướng sở hữu vật nuôi trong gia đình. Trong đó, chó và mèo là thú cưng được lựa chọn nuôi nhiều nhất với tỷ lệ lần lượt là 73,3% (88 hộ) và 43,3% (52 hộ). Kết quả khảo sát cho thấy tỷ lệ thả rong vật nuôi do thói quen lần lượt

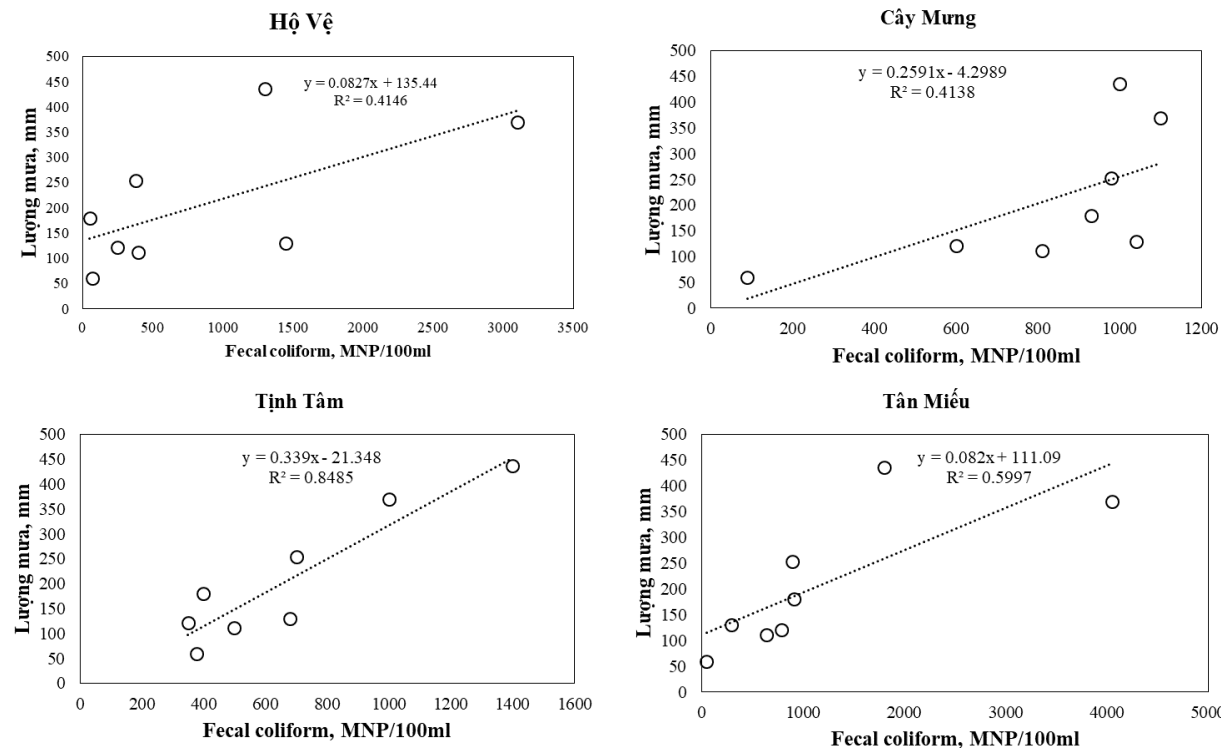
tương ứng 54% (Tịnh Tâm), 62% (Cây Mung), 41% (Tân Miếu) và 58% (Hộ Vệ). Các hoạt động nuôi động vật như chó, mèo, các loại gia cầm, v.v.. không kiểm soát chặt chẽ gián tiếp góp phần sự nhiễm bẩn vi sinh nguồn nước trong mùa mưa. Các loại mầm bệnh trong nước do nhiều nguồn khác nhau từ rò rỉ hầm chất thải, cống

nước thải cho tới các nguồn chảy tràn đô thị và các hoạt động xả thải của con người [25, 26].

**3.2. Phân tích và đánh giá mối liên hệ giữa lượng mưa với hàm lượng Fecal coliform**

Nước mưa chảy tràn được chỉ thị là nguồn đóng góp sự nhiễm bẩn thành phần vi sinh vào môi trường nước [27, 28]. Mối liên hệ tác động giữa lượng mưa với thông số Fecal coliform ở

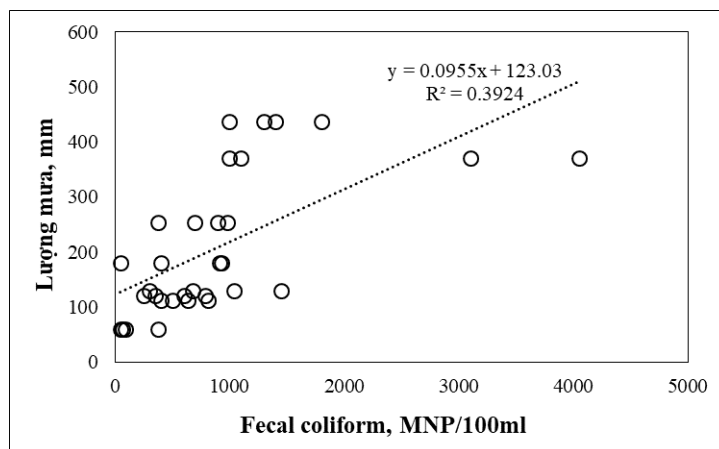
các hồ Kinh thành Huế được biểu diễn ở các Hình 2 và 3. Xu hướng tương đồng giữa yếu tố lượng mưa và hàm lượng Fecal coliform ở hồ Tịnh Tâm chỉ thị qua biểu đồ tương quan tăng dần theo các tháng trong năm với hệ số  $R = 0,921$  ( $p < 0,01$ ). Ở hồ Cây Mung, hàm lượng vi sinh thay đổi đột biến và có trị số thấp nhất vào đợt quan trắc tháng 4.



Hình 2. Mối liên hệ giữa lượng mưa và Fecal coliform tại các hồ Kinh thành Huế

Theo nghiên cứu [29] cho biết vấn đề chảy tràn đô thị là nguyên nhân chính gây nhiễm bẩn phân. Các hiện tượng cụ thể cực đoan thời tiết như lũ lụt hay hạn hán dưới tác động của biến đổi khí hậu cũng gây ra sự thay đổi về chất lượng nước [30]. Trong khoảng thời gian các tháng mùa mưa (tháng 8-12) Fecal coliform có khuynh hướng vượt trội và tăng dần (Hình 2). Đặc biệt, tồn tại mối liên hệ chặt chẽ được thể hiện qua hệ số tương quan giữa hàm lượng vi sinh với lượng mưa (Bảng 6). Hệ số tương quan Pearson giữa lượng mưa và yếu tố vi sinh ở hồ Tân Miếu tương ứng 0,774 ( $p < 0,05$ ). Đối với các hồ Cây

Mung, Hộ Vệ kết quả phân tích tương quan lần lượt với hệ số 0,643 và 0,644. Liên quan đến tương quan tổng quát giữa lượng mưa với hàm lượng Fecal coliform được thể hiện qua hệ số Pearson  $R = 0,626$  ( $p < 0,01$ ). So sánh với kết quả nghiên cứu [31] cho thấy sự tương quan chặt chẽ về mối liên hệ giữa lượng mưa và nồng độ thành phần vi sinh. Sử dụng phương pháp hồi quy đơn biến có phương trình liên hệ giữa yếu tố hàm lượng Fecal coliform và lượng mưa như sau: Fecal coliform = 33,840 + 4,108\* Lượng mưa ( $R = 0,626$ ;  $R^2 = 0,392$ ;  $F = 19,372$ ;  $p < 0,01$ ).



Hình 3. Mối tương quan giữa yếu tố lượng mưa và thông số Fecal coliform

Bảng 6. Tương quan giữa hàm lượng Fecal coliform giữa các hồ và lượng mưa

	Hệ số Pearson	Tịnh Tâm	Cây Mung	Tân Miếu	Hộ Vệ	Lượng mưa
Tịnh Tâm	Pearson Correlation	1	0,571	0,618	0,664	0,921(**)
	Sig. (2-tailed)		0,139	0,103	0,072	0,001
	Pearson Correlation	0,571	1	0,528	0,568	0,643
Cây Mung	Sig. (2-tailed)	0,139		0,179	0,142	0,085
	Pearson Correlation	0,618	0,528	1	0,852(**)	0,774(*)
	Sig. (2-tailed)	0,103	0,179		0,007	0,024
Tân Miếu	Pearson Correlation	0,664	0,568	0,852(**)	1	0,644
	Sig. (2-tailed)	0,072	0,142	0,007		0,085
	Pearson Correlation	0,921(**)	0,643	0,774(*)	0,644	1
Hộ Vệ	Sig. (2-tailed)	0,001	0,085	0,024	0,085	
	Lượng mưa					

\*\* Tương quan mức ý nghĩa  $\alpha=0.01$ . \* Tương quan mức ý nghĩa  $\alpha=0.05$ .

Mật độ vi sinh có tương quan với sự gia tăng lượng mưa và sự nhiễm bẩn Fecal coliform gắn liền với nguồn gốc động vật cũng như các hoạt động của con người [13]. Vào mùa mưa, lượng nước đô thị chảy tràn tác động tiêu cực đến độ đục và là nguyên nhân chính khiến gia tăng thành phần vi sinh như trực khuẩn đường ruột ở các thủy vực [32]. Ngoài ra, nghiên cứu còn tiến hành phân tích hồi quy các biến độc lập giữa hàm lượng Fecal coliform với các yếu tố lượng mưa, thời gian và địa điểm.

Phương trình chưa chuẩn hóa (3.1): Fecal coliform =  $-251,759 + 2,477* \text{ Lượng mưa} + 61,583* \text{ Thời gian} + 95,825* \text{ Địa điểm}$  ( $R=0,677$ ;  $R^2=0,445$ ;  $F=7,439$ ;  $p<0,01$ ).

Phương trình chuẩn hóa (3.2): Fecal coliform =  $0,378* \text{ Lượng mưa} + 0,310* \text{ Thời gian} + 0,130* \text{ Địa điểm}$ .

Phương trình chưa chuẩn hóa (3.1) và chuẩn hóa (3.2) lần lượt được sử dụng để dự báo và xem xét mức độ tác động của các biến tiềm ẩn đến sự gia tăng hàm lượng trực khuẩn đường ruột. Với giá trị  $R^2=0,445$  điều này cho thấy các biến độc lập có thể giải thích được 44,5% biến thiên gia tăng hàm lượng trực khuẩn đường ruột. Mặt khác, kết quả ước lượng chuẩn hóa hồi quy tuyến tính giữa các biến độc lập (lượng mưa, thời gian, địa điểm) với biến phụ thuộc (hàm lượng Fecal coliform) cho thấy tác động của yếu tố lượng mưa tương đối lớn (với hệ số tác động

tương đương 0,378 đơn vị). Điều này lý giải tác động của yếu tố thời tiết (lượng mưa) thông qua chảy tràn đô thị lên thành phần vi sinh và hệ quả làm ảnh hưởng đến chất lượng nước mặt [33, 34]. Yếu tố thời gian và địa điểm cũng góp phần vào sự nhiễm bẩn Fecal coliform và có sự đóng góp lần lượt tương ứng 0,310 và 0,130 đơn vị.

#### 4. Kết luận và kiến nghị

Từ những kết quả nghiên cứu cho thấy xu hướng biến động trực khuẩn đường ruột các hồ Kinh thành Huế vượt quá Quy chuẩn kỹ thuật quốc gia về chất lượng nước dùng cho tưới tiêu (QCVN 39:2011/BTNMT). Điều đó chứng tỏ những dấu hiệu báo động thực trạng nhiễm khuẩn tới các hồ nước trong Kinh Thành Huế do việc tiếp nhận các nguồn thông qua nước mưa chảy tràn qua khu dân cư. Kết quả quan trắc hàm lượng Fecal coliform lần lượt ở các hồ dao động trong khoảng giá trị 350 đến 1.400 MNP/100ml

(hồ Tịnh Tâm), 90 đến 1.100 MNP/100ml (hồ Cây Mung), 50 đến 4.050 MNP/100ml (hồ Tân Miếu) và 50 đến 3.100 MNP/100ml (hồ Hộ Vệ) vượt so với tiêu chuẩn chất lượng nước cho phép. Nghiên cứu này chỉ ra rằng tương quan chỉ ra sự tương đồng về mối liên hệ chặt chẽ giữa lượng mưa và nồng độ trực khuẩn đường ruột. Đồng thời, nghiên cứu còn thể hiện mối tương quan đồng thời giữa Fecal coliform và các yếu tố khác như thời gian và địa điểm. Kết quả có ý nghĩa quan trọng đối với một nghiên cứu thí điểm về tác nhân liên quan đến sự nhiễm bẩn trực khuẩn đường ruột ở các hồ. Trong đó, nước mưa chảy tràn đô thị kéo theo các chất ô nhiễm từ các nguồn thải làm gia tăng áp lực lên nước hồ và có thể sẽ tác động đến sinh vật trong các hồ này. Do đó, cần có chiến lược phòng ngừa và kiểm soát ô nhiễm nhằm bảo vệ chất lượng nước các hồ Kinh thành Huế.

### Tài liệu tham khảo

1. Trần Đức Anh Sơn, Vũ Hữu Minh (1993), *Hồ trong Kinh Thành Huế*. Tạp chí Thông tin Khoa học và Công nghệ, Ban Khoa học và Kỹ thuật Thừa Thiên Huế, 2, 11-20.
2. Sandra, L.M, Murat, A.E. (2014), *Discovering new indicators of fecal pollution*. Trends Microbiol., 22 (12), 697-706.
3. Rochelle-Newall, E., Nguyen, T.M., Le, T.P., Sengtaheuanghoung, O., Ribolzi, O. (2015), *A short review of fecal indicator bacteria in tropical aquatic ecosystems: knowledge gaps and future directions*. Frontiers in microbiology, 6, 308.
4. Ashbolt N.J., Grabow W.O.K., Snozzi M. (2001), *Indicators of microbial water quality, Water Quality: Guidelines, Standards and Health*. IWA Publishing, London.
5. Tallon, P., Magajna, B., Lofranco, C., Kam, T.L. (2005), *Microbial Indicators of Faecal Contamination in Water: A Current Perspective*. Water Air Soil Pollut, 166, 139.
6. Pachepsky Y.A., Shelton D.R. (2011), *Escherichia Coli and Fecal Coliforms in Freshwater and Estuarine Sediments*. Critical Reviews in Environmental Science and Technology, 41(12), 1067-1110.
7. EPA (1998), *Environmental impacts of animal feeding operations preliminary data summary*. Washington DC: Feedlots point source category study USEPA office of water.
8. Anna E., Richard M.V., (2005), *Predicting fecal coliform bacteria levels in the Charles river, Massachusetts, USA*. Journal of the American Water Resources Association, 41 (5), 1195-1209.
9. Lê Văn Thăng, Nguyễn Quang Hưng (2013), *Đánh giá chất lượng môi trường nước của một số hồ ở khu vực thành phố Huế*. Tạp chí Môi trường, 4, 50-53.
10. Nguyễn Văn Hợp, Phạm Nguyễn Anh Thi, Nguyễn Hữu Hoàng, Võ Thị Bích Vân, Thủy Châu Tờ (2012), *Chất lượng nước và tình trạng phú dưỡng các hồ trong Kinh thành Huế*. Tạp chí Khoa học, Đại học Huế, 73(4), 93-102.
11. Nguyễn Thị Cẩm Yến, Phạm Khắc Liệu (2012), *Đánh giá tình trạng dinh dưỡng của nước*

một số hồ trong Kinh thành Huế qua các chỉ số dinh dưỡng. Tạp chí Khoa học Đại học Huế, 75 (6), 267-272.

12. Hill D.D., Owens W.E., Tchounwou P.B. (2006), *The impact of rainfall on fecal coliform bacteria in Bayou Dorcheat (North Louisiana)*. Int J. Environ. Res. Public. Health., 3 (1), 114-117.

13. Shehane S.D., Harwood V.J., Whitlock J.E., Rose, J.B. (2005), *The influence of rainfall on the incidence of microbial faecal indicators and the dominant sources of faecal pollution in a Florida river*. Journal of Applied Microbiology, 98, 1127-1136.

14. Crowther J., Kay D., Wyer M. (2001), *Relationships Between Water Quality and Environmental Conditions in Coastal Recreational Waters: The Fylde Coast, United Kingdom*. Water Research, 35(17), 4029-4038.

15. Phan Thuận An (2017), *Kinh Thành Huế - Tìm hiểu quá trình xây dựng Kinh đô Nhà Nguyễn - Di sản thế giới của Việt Nam*. NXB Hội Nhà Văn, Hà Nội.

16. Cục Thống kê tỉnh Thừa Thiên Huế (2017), *Niên giám thống kê tỉnh Thừa Thiên Huế năm 2016*. NXB Thống kê, Hà Nội.

17. Bộ Tài nguyên và Môi trường (2011), *Tiêu chuẩn Quốc gia TCVN 6663-1:2011 Chất lượng nước- Lấy mẫu*, Hà Nội.

18. Bộ Tài nguyên và Môi trường (2008), *Tiêu chuẩn Quốc gia TCVN 6663-3:2008 Chất lượng nước- Lấy mẫu- Hướng dẫn bảo quản và xử lý mẫu*, Hà Nội.

19. APHA, AWWA, WEF (2005), *Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater*, Washington, D.C: American Public Health Association.

20. Whitlock J.E., Jones D.T., Harwood V.J., (2002), *Identification of the sources of fecal coliforms in an urban watershed using antibiotic resistance analysis*. Water Res., 36(17), 4273-82.

21. WHO (1989), *Health Guidelines for the Use of Wastewater in Agriculture and Aquaculture*, Geneva: Report of a WHO Scientific Group, Technical Report Series No. 778.

22. Trevett, A.F., Carter, R.C., Tyrrel, S.F., (2005), *The importance of domestic water quality management in the context of faecal-oral disease transmission*. J. Water Health, 3, 259-270.

23. Brown M. (2017), *Macroinvertebrate survey and biological assessment of water quality: Tributaries of Canadarago Lake; NY: Otsego County*. In 49th Ann. Rept. SUNY Oneonta Bio. Fld. Sta: SUNY Oneonta, 188-197.

24. Teklehaimanot G.Z., Coetzee M.A., Momba M.N. (2014), *Faecal pollution loads in the wastewater effluents and receiving water bodies: a potential threat to the health of Sedibeng and Soshanguve communities, South Africa*. Environ Sci Pollut Res., 21, 9589-9603.

25. Andrew K.L., Byron C.C., and Raleigh R.H. (2018), *Assessment of Fecal Indicator Bacteria and Potential Pathogen Co-Occurrence at a Shellfish Growing Area*. Front Microbiol., 9, 384.

26. Aslan-Yilmaz, A., Okus, E., Ovez, S., (2004), *Bacteriological indicators of anthropogenic impact prior to and during the recovery of water quality in an extremely polluted estuary, Golden Horn, Turkey*. Mar. Pollut. Bull., 49, 951-958.

27. Haack, S.K., Fogarty, L.R., Wright, C., (2003), *Escherichia coli and enterococci at beaches in the Grand Traverse Bay, Lake Michigan: Sources, characteristics, and environmental pathways*. Environ. Sci. Technol., 37, 3275-3282.

28. István G.H., Alexander K.T.K., Andreas H.F., Péter T., Alois H., (2018), *Hotspots and main drivers of fecal pollution in Neusiedler See, a large shallow lake in Central Europe*. Environmental Science and Pollution Research, 25, 28884-28898.

29. Kelsey, H., Porter D.E., Scott G., Neet M., White D. (2004), *Using Geographic Information Systems and Regression Analysis to Evaluate Relationships Between Land Use and Fecal Coliform*

*Bacterial Pollution*. Journal of Experimental Marine Biology and Ecology, 298, 197-209.

30. Senhorst H.A., Zwolsman J.J. (2005), Climate change and effects on water quality: A first impression. *Water Sci Technol.*, 51 (5), 53-59.

31. Drew A., Stephen B.W. (2003), *Relationship between rainfall and beach bacterial concentrations on Santa Monica Bay beaches*. *Journal of Water and Health*, 1 (2), 85-89.

32. Mallin, M.A., Williams K.E., Esham E.G., Low R.P., (2000), *Effect of Human Development on Bacteriological Water Quality in Coastal Watersheds*. *Ecological Applications*, 10 (4), 1047-1056.

33. Ingun, T., Lucy, R., Anne-Grete, B.B., Markus, L., Thomas, R., Helge, L., (2011), *Impact of rainfall on microbial contamination of surface water*. *International Journal of Climate Change Strategies and Management*, 3 (4), 361-373.

34. Tornevi A., Bergstedt O., Forsberg B., (2014), *Precipitation Effects on Microbial Pollution in a River: Lag Structures and Seasonal Effect Modification*. *PLoS ONE* 9(5), e98546.

## STUDY ON THE RELATIONSHIP BETWEEN PRECIPITATION FACTOR AND FECAL COLIFORM CONTAMINATION AT LAKES OF HUE CITADEL

Nguyen Minh Ky<sup>1</sup>, Nguyen Tri Quang Hung<sup>1</sup>,  
Doan Thi Quynh Tram<sup>1</sup>, Bach Quang Dung<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Nong Lam University of Ho Chi Minh City, Vietnam

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

**Abstract:** *The aim of this study is to determine the influence of precipitation factors on Fecal coliform contamination at lakes of Hue Citadel. The investigation selected and monitored Fecal coliform at lakes such as Tinh Tam, Cay Mung, Tan Mieu and Ho Ve. Fecal coliform levels in the rainy season were higher than the dry season's results. This is explained by the high risk of microbial contamination through urban runoff in the wet season. The correlation between rainfall and Fecal coliform showed by Pearson coefficient with  $R = 0.626$  ( $p < 0.01$ ). Linear relationship between Fecal coliform and rainfall shown as:  $Fecal\ coliform = 33.840 + 4.108 * Rainfall$  ( $R^2 = 0.392$ ;  $F = 19.372$ ;  $p < 0.01$ ). Lakes of Hue Citadel has affected by residential areas related to discharging pollutants into the lake system which is significant in terms of historical and cultural relic aspects. Therefore, it is necessary to make possibility solutions to prevent the increasing pollution and cause ecological imbalance for these lakes.*

**Keywords:** *Fecal coliform, lake, Hue Citadel, rainfall, correlation.*

# TÓM TẮT TÌNH HÌNH THỦY VĂN, MÔI TRƯỜNG THÁNG 6 NĂM 2019

## I. TÌNH HÌNH THỦY VĂN

### 1. Bắc Bộ

Trong cuối tháng 6, trên khu vực vùng núi Bắc Bộ xuất hiện mưa vừa đến mưa to, phổ biến từ 50-150mm. Mưa lớn tập trung phổ biến tại các tỉnh Lai Châu, Lào Cai, Hà Giang, Tuyên Quang. Lũ lịch sử đã xảy ra tại Nà Hừ (sông Nậm Bum). Sáng sớm ngày 24/6, lũ quét đã xảy ra tại tỉnh Lào Cai và Lai Châu: Lũ quét tại xã Bản Hồ (Sa Pa, Lào Cai) đã làm làm đứt dây tại mố đầu cầu treo dân sinh gây lật cầu bắc qua suối Bản Hồ, nổi trung tâm thị trấn Sa Pa và các xã lân cận như: Tả Van, Hầu Thào, Sủ Pán, Thanh Phú... Lũ quét tại xã Hua Bum (Nậm Nhùn, Lai Châu) và xã Pa Vệ Sủ (Mường Tè, Lai Châu), lũ đã cuốn trôi lán của công nhân gây thiệt hại về người và nhiều tài sản của nhân dân, gây sạt lở nhiều tuyến đường như Km46+800, Km336+870, Km302+400, Km291+100, Quốc lộ 4H.

Lượng dòng chảy tháng 6 trên các sông phổ biến thiếu hụt so với TBNN từ 30-60%, thiếu hụt nhiều nhất ở thượng lưu sông Đà và hạ lưu sông Lô, riêng trên sông Gâm lớn hơn TBNN từ 30%.

Trên sông Đà, mực nước cao nhất tháng tại Mường Lay là 183,50 (10h/3/6), thấp nhất là 178,40m (1h/24/6), trung bình tháng là 181,40m; tại Tạ Bú mực nước cao nhất tháng là 110,22m (4h/12/6), thấp nhất là 105,04m (19h/2/6), trung bình là 107,31m. Lưu lượng lớn nhất tháng đến hồ Hòa Bình là 3963m<sup>3</sup>/s (7h/30/6), nhỏ nhất là 40m<sup>3</sup>/s (17h/1/6), trung bình của tháng là 1812m<sup>3</sup>/s. Mực nước hồ Hòa Bình lúc 19h/30/6 là 89,63m, thấp hơn cùng kỳ năm 2018 (106,49m) là 16,86m.

Trên sông Thao, mực nước cao nhất tháng tại trạm Yên Bái là 28,54m (9h/2/6), thấp nhất là 24,74m (1h/24/6), trung bình tháng là 25,57m, thấp hơn TBNN cùng kỳ (26,36m) là 0,79m.

Trên sông Lô tại Tuyên Quang, mực nước cao nhất tháng là 19,10m (5h/1/6), thấp nhất là 16,28m (7h/10/6), trung bình của tháng là 17,03m, thấp hơn TBNN cùng kỳ (18,55m) là 1,52m.

Trên sông Hồng tại Hà Nội, mực nước cao nhất tháng 3,02m (1h/21/6), thấp nhất là 1,64m (13h/30/6), trung bình của tháng là 2,36m, thấp hơn TBNN cùng kỳ (3,31m) là 0,95m.

Trên sông Thái Bình tại Phả Lại, mực nước cao nhất tháng là 2,10m (23h/7/6), thấp nhất là 0,38m (9h/30/6), trung bình của tháng là 1,16m, thấp hơn TBNN cùng kỳ (1,41m) là 0,25m.

### 2. Trung Bộ

Trong tháng, trên sông Bưởi (Thanh Hóa), sông Hiếu (Nghệ An), sông Krôngpôkô, sông Đăk Tô Kan (Kon Tum) xảy ra 2-3 đợt dao động vào các ngày 2-4/6, 16-17/6 và 20-21/6.

Mực nước các sông khác ở Trung Bộ và khu vực Tây Nguyên biến đổi chậm. Lượng dòng chảy trên các sông chính ở khu vực Trung Bộ, Tây Nguyên phổ biến thấp hơn từ 25-59%, riêng các sông ở Nghệ An thiếu hụt trên 70%; sông Trà Khúc (Quảng Ngãi), sông Cái Nha Trang (Khánh Hòa) ở mức xấp xỉ và cao hơn 8% so với TBNN.

Tình hình khô hạn thiếu nước xảy ra cục bộ tại ngoài vùng cấp nước của công trình thủy lợi tại các tỉnh từ Nghệ An đến Khánh Hòa.

### 3. Nam Bộ

Mực nước sông Cửu Long dao động theo triều. Mực nước cao nhất tháng trên sông Tiền tại Tân Châu 1,39m (05/6); trên sông Hậu tại Châu Đốc 1,46m (05/6), cao hơn TBN cùng kỳ khoảng 0,3-0,4m.

Trên sông Đồng Nai xuất hiện 2 đợt dao động nhỏ, mực nước cao nhất tháng tại Tà Lài 110,92m (19/6).



## II. TÓM TẮT TÌNH HÌNH MÔI TRƯỜNG KHÔNG KHÍ VÀ NƯỚC THÁNG 6.2019

### 1. Môi trường không khí (Bụi và nước mưa)

Trạm Yếu tố	Cúc Phuong (1)	Hà Nội (Láng) (2)	Việt Trì (3)	Đà Nẵng (4)	Thành phố Hồ Chí Minh (5)
Bụi lắng tổng cộng (Tấn/km <sup>2</sup> .tháng)	3,03	6,81	7,67	3,60	8,83
pH	6,13	7,40	6,60	7,05	5,90
Độ dẫn điện (μS/cm)	30,5	40,6	23,1	133,9	7,9
NH <sub>4</sub> <sup>+</sup> (mg/l)	<0,03	0,474	0,369	3,729	<0,013
NO <sub>3</sub> <sup>-</sup> (mg/l)	3,112	2,195	0,838	<0,106	<0,133
SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup> (mg/l)	0,938	3,074	3,232	7,639	0,860
Cl <sup>-</sup> (mg/l)	0,502	1,171	0,459	11,87	0,640
K <sup>+</sup> (mg/l)	0,427	0,476	0,322	4,356	0,060
Na <sup>+</sup> (mg/l)	0,679	1,216	1,097	3,817	0,440
Ca <sup>2+</sup> (mg/l)	3,569	3,273	1,360	9,654	0,920
Mg <sup>2+</sup> (mg/l)	0,706	1,156	0,639	2,235	0,110
HCO <sub>3</sub> <sup>-</sup> (mg/l)	11,0	12,8	6,1	39,1	3,2

### 2. Môi trường nước

#### 2.1. Nước sông - hồ chứa

Trạm Sông Yếu tố	Yên Bái (6)	Hà Nội (7)	Bến Bình (8)	Biên Hoà (9)	Nhà Bè (10)	Hoà Bình (11)	Trị An (12)
	Hồng	Hồng	Kinh Thầy	Đồng Nai	Sài Gòn	Hồ Hoà Bình	Hồ Trị An
Nhiệt độ (°C)	30,6	30,7	30,7	26,8	26,8	30,6	26,8
Tổng sắt (mg/l)	0,19	0,39	0,16	1,32	2,19	0,08	1,66
SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup> (mg/l)	10,59	7,222	8,139	5,67	454	7,029	4,13
Cl <sup>-</sup> (mg/l)	3,228	4,231	6,916	5,78	2157	8,820	4,56
HCO <sub>3</sub> <sup>-</sup> (mg/l)	85,4	85,4	98,8	22,9	57,6	93,9	19,5
Độ kiềm (me/l)	1,400	1,400	1,620	0,376	0,944	1,540	0,320
Độ cứng (me/l)	1,600	1,853	1,713	0,361	11,028	1,829	0,292
Ca <sup>2+</sup> (mg/l)	23,34	28,54	24,52	4,77	42,50	26,69	3,64
Mg <sup>2+</sup> (mg/l)	5,286	5,216	5,939	1,49	108	6,036	1,34
Si (mg/l)	7,158	5,006	6,501	4,222	3,675	5,112	3,291

2.2. Nước biển

Yếu tố \ Trạm	Hòn Dấu (13)	Bãi Cháy (Bãi tắm - 14)	Sơn Trà (15)	Vũng Tàu (16)
Nhiệt độ (°C)	30,3 - 30,4	30,3 - 30,4	29,9 - 29,5	26,8 - 26,8
NH <sub>4</sub> <sup>+</sup> (mgN/l)	0,189 - 0,185	0,182 - 0,178	<0,06 - <0,06	0,145 - 0,125
NO <sub>3</sub> <sup>-</sup> (mgN/l)	0,180 - 0,175	0,185 - 0,181	0,482 - 0,446	0,179 - 0,154
NO <sub>2</sub> <sup>-</sup> (mgN/l)	<0,005 - <0,005	0,006 - 0,006	<0,006 - <0,006	0,003 - 0,002
PO <sub>4</sub> <sup>3-</sup> (mgP/l)	0,042 - 0,042	0,034 - 0,038	0,032 - 0,028	0,002 - 0,002
Si (mg/l)	1,992 - 1,987	1,994 - 1,995	4,197 - 3,826	0,715 - 1,057
Cu (mg/l)	0,004 - 0,002	0,004 - 0,005	0,0358 - 0,0367	0,062 - 0,075
Pb (mg/l)	0,003 - 0,002	0,002 - 0,003	0,009 - <0,009	0,038 - 0,033
pH	7,36 - 7,11	7,59 - 7,77	8,00 - 7,80	8,00 - 8,00
Độ mặn (‰)	8,5 - 17,8	19,9 - 20,4	25,2 - 21,7	31,6 - 32,7

**Chú thích:**

(1) Mưa tổng cộng từ ngày 03 tháng 06 năm 2019 đến ngày 10 tháng 06/2019 ở trạm khí tượng Cúc Phương (pH đo tại Phòng thí nghiệm sau khi nhận được mẫu),

(2) Mưa tổng cộng từ ngày 03 tháng 06 năm 2019 đến ngày 10 tháng 06/2019 ở trạm khí tượng Láng (pH đo tại Phòng thí nghiệm sau khi nhận được mẫu),

(3) Mưa tổng cộng từ ngày 03 tháng 06/2019 đến ngày 10 tháng 06/2019 ở trạm khí tượng Việt Trì (pH đo tại Phòng thí nghiệm sau khi nhận được mẫu),

(4) Mưa tổng cộng từ ngày 10 tháng 6 đến ngày 17 tháng 6/2019 ở trạm khí tượng Đà Nẵng,

(5) Mưa tổng cộng từ ngày 3 tháng 6 đến ngày 10 tháng 6/2019 ở trạm khí tượng Tân Sơn Hòa, TP Hồ Chí Minh.

(6, 7, 8, 9, 10) Mẫu lấy tại trạm thủy văn lúc 7h00 ngày 15/6/2019, (11, 12) Mẫu lấy ở thượng lưu đập lúc 7h00 ngày 15/06/2019,

(13) Số đầu là ứng với kỳ triều kém (7h00 ngày 07/06/2019) ở tầng mặt; số sau là ứng với kỳ triều cường 18h00 ngày 06/06/2019) ở tầng mặt,

(14) Số đầu là ứng với kỳ triều kém (6h00 ngày 8/06/2019) ở tầng mặt; số sau là ứng với kỳ triều cường (18h00 ngày 7/06/2019) ở tầng mặt

(15) Số đầu là ứng với kỳ triều kém (18h55h ngày 07/06/2019) ở tầng mặt; số sau là ứng với kỳ triều cường (10h40 ngày 7/6/2019) ở tầng mặt,

(16) Số đầu là ứng với kỳ triều kém (21h10' ngày 05/06/2019) ở tầng mặt; số sau là ứng với kỳ triều cường (14h ngày 05/06/2019) ở tầng mặt,

**Nhận xét**

Môi trường không khí:

- Hàm lượng các chất trong nước mưa tương đối thấp hơn các tháng mùa khô,

Môi trường nước:

- Nước sông - hồ: Hàm lượng các chất trong nước sông - hồ chứa tương đối thấp hơn, Tại trạm Nhà Bè hàm lượng các chất (Cl<sup>-</sup>, SO<sub>4</sub><sup>2-</sup>, Ca<sup>2+</sup>, Mg<sup>2+</sup>) cao hơn cùng kỳ các năm trước,

- Nước biển: Hàm lượng các chất tương đối thấp, Tại trạm Sơn Trà và Vũng Tàu hàm lượng Cu cao hơn, nhưng hàm lượng Pb thấp hơn cùng kỳ các năm trước.

# Table of content

- 1** **Bui Ta Long, Nguyen Hoang Phong, Nguyen Chau My Duyen** (2019), *Modeling air pollution for line and volume emissions - a case study in Binh Duong quarry*, Vietnam Journal of Hydro-Meteorology, Volume 703, 1 - 15.
  
- 16** **Nguyen Anh Duc, Tran Anh Phuong, Nguyen Dinh Dat, Nguyen Huy Phuong, Pham Tuong, Pham Nhat Anh** (2019), *Analysis of flow distribution in the Mekong river basin and its variations under the impact of planned irrigation development projects*, Vietnam Journal of Hydro-Meteorology, Volume 703, 16 - 26.
  
- 27** **Doan Quang Tri** (2019), *Application hydrology-hydraulic models combined with rainfall forecasting (ifs) in flood and inundation warning on Vu Gia-Thu Bon basin*, Vietnam Journal of Hydro-Meteorology, Volume 703, 27 - 41.
  
- 42** **Huynh Cong Hoai, Nguyen Thi Bay, Dao Nguyen Khoi, Tra Nguyen Quynh Nga** (2019), *Analyzing the causes producing the rapidity of river bank erosion in Mekong delta*, Vietnam Journal of Hydro-Meteorology, Volume 703, 42 - 50.
  
- 51** **Vo Van Hoa, Du Duc Tien, Tran Anh Duc, Mai Khanh Hung, Dang Dinh Quan, Nguyen Van Khiem, Nguyen Vinh An** (2019), *The classification of typical synoptic patterns causing abnormal warm spells in early winter in northern area of Viet Nam by a self-organizing map*, Vietnam Journal of Hydro-Meteorology, Volume 703, 51 - 59.
  
- 60** **Do Thi Ngoc Bich, Nguyen Cao Don** (2019), *Water allocations in the Srepok river basin*, Vietnam Journal of Hydro-Meteorology, Volume 703, 60 - 68.
  
- 69** **Nguyen Minh Ky, Nguyen Tri Quang Hung, Doan Thi Quynh Tram, Bach Quang Dung** (2019), *Study on the relationship between precipitation factor and fecal coliform contamination at lakes of Hue citadel*, Vietnam Journal of Hydro-Meteorology, Volume 703, 69 - 77.
  
- 78** Summary of the Meteorological, Agro-Meteorological, Hydrological Conditions in June 2019 - **National Center for Hydro-Meteorological Forecasting and Viet Nam Institute of Meteorology, Hydrology and Climate Change**