

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 710
02-2020



Q. TỔNG BIÊN TẬP
TS. Bạch Quang Dũng

Thư ký - Biên tập
TS. Đoàn Quang Trí

Trị sự và Phát hành
Đặng Quốc Khánh

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

Giấy phép xuất bản

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

Tòa soạn

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

Chế bản và In tại:

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

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

Giá bán: 25.000 đồng

TẠP CHÍ KHÍ TƯỢNG THỦY VĂN

SỐ 710 - 2/2020

MỤC LỤC

Bài báo khoa học

- 1 Nguyễn Xuân Tiến, Nguyễn Thanh Sơn, Nguyễn Văn Linh:** Áp dụng mô hình thủy văn, thủy lực mô phỏng ngập lụt hạ du sông Cả
- 14 Vũ Đức Long, Nguyễn Ngọc Hoa:** Đánh giá tác động của biến đổi khí hậu lên hạn hán trên lưu vực sông Sêsan
- 26 Hoàng Trường:** So sánh phân bố lý thuyết Rayleigh theo sóng quan trắc tại vùng biển vịnh Nghi Sơn, tỉnh Thanh Hóa
- 33 Đoàn Văn Hải, Lê Thị Huệ, Đoàn Quang Trí:** Nghiên cứu ứng dụng mô hình hóa xây dựng phần mềm dự báo lũ, xâm nhập mặn sông Cửu Long hiển thị kết quả dự báo mặn lên Google Earth
- 43 Nguyễn Bách Tùng, Đặng Đình Đức, Trần Vinh Quang, Nguyễn Đại Trung:** Đánh giá ảnh hưởng của xâm nhập mặn đến các công trình lấy nước tưới vào thời kì kiệt của sông Ninh Cơ
- 58 Lê Ngọc Tuấn, Nguyễn Văn Tín, Trần Tuấn Hoàng, Phạm Thanh Long, Nguyễn Kỳ Phùng:** Xây dựng kịch bản biến đổi nhiệt độ trong bối cảnh biến đổi khí hậu cho khu vực tỉnh Tây Ninh
- 70 Đoàn Văn Hải, Đoàn Thị Vân, Đoàn Quang Trí:** Nghiên cứu xây dựng công cụ dự báo lưu lượng nước đến hồ sông Hình phục vụ dự báo lũ hạ lưu sông Ba

Tổng kết tình hình khí tượng thủy văn

- 78** Bản tin dự báo thủy văn, khí hậu tháng 1 các sông Bắc Bộ, Trung Bộ, Tây Nguyên và Nam Bộ - **Trung tâm Dự báo khí tượng thủy văn quốc gia**

ÁP DỤNG MÔ HÌNH THỦY VĂN, THỦY LỰC MÔ PHÒNG NGẬP LỤT HẠ DU SÔNG CẢ

Nguyễn Xuân Tiến¹, Nguyễn Thanh Sơn², Nguyễn Văn Linh³

Tóm tắt: Dưới tác động của biến đổi khí hậu và sự phát triển của hệ thống hồ chứa thủy lợi, thủy điện ở thượng nguồn, vấn đề ngập lụt ở hạ du lưu vực sông Cả ngày càng nghiêm trọng. Nghiên cứu xác định nguyên nhân gây ngập lụt để đưa ra các giải pháp phù hợp nhằm giảm nhẹ thiệt hại là vấn đề cấp thiết hiện nay. Bài báo này trình bày việc áp dụng bộ mô hình MIKE (MIKE NAM, MIKE 11 và MIKE 21) để xây dựng mô hình mô phỏng và tính toán định lượng mưa gây ngập lụt vùng hạ du lưu vực sông Cả. Nghiên cứu đã sử dụng bộ số liệu khí tượng thủy văn 14 năm (2005 - 2018) của 30 trạm với thời đoạn mưa 6 giờ để hiệu chỉnh và kiểm định mô hình. Quá trình mực nước tính toán và thực đo tại 03 điểm so sánh phù hợp nhau, độ lớn và thời gian xuất hiện đỉnh lũ gần nhau ($\Delta H < 0,3$ m), hệ số Nash đều đạt được trị số cao ($Nash > 0,89$). Nghiên cứu đã tính toán được lượng mưa bắt đầu gây ngập, ngập ở các mức báo động lũ (Mức báo động 2 và 3) trong điều kiện tự nhiên và có sự tác động của hồ chứa trên hệ thống sông Cả.

Từ khóa: Sông Cả, mô hình MIKE NAM, MIKE 11, MIKE 21, ngập lụt.

Ban Biên tập nhận bài: 12/10/2019 Ngày phản biện xong: 05/12/2019 Ngày đăng bài: 25/02/2020

1. Đặt vấn đề

Hiện nay, với sự phát triển nhanh chóng của công nghệ số đã tạo nên những công cụ đắc lực để mô phỏng toàn bộ các quá trình ngoài thực tế bằng các biểu thức toán học, chính là mô hình hóa toán học. Dựa vào hệ phương trình Saint-Vernat, nhiều mô hình thủy lực đã mô phỏng các quá trình dòng chảy. Trên thế giới, việc áp dụng mô hình thủy lực để tính toán ngập lụt đã được sử dụng rất rộng rãi. Knebla và cs (2005) [11] đã nghiên cứu mô hình HEC-HMS/RAS mô phỏng ngập lụt qui mô lớn ở lưu vực sông San Antonio, (khoảng 10.000 km²) ở trung tâm Texas, Mỹ. Nielsen (2006) đã ứng dụng mô hình MIKE SHE để tính toán ngập lụt vùng đồng bằng và tiêu thoát nước đô thị [13]. Nguyen Mai Dang (2010) [12], Tran Tho Dat (2019) [2], sử dụng bộ mô hình MIKE để mô phỏng ngập lụt vùng sông Đáy. Pathirama và cs (2011) đã phát triển mô hình EPA-SWMM5 để tính toán ngập lụt đô thị cho một lưu vực tại Brazil [14]. Tomkratoke và Sirisup (2015) đã dùng mô hình thủy động lực học FVCOM để mô phỏng ngập lụt vùng nghiên

cứu [15]. Trong nước, việc sử dụng các mô hình thủy lực để tính toán ngập lụt cũng rất rộng rãi. Hoàng Thanh Tùng (2011) [8] đã sử dụng mô hình HEC-RAS để tính toán lũ cho lưu vực sông Cả. Trần Duy Kiều (2012) [3], Nguyễn Thanh Sơn và cs (2014) [6], Hoàng Thị Nguyệt Minh (2014) [5], Lương Tuấn Anh và cs (2015) [1], Nguyễn Thị Mai Linh và cs (2018) [4], Trần Hồng Thái và cs (2019) [7] đã sử dụng bộ mô hình MIKE để mô phỏng ngập lụt. Trong những năm gần đây liên tục xảy ra các trận lũ gây ngập lụt hạ du sông Cả, đặc biệt năm 2002, 2010 và 2013. Ngập lụt đã gây nhiều thiệt hại về người và của cho nhân dân. Bên cạnh đó nhiều hồ chứa thủy điện được đưa vào vận hành như: Bản Vẽ, Nậm Non, Nậm Mô, Bản Ang, Nhạn Hạc A, Châu Thắng, Ngàn Trươi và Hồ Hồ. Vấn đề nghiên cứu về ngập lụt để đưa ra các giải pháp hữu hiệu cho việc giảm nhẹ thiệt hại do ngập lụt gây ra là một yêu cầu cấp bách hiện nay. Vì vậy, nghiên cứu đã lựa chọn bộ mô hình MIKE để mô phỏng ngập lụt cho hạ du sông Cả, tính toán các kịch bản ngập lụt ở hạ du do mưa lớn và xả lũ

¹Đài Khí tượng Thủy văn khu vực Bắc Trung Bộ

²Khoa Khí tượng Thủy văn và Hải dương học, ĐH Khoa học Tự nhiên

³Khoa Thủy văn và Tài nguyên nước, Đại học Thủy lợi

Email: tien1967@gmail.com

của hệ thống hồ chứa trên thượng nguồn gây ra.

2. Phương pháp nghiên cứu và thu thập dữ liệu

2.1. Tổng quan về khu vực nghiên cứu

Lưu vực sông Cả trải dài từ 18°15'50" đến 20°10'30" vĩ độ Bắc, từ 103°45'10" đến 105°15'20" kinh độ Đông. Phía Bắc giáp lưu vực sông Chu, phía Tây giáp lưu vực sông Mê Công, phía Nam giáp lưu vực sông Gianh và phía Đông

giáp Biển Đông. Tổng diện tích lưu vực là 27.200 km², phần diện tích ở Việt Nam là 17.730 km², chiếm 65,2% diện tích lưu vực. Diện tích thuộc Lào là 9.470 km² chiếm 34,8% diện tích lưu vực. Dòng chính sông Cả có chiều dài 531 km, trong đó 170 km chảy qua lãnh thổ Lào và qua địa phận Nghệ An - Hà Tĩnh là 361 km (Hình 1).



Hình 1. Bản đồ lưu vực sông Cả trên lãnh thổ Việt Nam

Các sông suối đổ vào dòng chính đều ngắn và dốc bắt nguồn từ vùng núi cao thuộc các tỉnh Xiêng Khoảng (Lào), Nghệ An, Hà Tĩnh. Tổng số có 44 sông nhánh cấp I. Những sông nhánh lớn của sông Cả là Nậm Mộ, Huồi Nguyên, sông Hiếu, sông Giăng và sông La. Các sông này đóng góp lượng dòng chảy đáng kể vào dòng chính [8].

2.2. Giới thiệu về mô hình MIKE NAM, MIKE 11 và MIKE 21

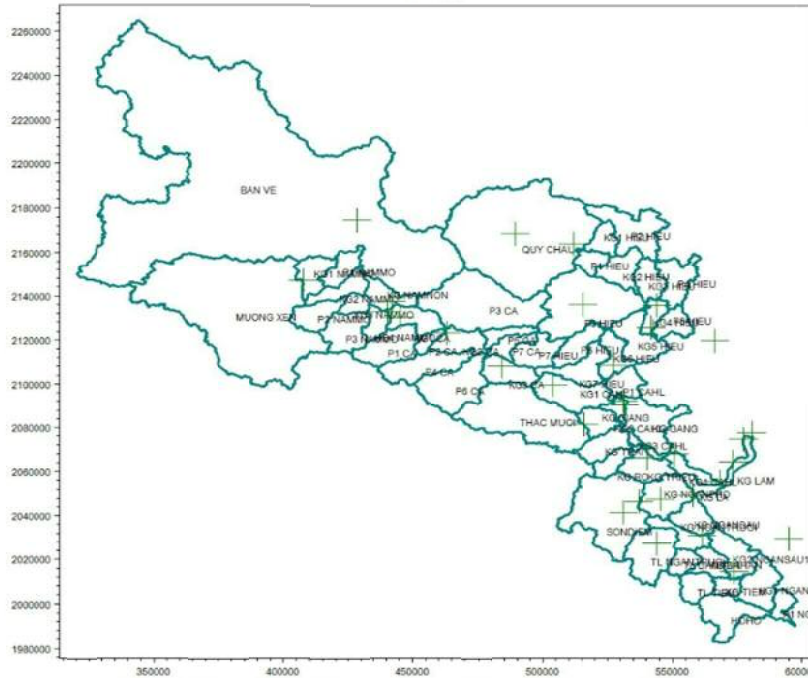
Mô hình MIKE có sự tích hợp rất tốt với GIS, có các mô đun kết nối dễ dàng MIKE NAM, MIKE 11 và MIKE 21 để mô phỏng, tính toán

ngập lụt vùng hạ lưu sông Cả.

2.2.1 Mô hình MIKE NAM

Mô hình MIKE NAM là mô hình dạng bể chứa dùng để tính toán dòng chảy từ mưa. Các bể chứa được sử dụng trong mô hình gồm: bể tuyết, bể chứa mặt, Bể sát mặt (bể tầng rễ cây) và bể chứa ngầm.

Thiết lập mô hình NAM: Căn cứ vào mạng lưới sông và vị trí của trạm đo mưa, lưu vực sông Cả được chia thành 60 lưu vực con. Sử dụng công cụ ArcGIS để số hóa, kết quả được bản đồ phân vùng lưu vực như hình 2.



Hình 2. Phân vùng lưu vực con cho lưu vực sông Cả

2.2.2. Mô hình MIKE 11

Mô hình MIKE 11 do DHI Water & Environment phát triển, là một gói phần mềm dùng để mô phỏng dòng chảy/ lưu lượng, chất lượng nước và vận chuyển bùn cát ở các cửa sông, sông, kênh tưới và các vật thể nước khác [13].

Mô hình MIKE 11 là mô hình tính toán mạng sông dựa trên việc giải hệ phương trình một chiều Saint-Venant:

Phương trình liên tục:

$$\frac{\partial Q}{\partial x} + b \frac{\partial h}{\partial t} = 0 \quad (1)$$

Phương trình chuyển động:

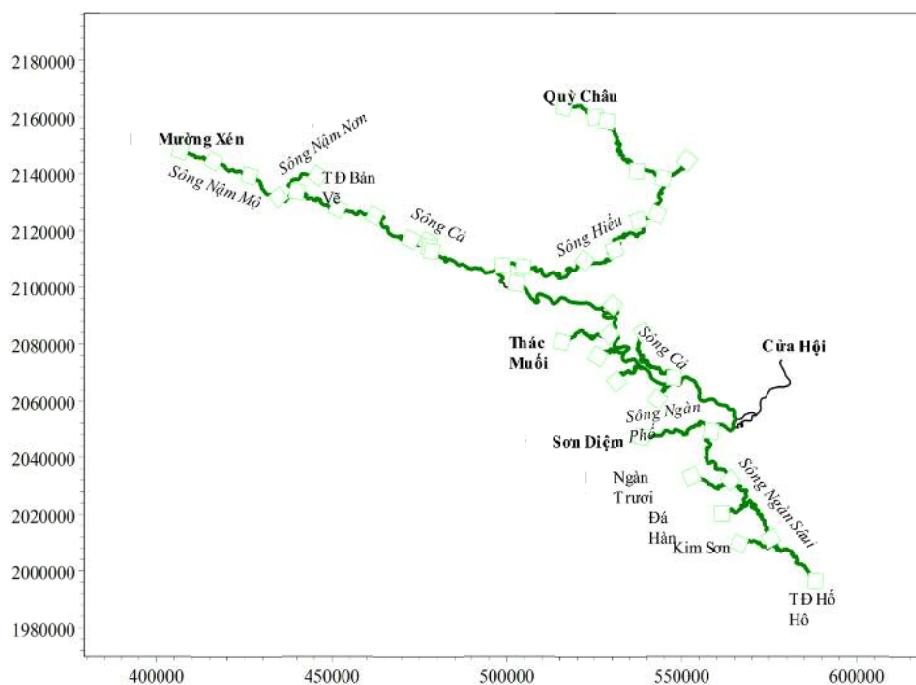
$$\frac{\partial Q}{\partial t} + \frac{\partial \left(\alpha \frac{Q^2}{A} \right)}{\partial x} + gA \frac{\partial h}{\partial x} + \frac{gQ|Q|}{C^2 AR} = 0 \quad (2)$$

Trong đó: A là diện tích mặt cắt ngang (m²); t là thời gian (s); Q là lưu lượng nước (m³/s); x là biến không gian; g là gia tốc trọng trường (m/s²); ρ là mật độ của nước (kg/m³); b là độ rộng của lòng dẫn (m) và R là bán kính thủy lực (m).

Các biên lưu lượng ở thượng nguồn gồm: Mường Xén, Bản Vẽ, Quý Châu, Thác Muối, Thanh Hương, Thanh Thủy, Thanh Mai, Cầu Om, Sơn Diệm, Hồ Hồ, Đá Hàn, Sơn Kim, Ngàn Trươi. Biên hạ lưu là mực nước tại trạm thủy văn Cửa Hội. Sơ đồ thủy lực một chiều sông Cả được thể hiện tại hình 3.

Bảng 1. Thông tin đặc trưng mạng thủy lực 1D

TT	Tên sông	Chiều dài (km)	Số mặt cắt	Điểm đầu	Điểm cuối
1	Sông Cả	255	223	Cửa Rào	Cửa Hội
2	Sông Nậm Mộ	51	43	Mường Xén	Cửa Rào
3	Sông Nậm Non	16	14	Bản Vẽ	Cửa Rào
4	Sông Hiếu	105	48	Quỳ Châu	Nhập lưu vào sông Cả
5	Sông Giăng	23	12	Thác Muối	Nhập lưu vào sông Cả
6	Sông Trai	11	17	Thanh Hương	Nhập lưu vào sông Cả
7	Sông Rộ	15	19	Thanh Thủy	Nhập lưu vào sông Cả
8	Hói Triều	9	19	Thanh Mai	Nhập lưu vào sông Cả
9	Gang	37	18	Cầu Om	Nhập lưu vào sông Cả
10	Sông Ngàn Phố	30	16	Sơn Diệm	Linh Cảm
12	Sông Ngàn Sâu	92	55	Hố Hồ	Linh Cảm
13	Sông Hào	6.25	4	Sông La	Sông Cả
14	Sông Tiêm	16	20	Kim Sơn	Nhập lưu vào sông Ngàn Sâu
15	Sông Đá Hàn	10	20	Đá Hàn	Nhập lưu vào sông Ngàn Sâu
16	Sông Ngàn Trươi	19	35	Ngàn Trươi	Nhập lưu vào sông Ngàn Sâu
17	Sông La	13	12	Linh Cảm	Ngã ba Chợ Tràng



Hình 3. Sơ đồ mạng lưới thủy lực một chiều sông Cả

2.2.3. Mô hình MIKE 21

Mô hình MIKE 21 là một mô hình thuộc bộ chương trình MIKE do Viện Thủy lực Đan Mạch (DHI) phát triển, là một phần mềm dùng để mô phỏng dòng chảy, lưu lượng, chất lượng nước và vận chuyển bùn cát và các chất ô nhiễm ở các cửa sông, sông, hồ, biển và các khu vực chứa nước khác [12].

Mô đun dòng chảy được giải bằng phương pháp lưới phân tử hữu hạn. Mô đun này dựa trên nghiệm số của hệ các phương trình Navier-Stokes trung bình Reynolds cho chất lỏng không nén được 2 hoặc 3 chiều kết hợp với giả thiết Boussinesq và giả thiết áp suất thủy tĩnh. Do đó, mô đun bao gồm các phương trình: phương trình liên tục, động lượng, nhiệt độ, độ muối và mật độ và chúng được khép kín bởi sơ đồ khép kín rối. Với trường hợp ba chiều thì sử dụng xấp xỉ chuyển đổi hệ tọa độ sigma.

Phương trình liên tục:

$$\frac{\partial u}{\partial x} + \frac{\partial v}{\partial y} + \frac{\partial w}{\partial z} = S \quad (3)$$

Phương trình động lượng theo phương x và y tương ứng:

$$\frac{\partial u}{\partial t} + \frac{\partial u^2}{\partial x} + \frac{\partial vu}{\partial y} + \frac{\partial wu}{\partial z} = \quad (4)$$

$$fv - g \frac{\partial \eta}{\partial x} - \frac{1}{\rho_0} \frac{\partial p_a}{\partial x} - \frac{g}{\rho_0} \int_z^n \frac{\partial \rho}{\partial x} dz + F_u + \frac{\partial}{\partial z} \left(v_t \frac{\partial u}{\partial z} \right) + u_s S$$

$$\frac{\partial v}{\partial t} + \frac{\partial v^2}{\partial y} + \frac{\partial vu}{\partial x} + \frac{\partial wv}{\partial z} = \quad (5)$$

$$-fu - g \frac{\partial \eta}{\partial y} - \frac{1}{\rho_0} \frac{\partial p_a}{\partial y} - \frac{g}{\rho_0} \int_z^n \frac{\partial \rho}{\partial y} dz + F_v + \frac{\partial}{\partial z} \left(v_t \frac{\partial v}{\partial z} \right) + v_s S$$

Trong đó t là thời gian; x, y và z là tọa độ Đề các; η là dao động mực nước; d là độ sâu; $h = \eta + d$ là độ sâu tổng cộng; u, v và w là thành phần vận tốc theo phương x, y và z; $f = 2\Omega \sin\phi$ là tham số Coriolis; g là gia tốc trọng trường; ρ là mật độ nước; là nhớt rối thẳng đứng; p_a là áp suất khí quyển; ρ_0 là mật độ chuẩn; S là độ lớn của lưu lượng do các điểm nguồn và (u_s, v_s) là vận tốc của dòng lưu lượng đi vào miền tính. F_u, F_v là các số hạng ứng suất theo phương ngang.

2.3. Kết nối giữa MIKE 11 và MIKE 21

Dòng chảy trong vùng ngập lụt là dòng chảy

2 chiều theo phương ngang, vừa có dòng chảy tập trung trong các mạng lưới sông suối vừa có dòng chảy tràn trên bề mặt, do vậy nếu sử dụng mô hình 2 chiều để mô phỏng quá trình này thì yêu cầu lưới tính khá chi tiết để mô tả đủ chính xác ảnh hưởng của dòng chảy tập trung trong các kênh, rãnh. Mặt khác, dòng chảy tràn trên bề mặt chỉ xuất hiện khi có mực nước trong sông cao hơn cao trình bờ (hoặc đê), vì thế để giảm thời gian và khối lượng tính toán có thể kết hợp các ưu điểm của cả mô hình 1 và 2 chiều bằng cách kích hoạt mô đun tính toán 2 chiều khi xuất hiện dòng chảy tràn. Mô hình MIKE FLOOD thực hiện các kết nối giữa mô hình MIKE 11 (tính toán thủy lực mạng sông 1 chiều) với mô hình MIKE 21 (mô phỏng dòng chảy nước nông 2 chiều theo phương ngang) bằng 4 loại kết nối:

- Kết nối tiêu chuẩn: sử dụng khi một nhánh sông một chiều đổ trực tiếp vào vùng ngập 2 chiều;

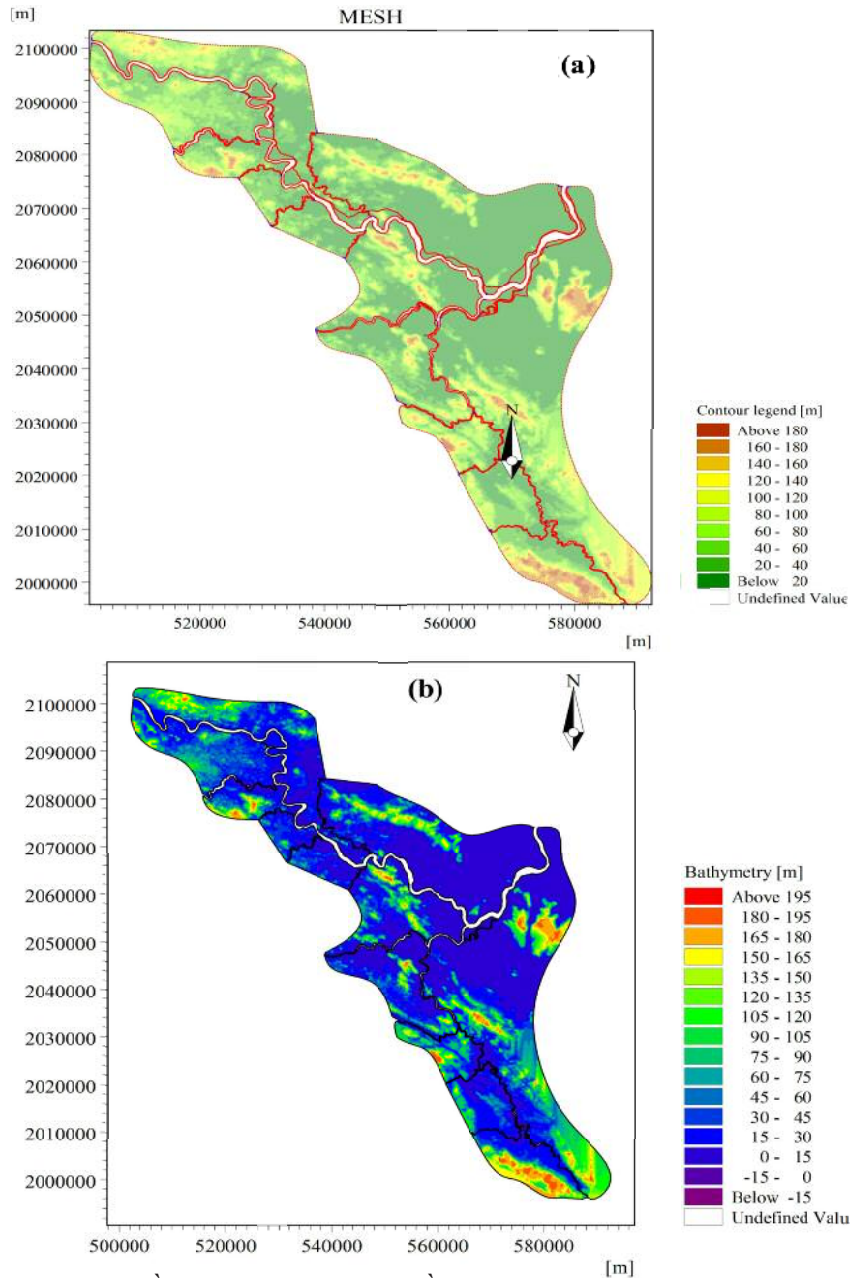
- Kết nối bên: sử dụng khi một nhánh sông nằm kề vùng ngập, và khi mực nước trong sông cao hơn cao trình bờ thì sẽ kết nối với ô lưới tương ứng của mô hình 2 chiều;

- Kết nối công trình (ân): sử dụng các dạng liên kết qua công trình;

- Kết nối khô (zero flow link): là kết nối không cho dòng chảy tràn qua.

Nghiên cứu đã tiến hành xây dựng lưới tính cho miền tính 2 chiều bao gồm các bãi chứa lũ dọc theo các sông từ trạm các vị trí ở thượng nguồn: Dừa, Sơn Diệm, Hồ Hô, Đá Hàn, Ngàn Trươi và Tiêm ra đến cửa biển. Khu vực nghiên cứu với diện tích là 3200 km² được rời rạc hóa thành 89861 phần tử hữu hạn (FEM) với kích thước mỗi cạnh ô lưới từ 300-400 m cho khu vực có địa hình tương đối bằng phẳng, còn với những khu vực có sự thay đổi nhiều về địa hình như hệ thống giao thông, khu rìa các bờ sông, đê kè, hay các khu dân cư thì lưới tính nhỏ hơn với kích thước thay đổi dần từ 50-100 m (hình 4). Sau khi xây dựng mạng lưới thủy lực trong Mike 11 và Mike 21 nghiên cứu tiến hành Coupling 2 mạng lưới thủy lực 1 chiều và 2 chiều, các liên kết bên được lựa chọn để kết nối 2 mô hình.

Với mạng lưới thủy lực 1 và 2D xây dựng được, nghiên cứu tiến hành kết nối giữa mô hình 1&2D trong mô hình MIKE FLOOD để tính toán ngập lụt vùng nghiên cứu.



Hình 4. Miền tính, lưới tính 2 chiều cho vùng nghiên cứu

2.4. Tài liệu sử dụng nghiên cứu

- Tài liệu khí tượng thủy văn (KTTV): sử dụng gồm 30 trạm, trong đó có 8 trạm đo lưu lượng nước, 7 trạm đo mực nước, 15 trạm đo lượng mưa. Nếu sử dụng số liệu mưa 1 ngày thì số năm có số liệu đồng bộ là 50 năm (1969-1918). Nghiên cứu này đã sử dụng 14 năm số liệu (2005 - 2018) với thời đoạn mưa là 6 giờ để hiệu chỉnh và kiểm định mô hình. Số trận lũ trong 15 năm trên là 23 trận, trận lũ lớn nhất xuất hiện tháng 10/2010 với đỉnh lũ là 4,96 m và trận lũ lớn nhất xuất hiện tháng 09/2019 với đỉnh lũ

là 2,09 m tại Chợ Tràng. Riêng số liệu dùng để mô phỏng dòng chảy tại Cốc Nà bằng mô hình MIKE NAM chỉ có từ 1961-1976.

- Tài liệu địa hình là bản đồ DEM 1/10.000 do Dự án “Xây dựng xã hội thích ứng với thiên tai giai đoạn 2 - tỉnh Nghệ An” của tổ chức JICA cấp năm 2014; mặt cắt ngang trên các sông chính ở Nghệ An và Hà Tĩnh do Liên đoàn Khảo sát KTTV đo đạc năm 2001.

3. Kết quả tính toán và thảo luận

3.1. Hiệu chỉnh và kiểm định mô hình MIKE NAM

Căn cứ vào số liệu thời đoạn 6h trên lưu vực sông Cả, chúng tôi chọn 3 lưu vực để hiệu chỉnh và kiểm định: Quỳnh Châu trên sông Hiếu ($F=2010 \text{ km}^2$), Sơn Diêm trên sông Ngân Phố ($F=790 \text{ km}^2$), Cốc Nà trên Khe Choang ($F=416 \text{ km}^2$).

3.1.1. Lưu vực Quỳnh Châu

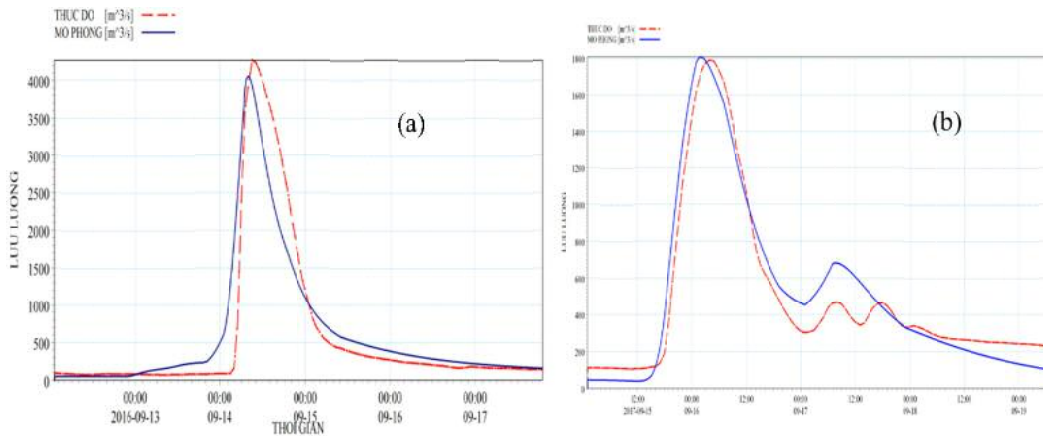
Lựa chọn các trận lũ để hiệu chỉnh và kiểm

định mô hình:

- Hiệu chỉnh: trận lũ từ 12/9/2016-18/9/2016 có đỉnh lũ $Q_{\max}=4270$;

- Kiểm định: trận lũ từ 14/9/2017-20/9/2017 có đỉnh lũ $Q_{\max}=1790$.

Kết quả hiệu chỉnh và kiểm định thể tại hình 5a - 5b.



Hình 5. (a) Kết quả hiệu chỉnh lưu lượng tại Quỳnh Châu; (b) Kết quả kiểm định lưu lượng tại Quỳnh Châu

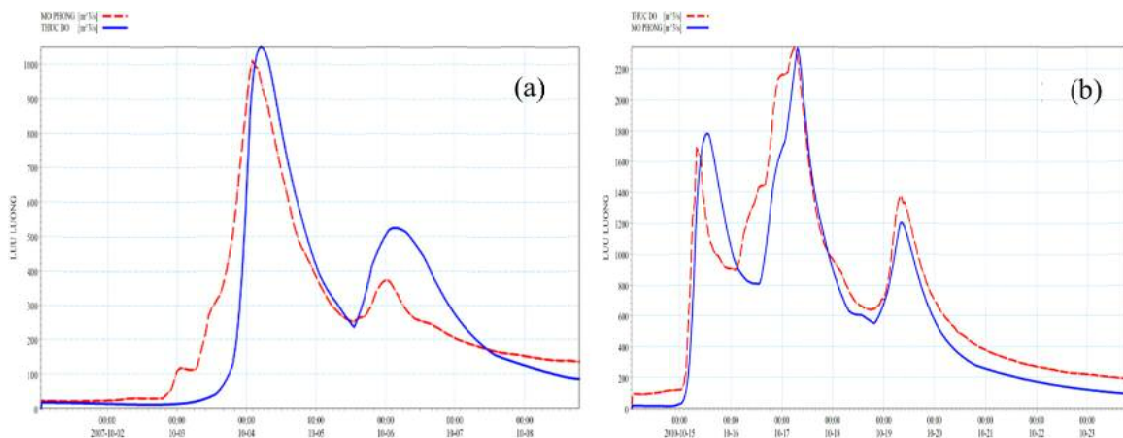
3.1.2. Lưu vực Sơn Diêm

Lựa chọn các trận lũ để hiệu chỉnh và kiểm định mô hình:

- Hiệu chỉnh: trận lũ từ 02/10 - 09/10/2007 có đỉnh lũ $Q_{\max} = 1450$;

- Kiểm định: trận lũ từ 14/10 - 23/10/2013 có đỉnh lũ $Q_{\max} = 2340$.

Kết quả hiệu chỉnh và kiểm định thể tại hình 6a - 6b.



Hình 6. (a) Kết quả hiệu chỉnh lưu lượng tại Sơn Diêm; (b) Kết quả kiểm định lưu lượng tại Sơn Diêm

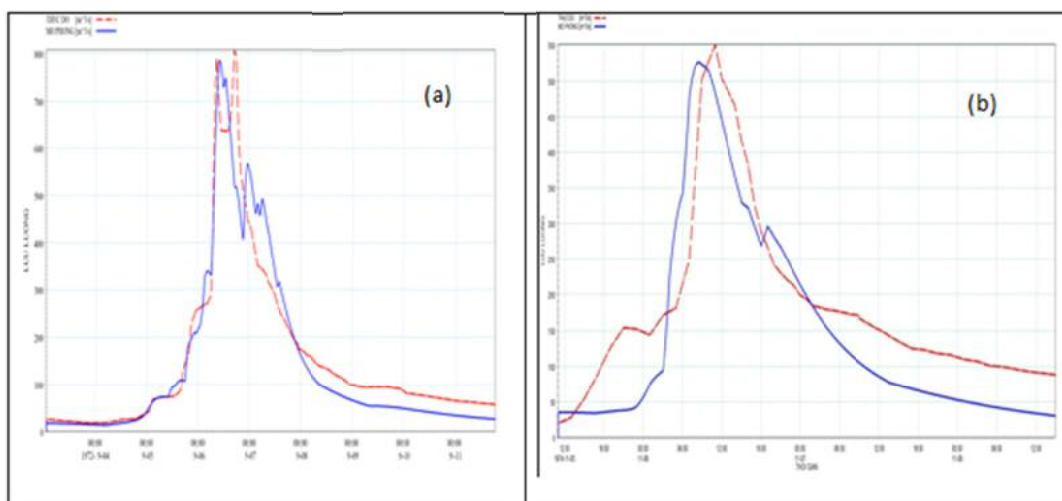
3.1.3. Lưu vực Cốc Nà

Lựa chọn các trận lũ để hiệu chỉnh và kiểm định mô hình:

- Hiệu chỉnh: trận 1 từ 04/9-12/9/1972 có đỉnh lũ $Q_{\max} = 807$;

- Kiểm định: 05/11 - 09/11/1974 có đỉnh lũ $Q_{\max} = 551$.

Kết quả hiệu chỉnh và kiểm định thể tại hình 7a - 7b.



Hình 7. (a) Kết quả hiệu chỉnh lưu lượng tại Cốc Nà; (b) Kết quả kiểm định lưu lượng tại Cốc Nà

Bảng 2. Tổng hợp kết quả hiệu chỉnh, kiểm định mô hình MIKE NAM

Trạm thủy văn	Quá trình	Sai số Nash	Sai số đỉnh lũ ΔQ (%)	Sai số tổng lượng (%)
Quỳ Châu	Hiệu chỉnh trận lũ 09/2016	0,87	-5.1	-5,2
	Kiểm định trận lũ 09/2017	0,93	+1.1	+4,4
Sơn Diệm	Hiệu chỉnh trận lũ 10/2007	0,79	+3.8	+3,0
	Kiểm định trận lũ 09/2010	0,86	+0.2	+12,0
Cốc Nà	Hiệu chỉnh trận lũ 09/1972	0,9	- 1.2	+7.5
	Kiểm định trận lũ 11/1974	0,78	- 4.2	+18

Bảng 3. Kết quả bộ thông số mô hình MIKE NAM các lưu vực nghiên cứu

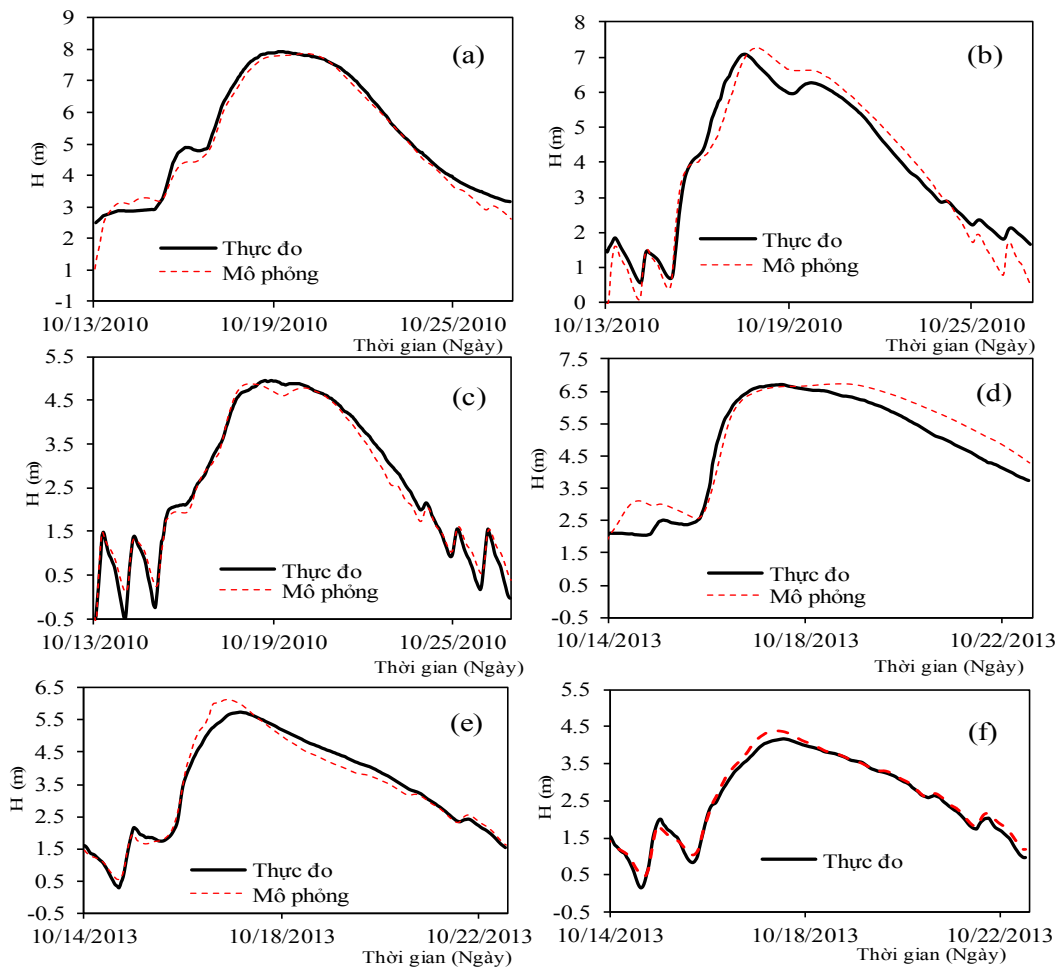
Thông số	Quỳ Châu	Sơn Diệm	Cốc Nà
U _{max}	15	20	16,2
L _{max}	85	150	81,3
CQOF	0.45	0.6	0,904
CKIF	226	30	101,9
CK1,2	11	20	18,2
TOF	0.4	0.4	0,873
TIF	0.01	0.01	0,511
TG	0.01	0.01	0,313
CKBF	1200	120	1502

Kết quả hiệu chỉnh và kiểm định mô hình MIKE NAM tại 03 lưu vực (Quỳ Châu, Sơn Diệm và Cốc Nà) thuộc hệ thống sông Cả đều cho kết quả tốt: hệ số Nash đạt từ 0,78 đến 0,93, sai số đỉnh lũ ΔQ đạt từ và sai số tổng lượng đạt từ 3.0 đến 18%. Đường quá trình thực đo và tính toán tương đối phù hợp, tại Quỳ Châu và Sơn Diệm cho kết quả tốt hơn. Vậy, kết quả bộ thông số mô hình tại bảng 3 có thể được sử dụng để tính toán dòng chảy từ mưa tại các lưu vực

nghiên cứu trên và các lưu vực lân cận để tính toán đầu vào cho mô hình MIKE 11.

3.2. Hiệu chỉnh và kiểm định mô hình MIKE 11 và MIKE 21

Quá trình hiệu chỉnh mô hình được thực hiện qua trận lũ từ 15-26/10/2010. Vị trí để so sánh mực nước thực đo và tính toán tại 03 trạm thủy văn: Nam Đàn, Linh Cảm và Chợ Tràng. Kết quả thể hiện tại các hình 8a-8f.



Hình 8. Kết quả hiệu chỉnh mực nước tại các trạm: Nam Đàn, Linh Cảm và Chợ Tràng (a-c) từ 15-26/10/2010; Kết quả hiệu chỉnh mực nước tại các trạm: Nam Đàn, Linh Cảm và Chợ Tràng (d-f) từ 14-23/10/2013

Bảng 4. Tổng hợp kết quả hiệu chỉnh, kiểm định tại trạm thủy văn Nam Đàn

Trạm thủy văn	Quá trình	Sai số Nash	Sai số đỉnh lũ ΔH (m)	Sai số tổng lượng (%)
Nam Đàn	Hiệu chỉnh trận lũ 10/2010	0,93	-0,11	-1,8
	Kiểm định trận lũ 10/2013	0,89	- 0,09	+7,4
Linh Cảm	Hiệu chỉnh trận lũ 10/2010	0,95	- 0,02	+4,7
	Kiểm định trận lũ 10/2013	0,93	+ 0,31	+10
Chợ Tràng	Hiệu chỉnh trận lũ 10/2010	0,93	+ 0,3	+1,5
	Kiểm định trận lũ 10/2013	0,91	+ 0,1	+2,6

Quá trình mực nước tính toán và thực đo tại 03 điểm Linh Cảm, Nam Đàn và Chợ Tràng khá phù hợp về xu thế, thời gian xuất hiện đỉnh. Trong đó tại Chợ Tràng là phù hợp nhất với hệ số Nash: 0,93 và 0,91, sai số đỉnh lũ ΔH : +0,30 m và +0,10 m, sai số tổng lượng: +1,5% và +2,6%. Tuy nhiên, kết quả kiểm định tại điểm Nam Đàn còn sai lệch khá nhiều về thời gian xuất hiện đỉnh và quá trình mực nước ở sườn xuống. Đỉnh lũ tính toán xuất hiện sớm hơn và quá trình lũ ở sườn xuống cao hơn so với thực đo. Do những hạn chế về số liệu khí tượng thủy văn và số liệu địa hình trên lưu vực đã gây ra nhiều khó khăn cho việc mô phỏng lũ, ngập lụt trên lưu vực sông Cả. Mạng lưới trạm khí tượng thủy văn trên lưu vực sông Cả còn rất thưa (15.880 km²/30 trạm \approx 529 km²/trạm) và thời đoạn mưa thực đo và tính toán còn lớn (6 giờ). Vì vậy, có thể sử dụng mô hình mô phỏng này để tính toán ngập lụt cho vùng hạ du lưu vực sông Cả.

3.3. Tính toán ngập lụt vùng hạ du lưu vực sông Cả

3.3.1. Xác định điều kiện ban đầu của mô hình MIKE NAM tại các lưu vực nghiên cứu

Trong mô hình MIKE NAM, điều kiện ban đầu rất quan trọng. Nó ảnh hưởng khá lớn tới kết quả tính toán dòng chảy ở cửa ra của lưu vực. Sử dụng bộ thông số đã có ở bảng 3, xác định điều kiện ban đầu tại các lưu vực nghiên cứu ở các thời kỳ đầu mùa lũ, giữa mùa lũ và cuối mùa lũ. Qua nhiều trận lũ tại lưu vực Quỳnh Châu và Sơn Diệm từ năm 2005 đến 2018, nhận thấy ở thời kỳ đầu vụ điều kiện ban đầu khá ổn định ($U/U_{max}=0,3$ và $L/L_{max}=0,3$). Thời kỳ giữa vụ và cuối vụ điều kiện ban đầu thay đổi nhiều, phụ thuộc vào lượng mưa và thời gian mưa trước đó. VD với trận lũ tháng 9/2009, do trước đó 47 ngày có lượng mưa không đáng kể thì điều kiện ban đầu cũng xấp xỉ như các trận lũ đầu vụ. Kết quả điều kiện ban đầu được lập tại bảng 5.

Bảng 5. Điều kiện ban đầu của mô hình tại các thời kỳ

Lưu vực	Thời kỳ	U/U _{max}	L/L _{max}	QOF	QIF	BF
Quỳnh Châu	Đầu vụ	0,3	0,3	10	5	2
	Giữa vụ	0,8	0,8	10	5	2
	Cuối vụ	0,8	0,8	10	5	2
Sơn Diệm	Đầu vụ	0,3	0,3	10	5	2
	Giữa vụ	0,8	0,8	10	5	2
	Cuối vụ	0,8	0,8	10	5	2

3.3.2. *Xác định mô hình mưa gây ngập lụt vực sông Cà*

Theo thống kê các trận lũ tại trạm thủy văn Chợ Trảng, từ năm 2005 đến 2019 có 23 trận lũ xuất hiện ở hạ lưu sông Cà. Trong đó trận lũ lớn nhất xảy ra vào tháng 10/2010 ($H_{max}=4.96$ m) và trận lũ nhỏ nhất xảy ra vào tháng 09/2019 ($H_{max}=2.09$ m). Các trận lũ bắt đầu gây ngập hạ du sông Cà có mức nước xấp xỉ 3.00 m gồm: 08/2005 ($H_{max}=2.76$ m), 09/2013 ($H_{max}=3.09$ m) và 08/2012 ($H_{max}=3.14$ m). Căn cứ vào sự phân bố mưa của trận lũ trên toàn lưu vực chúng tôi chọn trận lũ tháng 09/2013 làm mô hình mưa gây lũ bắt đầu ngập hạ du sông Cà. Đồng thời, nghiên cứu chọn trận mưa gây ngập lớn nhất (tháng 10/2010) làm mô hình mưa gây lũ lớn cho hạ du sông Cà.

3.3.3. *Tính toán lượng mưa gây ngập lụt vực sông Cà*

Mức độ ngập lụt ở hạ lưu sông Cà do mưa,

điều kiện ẩm hiện tại và hoạt động của hệ thống hồ chứa trên lưu vực. Nghiên cứu đã phân ra các trường hợp lưu vực ở điều kiện tự nhiên và có tác động của hồ chứa; mưa lũ đầu mùa và giữa, cuối mùa. Trong điều kiện có tác động của hồ chứa chia thành 2 trường hợp: hệ thống hồ chứa hiện tại (Bản Vẽ, Sông Sào, Hồ Hồ, Đá Hàn, Ngàn Trươi) và trong quy hoạch (Bản Mông, Thác Muối). Nghiên cứu sử dụng kịch bản mưa đã xây dựng tại mục 3.3.2 để tính toán lượng mưa gây ngập hạ du ở mức bắt đầu ngập, mức báo động 2 và 3 (trùng ứng với mực nước ở Chợ Trảng 4.0 và 5.0 m). Thời kỳ đầu vụ được xác định trạng thái hồ chứa ở mực nước bằng mực nước chết. Thời kỳ giữa và cuối vụ có thể xảy ra trường hợp các hồ chứa đầy hoặc chưa đầy nước. Nghiên cứu tính toán cho các kịch bản: hiện trạng lượng nước trong các hồ chứa đạt 25, 50, 75 và 100% dung tích hồ.

Bảng 6. Mưa định lượng gây ngập hạ du sông Cà - Thời kỳ đầu vụ (mm)

Điều kiện lưu vực	Mức độ ngập		
	Bắt đầu ngập	Mức BĐ2	Mức BĐ3
Tự nhiên	220	320	400
Có vận hành của hệ thống hồ hiện tại	250	415	530
Có vận hành của hệ thống hồ quy hoạch	300	475	580

Bảng 7. Mưa định lượng gây ngập hạ du sông Cà thời kỳ giữa và cuối vụ (mm) ở điều kiện tự nhiên

Điều kiện lưu vực	Mức độ ngập		
	Bắt đầu ngập	Mức BĐ2	Mức BĐ3
Tự nhiên	150	250	330

Bảng 8. Mưa định lượng bắt đầu gây ngập hạ du sông Cà thời kỳ giữa và cuối vụ (mm) khi có sự vận hành của hệ thống hồ chứa

Điều kiện lưu vực	Hiện trạng hồ chứa			
	25%	50%	75%	100%
Có vận hành của hệ thống hồ hiện tại	285	285	285	280
Có vận hành của hệ thống hồ quy hoạch	320	320	300	285

Bảng 9. Mưa định lượng gây ngập hạ du sông Cả ở mức BĐ2 thời kỳ giữa và cuối vụ (mm) khi có sự vận hành của hệ thống hồ chứa

Điều kiện lưu vực	Hiện trạng hồ chứa			
	25%	50%	75%	100%
Có vận hành của hệ thống hồ hiện tại	390	390	375	345
Có vận hành của hệ thống hồ quy hoạch	460	445	400	355

Bảng 10. Mưa định lượng gây ngập hạ du sông Cả ở mức BĐ3 thời kỳ giữa và cuối vụ (mm) khi có sự vận hành của hệ thống hồ chứa

Điều kiện lưu vực	Hiện trạng hồ chứa			
	25%	50%	75%	100%
Có vận hành của hệ thống hồ hiện tại	390	390	375	345
Có vận hành của hệ thống hồ quy hoạch	460	445	400	355

4. Kết luận

- Nghiên cứu đã mô phỏng lũ thành công để phục vụ tính toán ngập lụt cho hạ du sông Cả và chi tiết 60 tiểu lưu vực tính toán dòng chảy từ MIKE NAM, 17 đoạn sông với 575 mặt cắt ngang vào sơ đồ tính toán MIKE 11, và đã rời rạc hóa vùng ngập lụt thành 89.861 phần tử hữu hạn với diện tích 3.200 km² cho MIKE 21. Kết quả cho thấy quá trình mực nước tính toán và thực đo tại 03 điểm so sánh rất phù hợp nhau, độ lớn và thời gian xuất hiện đỉnh lũ gần nhau ($\Delta H < 0,3$ m), hệ số Nash đều đạt được trị số cao (Nash > 0,89). Riêng sai số tổng lượng còn để

lại khá lớn (tại Linh Cảm: $\Delta W = 10\%$). Có thể sử dụng mô hình này để tính toán dự báo ngập lụt, nâng cao chất lượng dự báo lũ, ngập lụt ở hạ du sông Cả.

- Nghiên cứu đã xác định được điều kiện ban đầu của mô hình và đã tính toán được lượng mưa định tính gây ngập lụt ở hạ du sông Cả trong các trường hợp: bắt đầu gây ngập, ngập ở mức báo động 2 và 3 trong điều kiện tự nhiên và có sự vận hành của hệ thống hồ chứa hiện tại và quy hoạch. Kết quả của nghiên cứu có thể sử dụng trong công tác phòng nhẹ thiên tai và giảm nhẹ thiệt hại do ngập lụt gây ra ở hạ du lưu vực sông Cả.

Tài liệu tham khảo

1. Lương Tuấn Anh, Trần Ngọc Anh, Trần Văn Đạt, Nguyễn Tiền Giang, Nguyễn Quanh Hưng, Đặng Đình Khá, Trịnh Minh Ngọc, Nguyễn Thanh Sơn, Ngô Chí Tuấn, Cấn Thu Văn (2015), *Bản đồ ngập lụt và bản đồ đánh giá mức độ dễ bị tổn thương do lũ trên các lưu vực sông: Lam, Bến Hải - Thạch Hãn và Thu Bồn*. Nhà xuất bản Khoa học và Kỹ thuật.
2. 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. DOI:10.21276/ijee.2019.12.0106.
3. Trần Duy Kiều (2012), *Nghiên cứu quản lý lũ lớn lưu vực sông Lam*. Luận án Tiến sĩ.
4. 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.
5. Hoàng Thị Nguyệt Minh (2014), *Nghiên cứu cơ sở khoa học và đề xuất giải pháp tiêu úng, thoát lũ sông Phan - Cà Lồ*. Luận án tiến sĩ.

6. Nguyễn Thanh Sơn, Trần Ngọc Anh, Đặng Đình Khả, Nguyễn Xuân Tiến, Lê Việt Thìn (2014), *Thử nghiệm đánh giá tác động của Biến đổi khí hậu đến ngập lụt khu vực hạ lưu sông Lam*. Tạp chí Khí tượng Thủy văn, 645, 13-20.
7. Tran Hong Thai, Doan Quang Tri (2019), *Combination of hydrologic and hydraulic modeling on flood and inundation warning: case study at Tra Khuc-Ve river basin in Vietnam*. Vietnam Journal of Earth Sciences, 41 (3), 240-251. Doi: 10.15625/0866-7187/41/3/13866.
8. Hoàng Thanh Tùng (2011), *Nghiên cứu dự báo mưa, lũ trung hạn cho vận hành hệ thống hồ chứa phòng lũ - ứng dụng cho lưu vực sông Cả*. Luận án tiến sĩ.
9. DHI (2009), MIKE 11 Reference Manual, Hydrodynamic Module Scientific Documentation, MIKE by DHI.
10. DHI (2009), MIKE 21 Flow Model, Hydrodynamic Module Scientific Documentation, MIKE by DHI.
11. Knebla, M.R., Yanga, Z.L., Hutchisonb, K., Maidment, D.R., (2005), Regional scale flood modeling using NEXRAD rainfall, GIS, and HEC-HMS/RAS: a case study for the San Antonio River Basin Summer 2002 storm event. *Journal of Environmental Management*, 75 (4), 325-336.
12. Nguyen, M.D., (2010), *Intergrated flood risk assessment for the Day river flood diversion area in the Red river, Vietnam*. PhD dissertation of engineering in water engineering and management. AIT 2010.
13. Nielsen, C., (2006), *The application of MIKE SHE to floodplain inundation and urban drainage assessment in South East Asia*. DHI Water and Environment (Malaysia).
14. Pathiraa, A., Tsegaye, S., Gersonius, B., Vairavamoorthy, K., (2011), A simple 2-D inundation model for incorporating flood damage in urban planning. *Hydrology and Earth System Science*, 15, 2747-2761. Doi:10.5194/hess-15-2747-2011.
15. Tomkratoke, S., Sirisup, S., (2015), Hydrodynamic simulation of overland flooding over low-lying flat lands: A case study of the severe 2011 flood in Sam-Khok and Klong Luang districts, Thailand. *Hydrological Research Letters*, 9 (4), 47-53.

APPLICATION OF HYDROLOGIC AND HYDRAULIC MODELING FOR FLOOD INUNDATION SIMULATION ON DOWNSTREAM OF THE CA RIVER

Nguyen Xuan Tien¹, Nguyen Thanh Son², Nguyen Van Linh³

¹Northern central regional Hydro-Meteorological Center

²Faculty of Meteorology, Hydrology and Oceanography - VNU University of Science

³Faculty of Hydrology -Thuyloi University, HaNoi

Abstract: *Due to the impact of climate change and the development of the irrigation and hydropower systems in the upstream of Ca river basin, downstream-flooding problems are becoming more and more serious. As a result, a finding of the causes of flooding in this paper to provide appropriate solutions to reduce damage is urgent nowadays. This article presents the application of MIKE model, including MIKE NAM, MIKE 11 and MIKE 21, to set-up and to simulate flood-modeling in the downstream of the Ca basin river. This paper uses 14-year hydro-meteorological data (from 2005 to 2018) at 30 stations with 6-hour rainy period to calibrate and test. The comparison between observed and simulated values of water level at three stations is similar; magnitudes and times of occurrence of flood peak are close to each other ($\Delta H < 0.3$ m). Nash-Sutcliffe coefficients all achieve high values (Nash > 0.89). The study showed the amount of rainfall that caused inundation at flood-alerted levels (level 2 and 3) in natural conditions and the impact of the reservoir on the Ca river system.*

Keywords: *Ca River, Mike NAM, MIKE 11, MIKE 21 models, Inundation.*

ĐÁNH GIÁ TÁC ĐỘNG CỦA BIẾN ĐỔI KHÍ HẬU LÊN HẠN HÁN TRÊN LƯU VỰC SÔNG SÊ SAN

Vũ Đức Long¹, Nguyễn Ngọc Hoa¹

Tóm tắt: Bài báo với nội dung đánh giá tác động của biến đổi khí hậu (BĐKH) lên chế độ hạn khí tượng và hạn thủy văn trong những tháng mùa khô trên lưu vực sông Sê San thông qua các chỉ số hạn và mô hình toán thủy văn. Trong nghiên cứu này, hai kịch bản BĐKH cho lượng mưa và nhiệt độ là RCP4.5 và RCP8.5 từ mô hình khí hậu toàn cầu GCMs (Global Climate Models) của dự án CMIP5 (Coupled Model Intercomparison Project 5) đã được chi tiết hóa thống kê cho lưu vực sông Sê San. Hạn khí tượng được tính toán bằng chỉ số chuẩn hóa lượng mưa SPI, hạn thủy văn được xây dựng dựa trên chỉ số K hạn, lưu lượng dòng chảy trong tương lai được mô phỏng từ mô hình thủy văn SWAT cho lưu vực sông Sê San. Kết quả nghiên cứu trong tương lai cho thấy hạn khí tượng xảy ra nhiều nhất vào giai đoạn từ 2080 đến 2099 với tổng số sự kiện hạn được ghi nhận khoảng 41 sự kiện và được đánh giá trên số liệu mưa từ các trạm khí tượng (trong đó có khoảng 35% hạn vừa, 47% hạn nặng và 18% hạn nghiêm trọng cho kịch bản RCP 8.5). Từ kết quả mô phỏng dòng chảy trong tương lai và tính toán chỉ số hạn thủy văn cho lưu vực, nghiên cứu cũng đã đưa ra bản đồ phân vùng hạn thủy văn cho những năm xảy ra hạn nghiêm trọng, nhận thấy các tiểu lưu vực thuộc khu vực tỉnh Gia Lai sẽ chịu tổn thương bởi các mức độ hạn nhiều nhất trên lưu vực Sê San.

Từ khóa: Biến đổi khí hậu, chỉ số hạn, mô hình SWAT, lưu vực sông Sê San.

Ban Biên tập nhận bài: 05/11/2019 Ngày phản biện xong: 31/12/2019 Ngày đăng bài: 25/02/2019

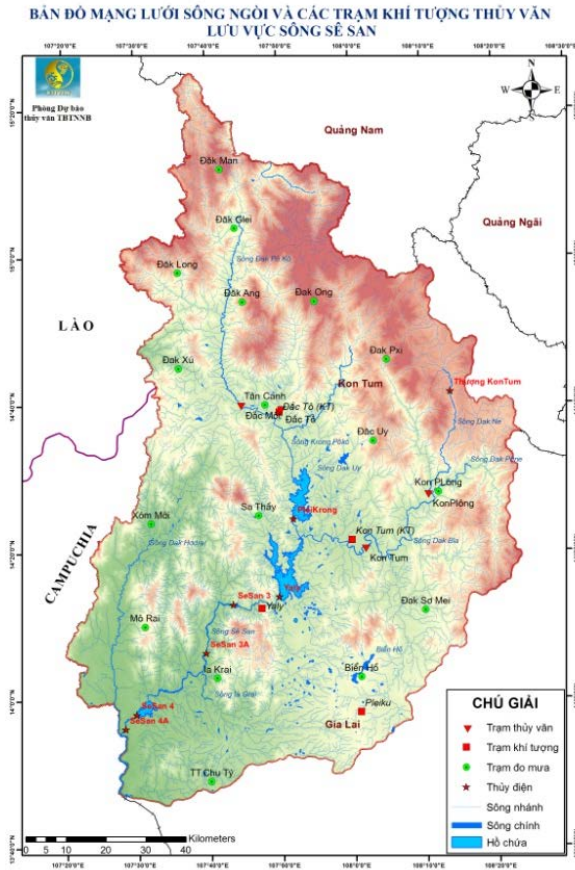
1. Giới thiệu

Biến đổi khí hậu hiện đang diễn ra trên phạm vi toàn cầu, Việt Nam là một trong những nước dễ bị tổn thương nhất thế giới trước những tác động của biến đổi khí hậu, một trong những tác động đó là hiện tượng hạn hán, thiếu nước trầm trọng gây ảnh hưởng lớn đến đời sống cũng như các hoạt động kinh tế xã hội. Để ứng phó với hạn hán trong tương lai thì việc dự báo cũng như đánh giá mức độ hạn là quan trọng để có thể đưa ra được các hoạch định, kế hoạch trong quản lý tài nguyên nước, giảm thiểu mức độ nguy hại của hạn hán. Khu vực Tây Nguyên là một trong những vùng thường xuyên bị khô hạn ở nước ta, hệ thống sông suối tuy khá phát triển nhưng do địa hình dốc, chiều dài dòng chảy ngắn nên vào mùa mưa thường chảy xiết, mùa khô thì hầu như

khô kiệt, do đó nguồn nước mặt khá hạn chế. Gần đây nhất dưới tác động của hiện tượng El Nino trong năm 2015-2016, hạn hán đã diễn ra khốc liệt nhất trong 15 năm qua ở khu vực Tây Nguyên, lượng nước trên các ao hồ, công trình thủy lợi rơi vào tình trạng cạn kiệt và gây thiệt hại lớn cho ngành nông nghiệp. Theo số liệu thống kê thiệt hại của một số địa phương: Tây Nguyên đã có gần 175.000 ha cây trồng bị ảnh hưởng hạn hán (Kon Tum 3.800 ha, Gia Lai 46.000 ha, Đắk Lắk 80.000 ha, Đắk Nông 23.000 ha, Lâm Đồng 31.300 ha); Tổng kinh phí thiệt hại toàn vùng lên đến gần 4.000 tỷ đồng (Kon Tum 160 tỷ, Gia Lai 200 tỷ, Đắk Lắk 2.200 tỷ, Đắk Nông 1.200 tỷ và Lâm Đồng 180 tỷ). Nghiên cứu này lựa chọn lưu vực sông Sê San để đánh giá mức độ hạn hán dưới tác động của

¹Trung tâm dự báo Khí tượng Thủy văn quốc gia
Email: longkttv@gmail.com

biến đổi khí hậu, sông Sê San là một trong hai lưu vực sông lớn của Tây Nguyên.



Hình 1. Lưu vực sông Sê San

Sông Sê San là một trong các nhánh lớn của hạ du lưu vực sông Mê Kông. Sông Sê San được bắt nguồn từ vùng núi cao Ngọc Linh tỉnh Kon Tum thuộc phía Bắc Tây Nguyên của Việt Nam, chảy sang Campuchia và nhập lưu với các sông Srêpôk, Sê Kông sau đó nhập vào sông Mê Kông ở Trung Trung. Trên lãnh thổ Việt Nam, sông Sê San nằm trên 2 tỉnh Kon Tum và Gia Lai với chiều dài 230km, diện tích lưu vực 11.620km². Lưu vực có tọa độ địa lý 13°45' đến 15°14' vĩ độ Bắc; tọa độ 107°10' đến 108°24' kinh độ Đông. Lưu vực sông Sê San trên lãnh thổ Việt Nam chiếm 46,3% diện tích tự nhiên của 2 tỉnh Kon Tum và Gia Lai, trong đó nằm trên địa phận của Kon Tum 87,61% diện tích toàn tỉnh, Gia Lai 20,63% thuộc đất đai của 14 huyện, thị, thành phố Đăk Glêi, Đăk Tô, Đăk Hà, Ngọc Hồi, Sa Thầy, Kon Plong, Kon Rẫy, Tu Mơ Rông, Chư Pah, Ia Grai, Đức Cơ, Đăk Đoa, thành phố Kon Tum và Plêi Ku.

Dựa vào chỉ số chuẩn hóa lượng mưa (SPI - Standardized Precipitation Index), nghiên cứu sẽ đánh giá các mức độ hạn trong các giai đoạn trong tương lai từ số liệu mưa của mô hình toàn cầu. Từ số liệu mưa và nhiệt độ trong tương lai, mô hình SWAT được sử dụng để mô phỏng chế độ dòng chảy cho lưu vực sông Sê San, từ đó tính toán hệ số hạn thủy văn - được xây dựng dựa trên chỉ số K hạn (biểu thị mức độ khô và cạn cho thời điểm xuất hiện và nơi sinh hạn cụ thể).

2. Phương pháp nghiên cứu

2.1. Số liệu sử dụng

Số liệu mưa, nhiệt độ ngày và lưu lượng ngày từ năm 1980 đến năm 2016 của các trạm khí tượng thủy văn trong lưu vực bao gồm: Đăk Tô, Đăk Môt, KonPlong, KonTum, Plêi Ku; mạng lưới sông suối và vị trí các trạm đo khí tượng, thủy văn trên lưu vực sông Sê San.

Mô hình cao độ số (DEM) với độ phân giải 30mx30m được thu thập từ dữ liệu cao độ số toàn cầu ASTER của NASA. Dữ liệu thảm phủ được thu thập từ Global Land Cover 2000 - GLC 2000. Dữ liệu thổ nhưỡng được thu thập từ Harmonized World Soil Database - HWSD.

Số liệu đầu ra của 27 GCMs từ dự án CMIP5 thông qua phần mềm AIMS thuộc bản quyền của trung tâm khí hậu APEC cho hai kịch bản BDKH là RCP 4.5 và RCP 8.5 trong quá khứ và tương lai từ năm 1980 đến năm 2099 (dữ liệu được liệt kê trong bảng 1 dưới đây).

2.2. Lựa chọn mô hình khí hậu toàn cầu GCMs cho lưu vực sông Sê San từ CMIP5

Số liệu khí tượng thu thập được từ đầu ra của các mô hình GCMs thường có độ phân giải cao, bởi vậy số liệu khí tượng cần được chi tiết hóa đến khu vực nghiên cứu để tăng độ chính xác cho việc đánh giá kết quả. Ứng dụng phần mềm AIMS [1] của trung tâm khí hậu APEC, từ số liệu thực đo đầu vào gồm mưa và nhiệt độ của lưu vực sông Sê San của các trạm Đăk Tô, Đăk Môt, KonPlong, KonTum, PlêiKu từ năm 1980 đến 2010, nghiên cứu thu được số liệu từ 27 mô hình khí hậu toàn cầu sau khi đã được chi tiết hóa thống kê đến từng trạm trong khu vực thông qua phương pháp hiệu chỉnh phân vị - QM

(Quantile Mapping) [2]. Từ số liệu thu được, phần mềm thực hiện hai bước đánh giá theo thời gian và không gian với số liệu thực đo 30 năm quá khứ của 5 trạm trên khu vực nghiên cứu [3].

Đánh giá theo thời gian: Đối với mỗi trạm thời tiết, hệ số tương quan được tính của 36 cặp (10 ngày) trung bình 30 năm giữa GCM và dữ liệu thực đo (Hình 2a-2c).

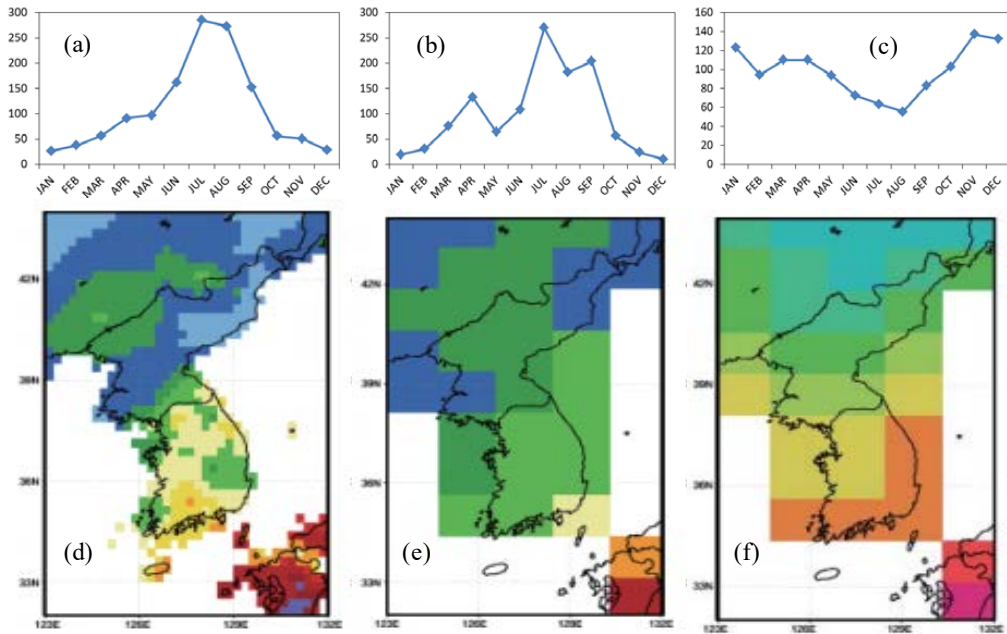
Đánh giá theo không gian: Đối với mỗi giai đoạn 10 ngày, hệ số tương quan được tính của các trạm thời tiết trung bình 30 năm giữa GCM

và dữ liệu thực đo (Hình 2d-2f).

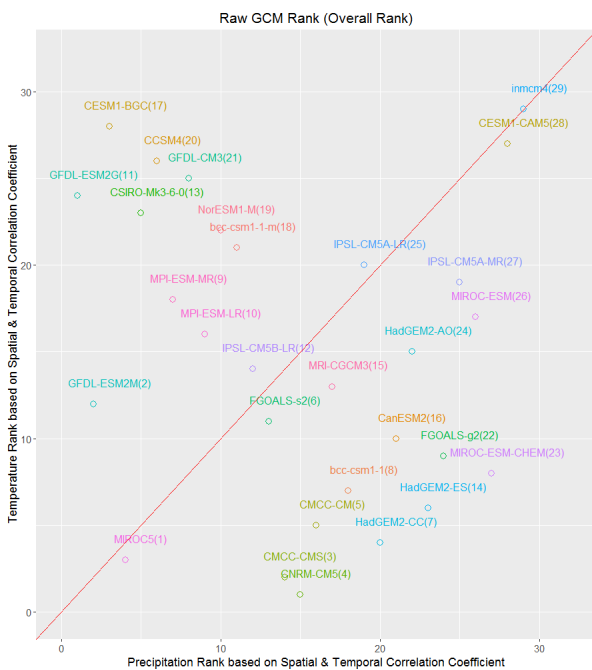
Sau hai bước đánh giá trên, số liệu từ các GCM2 được xếp hạng về cả lượng mưa và nhiệt độ. Dựa vào kết quả từ phần mềm AIMS, nghiên cứu đã sử dụng số liệu khí tượng từ mô hình MIROC5 của Viện nghiên cứu khí quyển và đại dương (ĐH - Tokyo, Nhật Bản) cho lưu vực sông Sê San cho các bước đánh giá hạn khí tượng và thủy văn tiếp theo. Hình 3 dưới đây chỉ ra xếp hạng về lượng mưa và nhiệt độ từ các GCMs cho lưu vực Sê San.

Bảng 1. Danh mục mô hình khí hậu toàn cầu (GCMs) từ Dự án CMIP5

GCMs	Mô hình	Nguồn	Quốc gia
1	BCC-CSM1.1	Trung tâm Khí hậu Bắc Kinh, cục khí tượng Trung Quốc	Trung Quốc
2	CanESM2	Trung tâm phân tích và mô hình khí hậu Canada	Canada
3	CMCC-CM	Trung tâm Euro-Mediterranean về ĐKHKH	Ý
4	CNRM-CM5	Trung tâm khí tượng thủy văn Pháp Tổ chức Nghiên cứu Khoa học và Công nghiệp Liên bang Úc	Pháp Úc
5	CSIRO-Mk3.6.0		
6	INM-CM4	Viện nghiên cứu mô hình khí hậu	Nga
7	IPSL-CM5A-LR	Viện nghiên cứu Pierre-Simon Laplace	Pháp
8	IPSL-CM5A-MR	Viện nghiên cứu Pierre-Simon Laplace	Pháp
9	IPSL-CM5B-LR	Viện nghiên cứu Pierre-Simon Laplace	Pháp
10	FGOALS-g2	Viện vật lý, khí quyển - viện khoa học Trung Quốc	Trung Quốc
11	FGOALS-s2	Viện vật lý, khí quyển - viện khoa học Trung Quốc	Trung Quốc
12	MIROC5	Viện nghiên cứu khí quyển và đại dương (ĐH - Tokyo)	Nhật
13	MIROC-ESM	Viện nghiên cứu khí quyển và đại dương (ĐH - Tokyo)	Nhật
14	MIROC-ESM-CHEM	Viện nghiên cứu khí quyển và đại dương (ĐH - Tokyo)	Nhật
15	HadGEM2-CC	Trung tâm nghiên cứu khí tượng thủy văn Hadley	Anh
16	HadGEM2-ES	Trung tâm nghiên cứu khí tượng thủy văn Hadley	Anh
17	HadGEM2-A0	Viện nghiên cứu khí tượng quốc gia	Hàn Quốc
18	MPI-ESM-LR	Viện khí tượng học Max Planck	Đức
19	MPI-ESM-MR	Viện khí tượng học Max Planck	Đức
20	MRI-CGCM3	Viện nghiên cứu khí tượng Nhật	Nhật
21	CCSM4	Trung tâm nghiên cứu khí quyển quốc gia Hoa Kỳ	Hoa Kỳ
22	NorESM1-M	Trung tâm khí hậu Nauy Phòng thí nghiệm vật lý động lực học chất lỏng	Nauy
23	GFDL-ESM2M	NOAA	Hoa Kỳ
24	GFDL-CM3	Phòng thí nghiệm vật lý động lực học chất lỏng	Hoa Kỳ
25	GFDL-ESM2G	NOAA	Hoa Kỳ
26	CESM1(BGC)	Trung tâm nghiên cứu khí quyển quốc gia	Hoa Kỳ
27	CESM1(CAM5)	Trung tâm nghiên cứu khí quyển quốc gia Hoa Kỳ	Hoa Kỳ



Hình 2. Đánh giá theo thời gian và không gian giữa số liệu thực đo, GCM1 và GCM2



Hình 3. Xếp hạng về lượng mưa và nhiệt độ từ các GCMs cho lưu vực Sê San

2.3. Chỉ số hạn khí tượng và hạn thủy văn

Hạn hán khác các loại hình thiên tai khác là tác động của nó thường tích lũy chậm kéo dài trong nhiều năm và rất khó để có thể nhận biết được thời gian nào là bắt đầu và kết thúc của một trận hạn hán bởi vậy các định nghĩa về hạn hán

thường mang tính địa phương cho từng khu vực [4]. Cũng bởi đặc tính của hạn hán nên trên thế giới hiện đã đưa ra rất nhiều phương pháp để tính toán chỉ số hạn khí tượng cũng như thủy văn nhưng kinh nghiệm cho thấy mỗi chỉ số sẽ có một ưu điểm vượt trội so với chỉ số khác hoặc ứng dụng phù hợp cho khu vực này nhưng lại không phù hợp cho khu vực khác. Trong nghiên cứu này, dựa vào điều kiện tự nhiên của lưu vực nghiên cứu và bộ số liệu đã được sưu tập, tác giả lựa chọn chỉ số chuẩn hóa lượng mưa SPI để đánh giá hạn khí tượng và hệ số K hạn để đánh giá thiếu hụt dòng chảy cho khu vực trong tương lai.

Chỉ số chuẩn hóa lượng mưa SPI: Năm 1993, SPI được mở rộng để phát hiện ra thời kì hạn và ẩm tại những qui mô thời gian khác nhau bởi McKee và cộng sự [5]. SPI tính toán cho bất cứ vùng nào dựa vào lượng mưa dài hạn cho một thời kì yêu cầu. Đầu tiên các số liệu này được hiệu chỉnh bằng hàm phân bố xác suất Gamma:

$$G(x) = \frac{1}{\beta^\alpha \Gamma(\alpha)} x^{\alpha-1} e^{-x/\beta} \quad (1)$$

Vì hàm phân bố Gamma là không xác định cho $x = 0$ và phân bố lượng mưa có thể chứa giá

trị 0 nên xác suất tích lũy $H(x)$ được tính:

$$H(x) = q + (1 - q)G(x) \quad (2)$$

Trong đó: q là xác suất của giá trị 0. Hàm phân bố này được chuyển thành một hàm phân bố chuẩn.

$$SPI = - \left(t - \frac{c_0 + c_1 t + c_2 t^2}{1 + d_1 t + d_2 t^2 + d_3 t^3} \right) \quad (3)$$

khi $0 < H(x) < 0,5$

$$SPI = + \left(t - \frac{c_0 + c_1 t + c_2 t^2}{1 + d_1 t + d_2 t^2 + d_3 t^3} \right) \quad (4)$$

khi $0,5 < H(x) < 1,0$

Tổng trị tuyệt đối các giá trị SPI cho tất cả các tháng xảy ra sự kiện hạn được định nghĩa là cường độ hạn. Bảng 1 trình bày các ngưỡng giá trị của SPI được xác định bởi McKee và cộng sự.

Bảng 2. Phân cấp hạn theo chỉ số SPI

Phân cấp hạn	Khoảng giá trị SPI
Hạn vừa	$-1,5 < SPI < -1,0$
Hạn nặng	$-2,0 < SPI < -1,5$
Hạn nghiêm trọng	$SPI < -2,0$

Hệ số K hạn: Là hệ số biểu thị mức độ hạn cho thời điểm xuất hiện và nơi sinh hạn cụ thể. Hệ số hạn được tính toán cho từng trạm KTTV trên lưu vực hoặc lân cận với lưu vực sông. Hạn được xác định khi đồng thời K_{kh} và $K_{cận}$ là dương.

$$K_{han} = \sqrt{K_{Kho} K_{can}} \quad (5)$$

Bảng 3. Phân cấp mức độ hạn theo chỉ số K hạn

Mức độ hạn	Giá trị
Dấu hiệu sinh hạn	$K_{han} = 0,5$
Hạn nhẹ	$0,5 < K_{han} < 0,6$
Hạn vừa	$0,6 < K_{han} < 0,8$
Hạn nặng	$0,8 < K_{han} < 0,95$
Hạn đặc biệt	$0,95 < K_{han} < 1$

2.4. Mô hình thủy văn SWAT

Để đánh giá hạn thủy văn trên lưu vực Sê San trong các thời kỳ tương lai dựa vào số liệu khí tượng từ mô hình MIROC5, nghiên cứu lựa chọn mô hình thủy văn SWAT để mô phỏng dòng

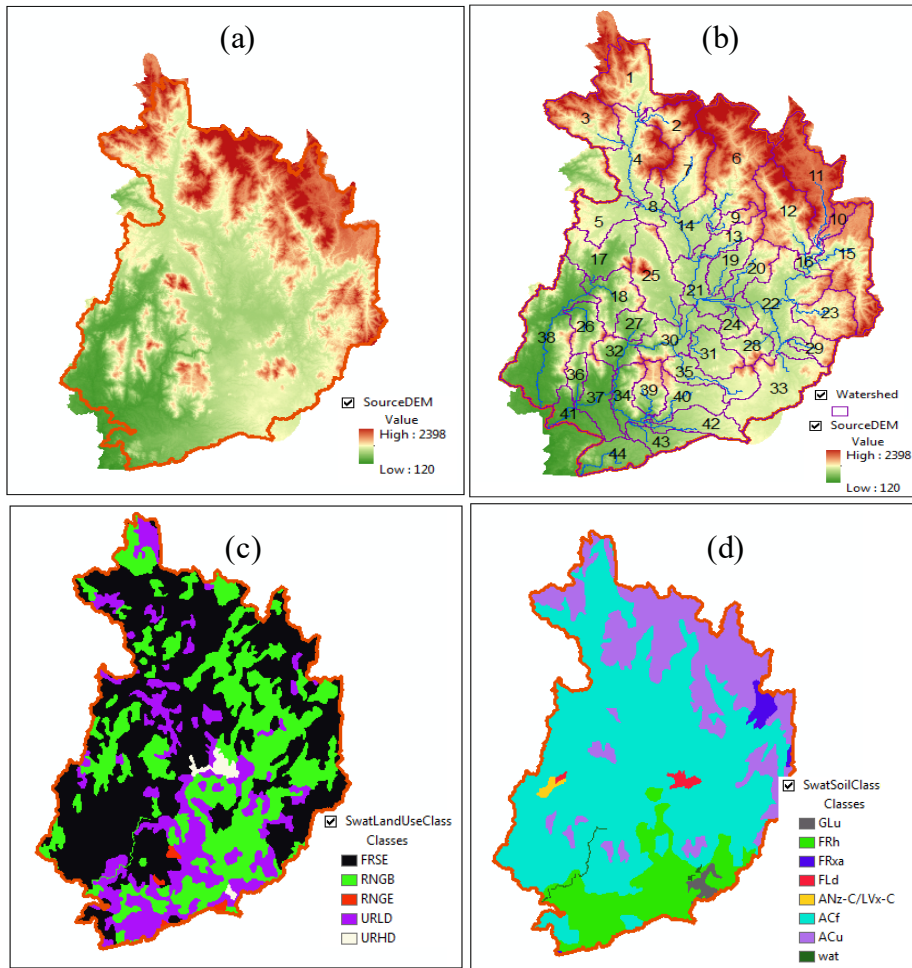
chảy tương lai cho lưu vực. SWAT (Soil and Water Assessment Tool) là công cụ đánh giá nước và đất được xây dựng bởi tiến sĩ Jeff Arnold ở Trung tâm Phục vụ Nghiên cứu Nông nghiệp (ARS- Agricultural Research Service) thuộc Bộ Nông nghiệp Hoa Kỳ (USDA- United States Department of Agriculture) [6] và giáo sư Srinivasan thuộc Đại học Texas A&M, Hoa Kỳ. SWAT cho phép mô hình hóa nhiều quá trình vật lý trên cùng một lưu vực. Mô hình SWAT có nhiều ưu điểm so với các mô hình trước đó là khi mô phỏng SWAT sẽ phân chia lưu vực lớn thành các tiểu lưu vực, các đơn vị thủy văn dựa trên bản đồ sử dụng đất, thổ nhưỡng, địa hình để tăng mức độ chi tiết mô phỏng về mặt không gian. SWAT mô hình hóa chu trình nước dựa trên cơ sở phương trình cân bằng nước sau:

$$SW_t = SW_0 + \sum_{i=1}^t (R_{day} - Q_{surf} - E_a - w_{seep} - Q_{gw}) \quad (6)$$

Trong đó SW_t là lượng nước trong đất tại thời điểm t (mm); SW_0 là lượng nước trong đất tại thời điểm ban đầu trong ngày thứ i (mm); R_{day} là lượng nước mưa trong ngày thứ i (mm); Q_{surf} là lượng dòng chảy bề mặt trong ngày thứ i (mm); E_a là lượng nước bốc hơi trong ngày thứ i (mm); Q_{gw} là lượng nước ngầm chảy ra sông trong ngày thứ i (mm).

Mô hình còn có khả năng dự báo thông qua việc thay đổi dữ liệu đầu vào (quản lý sử dụng đất, khí hậu, thực vật...) để định lượng được những tác động của sự thay đổi đến dòng chảy ra của các lưu vực hoặc các thông số khác; có hiệu quả cao, có thể tính toán và mô phỏng trên lưu vực rộng lớn hoặc hỗ trợ ra quyết định đối với những chiến lược quản lý đa dạng, phức tạp với sự đầu tư kinh tế và thời gian thấp; cho phép người sử dụng nghiên cứu những tác động trong thời gian dài.

Trong nghiên cứu này, dữ liệu đầu vào cho mô hình được thu thập từ các nguồn tài liệu đã liệt kê ở trên và được xây dựng thành các loại bản đồ cho lưu vực sông Sê San như các hình được trình bày dưới đây. Lưu vực sông Sê San được chia thành 44 tiểu lưu vực.



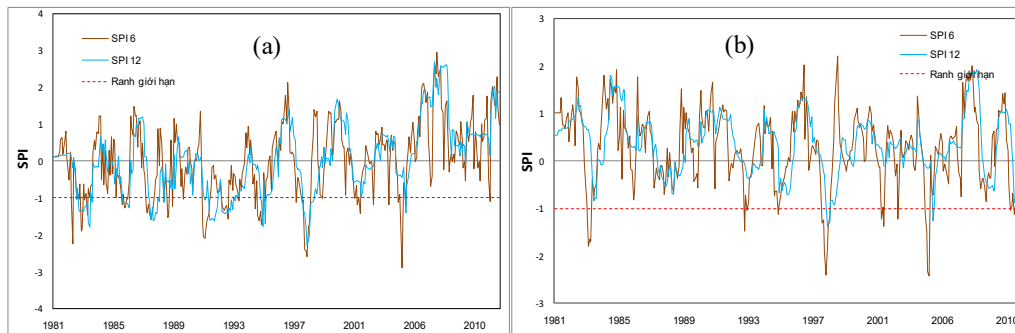
Hình 3. (a) Bản đồ DEM lưu vực sông Sê San; (b) Bản đồ Phân chia tiểu lưu vực; (c) Bản đồ các loại hình sử dụng đất; (d) Bản đồ phân loại đất trong lưu vực

3. Kết quả và thảo luận.

3.1. Đánh giá hạn khí tượng

Số liệu lượng mưa trong giai đoạn 30 năm quá khứ từ 1980 đến 2010 được sử dụng để đánh giá lại chỉ số hạn SPI theo thời gian 6 tháng (thể hiện kết quả theo mùa) và 12 tháng (thể hiện kết

quả theo năm) nhận thấy các sự kiện hạn diễn ra khá thường xuyên vào mùa khô các giai đoạn 1981-1982, 1992-1993, 1996-1997, 2005-2006; trong đó đợt hạn khắc nghiệt nhất được ghi nhận trong quá khứ là ở giai đoạn 1996-1997 và 2005-2006.

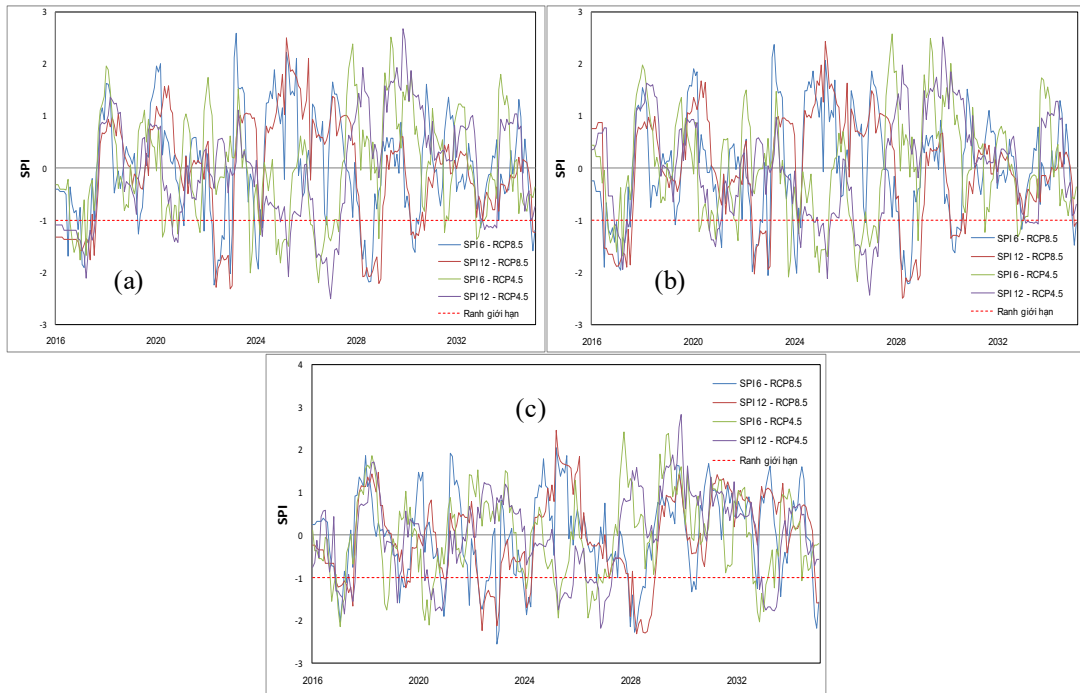


Hình 4. Đồ thị biểu diễn chỉ số SPI6 và SPI12 tại các trạm: (a) Kontum; (b) Pleiku

Sự thay đổi lượng mưa trong tương lai sẽ ảnh hưởng đến tình trạng hạn hán, dựa vào số liệu mưa từ mô hình MIROC5 sau khi đã được chi tiết hóa đến các trạm khí tượng trên khu vực, nghiên cứu tiếp tục đánh giá chỉ số SPI6 và SPI12 trong 3 giai đoạn trong tương lai gồm 2016 - 2035, 2046 - 2065, 2086 - 2099 với 2 kịch bản phát thải trung bình RCP 4.5 và kịch bản phát thải cao RCP 8.5.

Trong giai đoạn đầu tiên 2016 - 2035 cho hai

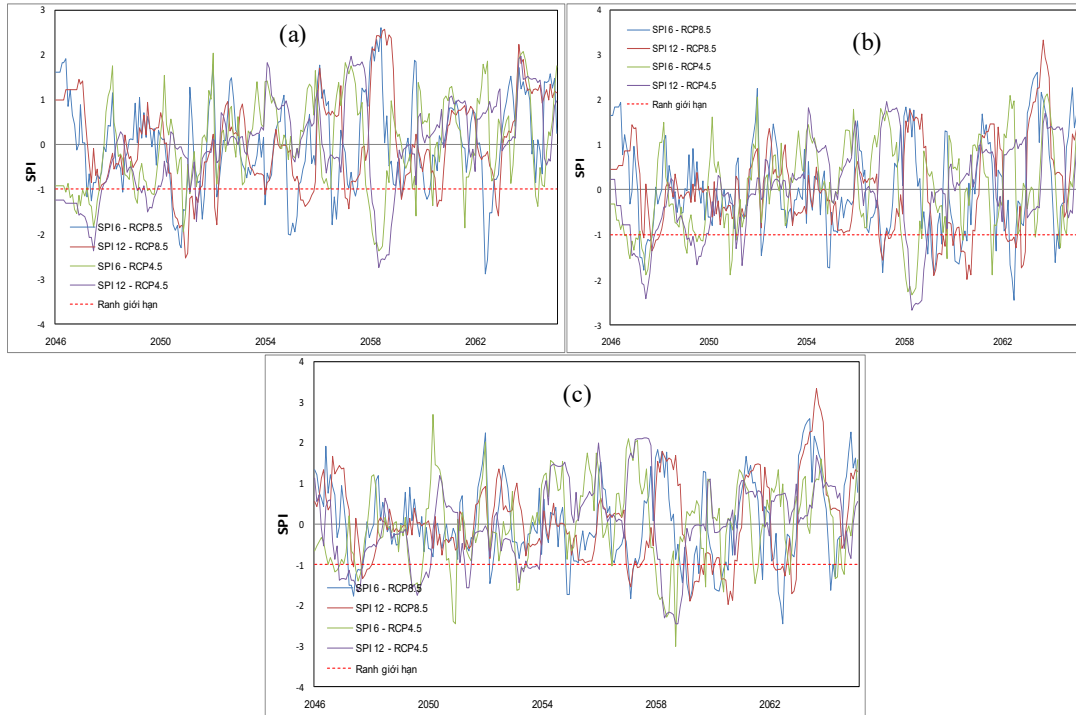
kịch bản phát thải nhận thấy có tổng số khoảng 38 - 42 sự kiện hạn được đánh giá trên số liệu mưa từ các trạm khí tượng (trong đó có khoảng 55% là hạn vừa, 30% hạn nặng và 15% nghiêm trọng cho kịch bản RCP 8.5), các sự kiện hạn liên tục diễn ra vào khoảng thời gian từ 2023 đến 2028 trên các trạm khí tượng trong khu vực nghiên cứu với sự kiện hạn diễn ra nặng nhất vào khoảng giai đoạn từ 2027 - 2028 cho kịch bản phát thải RCP 8.5.



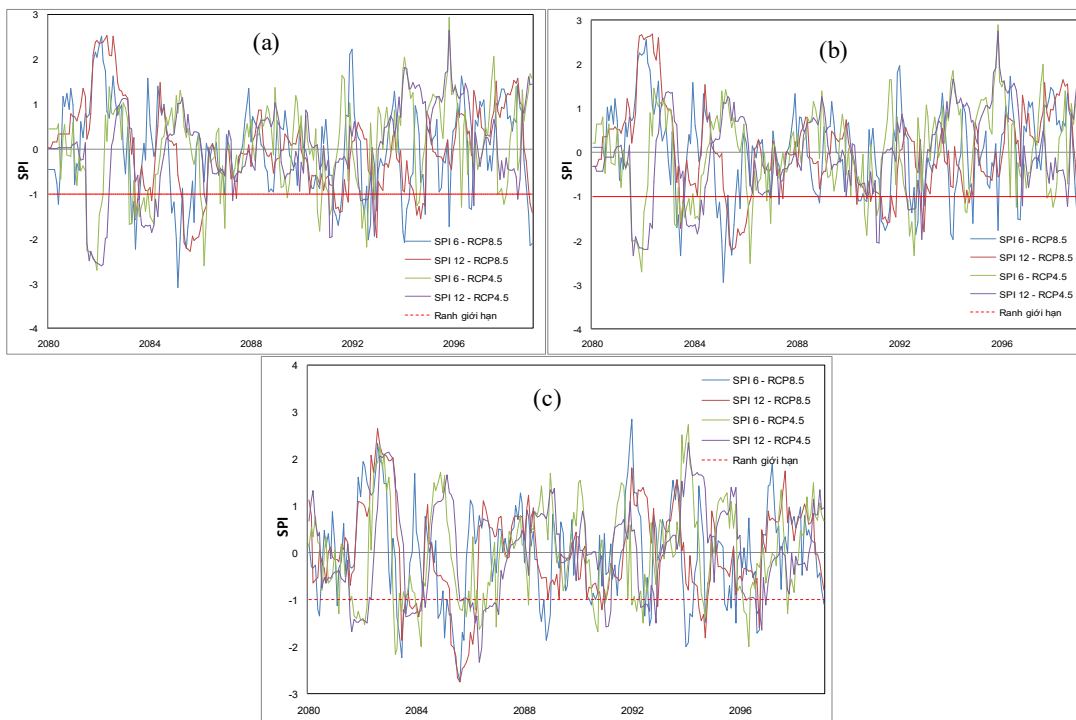
Hình 5. Đồ thị biểu diễn chỉ số SPI6 và SPI12 giai đoạn 2016-2035 tại các trạm: (a) Đăk Tô; (b) Kom Tum; (c) Pleiku

Trong giai đoạn tiếp theo từ 2046 - 2065 cho hai kịch bản phát thải nhận thấy có tổng số khoảng 32 - 35 sự kiện hạn được đánh giá trên số liệu mưa từ các trạm khí tượng (trong đó có khoảng 58% hạn vừa, 42% hạn nặng cho kịch bản RCP 8.5), các sự kiện hạn diễn ra vào khoảng thời gian từ 2051-2052, 2054-2055, 2058-2059 và 2062-2063 trên các trạm khí tượng trong khu vực nghiên cứu với sự kiện hạn diễn ra nặng nhất vào khoảng giai đoạn từ 2062-2063 cho kịch bản phát thải RCP 8.5.

Trong giai đoạn cuối cùng từ 2080 - 2099 cho hai kịch bản phát thải nhận thấy có tổng số khoảng 39-41 sự kiện hạn được đánh giá trên số liệu mưa từ các trạm khí tượng (trong đó có khoảng 35% hạn vừa, 47% hạn nặng và 18% hạn nghiêm trọng cho kịch bản RCP 8.5), các sự kiện hạn diễn liên tục vào khoảng thời gian từ 2081 - 2086 và từ năm 2089 - 2094 trên các trạm khí tượng trong khu vực nghiên cứu với sự kiện hạn diễn ra nặng nhất vào khoảng giai đoạn từ 2085 -2086 cho kịch bản phát thải RCP 8.5.



Hình 6. Đồ thị biểu diễn chỉ số SPI6 và SPI12 giai đoạn 2046 - 2065 tại các trạm: (a) Đăk Tô; (b) Kon Tum; (c) Pleiku

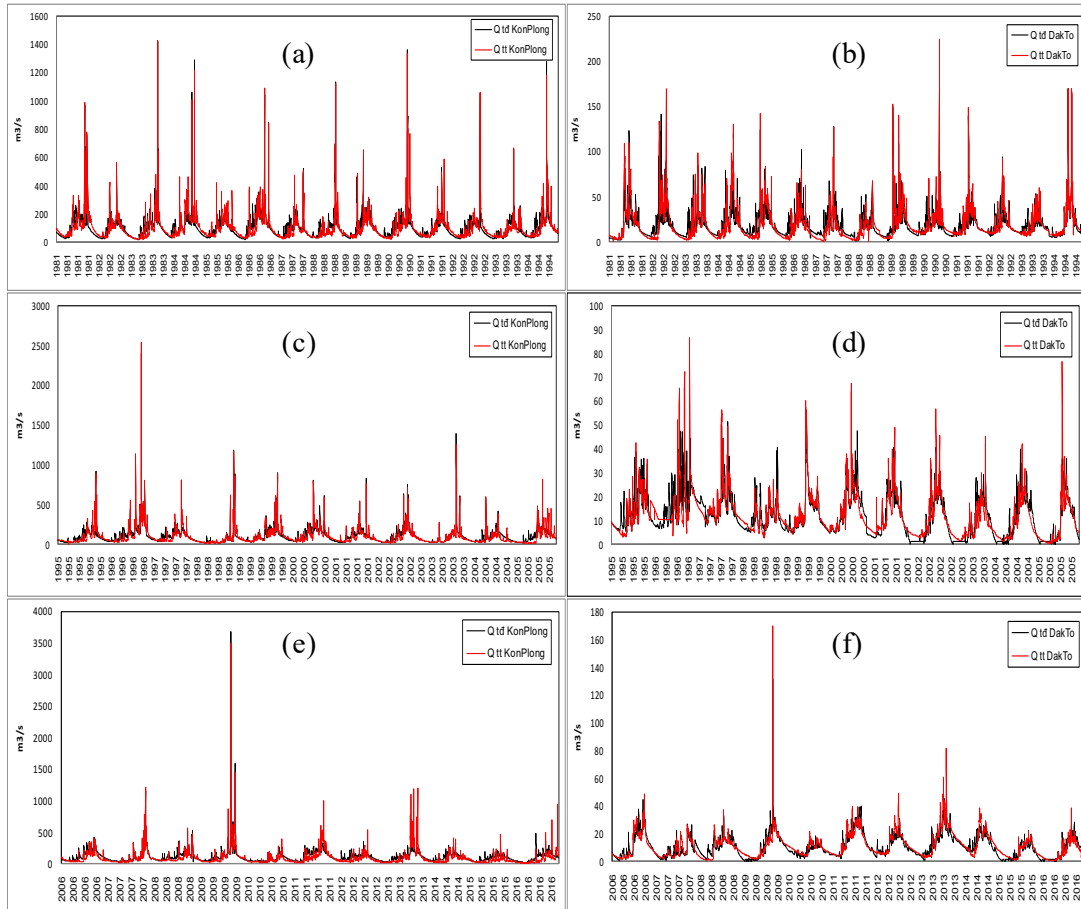


Hình 7. Đồ thị biểu diễn chỉ số SPI6 và SPI12 giai đoạn 2080 - 2099 tại các trạm: (a) Đăk Tô; (b) Kon Tum; (c) Pleiku

3.2. *Đánh giá hạn thủy văn*

Lưu lượng dòng chảy được hiệu chỉnh và kiểm định trong mô hình thủy văn SWAT với chuỗi thời gian 30 năm trong quá khứ từ năm 1980 - 2016 của 2 trạm thủy văn KonPlong và

Đăk Tô. Trong đó thời gian hiệu chỉnh là từ năm 1980 đến 2005 và thời gian kiểm định là từ năm 2006 - 2016 cho kết quả được thể hiện trong hình 8a-8f.



Hình 8. *Quá trình hiệu chỉnh lưu lượng tại các trạm: (a) KonPlong 1980-1994; (b) Đăk Tô 1980-1994; (c) KonPlong 1995 -2000; (d) Đăk Tô 1995 -2005; (e) KonPlong 2006-2016; (f) Đăk Tô 2006-2016*

Quá trình hiệu chỉnh được hiệu chỉnh tự động bằng phần mềm SWAT-CUP với thuật toán SUFI-2 (Semi Automated Sequential Uncertainty Fitting). Quá trình hiệu chỉnh được thực hiện riêng lẻ ứng với từng trạm thủy văn với nguyên tắc hiệu chỉnh từ trạm thượng nguồn đến trạm ở hạ nguồn [7]. Giá trị các thông số của mô hình được thể hiện như trong bảng 4.

Kết quả, lưu lượng dòng chảy mô phỏng được đánh giá thông qua các chỉ số thống kê. Căn cứ theo các mức độ phân cấp của D.N. Moriasi (2007), kết quả mô phỏng lưu lượng dòng chảy tại 2 trạm đều đạt mức tốt hệ số NSE, R2 đạt từ 0,7 trở lên và PBIAS ở mức rất đạt.

Sau quá trình hiệu chỉnh và kiểm định mô

hình để tìm ra bộ thông số phù hợp cho lưu vực nghiên cứu, bộ thông số đó tiếp tục được sử dụng để mô phỏng dòng chảy cho tương lai với 2 kịch bản phát thải tương ứng là RCP 4.5 và RCP 8.5. Với số liệu dòng chảy thu được trong tương lai, nghiên cứu đã sử dụng chỉ số hạn thủy văn K hạn để xây dựng bản đồ phân vùng hạn hán cho lưu vực sông Sê San trong các tháng mùa khô. Các bản đồ hạn hán được xây dựng cho 3 khoảng thời gian trong tương lai là 2016-2035, 2046-2065, 2080-2099. Trong mỗi giai đoạn, dựa vào khoảng thời gian hạn nặng nhất đã được đánh giá trong phần hạn khí tượng, chỉ số K hạn được tính toán tương ứng từ dòng chảy cho 43 tiểu lưu vực.

Bảng 4. Bộ thông số mô hình SWAT trong thời gian hiệu chỉnh

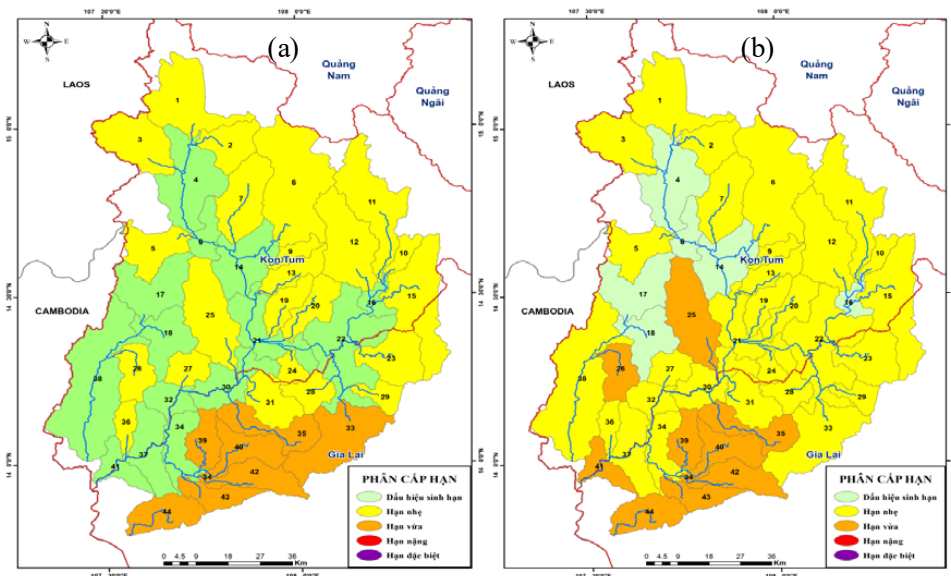
Tham số	Ý nghĩa	Giá trị	
		Konplong	Đắk Tô
r_CN2	Hệ số CN ứng với điều kiện ẩm II (%)	-1,15	-1,89
v_SURLAG	Hệ số trễ dòng chảy mặt (ngày)	7,74	13,88
v_ESCO	Hệ số bốc hơi của đất	0,008	0,03
v_SOL AWC	Khả năng trữ nước của đất	0,32	0,13
v_SOL BD	Dung trọng của lớp đất (g/cm ³)	0,85	1,55
v_CH_N2	Hệ số nhám của sông chính	0,31	-
v_ALPHA_BF	Hệ số triết giảm dòng chảy ngầm	0,42	0,37
v_GW_DELAY	Thời gian trữ nước tầng ngầm (ngày)	120,0	106,94
v_GWQMN	Ngưỡng sinh dòng chảy ngầm (mm)	1002,0	5562,1
v_GW_REVAP	Hệ số tái bốc hơi nước ngầm	0,12	0,15

Bảng 5. Đánh giá các chỉ tiêu cho chất lượng mô phỏng của mô hình

Chỉ tiêu đánh giá	Trạm thủy văn		Chất lượng
	KonPlong	Đắk Tô	
NSE	0.76	0.78	Đạt
PBIAS	10	12	Đạt
R ²	0.7	0.7	Đạt

Đối với kịch bản RCP 4.5, các sự kiện hạn được ghi nhận vào các tháng mùa khô trong giai đoạn 2058-2059 và 2085-2086. Đối với giai đoạn 2058-2059, sự kiện hạn nhẹ xuất hiện trên tổng số 23 tiểu lưu vực, sự kiện hạn vừa xuất hiện trên tổng số 7 tiểu lưu vực. Đối với giai đoạn 2085-2086, sự kiện hạn nhẹ xuất hiện trên

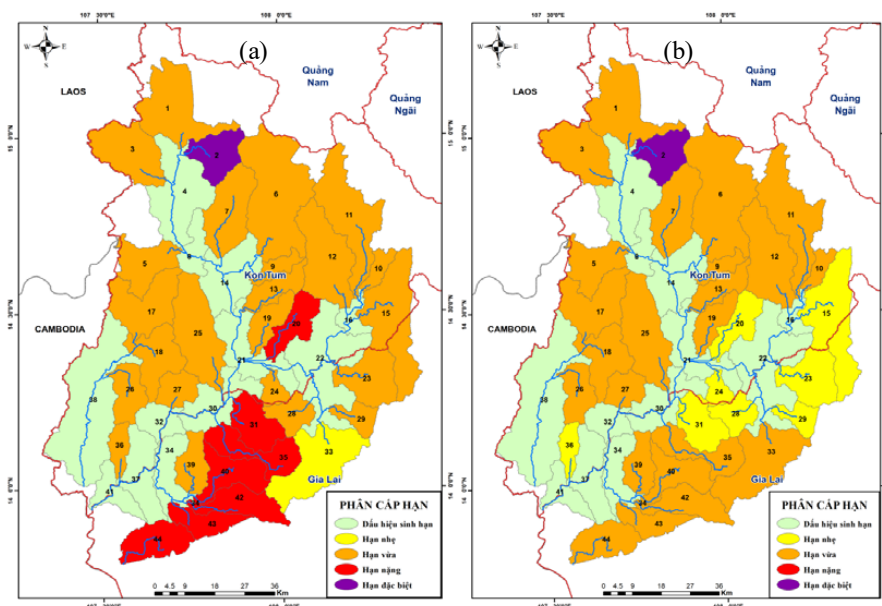
tổng số 28 tiểu lưu vực, sự kiện hạn vừa xuất hiện trên tổng số 8 tiểu lưu vực. Các khu vực xuất hiện hạn vừa được ghi nhận trên tỉnh Gia Lai thuộc lưu vực sông Sê San. Từ kết quả tính toán hệ số K hạn, bản đồ phân cấp hạn trên lưu vực Sê San xây dựng dưới sự hỗ trợ của hệ thống thông tin địa lý (GIS) như hình dưới đây.



Hình 9. Bản đồ phân cấp hạn theo kịch bản RCP 4.5 giai đoạn: (a) 2058-2059; (b) 2085-2086

Đối với kịch bản RCP 8.5, các sự kiện hạn được ghi nhận vào các tháng mùa khô trong giai đoạn 2062 - 2063 và 2085 - 2086. Đối với giai đoạn 2062 - 2063, chủ yếu xuất hiện sự kiện hạn vừa và hạn nặng với sự kiện hạn nhẹ xuất hiện trên tổng số 23 tiểu lưu vực, sự kiện hạn nặng xuất hiện trên tổng số 7 tiểu lưu vực. Đối với giai đoạn 2085 - 2086, sự kiện hạn nhẹ xuất hiện trên

tổng số 9 tiểu lưu vực, sự kiện hạn vừa xuất hiện trên tổng số 24 tiểu lưu vực. Các khu vực xuất hiện hạn vừa và nặng được ghi nhận trên tỉnh Gia Lai thuộc lưu vực sông Sê San. Từ kết quả tính toán hệ số K hạn, bản đồ phân cấp hạn trên lưu vực Sê San xây dựng dưới sự hỗ trợ của hệ thống thông tin địa lý (GIS) như hình dưới đây:



Hình 10. Bản đồ phân cấp hạn theo kịch bản RCP 8.5 giai đoạn: (a) 2062-2063; (b) 2085-2086

4. Kết luận và kiến nghị

Trong nghiên cứu này, số liệu khí tượng từ mô hình toàn cầu MIROC5 đã được sử dụng để đánh giá hạn hạn cho lưu vực sông Sê San dưới tác động của biến đổi khí hậu. Chỉ số hạn khí tượng SPI, chỉ số hạn thủy văn K hạn được sử dụng để đưa ra được bức tranh về dự báo hạn xảy ra trong một số giai đoạn trong tương lai với hai kịch bản phát thải thấp RCP 4.5 và kịch bản phát thải cao RCP 8.5. Đối với hạn khí tượng, chỉ số SPI ghi nhận trong giai đoạn từ 2080 đến 2099 với tổng số sự kiện hạn được ghi nhận khoảng 41 sự kiện hạn được đánh giá trên số liệu mưa từ các trạm khí tượng (trong đó có khoảng 35% hạn vừa, 47% hạn nặng và 18% hạn nghiêm trọng cho kịch bản RCP 8.5), giai đoạn từ 2045- 2065 được ghi nhận với số sự kiện hạn xảy ra ít hơn hai giai đoạn còn lại tuy nhiên lại giai đoạn có khoảng thời gian từ 2062 - 2063 xảy ra hạn nghiêm trọng nhất trong chuỗi từ 2016 - 2099.

Mô hình SWAT được sử dụng để mô phỏng quá trình dòng chảy trong quá khứ với chuỗi thời gian 30 năm từ 1980 đến 2016 cho kết quả hiệu chỉnh và kiểm định tương đối tốt nên kết quả mô hình đưa ra để mô phỏng dòng chảy trong tương lai từ 2016-2099 có tính hợp lý trong nghiên cứu. Dựa vào số liệu dòng chảy được mô phỏng trong tương lai và chỉ số hạn thủy văn K hạn, nghiên cứu đã đưa ra được bản đồ phân vùng hạn hạn cho 44 tiểu lưu vực trên sông Sê San, giúp đưa ra cái nhìn tổng quan về mức độ hạn thủy văn trên lưu vực trong tương lai dưới tác động của biến đổi khí hậu, nhận thấy các tiểu lưu vực thuộc khu vực tỉnh Gia Lai sẽ chịu ảnh hưởng nặng nhất về hạn thủy văn. Kết quả hi vọng sẽ là tài liệu tham khảo có tính ứng dụng cao cho quy hoạch hoặc sử dụng tài nguyên nước trong tương lai cho lưu vực sông.

Lời cảm ơn: Các nội dung nghiên cứu trên nằm trong khuôn khổ của đề tài “Nghiên cứu cơ sở khoa học và thực tiễn phục vụ cảnh báo cấp độ rủi ro thiên tai do hạn hán cho các địa phương thuộc khu vực Tây Nguyên trong điều kiện biến đổi khí hậu”, mã số: TNMT.2017.05.21.

Tài liệu tham khảo

1. <https://aims.apcc21.org/>
2. Cannon, A.J., Sobie, S.R., Murdock, T.Q., (2015), *Bias Correction of GCM Precipitation by Quantile Mapping: How Well Do Methods Preserve Changes in Quantiles and Extremes*. Journal of Climate, 28 (17), 150722131126009. DOI: 10.1175/JCLI-D-14-00754.1.
3. Hwang, S., Graham, W.D., (2013), *Development and comparative evaluation of a stochastic analog method to downscale daily GCM precipitation*. Hydrology and Earth System Sciences, 17, 4481-4502. Doi:10.5194/hess-17-4481-2013.
4. Nguyễn Quang Kim (2005), *Nghiên cứu dự báo hạn hán vùng Nam Trung Bộ và Tây Nguyên và xây dựng các giải pháp phòng chống*.
5. McKee, T.B., Doesken, N.J., Kleist, J., (1993), *The relationship of drought frequency and duration to time scales*. Proceedings of the 8th Conference of Applied Climatology, 17-22 January 1993.
6. Arnold, J.G. et al. *Large Area Hydrologic Modelling and Assessment Part I: Model Development*. Journal of American Water Resources Association, 34 (1), 73-89.
7. Nguyễn Thị Ngọc Quyên, Nguyễn Duy Liêm, Nguyễn Đại Ngưỡng, Nguyễn Thoan, Bùi Tá Long, Nguyễn Kim Lợi (2017), *Phân vùng hạn hán dựa trên chỉ số hạn và mô phỏng chế độ thủy văn trên lưu vực Srepok vùng Tây Nguyên*. Tạp chí Khoa học ĐHQGHN: Các Khoa học Trái đất và Môi trường, 33 (1), 65-81.

EVALUATION ON THE IMPACT OF CLIMATE CHANGE ON DROUGHT IN SE SAN RIVER BASIN

Vu Duc Long¹, Nguyen Ngoc Hoa¹

¹National center of hydro-meteorological forecasting

Abstract: *The paper presents the impact of climate change on meteorological and hydrological drought during the dry season in the Se San river basin through drought indices and hydrological model. This study used two climate change scenarios RCP 4.5 and RCP 8.5 from Global Climate Models of Coupled Model Intercomparison Project 5 (CMIP5) and the data of two scenarios are applied statistical downscaling methods for Se San river basin. Standardized Precipitation Index (SPI) is used to calculate meteorological drought. The potential evaporation, precipitation and flow extracted from the SWAT model were used as inputs for calculating the hydrological drought. The evaluation results in the future show that meteorological drought occurs most often in the period from 2080 to 2099 with 41 dry events were recorded (about 35% moderately dry, 47% severely dry and 18% extremely dry for RCP 8.5 scenario), this study also gave drought-level zoning maps for the years when occurred extremely dry. This result indicated that all sub-basin of Gia Lai province will be the most vulnerable by hydrological drought.*

Keywords: *Climate change, Drought indices, SWAT model, Se San River basin.*

SO SÁNH PHÂN BỐ LÝ THUYẾT RAYLEIGH THEO SÓNG QUAN TRẮC TẠI VÙNG BIỂN VỊNH NGHI SƠN, TỈNH THANH HÓA

Hoàng Trường¹

Tóm tắt: Bài báo bước đầu phân tích một số hàm thống kê độ cao sóng đang được sử dụng trong các quy trình tính toán, dựa trên ý tưởng của chương trình “Quản lý và kỹ thuật công trình biển và ven bờ (COMEM)” do 5 trường đại học của Châu Âu thực hiện năm 2010. Với 2 chuỗi số liệu quan trắc, đo đạc sóng tại vịnh Nghi Sơn, tỉnh Thanh Hóa năm 2017 và 2018, nhận thấy có sự khác biệt nhỏ trong phân bố Rayleigh của độ cao và chu kỳ sóng.

Từ khóa: Độ cao sóng, phân bố Rayleigh, vịnh, Nghi Sơn.

Ban Biên tập nhận bài: 26/11/2019 Ngày phản biện xong: 28/12/2019 Ngày đăng bài: 25/02/2020

1. Mở đầu

Mọi hoạt động trên biển đều liên quan đến điều kiện thủy động lực biển, trong đó sóng gió mang tính quyết định. Vì vậy, hiểu rõ trạng thái mặt biển là yêu cầu bắt buộc đối với hoạt động này. Ngoài việc quan trắc, đo đạc sóng bằng các thiết bị chuyên dụng, đòi hỏi sự hỗ trợ của các mô hình toán và các mô hình thống kê. Mô hình toán cho phép tái hiện bức tranh sóng trong một khu vực cụ thể phù hợp với những điều kiện biên nhất định; trong khi đó mô hình thống kê, thông qua các hàm phân bố xác suất, cho thấy quy luật xuất hiện của các yếu tố sóng tại từng vị trí mà nghiên cứu quan tâm.

Các đặc trưng thống kê sóng gió có ý nghĩa đặc biệt đối với việc thiết kế các công trình biển, nhất là về mặt quy mô và tuổi thọ công trình. Căn cứ vào chỉ dẫn tính toán sóng của Tổ chức Khí tượng Thế giới (WMO) [5], các tổ chức và quốc gia xây dựng quy phạm cho mình [1]. Mặc dù các quy phạm mang tính chuẩn mực cao, tuy nhiên theo thông lệ, các chỉ dẫn hay quy phạm thường được tái thẩm định nhằm nâng cao độ chính xác của tính toán và tăng cường năng lực của công trình. Các sửa đổi bổ sung nếu có, đều xuất phát từ các công trình nghiên cứu hoặc quan trắc trên thế giới, cũng như các kiến nghị khác. Trong chương trình “Quản lý và kỹ thuật

công trình biển và ven bờ (COMEM)” [4] do 5 trường đại học của Na Uy, Hà Lan, Anh và Tây Ban Nha thực hiện năm 2010, người ta đã quan trắc sóng tại 4 vị trí khác nhau: (1) vùng bờ Thái Bình Dương của Costa Rica; (2) vùng bờ Đại Tây Dương của Costa Rica; (3) vùng Địa Trung Hải của Tây Ban Nha; và (4) vùng biển Mexico trong cơn bão Wilma với thời gian từ 7 ngày đến 1 tháng tùy theo vị trí, nhằm tính toán lại các đặc trưng sóng gió và sóng lừng, đối chiếu với các quan hệ lý thuyết đang sử dụng. Kết quả cho thấy một số khác biệt so với phân bố Rayleigh (Bảng 1).

Mục tiêu của Bài báo nhằm kiểm chứng số liệu đo đạc, quan trắc sóng tại hiện trường với hàm phân bố Rayleigh, từ đó có cơ sở hiệu chỉnh một số quan hệ về độ cao sóng mang tính đặc thù của khu vực nghiên cứu.

Trong các năm 2017 và 2018, Viện Nghiên cứu biển và hải đảo, Tổng cục Biển và Hải đảo Việt Nam đã tổ chức 2 đợt đo đạc sóng tại khu vực biển Vịnh Nghi Sơn, huyện Tĩnh Gia, tỉnh Thanh Hóa phục vụ cho nhiệm vụ của Viện. Nhận thấy nguồn số liệu đo đạc, quan trắc đáng tin cậy, nghiên cứu sử dụng phương pháp thống kê để đối chiếu với phân bố Rayleigh đã thực hiện, nhằm góp một phần trong nghiên cứu sóng.

¹Viện Nghiên cứu biển và hải đảo

Email: Htruong.visi@gmail.com

Bảng 1. Tỷ số độ cao sóng quan trắc ven bờ Thái Bình Dương của Costa Rica

Thông Tin	$H_{max}/H_{1/3}$	$H_{1/10}/H_{1/3}$	$H_{1/3}/H_{mean}$	$H_{1/3}/H_{rms}$	$T_{max}/T_{1/3}$	$T_{1/10}/T_{1/3}$	$T_{1/3}/T_{mean}$
Giá trị	1,546	1,199	1,545	1,385	1,506	0,964	1,133
Độ lệch chuẩn	0,169	0,059	0,056	0,029	0,179	0,056	0,055

2. Phương pháp nghiên cứu

2.1. Phương pháp thu thập, tổng hợp thông tin tài liệu, số liệu

Đây là phương pháp xử lý, tổng hợp các thông tin số liệu quan trắc, đo đạc về chiều cao, chu kỳ và hướng sóng do Viện Nghiên cứu biển và hải đảo thực hiện năm 2017 và 2018 có độ tin cậy và chính xác cao.

2.2. Phương pháp thống kê

Trên cơ sở nguồn thông tin, số liệu quan trắc, đo đạc sóng được thu thập, tổng hợp ở trên có độ chính xác và tin cậy cao, Bài báo sử dụng phương pháp thống kê để đối chiếu các kết quả quan trắc, đo đạc sóng với phân bố lý thuyết Rayleigh.

2.3. Phương pháp tổng hợp, phân tích, đánh giá

Kết quả so sánh giữa số liệu đo đạc, quan trắc sóng với phân bố lý thuyết Rayleigh được tổng hợp, phân tích đánh giá và đưa ra nhận xét về mối tương quan, phù hợp giữa các số liệu đo đạc, quan trắc sóng với phân bố lý thuyết Rayleigh tại vùng biển vịnh Nghi Sơn, tỉnh Thanh Hóa.

3. Kết quả và thảo luận

3.1. Các hàm thống kê đặc trưng sóng

Có 3 loại hàm phân bố được sử dụng để tính toán các yếu tố sóng [5]:

- Trong thời gian dài hàng năm, còn gọi là hàm chế độ;
- Trong thời gian tác động của bão;
- Trong trường hợp sóng ổn định.

Nghiên cứu thống kê sóng trong những năm gần đây cho thấy, tất cả các loại phân bố đều có thể quy về phân bố Weibull:

$$F(x) = \exp \left[-\alpha \left(\frac{x}{\bar{x}} \right)^\beta \right] \quad (1)$$

Trong đó \bar{x} là giá trị trung bình của yếu tố sóng bất kỳ; α , β là các tham số xác định trên cơ sở số liệu thực đo.

Giá trị lý thuyết các tham số trên cho những phân bố các yếu tố sóng khác nhau dẫn ra trong Bảng 2.

Bảng 2. Tham số của hàm phân bố Weibull

Yếu tố sóng	β	α
Độ cao sóng	2	0,785
Chu kỳ sóng	4	0,654
Bước sóng	2,3	0,757

3.1.1 Các hàm phân bố chế độ

Loại hàm này đóng vai trò lớn trong thiết kế các loại công trình khác nhau trên thềm lục địa hoặc bờ biển và cần có chuỗi đo đạc sóng nhiều năm. Các hàm phân bố chế độ của độ cao sóng được mô tả bằng quy luật lôga chuẩn:

$$F(\ln H) = \frac{1}{\sqrt{2\sigma^2(\ln H)}} \exp \left[\frac{[\ln H - M(\ln H)]^2}{2\sigma^2(\ln H)} \right] \quad (2)$$

Trong đó $F(\ln H)$ là mật độ lôgarit xác suất độ cao sóng; $M(\ln H)$ là kỳ vọng toán học độ cao sóng; $\sigma^2(\ln H)$ là độ lệch lôgarit.

Vì hàm này khá phức tạp, trong thực hành thường sử dụng phân bố Gumbel, GEV (*Generalized Extreme Value*), Frechet hoặc các phân bố khác.

3.1.2 Sóng trong bão

Theo Matusevsky, hàm phân bố độ cao sóng có dạng tích phân của hàm phân bố khi sóng ổn định với mật độ phân bố độ cao sóng trung bình trong cơn bão đã biết:

$$\Phi(H) = \int_0^{H_{max}} F(H, \bar{H}, h) f(\bar{H}) d\bar{H} \quad (3)$$

Trong đó H_{max} là độ cao sóng lớn nhất trong bão; h là độ sâu đáy biển.

Mục đích của bài báo là đánh giá phân bố Rayleigh, thích hợp đối với chuỗi sóng quan trắc, vì vậy mối quan tâm dẫn ra dưới đây.

3.1.3 Sóng ổn định

Vilensky và Glukhovsky trên cơ sở tổng hợp

một số lớn số liệu đo đặc sóng trong nước nông đưa ra hàm phân bố độ cao sóng có xét đến độ sâu biển:

$$F(H) = \exp \left[-\frac{\pi \left(\frac{H}{\bar{H}} \right)^{\frac{2}{1-H/h}}}{4 \left(1 + \frac{1}{2\pi} \left(\frac{H}{h} \right) \right)} \right] \quad (4)$$

Trong đó h là độ sâu đáy biển.

Hàm phân bố chu kỳ sóng trong nước sâu không phụ thuộc vào độ sâu đáy biển và có dạng:

$$F(T) = \exp \left[-\frac{\pi}{4.8} \left(\frac{T}{\bar{T}} \right)^4 \right] \quad (5)$$

Trong đó \bar{T} là chu kỳ sóng trung bình. Theo tài liệu nghiên cứu [2] áp dụng cho vùng biển sâu có dạng:

$$F(T) = \exp \left[-\frac{\pi}{4.8} \left(\frac{T}{\bar{T}} \right)^4 \right] \quad (6)$$

Trong đó \bar{H} là độ cao sóng trung bình. Quy luật phân bố này được gọi là Rayleigh, áp dụng cho sóng đều. Cùng với sự tăng độ sâu, tỷ số H/h giảm và tiến tới không, công thức (4) chuyển thành công thức (6).

Theo Longuet-Higgins, lấy $H_{rms} = \sqrt{\frac{1}{N} \sum H_i^2}$

làm tham số điển hình, vì độ cao sóng này thể hiện năng lượng trong trường sóng chính xác nhất, ta có:

$$F(H) = \frac{2H}{H_{rms}^2} e^{-(H/H_{rms})^2} \quad (7)$$

Xác suất mà độ cao sóng riêng biệt vượt quá một giá trị chỉ định H^* (xác suất vượt) cho bằng:

$$F(H > H_*) = \int_{H_*/H_{rms}}^{\infty} F(H) d(H/H_{rms}) = e^{-(H_*/H_{rms})^2} \quad (8)$$

Như vậy, $H_{1/3}$ (trung bình của 1/3 độ cao sóng lớn nhất), bằng độ cao sóng vượt quá 13,5% sóng. Áp dụng phân bố Rayleigh, có thể liên hệ những tham số sóng tiêu biểu $H_{1/100}$ (trung bình của 1/100 độ cao sóng lớn nhất), $H_{1/10}$ (trung bình của 1/10 độ cao sóng lớn nhất), $H_{1/3}=H_s$ (độ cao sóng có nghĩa) với H_{rms} cho ta những mối quan hệ ngoài vùng sóng đò [3]:

$$H_{1/100}=2,4 H_{rms} \quad (9)$$

$$H_{1/10}=1,8 H_{rms} \quad (10)$$

$$H_{1/3}=\sqrt{2} H_{rms}=1,41 H_{rms} \quad (11)$$

$$\bar{H} = \frac{1}{2} \sqrt{\pi} H_{rms} = 0.89 H_{rms} \quad (12)$$

Theo tài liệu nghiên cứu [2] cho thấy:

$$H_{1/10}=1,6 H_{rms} \quad (13)$$

$$H_{1/3}=1,3 H_{rms} \quad (14)$$

$$H_{1/10}=1,2 H_{1/3} \quad (15)$$

$$\text{và } T_{1/10}=T_{1/3} \quad (16)$$

Trong một bản ghi, sóng có độ cao nhỏ thường có chu kỳ ngắn. Trong khi đó, sóng có độ cao lớn hơn độ cao trung bình không tương quan rõ ràng với chu kỳ sóng mà thường thể hiện bằng một sơ đồ “phân tán” (*scatter diagram*), cho thấy độ cao sóng trong một nhóm nhất định có chu kỳ trong phạm vi nào đó. Với sóng nước nông có thể lấy: $T_z = 11 \left(\frac{H_s}{g} \right)^{1/2}$. Tuy nhiên, phân tích bản ghi sóng trong biển Bắc cho thấy $T=4H^{0,4}$, Địa Trung Hải: $T=4+2H_s^{0,7}$. Mô hình sóng *Sverdrup-Munk-Bretschneider* cho $T=5H^{0,4}$.

Nhưng chu kỳ của sóng gió riêng lẻ cho thấy nằm trong phạm vi từ 0,5 đến 2 lần chu kỳ sóng trung bình ($0,5\bar{T} < T_i < 2\bar{T}$). Theo [2] thấy rằng:

$$T_{max} = (0,6-1,3)T_{1/3} \quad (17)$$

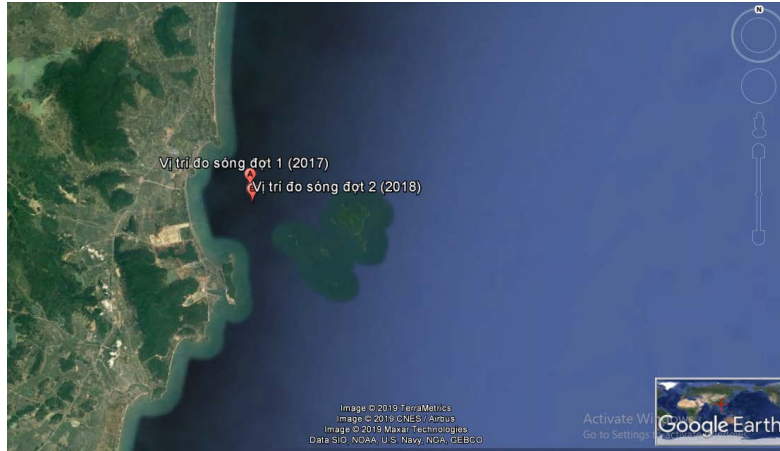
$$T_{1/10} = (0,6-1,3)T_{1/3} \quad (18)$$

$$\bar{T} = (0,7-1,1)T_{1/3} \quad (19)$$

3.2. Kiểm định với số liệu sóng đo đặc tại Vịnh Nghi Sơn, tỉnh Thanh Hóa

Đợt 1 đo đặc sóng tại vịnh Nghi Sơn, huyện Tĩnh Gia, tỉnh Thanh Hóa được thực hiện 10 ngày từ ngày 16/10/2017 đến 26/10/2017 vị trí thả máy tại tọa độ 105.838219°; 19.393285°, là nơi biển hở, độ sâu thả máy 8,5m, thời gian này trên Biển Đông gió mùa Đông Bắc đang thịnh hành. Đợt 2 tiến hành từ ngày 13/6/2018 đến 23/6/2018, vị trí thả máy có tọa độ: 105.840431°; 19.381723°, là nơi biển hở, độ sâu thả máy 10m, thời gian này trên Biển Đông gió mùa Tây Nam đang thịnh hành (Vị trí đo sóng, đợt 1, đợt 2 xem trên Hình 1).

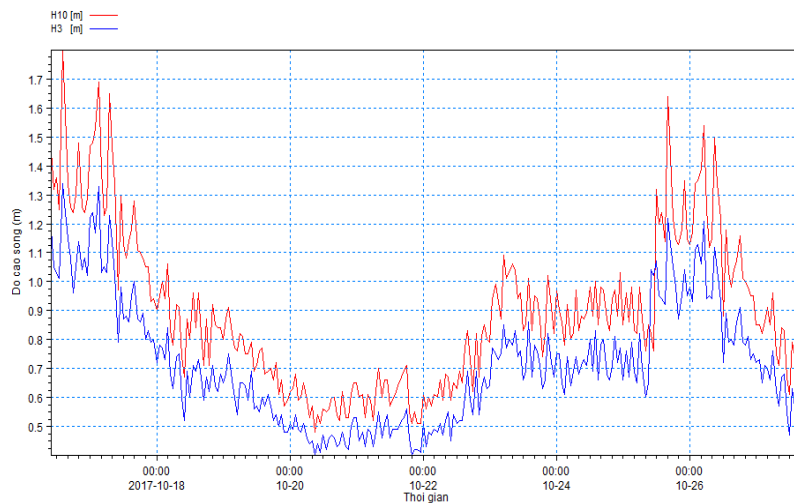
Theo tài liệu nghiên cứu [2] áp dụng cho vùng biển sâu có dạng:



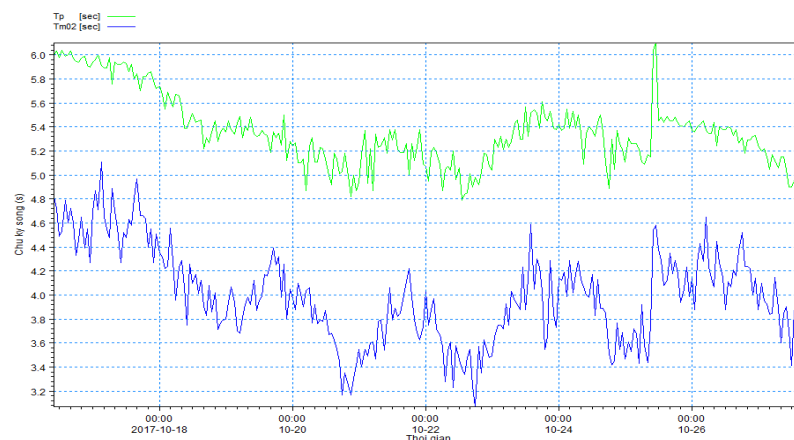
Hình 1. Vị trí thả máy đo sóng đợt 1 và đợt 2

Có thể xác định nước nông hay nước sâu, trong hay ngoài vùng sóng đổ. Với các điều kiện trên, dự kiến sóng thuộc loại chuyển tiếp giữa nước nông và nước sâu ($0,05 < h/L < 0,5$, với L - bước sóng), nằm ngoài vùng sóng đổ; do đó trong nghiên cứu này sẽ sử dụng các công thức 9÷12 để tính toán sóng.

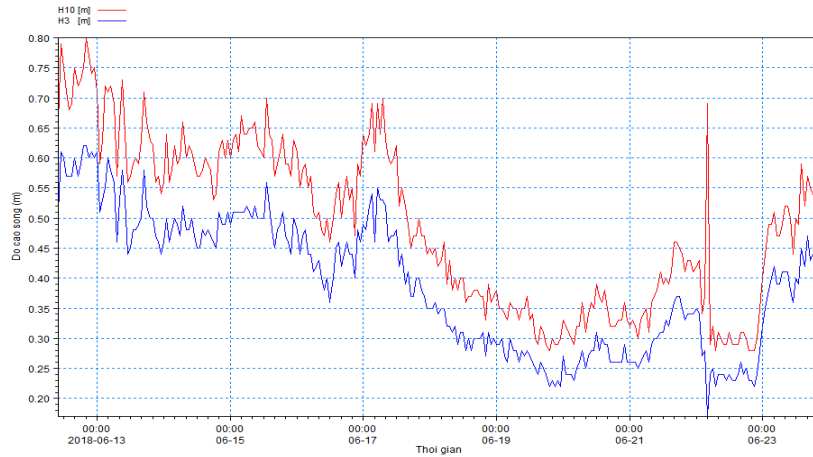
Dữ liệu đo đạc tại 02 đợt đảm bảo độ tin cậy. Các yếu tố đo đạc gồm: $H_{m0} = 1,05H_{1/3}$, $H_{1/10}$, H_{max} , T_p , T_{m02} (chu kỳ sóng tương đương lý thuyết với chu kỳ cắt không T_z), $DirT_p$ (hướng của T_p), $SprT_p$ (độ mở T_p), $MainDir$ (hướng chính).



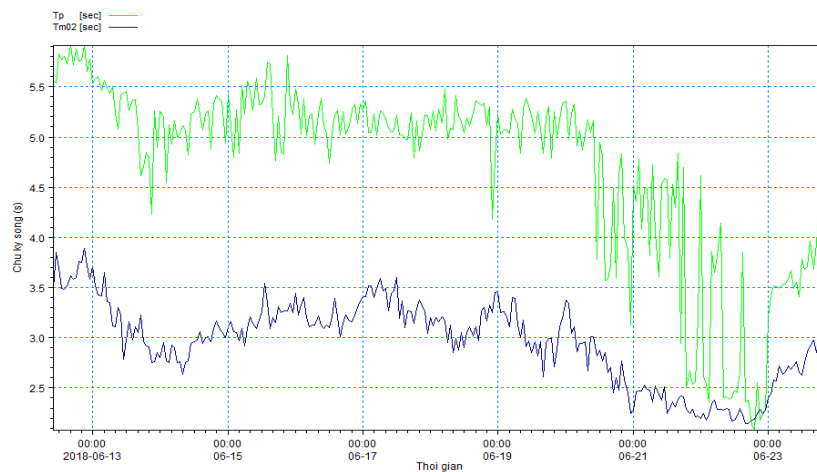
Hình 2. Độ cao sóng đo đạc tại trạm Nghi Sơn, Thanh Hóa đợt 1



Hình 3. Chu kỳ sóng đo đạc tại trạm Nghi Sơn, Thanh Hóa đợt 1



Hình 4. Độ cao sóng đo đặc tại trạm Nghi Sơn, Thanh Hóa đợt 2

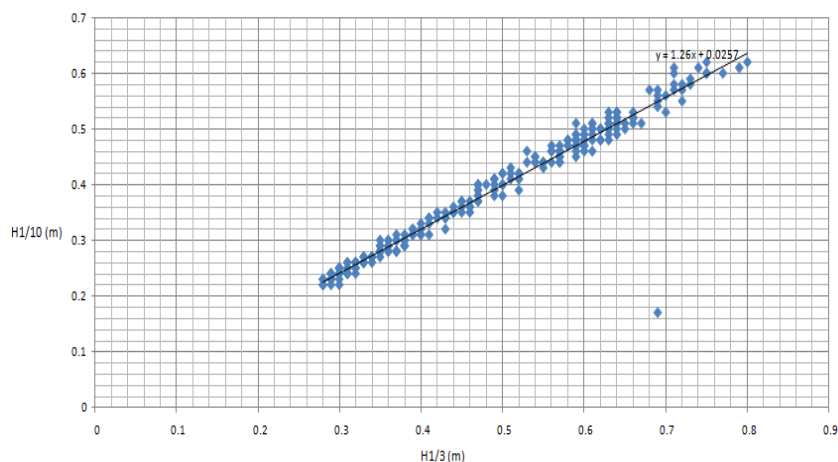


Hình 5. Chu kỳ sóng đo đặc tại trạm Nghi Sơn, Thanh Hóa đợt 2

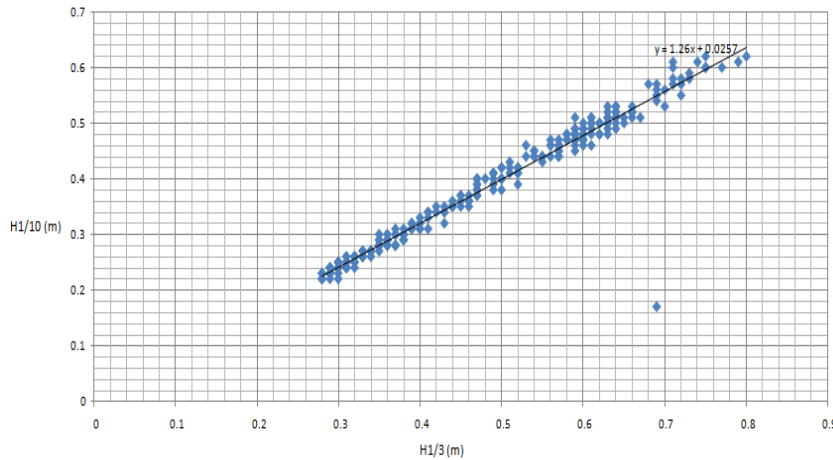
Độ cao sóng trung bình toàn chuỗi đo đợt 1 là 1,12m, đợt 2 là 0,62m, chu kỳ sóng trung bình khoảng 5,3s (đợt 1) và 4,7s (đợt 2), nằm trong khoảng xác định của công thức Địa Trung Hải $T=4+2H_s^{0.7}$ và Sverdrup-Munk-Bretschneider

$$T=5H^{0.4}$$

Trong Bài báo này chọn quan hệ độ cao sóng $H_{1/10}$ với $H_{1/3}$ của 02 đợt đo làm ví dụ. Trên cơ sở đó thiết lập được tương quan giữa $H_{1/10}$ và $H_{1/3}$ theo phương pháp bình phương nhỏ nhất:



Hình 6. Tương quan chiều cao sóng $H_{1/10}$ và $H_{1/3}$ đợt 1 tại vịnh Nghi Sơn



Hình 7. Tương quan chiều cao sóng $H_{1/10}$ và $H_{1/3}$ đợt 2 tại vịnh Nghi Sơn

Trong 02 quan hệ nêu trên, dạng phương trình $y=ax+b$ được sử dụng, tuy nhiên giá trị b khá nhỏ có thể bỏ qua. Đối chiếu với quan hệ này thấy rằng thực đo sóng gió ở Vịnh Nghi Sơn xấp xỉ

gần hơn với công thức lý thuyết của Rayleigh: $H_{1/10} = 1,28H_{1/3}$, so với công thức thực đo ở Costa Rica: $H_{1/10} = 1,199H_{1/3}$. Cuối cùng ta rút ra bảng sau:

Bảng 3. Các hàm quan hệ theo lý thuyết và thực nghiệm

Thông tin	Nghi Sơn (đợt 1)	Nghi Sơn (đợt 2)	Phân bố Rayleigh
Hàm quan hệ	$H_{1/10} = 1,25H_{1/3}$	$H_{1/10} = 1,26H_{1/3}$	$H_{1/10} = 1,28H_{1/3}$
Độ cao sóng trung bình	1,12m	0,62m	Không hạn chế
Chu kỳ sóng trung bình	5,3s	4,7s	Không hạn chế

Từ kết quả nêu trên có thể thấy với độ cao sóng trung bình 1,12m tại Thanh Hóa, quan hệ đang xét thiên nhỏ, còn với độ cao sóng trung bình 0,62m, quan hệ này thiên lớn và có xu hướng gần với giá trị độ cao sóng theo phân bố lý thuyết Rayleigh. Tuy vậy, vẫn thấy phân bố Rayleigh khá phù hợp với các số liệu đo đạc đã có và có thể sử dụng phân bố này khi thiếu số liệu hoặc chỉ có một giá trị đặc trưng như H_s .

4. Kết luận

Hàm phân bố lý thuyết Rayleigh khá phù hợp với các kết quả đo đạc, quan trắc sóng trong thực tế và rất hữu ích trong thiết kế công trình biển khi thiếu số liệu. Phân bố này được kiểm chứng

rất tốt với các sóng đều thực nghiệm trong máng sóng và được kiến nghị sử dụng trong điều kiện tự nhiên sau khi đã so sánh với số liệu đo đạc, quan trắc hiện trường. Số liệu đo đạc, quan trắc sóng tại vịnh Nghi Sơn, tỉnh Thanh Hóa cho thấy sự khác biệt nhỏ, do vậy các quan trắc là cần thiết để hiệu chỉnh một số quan hệ về độ cao và chu kỳ sóng, mang tính đặc thù khu vực.

Các phân bố trên chỉ thực hiện tại một khu vực ven biển thuộc tỉnh Thanh Hóa và mới xem xét đến quan hệ độ cao sóng $H_{1/10}/H_{1/3}$, cần xem xét thêm tại nhiều khu vực biển khác và xem xét đến nhiều quan hệ giữa các độ cao sóng khác, kết hợp với phân tích phổ sóng.

Tài liệu tham khảo

1. Bộ Nông nghiệp và Phát triển nông thôn (2002), *Hướng dẫn thiết kế đê biển*, Tiêu chuẩn ngành 14TCN 130:2002.
2. Nguyễn Mạnh Hùng, Nguyễn Thọ Sáo (2005), *Mô hình tính sóng vùng ven bờ*, NXB Đại Học Khoa Học Tự Nhiên - Đại Học Quốc Gia Hà Nội, 123 trang.
3. Leo, C. van R. (1989), *Các nguyên lý của dòng chảy chất lỏng trong sông, cửa sông, biển và đại dương*, Biên dịch: Nguyễn Thọ Sáo, 2004, Hà Nội.
4. Mauricio Alberto Wesson Vizacaino (2011), *Analysis of spectral, Wave Grouping and Long Wave Phenomena of Real Measured Wind Waves in Coastal Waters*. Coastal and Marine Engineering and Management CoMEM.
5. World Meteorological Organization (1998), *Guide to Wave Analysis and Forecasting*. WMO-No.702, Geneva, Switzerland.

THE COMPARISON OF RAYLEIGH WAVE HEIGHTS DISTRIBUTION WITH OBSERVED WAVE DATA AT GULF OF NGHI SON

Hoang Trung¹

¹Vietnam Institute of Seas and Island

Abstract: *This paper describes the comparison of wave height distributions by Rayleigh function and observed data at gulf of Nghi Son, Thanh Hoa province, Vietnam in 2017 and 2018. In general, the Rayleigh distribution of wave heights could fit for observed data but it needs some corrections for specific regions.*

Keywords: *Wave heights, Rayleigh distribution, Gulf, Nghi Son.*

NGHIÊN CỨU ỨNG DỤNG MÔ HÌNH HÓA XÂY DỰNG PHẦN MỀM DỰ BÁO LŨ, XÂM NHẬP MẶN SÔNG CỬU LONG HIỂN THỊ KẾT QUẢ DỰ BÁO MẶN LÊN GOOGLE EARTH

Đoàn Văn Hải¹, Lê Thị Huệ¹, Đoàn Quang Trí^{2*}

Tóm tắt: Công tác dự báo, cảnh báo lũ, xâm nhập mặn sông Cửu Long đóng một vai trò hết sức quan trọng tại Trung tâm Dự báo khí tượng thủy văn (KTTV) quốc gia. Nghiên cứu đã ứng dụng mô hình hóa (MIKE 11-MIKE11- GIS-Google Earth) tính toán dòng chảy lũ hạ lưu và hiển thị kết quả dự báo mặn cho đồng bằng sông Cửu Long trên nền Google Earth. Kết quả mô phỏng và thử nghiệm chỉ ra rằng công cụ phần mềm có khả năng dự báo tương đối tốt về mặt xu thế, đường thực đo và tính toán. Kết quả phân bố nê mặn trong sông tương đối phù hợp với kết quả thực đo tại các trạm. Kết quả dự báo mực nước lớn nhất và thực đo dao động từ 7-14 cm. Mức đảm bảo tại các trạm Tân Châu và Châu Đốc khá cao hầu hết là đạt trên 75-78%. Bộ công cụ dự báo được xây dựng trên nền cơ sở ngôn ngữ lập trình hiện đại, có tính mở, có khả năng tích hợp bổ sung và nâng cấp các modul khi cần thiết. Chất lượng thử nghiệm công cụ cho thấy, công cụ dự báo có thể đáp ứng được yêu cầu nghiệp vụ dự báo tại Trung tâm Dự báo khí tượng thủy văn quốc gia.

Từ khóa: MIKE 11, MIKE 11-GIS, Googel Earth.

Ban Biên tập nhận bài: 08/11/2019 Ngày phản biện xong: 27/12/2019 Ngày đăng bài: 25/02/2019

1. Đặt vấn đề

Dòng chảy sông Mê Công có ý nghĩa sống còn đối với sự phát triển của khu vực đồng bằng sông Cửu Long (ĐBSCL) nói riêng và Việt Nam nói chung. ĐBSCL chịu tác động mạnh mẽ từ nguồn nước sông Mê Công, trong đó lũ là yếu tố quan trọng nhất. Mỗi năm, khu vực này có từ 1,3-1,5 triệu hecta bị ngập lũ. Dưới tác động của dòng chảy và chế độ lũ, các hoạt động kinh tế - xã hội bị ảnh hưởng, đất nông nghiệp bị xâm nhập mặn và chua phèn, các hoạt động sản xuất nông nghiệp bị cản trở. Bên cạnh đó, lũ cũng có nhiều mặt tích cực đối với sự hình thành và phát triển của ĐBSCL. Sông Mê Công mang về cho đồng bằng nguồn phù sa màu mỡ và nguồn thủy sản tự nhiên giàu có. Mô hình hóa là một công cụ được khai thác và sử dụng hiệu quả trong công

tác dự báo, cảnh báo lũ, xâm nhập mặn trong những năm gần đây. Đã có rất nhiều công trình nghiên cứu xây dựng đưa ra những phương án, kết quả góp phần giảm nhẹ những hậu quả do lũ, thiên tai gây ra trong công tác dự báo, cảnh báo lũ, xâm nhập mặn trong sông và những khu vực cửa sông ven biển[1-9]. Hiện nay, bên cạnh công tác dự báo lũ, công tác dự báo, cảnh báo tình hình xâm nhập mặn sông Cửu Long đang được thực hiện tại Trung tâm Dự báo khí tượng thủy văn (KTTV) quốc gia và đạt được nhiều kết quả nhất định [10]. Công tác dự báo, cảnh báo sớm tình hình lũ, xâm nhập mặn cho khu vực đồng bằng sông Cửu Long ngày càng được chú trọng hơn trong những năm gần đây. Nghiên cứu đã ứng dụng kết hợp bộ mô hình MIKE 11-MIKE 11 GIS-Google Earth xây dựng thành phần mềm

¹Trung tâm Dự báo Khí tượng Thủy văn quốc gia

²Tạp chí Khí tượng Thủy văn

Email: doanquangtrikttv@gmail.com

khai thác dự báo lũ, xâm nhập mặn cho khu vực đồng bằng sông Cửu Long. Trong đó, dữ liệu mưa dự báo từ NOAA được sử dụng để tính toán dự báo lưu lượng làm đầu vào cho mô hình thủy lực MIKE 11 thông qua mô hình thủy văn URBS (Unified River Basin Simulator) [11-12]. Kết quả đường quá trình lũ thực đo và dự báo được hiển thị thông qua các module được thiết lập sẵn trong phần mềm. Kết quả dự báo mặn được hiển thị trên nền Google Earth cho kết quả trực quan, kịp thời và hỗ trợ cho công tác cảnh báo lũ, xâm nhập mặn cho khu vực Đồng bằng sông Cửu Long trên các bản tin dự báo, cảnh báo hạn mặn tại Trung tâm Dự báo KTTV quốc gia.

2. Phương pháp nghiên cứu và thu thập tài liệu

2.1 Giới thiệu khu vực nghiên cứu

Đồng bằng sông Cửu Long là bộ phận của châu thổ sông Mê Kông có diện tích 40,6 nghìn km². Đồng bằng sông Cửu Long có vị trí nằm liền kề vùng Đông Nam Bộ, phía Bắc giáp Campuchia, phía Tây Nam là Vịnh Thái Lan, phía

Đông Nam là Biển Đông. Các điểm cực của đồng bằng trên đất liền, điểm cực Tây ở phường Mỹ Đức, thành phố Hà Tiên, tỉnh Kiên Giang; cực Đông ở xã Thừa Đức, huyện Bình Đại, tỉnh Bến Tre; cực Bắc ở xã Hưng Điền A, huyện Vĩnh Hưng, tỉnh Long An; cực Nam ở xã Đất Mũi, huyện Ngọc Hiển, tỉnh Cà Mau. Ngoài ra, còn có các đảo xa bờ của Việt Nam như Đảo Phú Quốc, quần đảo Thổ Chu, Hòn Khoai (Hình 1). Về phía tây, Đồng bằng sông Cửu Long được giới hạn bởi sông Châu Đốc và kênh Vĩnh Tế một dòng kênh nhân tạo chảy dọc theo biên giới Việt Nam-Campuchia, nhận nước sông Hậu Giang qua sông Châu Đốc tại Thành phố Châu Đốc đổ nước ra Vịnh Thái Lan, giới hạn một vùng đất thấp ngập nước theo mùa gọi là tứ giác Long Xuyên. Ở khu vực giữa hai dòng sông Hậu và sông Tiền, Đồng bằng sông Cửu Long được giới hạn đầu nguồn bởi các dòng kênh nối ngang tại 2 huyện thị đầu nguồn Tân Châu và An Phú của tỉnh An Giang như kênh Vĩnh An.



Hình 1. Bản đồ vị trí khu vực nghiên cứu

2.2 Số liệu thu thập

- Nghiên cứu đã tiến hành thu thập số liệu mực nước trạm Tân Châu và Châu Đốc từ năm 2013-2019, số liệu triều trạm Vũng Tàu năm

2013-2019.

- Tính toán, xử lý số liệu lưu lượng ngày tại trạm Kratie thông qua đường quan hệ mực nước ~ lưu lượng (H~Q) đã được xây dựng tại trạm (từ

2013-2019).

- Thu thập số liệu mặt lớn nhất từ 32 trạm quan trắc đo mực nước đồng bằng sông Cửu Long từ 2014 -2019.

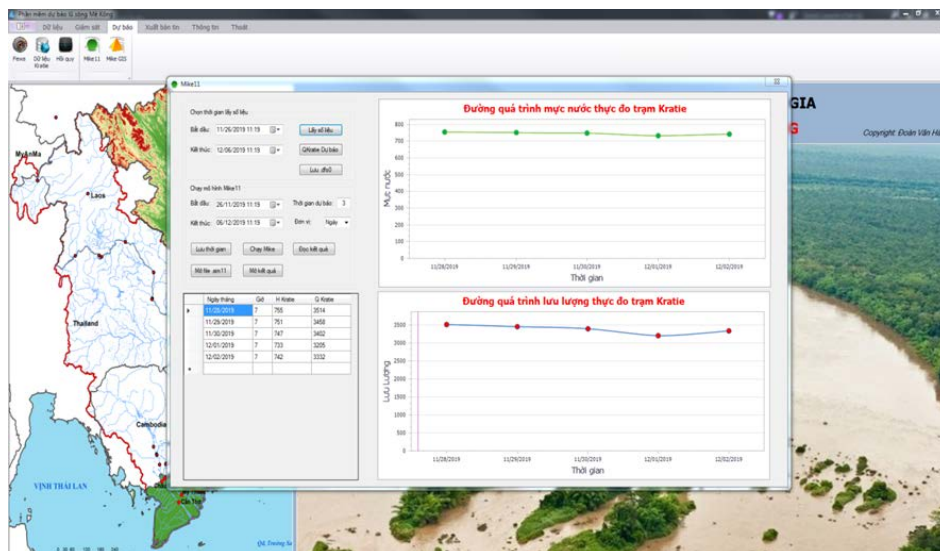
2.3 Giới thiệu mô hình MIKE 11 và MIKE11-GIS

MIKE 11 là một phần mềm kỹ thuật chuyên dụng mô phỏng lưu lượng, chất lượng nước và vận chuyển bùn cát ở cửa sông, sông, hệ thống tưới, kênh dẫn và các hệ thống dẫn nước khác. MIKE 11 là công cụ lập mô hình động lực một chiều, thân thiện với người sử dụng nhằm phân tích chi tiết, thiết kế, quản lý và vận hành cho sông và hệ thống kênh dẫn đơn giản và phức tạp.

Với môi trường đặc biệt thân thiện với người sử dụng, linh hoạt và tốc độ, MIKE 11 cung cấp một môi trường thiết kế hữu hiệu về kỹ thuật công trình, tài nguyên nước, quản lý chất lượng nước và các ứng dụng quy hoạch. Mô đun mô hình thủy động lực (HD) là một phần trung tâm của hệ thống lập mô hình MIKE 11 và hình thành cơ sở cho hầu hết các mô đun bao gồm: dự báo lũ, tải khuếch tán, chất lượng nước và các mô đun vận chuyển bùn cát. Mô đun MIKE 11 HD giải các phương trình tổng hợp theo phương đứng để đảm bảo tính liên tục và bảo toàn động lượng (phương trình Saint Venant).



Hình 2. Sơ đồ phần mềm điều khiển mô hình MIKE11 và MIKE11- GIS

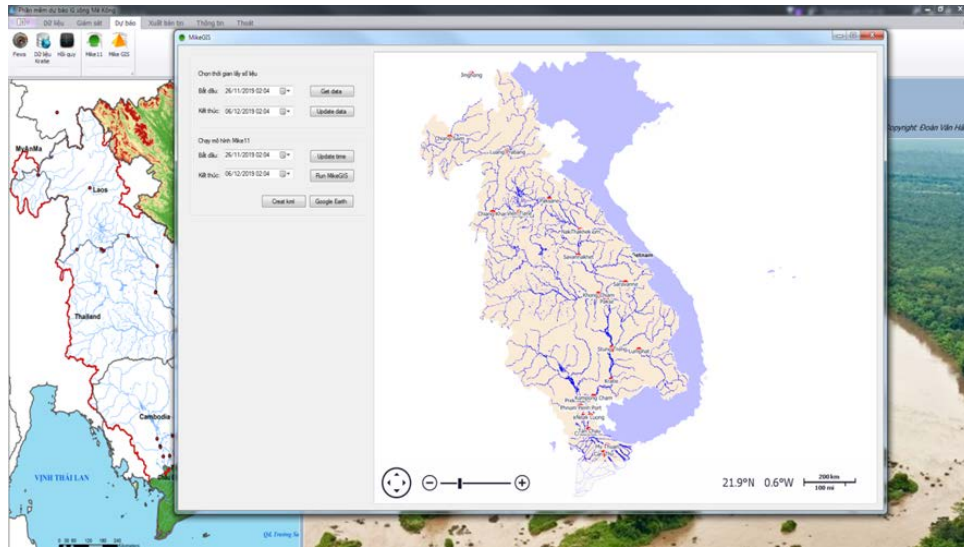


Hình 3. Giao diện điều khiển modul MIKE 11

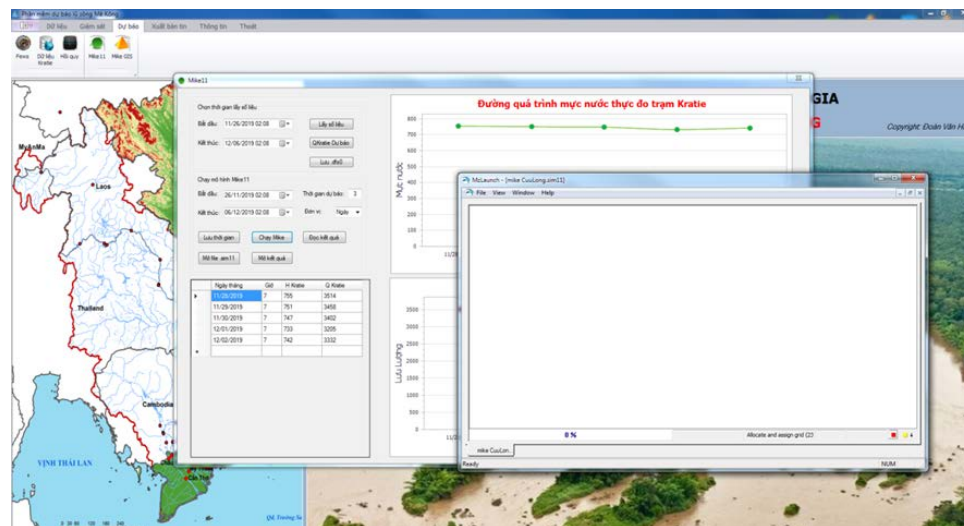
2.4 Xây dựng phần mềm phục vụ dự báo

Nghiên cứu xây dựng được phần mềm dự báo lũ, xâm nhập mặn sông Cửu Long sử dụng bộ mô hình MIKE 11 và MIKE 11-GIS xuất kết quả dự báo độ mặn lên Google Earth gồm: (1) Khối Dữ liệu; (2) Khối Giám sát; (3) Khối Dự báo; (4)

Khối Xuất bản tin; trong đó khối dự báo sẽ bao gồm 2 modul điều khiển và chạy mô hình MIKE 11 và MIKE 11-GIS (Hình 2). Giao diện điều khiển, modul chạy mô hình MIKE 11 và MIKE 11-GIS được thể hiện trên hình 3-hình 5.



Hình 4. Giao diện điều khiển modul MIKE 11-GIS



Hình 5. Giao diện chạy mô hình MIKE 11

3. Phân tích kết quả và đánh giá

3.1 Kết quả dự báo lũ

Kết quả dự báo được đánh giá bằng sai số được tính theo khoản 1 điều 11 thông tư 42/2017/TT-BTNMT ngày 23 tháng 10 năm 2017 của Bộ Tài nguyên và Môi trường “Quy

định kỹ thuật đánh giá chất lượng dự báo, cảnh báo thủy văn”. Theo đó sai số cho phép các trạm được tính theo công thức $S_{cf} = 0,674\sigma_1$. Kết quả tính sai số cho phép được làm tròn và thể hiện trong bảng 1.

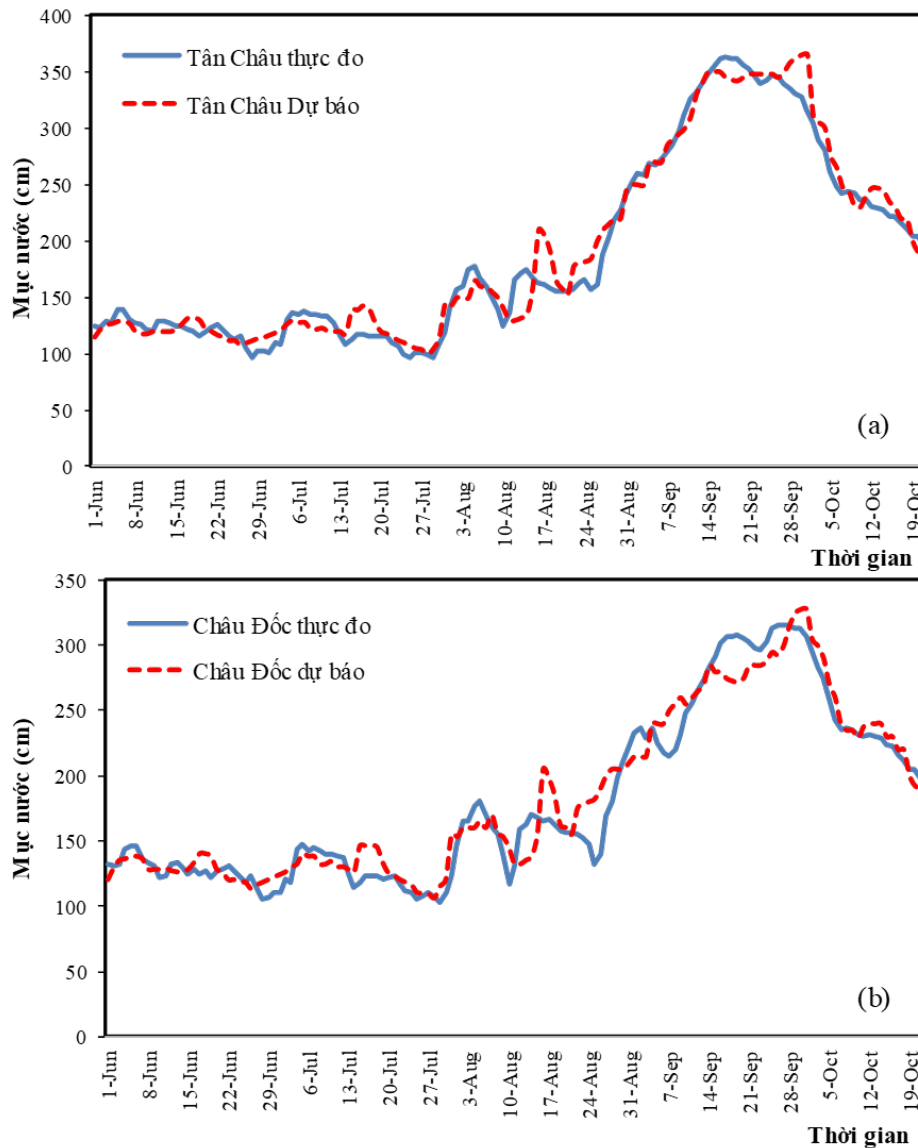
Bảng 1. Sai số cho phép các trạm hạ lưu sông Mê Kông

STT	Trạm	Sai số cho phép (cm)
1	Tân Châu	16
2	Châu Đốc	16

Kết quả dự báo cho thấy, sai số lớn nhất trong dự báo mực nước trạm Tân Châu là 50 cm; trạm Châu Đốc là 48 cm; trạm Mỹ Thuận là: 43 cm; trạm Cần Thơ là 52 cm. Với sai số cho phép như trên, kết quả dự báo thử nghiệm các trạm được thể hiện trong bảng 2.

Bảng 2. Chất lượng dự báo mực nước lớn nhất ngày trong mùa lũ năm 2019

STT	Trạm	Chất lượng dự báo đạt (%)
1	Tân Châu	78
2	Châu Đốc	75

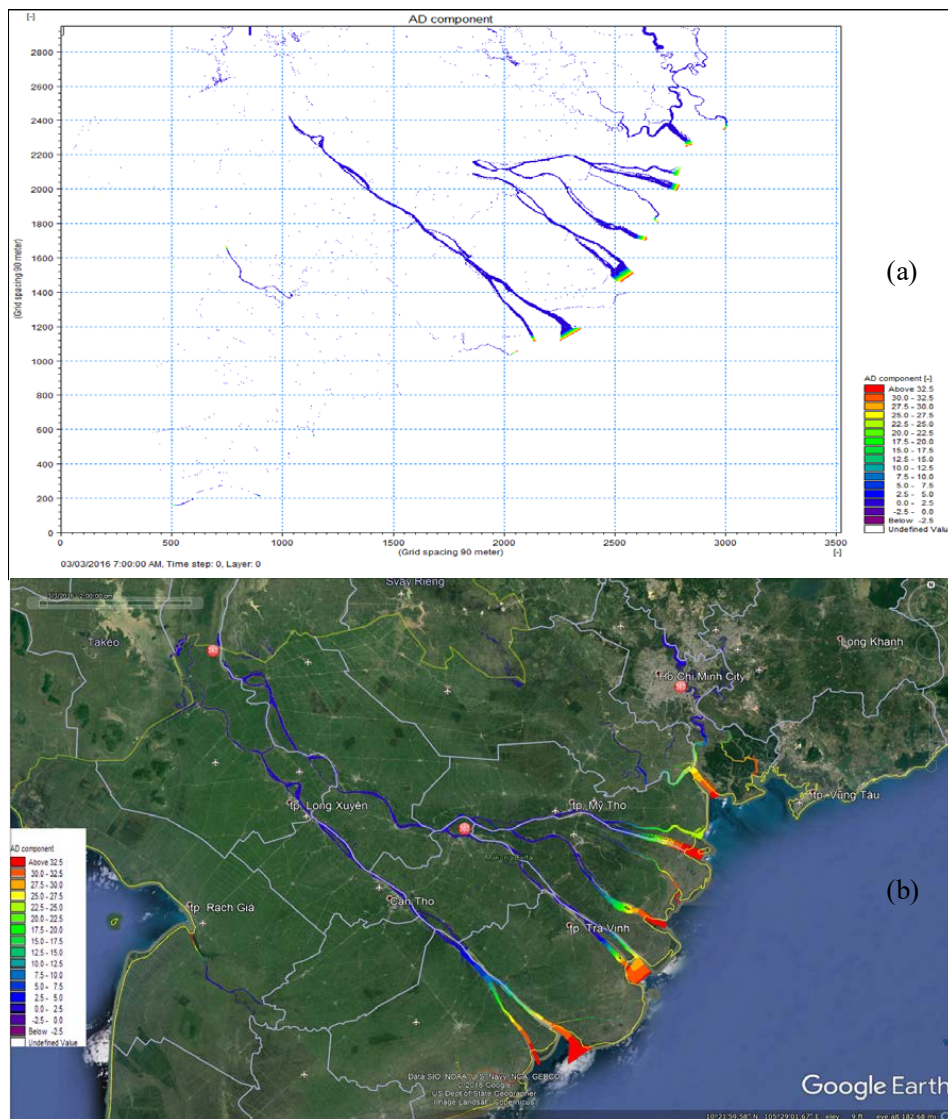


Hình 6. Quá trình mực nước thực đo, dự báo tại 02 trạm Tân Châu, Châu Đốc mùa lũ năm 2019

Công cụ dự báo mô phỏng được diễn biến xu thế mực nước lớn nhất ngày các trạm hạ lưu sông Mê Kông. Trong một vài con triều, do diễn biến triều dự báo không diễn biến phù hợp với triều thực đo, do đó, đường quá trình mực nước dự báo, thực đo các trạm xuất hiện một số điểm sai lệch lớn. Kết quả dự báo thử nghiệm cho kết quả đạt xấp xỉ 75-78%. Đường quá trình mực nước thực đo và dự báo tại 02 trạm: Tân Châu, Châu Đốc cho mùa lũ năm 2019 được thể hiện trên hình 6.

3.2 Kết quả dự báo mặn

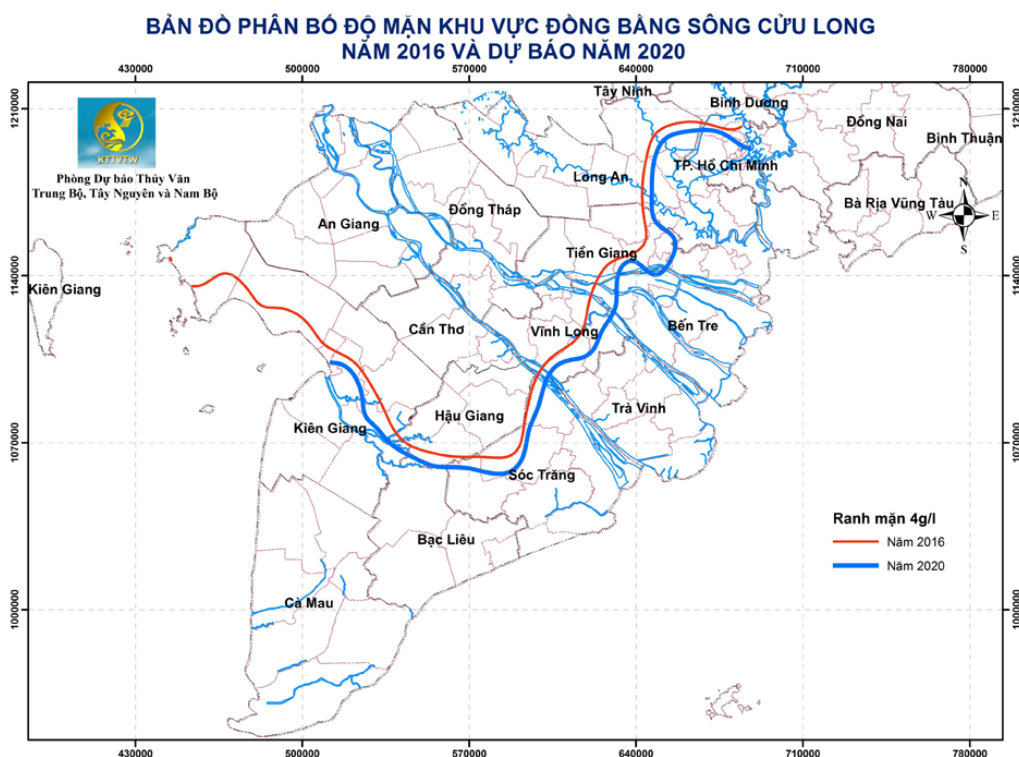
Đối với dự báo mặn, khi chạy thử nghiệm cho mùa khô năm 2016 (đây là mùa có xâm nhập mặn cao nhất). Kết quả chạy thử nghiệm cho thấy sự phân bố mặn trong sông tương đối khớp với số liệu đo mặn (Hình 7). Dự trên kết quả mô hình MIKE11-GIS mô phỏng lại quá trình xâm nhập mặn năm 2016, nghiên cứu đưa ra kết quả dự báo thử nghiệm cho mùa khô năm 2019-2020 (Hình 8) và bản đồ phân bố nê m mặn khu vực đồng bằng sông Cửu Long năm 2016 và dự báo năm 2020 (Hình 9).



Hình 7. (a) Kết quả phân bố nê m mặn trong sông từ mô hình MIKE 11 thời kỳ 10-3-2016; (b) Kết quả phân bố nê m mặn trong sông trên Google Earth

phần mềm Hydmet; Modul đọc kết quả dự báo thủy văn từ phần mềm FEWS để làm đầu vào cho mô hình MIKE11; Modul điều khiển mô hình MIKE11 và MIKE11- GIS. Bộ công cụ dự báo được xây dựng trên nền cơ sở ngôn ngữ lập trình hiện đại, có tính mở, có khả năng tích hợp bổ sung và nâng cấp các modul khi cần thiết. Với 7 năm số liệu mực nước 2013-2019, 6 năm số liệu mặn 2014-2019. Chất lượng dự báo mực

nước lớn nhất của 2 trạm Tân Châu và Châu Đốc thử nghiệm cho năm 2019 đạt từ 75-78%, đánh giá phân bố nê m mặn trong sông năm 2016 tương đối phù hợp với số liệu thực đo, phần mềm cho thấy có thể được áp dụng hàng ngày trong mùa lũ, và dự báo xâm nhập mặn trong mùa khô hỗ trợ các dự báo viên tác nghiệp tại Trung tâm Dự báo khí tượng thủy văn quốc gia.



Hình 9. Bản đồ phân bố nê m mặn khu vực đồng bằng sông Cửu Long năm 2016 và dự báo năm 2020

Lời cảm ơn: Bài báo hoàn thành trong khuôn khổ là kết quả nghiên cứu xây dựng phần mềm phục vụ tác nghiệp tại Trung tâm Dự báo Khí tượng Thủy văn quốc gia “Nghiên cứu xây dựng phần mềm dự báo lũ, xâm nhập mặn sông Cửu Long sử dụng bộ mô hình MIKE11 và MIKE11- GIS xuất kết quả dự báo độ mặn lên Google Earth”.

Tài liệu tham khảo

1. Doan Quang Tri, Nguyen Cao Don, Chen Yi Ching, Pawan Kumar Mishra (2014), *Modeling the Influence of River Flow and Salinity Intrusion Processing in the Mekong River Estuary, Vietnam*. Lowland Technology International, 16 (1), 14-25.
2. Đoàn Quang Trí, Lê Thị Huệ (2016), *Mô hình hóa dự báo dòng chảy lưu vực sông Mê Công, Việt Nam*. Hội nghị khoa học - Khí tượng thủy văn và hải dương học, Khoa khí tượng thủy văn phát triển và hội nhập, 1-9.
3. Nguyen Thi Mai Linh, Doan Quang Tri, Tran Hong Thai, Nguyen Cao Don (2018), *Applica-*

tion 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.

4. Nguyễn Thị Tuyết Nhung, Đoàn Quang Trí, Đoàn Văn Hải (2018), *Nghiên cứu ứng dụng bộ mô hình FEWS xây dựng công cụ dự báo lũ các trạm hạ lưu sông Mê Kông*. Tạp chí Khí tượng Thủy văn, 688, 24-35.

5. Tran Hong Thai, Doan Quang Tri (2019), *Combination of hydrologic and hydraulic modeling on flood and inundation warning: case study at Tra Khuc-Ve river basin in Vietnam*. *Vietnam Journal of Earth Sciences*, 41(3), 240-251. Doi: 10.15625/0866-7187/41/3/13866.

6. MRCS (2011), *Flood Management and Mitigation Programme (FMMP), Regional Flood Management and Mitigation Centre (RFMMC), URBS and FEWS and evaluation of pilot system development of URBS and FEWS for selected catchment for each national line agencies, Phnom Penh, Cambodia*, June, 2011, Regional Advance Training Course, OSP: MRCS.

7. Doan Quang Tri, Quach Thi Thanh Tuyet (2016), *Effect of Climate change on the Salinity Intrusion: Case Study Ca River Basin, Vietnam*. *Journal of Climate Change*, 2 (1), 91-101. Doi: 10.3233/JCC-160010.

8. Doan Quang Tri, Tran Hong Thai (2017), *Adaptation to Climate Change on the Saltwater Intrusion in Estuaries*. LAP LAMBERT Academic Publishing, OmniScriptum GmbH & Co. KG, BahnhofstraBe 28, 66111 Saarbrücken Germany, pp. 60.

9. Tran Hong Thai, Hoang Van Dai, Doan Quang Tri (2017), *Application Couple Model in Saltwater Intrusion Forecasting in Estuary*. LAP LAMBERT Academic Publishing, OmniScriptum GmbH & Co. KG, BahnhofstraBe 28, 66111 Saarbrücken Germany, pp. 124.

10. Đoàn Quang Trí (2016), *Ứng dụng mô hình MIKE 11 mô phỏng và tính toán xâm nhập mặn cho khu vực Nam Bộ*. Tạp chí Khí tượng Thủy văn, 671, 39-46.

11. Nguyễn Quốc Anh (2012), *Khai thác sử dụng số liệu mưa vệ tinh trong dự báo lũ lưu vực sông Mê Kông (từ Chiang Saen đến Stung Treng)*. Luận văn thạc sỹ khoa học.

12. URBS, *A rainfall runoff routing Model for Flood forecasting & design*, version 4.00 by D.G. Carroll.

THE APPLICATION OF NUMERICAL MODELLING TO ESTABLISH THE FORECASTING SOFTWARE FOR FLOOD AND SALINE INTRUSION AND DISPLAY THE RESULTS ON GOOGLE EARTH

Doan Van Hai¹, Le Thi Hue¹, Doan Quang Tri^{2*}

¹National Centre for Hydro Meteorological Forecasting

²Vietnam Journal of Hydrometeorology

Abstract: Flood and saltwater intrusion warning play an integral part at the National Center for Hydrometeorological Forecasting (NCHMF). The study has applied modeling (including MIKE 11-MIKE11-GIS-Google Earth) to simulate and estimate downstream flood and display the forecasting results of salinity for the Mekong Delta based on Google Earth platform. The simulation results show that the software is capable of predicting the incidence and displaying the real lines and calculations. The results of salinity distribution on the river are relatively compatible with the actual

results measured at the stations. The forecasting results of the projected and actual maximum water level range from 7-14 cm. The safety water levels at Tan Chau and Chau Doc stations are relatively high, most of them reaching 75-78%. The software is developed on modern programming language, which could be integrated and upgraded if necessary. The testing of the software shows that the forecasting modelling can support the forecasting requirements at NCHMF.

Keywords: MIKE11, MIKE11-GIS, Googel Earth.

ĐÁNH GIÁ ẢNH HƯỞNG CỦA XÂM NHẬP MẶN ĐẾN CÁC CÔNG TRÌNH LẤY NƯỚC TƯỚI VÀO THỜI KÌ KIẾT CỦA SÔNG NINH CƠ

Nguyễn Bách Tùng^{1*}, Đặng Đình Đức¹, Trần Vinh Quang¹, Nguyễn Đại Trung²

Tóm tắt: Các tỉnh ven biển của đồng bằng sông Hồng có nền nông nghiệp tương đối phát triển. Tuy nhiên, các tỉnh ven biển bị ảnh hưởng rất lớn bởi các hiện tượng thời tiết cực đoan như: bão, lũ lụt, hạn hán... Hạn hán (Xâm nhập mặn) là một trong những vấn đề ảnh hưởng và được quan tâm chính là nguồn nước cung cấp tưới. Do đó, việc đánh giá chất lượng nước tưới (độ mặn) được lấy tại các con sông là vấn đề cấp thiết. Trong hệ thống đồng bằng sông Hồng, sông Ninh Cơ là nhánh sông lớn có sức ảnh hưởng rất lớn đến hệ thống sông và đặc biệt ảnh hưởng đến tỉnh Nam Định. Nguồn nước tưới được lấy trên sông Ninh Cơ qua các cửa lấy nước theo định tính mà chưa có nghiên cứu nào đánh giá theo thời gian để có thể xác định được thời gian lấy nước tưới cho phù hợp. Chính vì vậy, nghiên cứu sử dụng mô hình MIKE 3 để tính toán và đánh giá khả năng lấy nước tưới của sông Ninh Cơ qua các cửa lấy nước theo thời gian trong mùa kiệt để đưa ra phương án lấy nước phù hợp cung cấp nước tưới nông nghiệp cho các huyện Nghĩa Hưng, Hải Hậu, Xuân Trường, Trực Ninh thuộc tỉnh Nam Định.

Từ khóa: Xâm nhập mặn, Nông nghiệp, Tưới tiêu, Ninh Cơ, MIKE 3.

Ban Biên tập nhận bài: 25/11/2019 Ngày phản biện xong: 07/01/2019 Ngày đăng bài: 25/02/2019

1. Đặt vấn đề

Xâm nhập mặn là quá trình nước biển lấn sâu vào trong đất liền qua các cửa sông ven biển. Đây cũng là một quá trình phức tạp liên quan đến thủy động lực học và vận chuyển chất trong sông. Sự tương tác giữa nước ngọt và nước biển diễn ra dưới sự tác động của lưu lượng dòng chảy trong sông, thủy triều, gió và các nhân tố khác ảnh hưởng đến sự pha loãng, xáo trộn của nước sông với nước biển.

Do tính chất quan trọng của hiện tượng xâm nhập mặn có liên quan đến hoạt động kinh tế - xã hội của nhiều quốc gia nên vấn đề tính toán và nghiên cứu đã được đặt ra từ lâu. Mục tiêu chủ yếu của công tác nghiên cứu là nắm được quy luật của các quá trình này để phục vụ hoạt động kinh tế - xã hội, quốc phòng vùng cửa sông như

ở các nước như Mỹ, Nga, Hà Lan, Nhật, Trung Quốc,... Sử dụng các phương pháp cơ bản được thực hiện bao gồm: thực nghiệm (dựa trên số liệu quan trắc) và mô phỏng quá trình bằng các mô hình toán. Việc mô phỏng quá trình dòng chảy trong sông ngòi bằng mô hình toán được bắt đầu từ khi Saint-Venant công bố hệ phương trình mô phỏng quá trình thủy động lực trong hệ thống kênh hở một chiều nổi tiếng mang tên ông. Chính nhờ sức mạnh của hệ phương trình Saint-Venant nên kỹ thuật tính sai phân và công cụ máy tính điện tử đáp ứng được thì mô phỏng dòng chảy trong sông ngòi là công cụ quan trọng để nghiên cứu. Mọi dự án phát triển tài nguyên nước trên thế giới hiện nay đều coi mô hình toán dòng chảy là nội dung tính toán không thể thiếu. Mô phỏng dòng chảy bằng các phương trình

¹Trung tâm Động lực học Thủy khí Môi trường, Trường Đại học Khoa học Tự nhiên Hà Nội

²Cao đẳng Công nghệ và Kinh tế Thủy lợi miền Trung

Email: bachtung_cefd@hus.edu.vn

thủy động lực đã tạo tiền đề giải toán lan truyền mặn khi kết hợp với phương trình khuếch tán. Sử dụng phương trình bảo toàn và phương trình động lực kết hợp với phương trình khuếch tán đã mô phỏng được quá trình lan truyền vật chất hòa theo dòng chảy như lan truyền mặn vùng cửa sông, các loại chất thải từ các nhà máy, khu công nghiệp,...

Trong vài năm gần đây, trên thế giới có một số nghiên cứu về tác động của Biến đổi khí hậu cũng đã được công bố sử dụng mô hình Mike 21 để tiến hành đánh giá tác động của Biến đổi khí hậu đến độ mặn trên sông Mê Kông. Conard và các cộng sự đã công bố các nghiên cứu sử dụng mô hình trí tuệ nhân tạo để dự báo biến động độ mặn do Biến đổi khí hậu gây ra trên vùng cửa sông Savannah. Nghiên cứu xâm nhập mặn ở Việt Nam được quan tâm từ những năm 60 khi bắt đầu tiến hành quan trắc độ mặn ở hai vùng đồng bằng sông Hồng và sông Cửu Long. Đối với đồng bằng sông Cửu Long do đặc điểm địa hình (không có đê bao) và mức độ ảnh hưởng có tính quyết định đến sản xuất nông nghiệp ở vụ lúa quan trọng toàn quốc nên việc nghiên cứu xâm nhập mặn ở đây được chú trọng nhiều hơn đặc biệt thời kỳ sau 7 năm 1976. Khởi đầu là các công trình nghiên cứu, tính toán của Ủy ban sông Mê Kông về xác định ranh giới xâm nhập mặn theo các phương pháp thống kê trong hệ thống kênh rạch thuộc 9 vùng cửa sông thuộc đồng bằng sông Cửu Long. Các kết quả tính toán từ chuỗi số liệu thực đo đã lập lên bản đồ đẳng trị mặn với hai chỉ tiêu cơ bản 1‰ và 4‰ cho toàn khu vực đồng bằng trong những tháng XII đến tháng IV.

Hiện tượng xâm nhập mặn trên các hệ thống sông diễn ra ngày càng phức tạp, ranh giới mặn thường biến đổi theo không gian và thời gian, các mô hình 1 chiều, 2 chiều chỉ đánh giá được xâm nhập mặn theo thời gian mà không đánh giá được ranh giới xâm nhập mặn theo tầng. Do vậy, mô hình 3 chiều có thể đánh giá được sự phân tầng của độ mặn theo không gian và thời gian. Từ đó, kết quả tính toán là đầu vào để đánh khả năng lấy nước từ sông vào trong đồng ruộng.

Nghiên cứu đã kế thừa kết quả tính toán mô hình MIKE 3 của đề tài cấp Quốc gia KC.08.05/16-20 [1] để đánh giá xâm nhập mặn sông Ninh Cơ theo không gian và thời gian. Tuy nhiên, trong nghiên cứu này sẽ đánh giá hiện trạng xâm nhập mặn của sông Ninh Cơ ảnh hưởng tới khả năng lấy nước trên sông, cũng là hướng nghiên cứu mới đối với khu vực nghiên cứu và cũng là bước đầu để nghiên cứu cho các lưu vực tiếp theo trong tương lai.

2. Phương pháp nghiên cứu và cơ sở dữ liệu

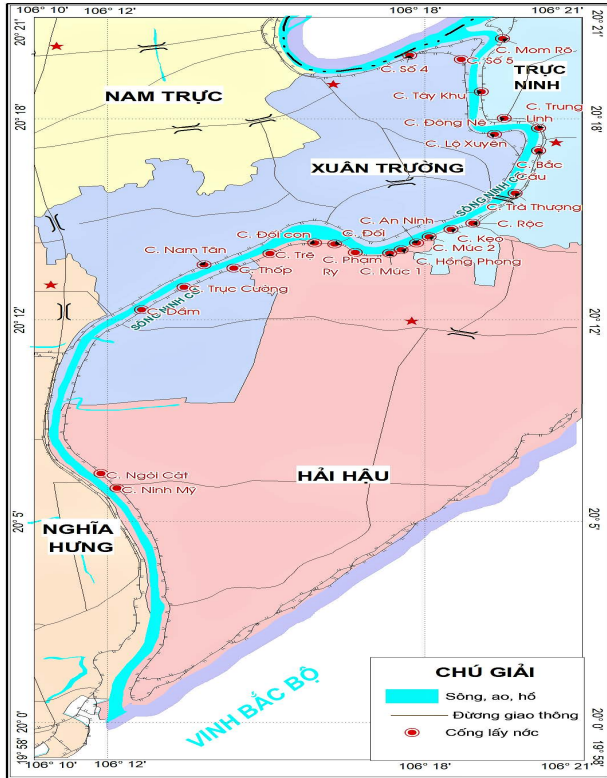
2.1 Giới thiệu khu vực nghiên cứu

Sông Ninh Cơ là một phân lưu của dòng chính sông Hồng đổ trực tiếp ra Vịnh Bắc Bộ qua cửa Lạch Giang (cửa Ninh Cơ). Sông Ninh Cơ đóng vai trò quan trọng trong vận tải đường thủy, thủy lợi cung cấp nước tưới cho nông nghiệp của tỉnh Nam Định. Sông Ninh Cơ có chức năng cung cấp nước tưới nông nghiệp cho các huyện Nghĩa Hưng, Hải Hậu, Trực Ninh, Xuân Trường. Tuy nhiên, những năm gần đây hiện trạng xâm nhập mặn trên sông Ninh Cơ đang diễn biến phức tạp gây ảnh hưởng rất lớn đến con người, nền kinh tế của tỉnh Nam Định.

Đối với sông Ninh Cơ, những năm qua mặc dù đã được quan tâm đầu tư, song do nhiều yếu tố tác động làm hệ thống công trình thủy lợi xuất hiện những vấn đề tồn tại, ảnh hưởng rất lớn tới các lĩnh vực phát triển sản xuất và sự tăng trưởng kinh tế xã hội của địa phương:

Hệ thống công trình thủy lợi qua nhiều năm sử dụng đến nay nhiều công trình đã xuống cấp nghiêm trọng, không đáp ứng yêu cầu của sản xuất. Việc phát triển các khu đô thị, công nghiệp, đường giao thông... ảnh hưởng rất nhiều tới tưới, tiêu phục vụ sản xuất, dân sinh kinh tế của địa phương [2]. Hệ số tưới, tiêu hiện nay còn thấp chưa đáp ứng được yêu cầu sản xuất. Hệ thống tưới mới đạt từ 0,86-1,0 l/s/ha (trong đó yêu cầu là 1,25-1,3 l/s/ha); hệ số tiêu mới đạt khoảng 4-5 l/s/ha (yêu cầu là 7,0-7,2 l/s/ha). Do biến động thời tiết khí tượng thủy văn, hạn hán, lũ lụt ngày càng gia tăng, đặc biệt độ mặn ngày càng xâm nhập sâu hơn vào đất liền, gây ảnh

hường cho việc lấy nước, làm tăng nhu cầu rửa mặn [2].



Hình 1. Bản đồ khu vực nghiên cứu và công trình lấy nước

Trong những năm gần đây, Nam Định có diện tích đất nông nghiệp khoảng 115 nghìn ha, trong đó diện tích đất trồng lúa gần 80 nghìn ha, hơn 15 nghìn ha NTTS. Các hiện tượng thời tiết cực đoan như rét hại kéo dài, nắng nóng bất thường, hạn hán, mưa bão lớn, úng lụt... làm cho hàng chục nghìn ha cây trồng bị ảnh hưởng mỗi năm, thiệt hại hàng chục tỷ đồng. Đặc biệt, những các xã ven biển của 3 huyện Nghĩa Hưng, Giao Thủy và Hải Hậu, tình trạng xâm nhập mặn tăng, độ muối 1‰ vào sâu trong đất liền gần 25 km. trên sông Ninh Cơ, mặn lấn sâu đến cửa cống Mức 2 với độ mặn 1,7‰, cách biển tới 37 km. Xâm nhập mặn gây nhiều ảnh hưởng nghiêm trọng, trong đó ảnh hưởng trực tiếp đến sản xuất nông nghiệp, làm giảm khả năng sinh trưởng phát triển của lúa. Tiêu biểu, vụ Đông Xuân 1987-1988 ở Xuân Thủy và vụ Đông Xuân 1998-1999 tại

miền hạ huyện Nghĩa Hưng thuộc tỉnh Nam Định, đã có nơi lúa chết do nước lấy vào đồng có độ mặn vượt quá giới hạn cho phép [3].

2.2 Phương pháp nghiên cứu

Với nghiên cứu này kế thừa kết quả hiệu chỉnh và kiểm định của mô hình MIKE 11 và MIKE 3 tính toán trong đề tài cấp Quốc gia KC.08.05/16-20 “Nghiên cứu đánh giá xu thế diễn biến, tác động của hạn hán, xâm nhập mặn đối với phát triển kinh tế - xã hội vùng đồng bằng sông Hồng - Thái Bình và đề xuất các giải pháp ứng phó” Hồ Việt Cường và cs, Phòng TNTĐ Quốc gia về ĐLH Sông biển, năm 2016-2019.

Tính toán thông kê trên cơ sở số liệu dòng chảy tại trạm Sơn Tây quan trắc đại diện dòng chảy về hạ lưu. Qua đó, đánh giá và xác định dòng chảy mùa kiệt tính toán lưu lượng mùa kiệt ứng với tần suất 90%, lưu lượng mùa kiệt ứng với tần suất 50%, lưu lượng trung bình mùa kiệt. Từ đó, tính toán dòng chảy đến sông Ninh Cơ và diễn biến xâm nhập mặn ứng với các dòng chảy kiệt tính toán trạm Sơn Tây.

Sử dụng bộ mô hình MIKE 3 để tính toán thủy lực và nhiệt muối cho khu vực sông Ninh Cơ. Mô hình MIKE 3 mô hình trong bộ phần mềm MIKE, đây là mô hình số trị 3 chiều được phát triển phục vụ tính toán thủy động lực học cho các khu vực có địa hình phức tạp như đại dương, vùng biển ven bờ, cửa sông và hồ, có khả năng mô phỏng chi tiết hệ thống thủy động lực trong đó có tính đến ảnh hưởng của phân tầng mật độ, nhiệt độ, độ muối và các tương tác của các yếu tố khí quyển biển (khí áp và gió trên mặt). Mô hình MIKE 3 sử dụng các phương trình như: Phương trình liên tục, phương trình chuyển động, phương trình nhiệt muối để giải bài toán lan truyền mặn trong sông và biển.

- Phương trình liên tục:

$$\frac{\partial u}{\partial x} + \frac{\partial v}{\partial y} + \frac{\partial w}{\partial z} = S \quad (1)$$

- Phương trình chuyển động của u và v theo phương x và y:

$$\frac{\partial u}{\partial t} + \frac{\partial u^2}{\partial x} + \frac{\partial uv}{\partial y} + \frac{\partial wu}{\partial z} = fv - g \frac{\partial \eta}{\partial x} - \frac{1}{\rho_0} \frac{\partial p_a}{\partial x} - \frac{g}{\rho_0} \int_z^{\eta} \frac{\partial p}{\partial x} dz + F_u + \frac{\partial}{\partial z} \left(V_t \frac{\partial u}{\partial z} \right) + u_s S \quad (2)$$

$$\frac{\partial v}{\partial t} + \frac{\partial v^2}{\partial y} + \frac{\partial uv}{\partial x} + \frac{\partial wv}{\partial z} = -fu - g \frac{\partial \eta}{\partial y} - \frac{1}{\rho_0} \frac{\partial p_a}{\partial y} - \frac{g}{\rho_0} \int_z^{\eta} \frac{\partial p}{\partial y} dz + F_v + \frac{\partial}{\partial z} \left(V_t \frac{\partial v}{\partial z} \right) + v_s S \quad (3)$$

$$\frac{\tau_{xx}}{\rho} = \nu_t \frac{\partial u}{\partial z} = \frac{\rho_a}{\rho} C_w W_x \quad (4)$$

Trong đó ρ_a mật độ không khí, C_w hệ số nhám và W_x là tốc độ gió.

$$C_w = \begin{cases} C_{w0} \\ C_{w0} + \frac{W - W_0}{W_1 - W_0} (C_{w1} - C_{w0}) \\ C_{w1} \end{cases}$$

$$\begin{cases} W < W_0 \\ W_0 < W < W_1 \\ W > W_1 \end{cases}$$

Trong đó, $C_{w0} = 0.0013$; $W_0 = 0$ m/s; $C_{w1} = 0.0026$; $W_1 = 24$ m/s; $C_{w0} = 0.0013$; $W_0 = 0$ m/s

Công thức tính vận chuyển nhiệt:

$$\frac{\partial T}{\partial t} + \frac{\partial uT}{\partial x} + \frac{\partial vT}{\partial y} + \frac{\partial wT}{\partial z} = F_T + \frac{\partial}{\partial z} \left(D_v \frac{\partial T}{\partial z} \right) + \hat{H} + T_s S \quad (5)$$

$$\frac{\partial s}{\partial t} + \frac{\partial us}{\partial x} + \frac{\partial vs}{\partial y} + \frac{\partial ws}{\partial z} = F_s + \frac{\partial}{\partial z} \left(D_v \frac{\partial s}{\partial z} \right) + s_s S \quad (6)$$

Trong đó D_v là hệ số xáo trộn rối theo phương thẳng đứng; \hat{H} là nguồn trao đổi nhiệt với khí quyển; T_s và s_s là nhiệt độ và độ ẩm của nguồn; F là khuếch tán theo phương ngang.

2.3 Xây dựng kịch bản tính toán

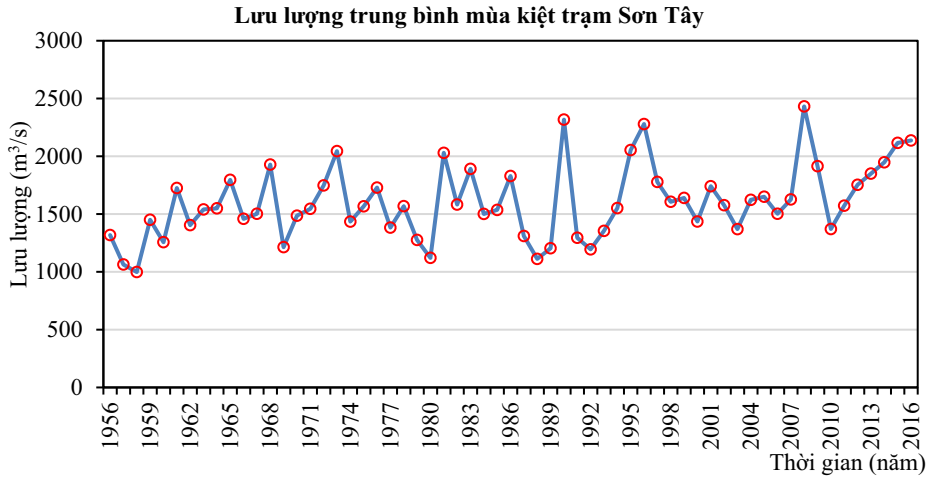
Xâm nhập mặn là hiện tượng mặn lấn sâu vào trong đất liền ảnh hưởng bởi các yếu tố khí tượng - thủy văn: gió, mưa, bốc hơi, nhiệt độ, lượng nước đổ từ thượng nguồn, thủy triều. Tuy nhiên, các yếu tố khí tượng vào thời gian mùa kiệt ít ảnh hưởng mà chủ yếu là lưu lượng nước từ thượng nguồn đổ về và thủy triều. Do vậy nghiên cứu xây dựng kịch bản tính toán mô phỏng lan truyền mặn dưới các kịch bản về lưu lượng nước trên thượng lưu và thủy triều của khu vực nghiên cứu.

$$C_{w1} = 0.0026, W_1 = 24 \text{ m/s};$$

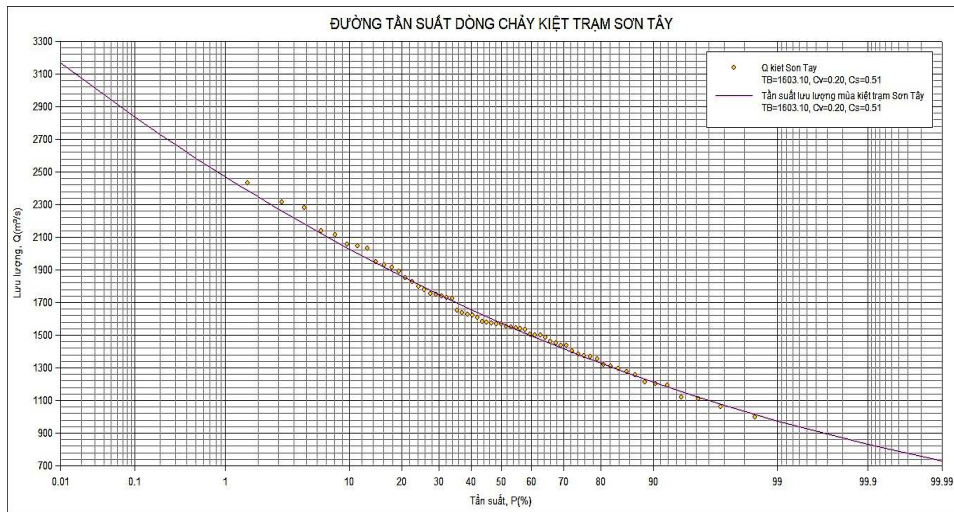
Trong đó t là thời gian; η là mực nước; d là độ sâu; h là độ sâu tổng cộng; x, y, z là hệ tọa độ cartesian; u, v, w là thành phần vận tốc theo hướng; f là tham số Coriolis; g là gia tốc trọng trường; ρ là mật độ nước; $S_{xx}, S_{xy}, S_{xz}, S_{yy}$ là thành phần tensor ứng suất bức xạ; t là thành phần nhớt rối theo phương đứng; p_a là áp suất khí quyển; S là lưu lượng nguồn điểm; u_s, v_s là thành phần tốc độ theo hướng của nguồn vào môi trường xung quanh; F_u, F_v là thành phần ứng suất theo phương ngang.

Theo thời gian, sự phân hóa dòng chảy rất sâu sắc, lượng nước lớn nhất đã quan trắc đạt tới 32.500 m³/s (8/1954 tại Sơn Tây) gấp 40 - 50 lần dòng chảy nhỏ nhất trong mùa kiệt (700 m³/s). Trong năm có sự phân mùa rõ ràng: mùa lũ và mùa kiệt.

Mùa kiệt trên lưu vực thường kéo dài 7 tháng từ tháng 11 đến tháng 5 năm sau nhưng chỉ chiếm 26,8% lượng dòng chảy cả năm, trong đó tháng 11 là tháng chuyển tiếp từ mùa lũ nên dòng chảy trong sông giảm, tháng kiệt nhất thường rơi vào tháng 3. Nghiên cứu tính toán dòng chảy kiệt trạm Sơn Tây từ đó sử dụng mô hình toán để tính toán diễn biến dòng chảy và diễn biến xâm nhập mặn trên sông Ninh Cơ ảnh hưởng đến khả năng lấy nước của các công trình trên sông Ninh Cơ.



Hình 2. Biểu đồ phân bố dòng chảy trung bình mùa kiệt qua trạm Sơn Tây từ năm 1956 - 2016



Hình 3. Đường tần suất dòng chảy kiệt trạm Sơn Tây

Bảng 1. Cao độ mực nước biển ven bờ tương ứng với tần suất tại khu vực nghiên cứu

Cao độ mực nước biển ven bờ tương ứng với tần suất tổng hợp tại các điểm MC16 [TCVN9901-2014]								
Tần suất P%	0,5	1	2	5	10	20	50	90
Chu kỳ lặp lại, năm	200	100	50	20	10	5	2	1
MC16	490,0	400,7	327,0	247,7	198,9	158,0	114,0	87,0

Theo TCVN 9901-2014, cao trình mực nước biển ven bờ tương ứng với tần suất thiết kế (tổ hợp của tần suất mực nước triều, tần suất nước dâng do bão) đã được các chuyên gia tính sẵn bằng các đường tần suất tại các vị trí điển hình dọc bờ biển từ Móng Cái đến Hà Tiên. Tọa độ địa lý và cao độ mực nước biển ven bờ tại các vị trí nói trên tương ứng với các tần suất tính toán

và chu kỳ số năm lặp lại [5].

Từ kết quả tính đường tần suất dòng chảy mùa kiệt trạm Sơn Tây, nghiên cứu chọn ra những điển hình của mùa kiệt như lưu lượng ứng với tần suất 90%, tần suất 50% và lưu lượng trung bình mùa kiệt và kết quả cao độ mực nước tính toán trong TCVN 9901-2014 đã xây dựng các kịch bản được thể hiện dưới bảng 2.

Bảng 2. Tổng hợp các kịch bản lựa chọn tính toán diễn biến dòng chảy và xâm nhập mặn sông Ninh Cơ

Tên kịch bản	Tần suất Q xuất hiện	Lưu lượng (m ³ /s)	Năm đại biểu	Lưu lượng trạm Sơn Tây(m ³ /s)	Tần suất H xuất hiện	Cao độ mực nước (cm)
KB1 (QTB + HTB)	TB mùa kiệt nhiều năm	1606	1998	1603	50%	114,0
KB2 (Q 50% + H 10%)	50%	1575,15	1975	1567	10%	198,9
KB3 (Q 50% + H TB)	50%	1575,15	1975	1567	50%	114,0
KB4 (Q kiệt +H 10%)	90%	1211,76	1989	1204	10%	198,9
KB5 (Q kiệt + H TB)	90%	1211,76	1989	1204	50%	114,0

2.4 Đánh giá khả năng lấy nước của một số công trình trên sông Ninh Cơ vào thời kì mùa kiệt

Trong nhiều năm, tháng kiệt nhất của Đồng bằng sông Hồng thường diễn ra vào tháng 3 trong năm. Trong thời gian này, các loại cây

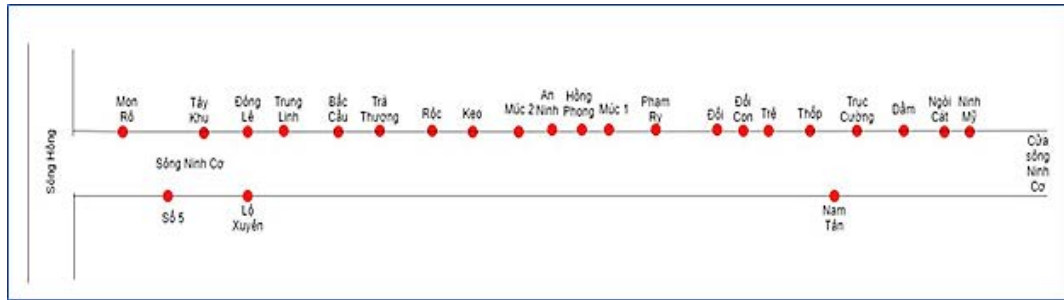
trồng đang cần bổ sung nước. Do vậy việc lấy nước vào trong nội đồng là rất quan trọng, nghiên cứu tính toán thời đoạn từ 1/3-3/1/3 để xác định lượng thời gian các công lấy nước bị nhiễm mặn.

Bảng 3. Vị trí các công lấy nước trên sông Ninh Cơ

Tên công	X	Y	Nhiệm vụ	Độ rộng công	Cao trình đáy công
Mon Rô	106.321	20.344	Tưới	4	-1
Tây Khu	106.313	20.316	Tưới	1.5	-1
Đông Nê	106.322	20.298	Tưới	3	-1.5
Trung Linh	106.331	20.297	Tưới	6	-1.5
Bắc Cầu	106.329	20.286	Tưới	2.5	-1.5
Trà Thượng	106.323	20.267	Tưới	6	-2
Lộ Xuyên	106.324	20.281	Tưới	2	-0.6
Rộc	106.309	20.253	Tưới	4	-1.5
Kẹo	106.307	20.251	Tưới	2.5	-1
An Ninh	106.293	20.242	Tưới	1.6	0
Hồng Phong	106.290	20.240	Tưới	2.2	-1
Múc 1	106.285	20.237	Tưới	6	-2.5
Đôi	106.270	20.244	Tưới	4	-1.5
Đôi Con	106.262	20.245	Tưới	2.2	-0.7
Trê	106.246	20.238	Tưới	4	-1.8
Thóp	106.236	20.231	Tưới	8	-2
Trực Cường	106.221	20.221	Tưới	3	-1.5
Nam Tân	106.225	20.229	Tưới	6	-2.5
Dầm	106.206	20.209	Tưới	4	-1.5
Ngòi Cát	106.193	20.122	Tưới	2.5	-1.5
Ninh Mỹ	106.199	20.115	Tưới	10	-3
Số 5	106.311	20.333	Tưới	2	-0.6
Phạm Ry	106.279	20.236	Tưới	2.2	-0.5
Múc 2	106.299	20.247	Tưới	8	-2

Trong nghiên cứu đã tính toán 10 điểm trích kết quả theo các công lấy nước là: Ninh Mỹ, Ngòi Cát, Trực Cường, Nam Tân, Thóp, Hồng Phong, Trà Thượng, Trung Linh, Tây Khu, Số

5. Các công lấy nước được trải dài dọc sông Ninh Cơ. Vị trí các công được thể hiện dưới hình 4.



Hình 4. Sơ đồ các công lấy nước trên sông Ninh Cơ

Theo QCVN 08-MT:2015/BTNMT Quy chuẩn kỹ thuật quốc gia về chất lượng nước mặt có quy định nồng độ Cl trong nước đối với nước sử dụng cho sinh hoạt, ăn uống là 250 mg/l. Đối với nước sử dụng để tưới tiêu, thủy lợi là 350 mg/l.

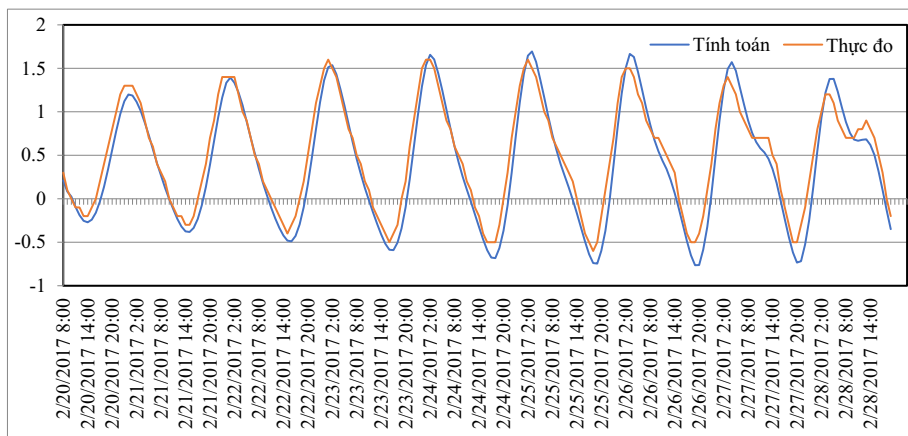
3. Kết quả và thảo luận

Hiệu chỉnh và kiểm định mô đun thủy lực
Sau khi thiết lập lưới tính và mô hình tính

toán 3 chiều lan truyền mặn cho khu vực sông Ninh Cơ. Để chuẩn hóa mô hình tính toán cần hiệu chỉnh và kiểm định mô hình để kết quả tính toán phù hợp nhất với thực tế hiện tượng xâm nhập mặn tại vùng sông Ninh Cơ. Số liệu hiệu chỉnh và kiểm định mực nước và độ mặn tại sông Ninh Cơ là số liệu đo đạc mực nước tại trạm Phú Lễ vào thời điểm 20/2/2017-15/3/2017.

Bảng 4. Chỉ tiêu phân tích kết quả hiệu chỉnh thủy lực

Tên trạm	Chỉ tiêu Nash	Chỉ tiêu RMSE	Chỉ tiêu MSE	Kết quả
Phú Lễ	90,01	0,049	0,0024	Tốt



Hình 5. Kết quả hiệu chỉnh mực nước thực đo và tính toán trạm Phú Lễ

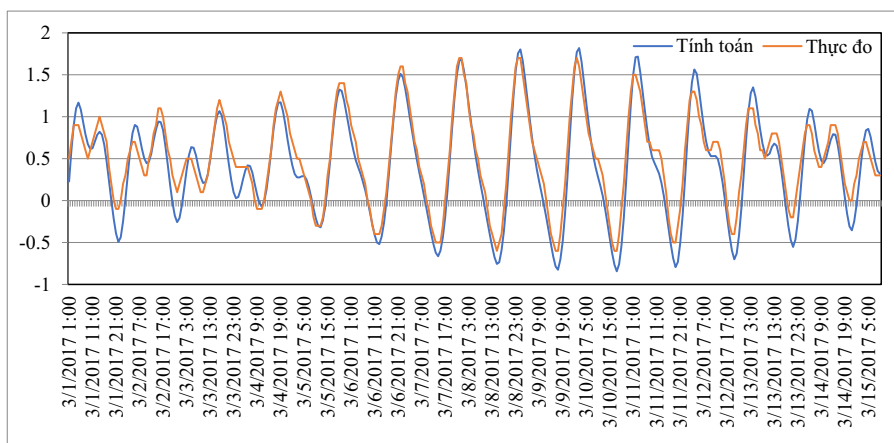
Bảng 5. Chỉ tiêu phân tích kết quả kiểm định thủy lực

Tên trạm	Chỉ tiêu Nash	Chỉ tiêu RMSE	Chỉ tiêu MSE	Kết quả
Phú Lễ	97,1	0,038	0,0014	Tốt

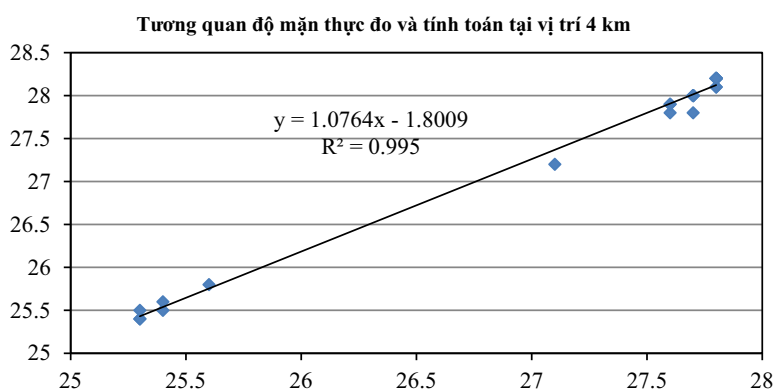
Kết quả hiệu chỉnh và kiểm định mô đun thủy lực của trạm Phú Lễ cho thấy chỉ số Nash đạt trên 90%, chỉ số MSE, RMSE tiến dần đến 0. Do vậy, thông số thủy lực phù hợp để mô phỏng lan truyền mặn cho sông Ninh Cơ.

Hiệu chỉnh và kiểm định mô đun khuếch tán
Sau khi hiệu chỉnh và kiểm định mô đun thủy

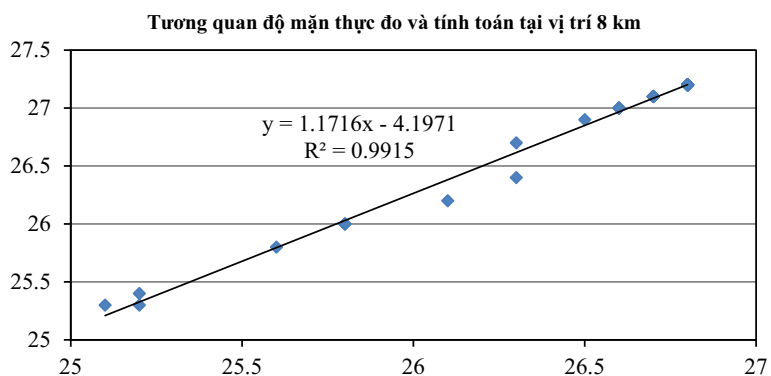
lực của mô hình đạt kết quả tốt, tiến hành hiệu chỉnh và kiểm định lan truyền mặn với thời gian đo mặn được hiệu chỉnh và kiểm định vào 2 đợt đo là ngày 07/02/2017 và ngày 08/03/2017 tại 10 vị trí từ km 0 (cửa sông) đến km 22 (vào trong sông).



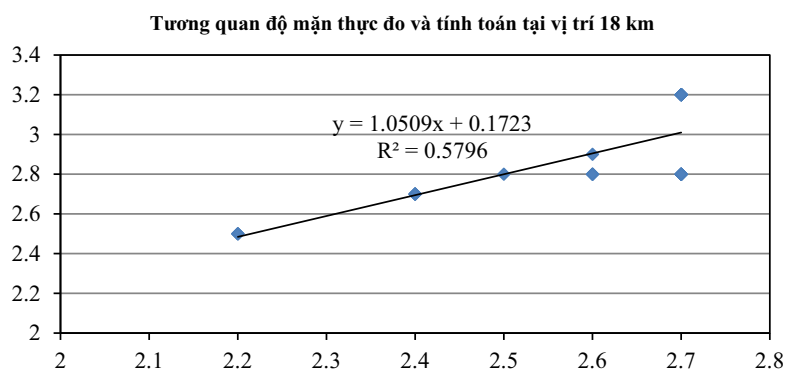
Hình 6. Kết quả kiểm định mực nước thực đo và tính toán trạm Phú Lễ



Hình 7. So sánh độ mặn thực đo và tính toán tại mặt cắt vị trí 4 km



Hình 8. So sánh độ mặn thực đo và tính toán tại mặt cắt vị trí 8 km



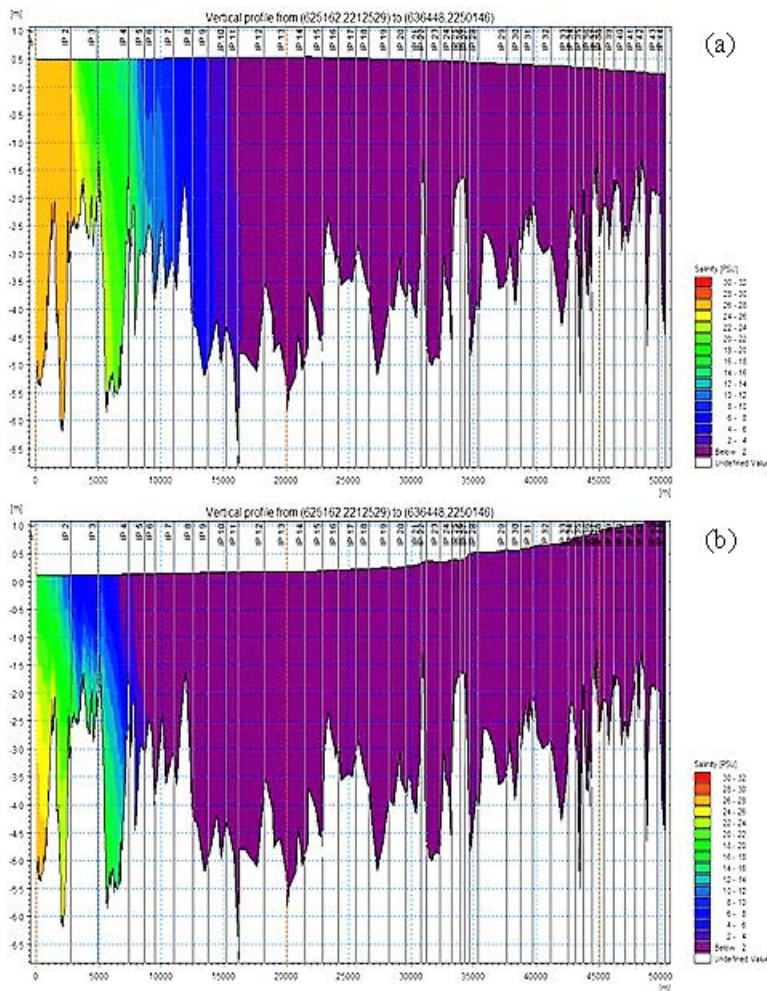
Bảng 6. Kết quả đánh giá các chỉ tiêu tại một số vị trí trên sông

Vị trí	Hệ số tương quan	Kết quả
4 km	99.5	Tốt
8 km	99.1	Tốt
18 km	57.96	Đạt

- Kết quả hiệu chỉnh và kiểm định mô hình lan truyền mặn tương đối phù hợp với xu thế xâm nhập mặn tại khu vực sông Ninh Cơ. Với biên độ chênh lệch độ mặn giữa thực đo và tính toán khoảng 0,15-2‰. Nêm mặn cửa sông Ninh Cơ đi theo hướng sát bờ phải tính từ cửa sông Ninh Cơ chảy vào. Nguyên nhân do nước biển đổ theo hướng cửa sông Ninh Cơ (Đông Nam). Do đó, mặn ở sát bờ phải có xu thế độ mặn cao hơn bờ trái.

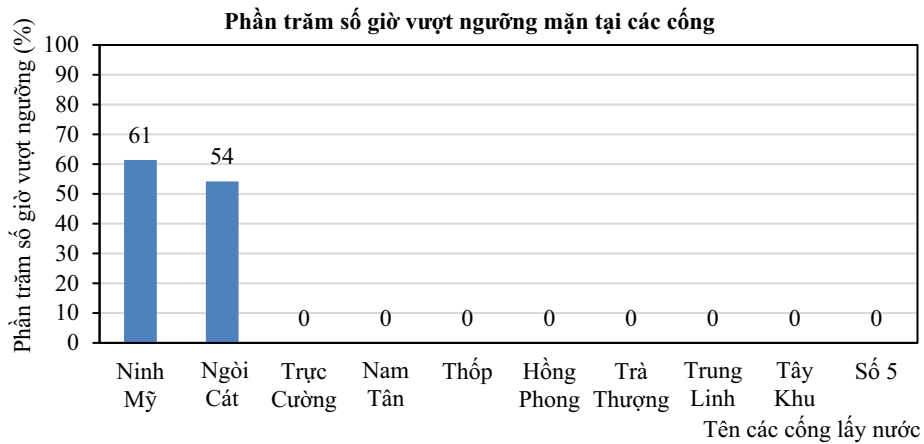
- Với bộ thông số sử dụng để hiệu chỉnh và kiểm nghiệm mô hình phù hợp với kết quả thực tế do vậy có thể sử dụng để mô phỏng các kịch bản khác cho lưu vực.

Từ các thông số thiết lập đầu vào tính toán mô phỏng cho 5 kịch bản xâm nhập mặn vùng cửa sông Ninh Cơ. Kết quả mô phỏng sẽ đánh giá được khả năng xâm nhập mặn theo các kịch bản và khả năng lấy nước của các công theo các kịch bản. Từ đó sẽ hỗ trợ công tác vận hành và điều tiết các công có hiệu quả. Theo như số liệu trạm Sơn Tây nhiều năm thì tháng 3 có trung bình lưu lượng là thấp nhất. Do vậy, kết quả mô phỏng được tính toán là thời đoạn đại diện vào tháng 3 là tháng kiệt nhất của nhiều năm.



Hình 10. Độ mặn dọc sông thời kì triều lên (a), triều xuống (b) ứng với kịch bản 1

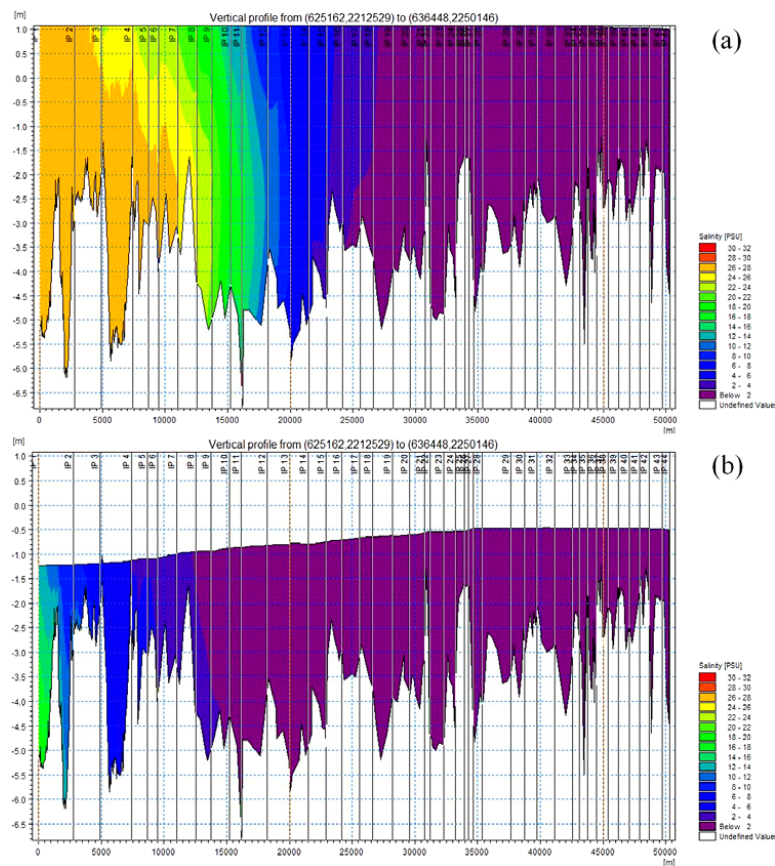
Hình 9. So sánh độ mặn thực đo và tính toán tại vị trí mặt cắt 18km



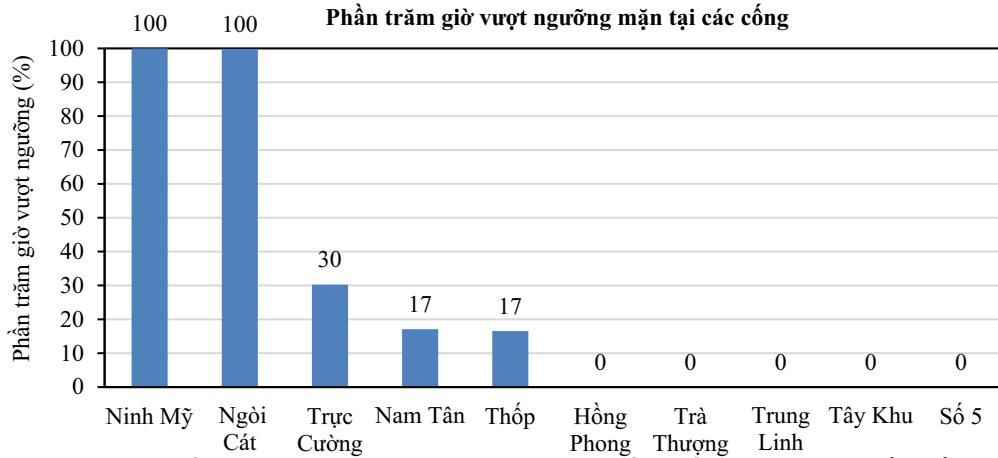
Hình 11. Số giờ độ mặn vượt ngưỡng tại các cống lấy nước theo kịch bản 1

Theo kết quả mô phỏng kịch bản 1, ranh giới mặn 4‰ xâm nhập vào trong sông tính từ cửa vào khoảng 16 km vào thời kì triều lên và ranh

giới mặn 4‰ vào thời kì triều xuống xâm nhập khoảng 10 km. Số giờ vượt ngưỡng tại vị trí Ngòi Cát và Ninh Mỹ là trên 50% tổng số giờ.



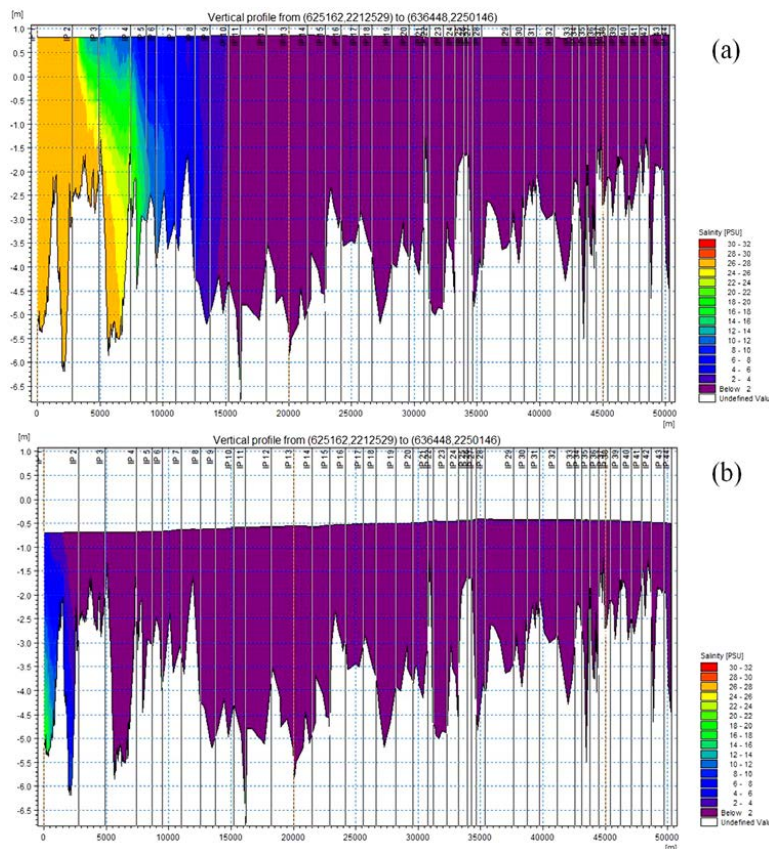
Hình 12. Độ mặn dọc sông thời kì triều lên (a), triều xuống (b) ứng với kịch bản 2



Hình 13. Số giờ độ mặn vượt ngưỡng tại các cống lấy nước theo kịch bản 2

Theo kết quả mô phỏng kịch bản 2, ranh giới mặn 4‰ xâm nhập vào trong sông tính từ cửa vào khoảng 28 km vào thời kì triều lên và ranh giới mặn 4‰ vào thời kì triều xuống xâm nhập

khoảng 14 km. Số giờ vượt ngưỡng tại vị trí Ngòi Cát và Ninh Mỹ là tổng thời gian, cống Trục Cường, Nam Tân, Thóp vượt ngưỡng mặn từ 15-30% tổng số giờ mô phỏng.

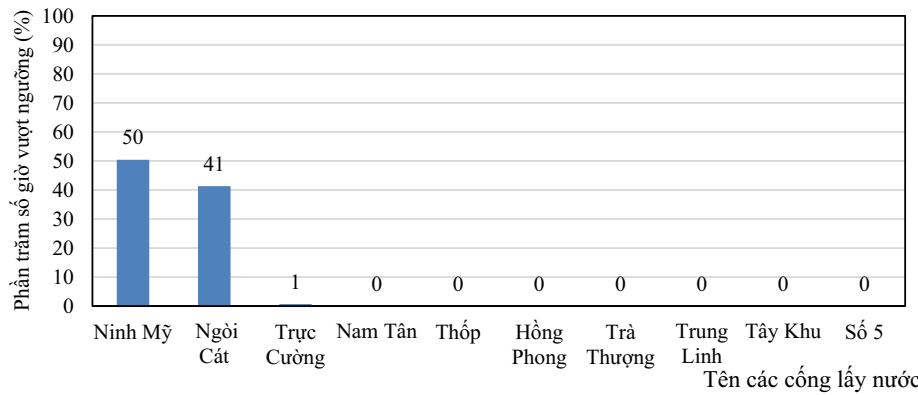


Hình 14. Độ mặn dọc sông thời kì triều lên (a), triều xuống (b) ứng với kịch bản 3

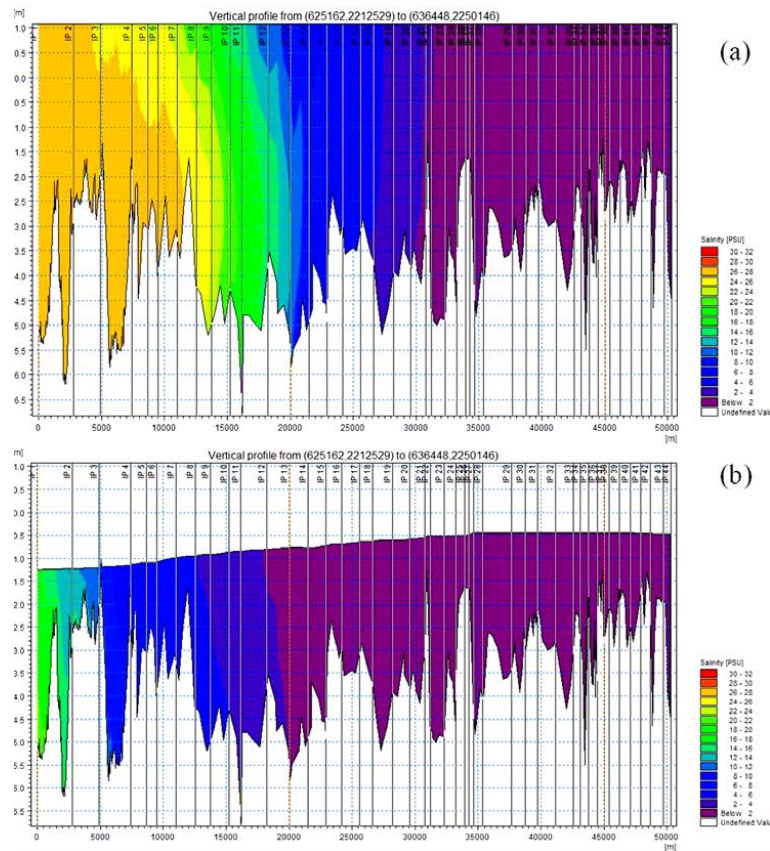
Theo kết quả mô phỏng kịch bản 3, ranh giới mặn 4‰ xâm nhập vào trong sông tính từ cửa vào khoảng 12 km vào thời kì triều lên và ranh giới mặn 4‰ vào thời kì triều xuống xâm nhập

khoảng 5 km. Số giờ vượt ngưỡng tại vị trí Ninh Mỹ là 50%, vị trí Ngòi Cát vượt ngưỡng độ mặn trên 40% tổng giờ mô phỏng.

Phần trăm số giờ vượt ngưỡng mặn tại các cống

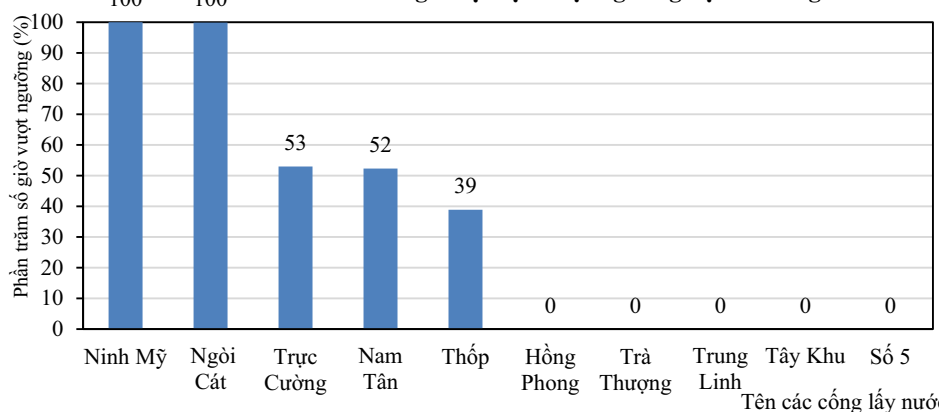


Hình 15. Số giờ độ mặn vượt ngưỡng tại các cống lấy nước theo kịch bản 3



Hình 16. Độ mặn dọc sông thời kì triều lên (a), triều xuống (b) ứng với kịch bản 4

Phần trăm số giờ độ mặn vượt ngưỡng tại các cống

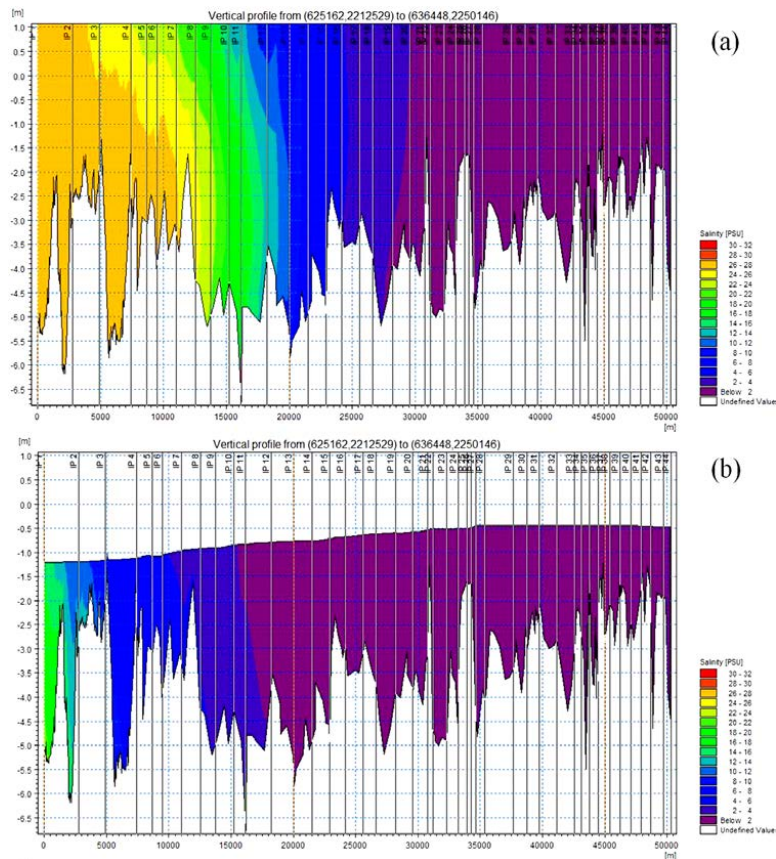


Hình 17. Số giờ độ mặn vượt ngưỡng tại các cống lấy nước theo kịch bản 4

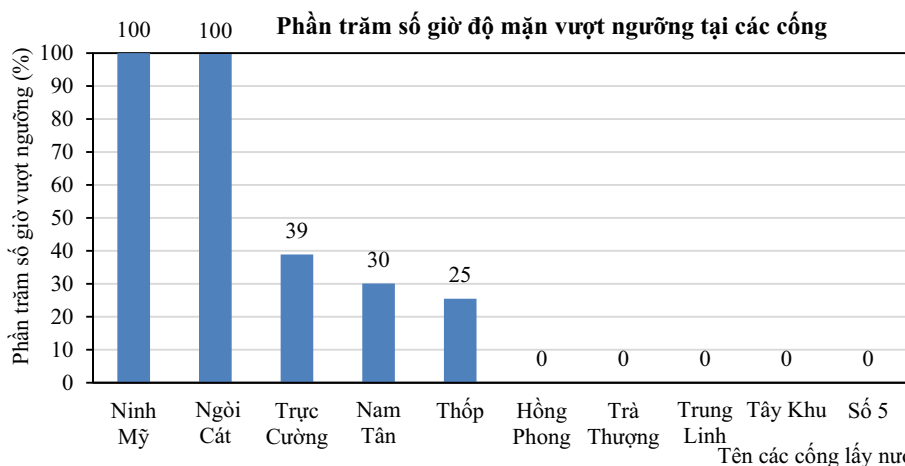
Theo kết quả mô phỏng kịch bản 4, ranh giới mặn 4‰ xâm nhập vào trong sông tính từ cửa vào khoảng 33 km vào thời kì triều lên và ranh giới mặn 4‰ vào thời kì triều xuống xâm nhập khoảng 19 km. Số giờ độ mặn vượt ngưỡng tại vị trí Ngòi Cát và Ninh Mỹ toàn thời gian mô phỏng, tại vị trí cống Trục Cường, Nam Tân số giờ độ mặn vượt ngưỡng là trên 50% tổng số giờ, vị trí Thóp là trên 35% tổng số giờ.

Theo kết quả mô phỏng kịch bản 4, ranh giới

mặn 4‰ xâm nhập vào trong sông tính từ cửa vào khoảng 30 km vào thời kì triều lên và ranh giới mặn 4‰ vào thời kì triều xuống xâm nhập khoảng 17 km. Số giờ độ mặn vượt ngưỡng tại vị trí Ngòi Cát và Ninh Mỹ là toàn thời gian mô phỏng, tại vị trí cống Trục Cường, Nam Tân số giờ độ mặn vượt ngưỡng là trên 30% tổng thời gian mô phỏng, vị trí Thóp là 25% thời gian mô phỏng.



Hình 18. Độ mặn dọc sông thời kì triều lên (a), triều xuống (b) ứng với kịch bản 5



Hình 19. Số giờ độ mặn vượt ngưỡng tại các cống lấy nước theo kịch bản 5

4. Kết luận

Với kết quả nghiên cứu, cho thấy diễn biến mặn trên sông Ninh Cơ diễn biến rất phức tạp. Độ mặn phân bố theo tầng gần như đồng nhất do đó việc lấy nước theo tầng cũng gặp nhiều khó khăn. Số giờ nhiễm mặn của các tầng gần như là giống nhau chỉ lệch nhau từ 2-5 giờ. Vì vậy tại các vị trí cống gần cửa như Ninh Mỹ, Ngòi Cát là gần như bị nhiễm mặn hoàn toàn vào mùa kiệt và không thể lấy nước tươi cho nội đồng.

Tại các vị trí gần cửa theo thời kì kiệt trung bình nhiều năm có độ mặn vượt ngưỡng trong 1 tháng chiếm khoảng 40% thời gian của tháng. Do vậy việc lấy nước trong thời gian tháng 3 là

rất khó khăn, các huyện gần cửa nên thay đổi cơ cấu cây trồng, chăn nuôi phù hợp để khai thác nước đủ và hợp lí.

Nghiên cứu đã cho thấy khả năng tính toán và xác định xâm nhập mặn theo mô phỏng 3 chiều tương đối tốt. Nghiên cứu bước đầu về lan truyền mặn theo tầng trên một lưu vực sông nhỏ, từ đó là tiền đề cho các nghiên cứu sau này đánh giá khả năng lấy nước, cung cấp nước cho các lưu vực sông lớn khác như: Vu Gia - Thu Bồn, Đồng bằng sông Cửu Long,... đặc biệt các nhà máy xử lí nước cho các thành phố lớn như nhà máy nước Cầu Đỏ (Đà Nẵng), nhà máy nước Hội An lấy nước trên sông Vĩnh Điện,...

Tài liệu tham khảo

1. Hồ Việt Cường và cs (2016-2019), Đề tài cấp Quốc gia KC.08.05/16-20 “Nghiên cứu đánh giá xu thế diễn biến, tác động của hạn hán, xâm nhập mặn đối với phát triển kinh tế - xã hội vùng đồng bằng sông Hồng - Thái Bình và đề xuất các giải pháp ứng phó”. Phòng TNTĐ Quốc gia về ĐLH Sông biển.
2. Sở Nông nghiệp và phát triển Nông thôn tỉnh Nam Định (2010), Báo cáo tóm tắt quy hoạch phát triển thủy lợi Nam Định đến năm 2020 và định hướng phát triển tới năm 2030.
3. <http://www.dangcongsan.vn/preview/newid/235272.html> (2014), Nguy cơ tăng diện tích xâm nhập mặn vùng ven biển Bắc bộ.
4. QCVN 08-MT:2015/BTNMT Quy chuẩn kỹ thuật quốc gia về chất lượng nước mặt
5. Tiêu chuẩn quốc gia, TCVN 9901: 2014, Công trình Thủy lợi – yêu cầu thiết kế đê biển
6. DHI Water & Environment. MIKE 11 A Modelling System for Rivers and Channels. Reference Manual, 472 pp.
7. Mike 3 Environmental hydraulics Advection - Dispersion Module Scientific Documenttion, DHI software 2004.
8. Nguyễn Như Khuê (1986), Modelling of tidal propagation and salinity intrusion in the Mekong main estuarine system, Technical paper, Mekong Secretariat.
9. Nguyễn Tất Đắc, Nguyễn Văn Điệp, Nguyễn Minh Sơn (1988), Mô hình tính toán dòng chảy và chất lượng nước trên hệ thống kênh, sông (WFQ87) và kỹ thuật chương trình, Ủy ban Quốc gia về Chương trình Thủy văn Quốc tế của Việt Nam.
10. Nguyễn Thị Hằng (2011), Nghiên cứu xâm nhập mặn và đề xuất các giải pháp kiểm soát mặn phục vụ phát triển kinh tế xã hội cho khu vực hạ lưu sông Mã. Luận văn thạc sĩ, Trung tâm Biến đổi khí hậu, Viện Khí tượng - Thủy văn và Môi trường.
11. Nguyễn Thị Thu Hằng (2009), Xây dựng chương trình dự báo xâm nhập mặn cho khu vực đồng bằng sông Hồng - Thái Bình, Đề tài cấp Bộ.
12. Quy hoạch sử dụng và bảo vệ nguồn nước lưu vực sông Hồng (DLTV VN)
13. Trần Thanh Xuân (2007), Đặc điểm thủy văn và nguồn nước sông Việt Nam, NXB Nông Nghiệp.

14. ThS. Phạm Thị Hoài, ThS Vũ Chí Linh, KS Võ Tuấn Anh (2015), “Đề xuất giải pháp thích ứng cho cộng đồng dân cư vùng ven biển Bắc Trung Bộ bị ảnh hưởng xâm nhập mặn”

EFFECTS OF ASSESSMENT TO SALINIZATION IRRIGATION WATER WORKS TO GET THE SELLERS PERIOD NINH CO RIVER

Nguyen Bach Tung^{1*}, Dang Dinh Duc¹, Tran Vinh Quang¹, Nguyen Dai Trung²

¹Center for environment fluid dynamics, VNU university of Science

²Central region college of technology - economics and water resources

Abstract: *The coastal provinces of the Red River Delta have relatively developed agriculture. However, coastal provinces are greatly affected by extreme weather events such as storms, floods, droughts ... Drought (Saline intrusion) is one of the issues that is of great concern and direct influence. Next to the water supply for irrigation. Therefore, it is imperative to assess the quality of irrigation water (salinity) taken in rivers. In the Red River Delta system, Ninh Co River is a large tributary that has a great influence on the river system and especially affects Nam Dinh province. Irrigation water source was taken on Ninh Co River through qualitative intake gates without any studies evaluating over time to determine the appropriate time for irrigation water intake. Therefore, the study uses the MIKE 3 model to calculate and evaluate the ability of Ninh Co river to take irrigation water through the intake gates over time in the dry season to devise an appropriate water supply plan for water supply. agricultural irrigation in Nghia Hung, Hai Hau, Xuan Truong and Truc Ninh districts of Nam Dinh province*

Keywords: *Saline intrusion, Agriculture, Irrigation, Ninh Co, MIKE 3.*

XÂY DỰNG KỊCH BẢN BIẾN ĐỔI NHIỆT ĐỘ TRONG BỐI CẢNH BIẾN ĐỔI KHÍ HẬU CHO KHU VỰC TỈNH TÂY NINH

Lê Ngọc Tuấn^{1*}, Nguyễn Văn Tín²,
Trần Tuấn Hoàng², Phạm Thanh Long², Nguyễn Kỳ Phùng³

Tóm tắt: Bằng phương pháp thu thập, xử lý số liệu và phần mềm SimCLIM, các kịch bản biến đổi nhiệt độ trong bối cảnh biến đổi khí hậu (BĐKH) khu vực tỉnh Tây Ninh được xây dựng tương ứng với các kịch bản RCP2.6 - RCP8.5. Kết quả cho thấy nhiệt độ trung bình (Ttb) gia tăng theo thời gian và các kịch bản RCPs: khoảng 1,1-3,6°C vào năm 2100 so với giai đoạn 1986 - 2005. Trong đó, Ttb cao nhất phân bố chủ yếu ở khu vực phía tây của tỉnh (như huyện Tân Biên, Châu Thành). Bên cạnh đó, xu thế gia tăng nhiệt độ các tháng trong năm (đặc biệt là mùa khô) và nhiệt độ cực trị cũng được ghi nhận với mức tăng Tx nhanh hơn so với T.tb và T.m. Kết quả nghiên cứu là cơ sở quan trọng phục vụ đánh giá tác động và tính dễ bị tổn thương (DBTT) do sự gia tăng nhiệt độ tại tỉnh Tây Ninh, đóng góp tích cực vào việc hoạch định và kiện toàn hệ thống các giải pháp ứng phó BĐKH.

Từ khóa: Biến đổi nhiệt độ, nhiệt độ trung bình, nhiệt độ cực trị, kịch bản BĐKH, nóng lên toàn cầu.

Ban Biên tập nhận bài: 20/10/2019 Ngày phản biện xong: 28/11/2019 Ngày đăng bài: 25/02/2019

1. Đặt vấn đề

Biến đổi khí hậu (BĐKH) biểu hiện bởi sự nóng lên toàn cầu, mực nước biển dâng (NBD) và gia tăng các hiện tượng khí tượng thủy văn cực đoan [1], đã và đang tác động trực tiếp đến đời sống kinh tế - xã hội (KTXH) và môi trường toàn cầu, là mối lo ngại của các quốc gia trên thế giới, trong đó có Việt Nam. Theo đó, nhiều nỗ lực nghiên cứu về BĐKH được thực hiện từ quy mô địa phương, quốc gia, khu vực cũng như toàn cầu.

Việc nghiên cứu BĐKH có thể được chia thành ba nhóm lớn chính: (N1) Bản chất, nguyên nhân, cơ chế vật lý của sự BĐKH; (N2) Đánh giá tác động của BĐKH, tính DBTT do BĐKH và giải pháp thích ứng; (N3) Giải pháp, chiến lược và kế hoạch hành động nhằm giảm thiểu

BĐKH [2]. Về logic, nghiên cứu BĐKH cần được thực hiện tuần tự, trong đó nhóm (N1) cần tiến hành đầu tiên với hai nhóm chính: (i) Xác định các bằng chứng, nguyên nhân gây BĐKH trong quá khứ và hiện tại; (ii) Đánh giá BĐKH trong tương lai bao gồm việc xây dựng các kịch bản BĐKH.

Kịch bản BĐKH là giả định có cơ sở khoa học và tính tin cậy về sự tiến triển trong tương lai của các mối quan hệ giữa KTXH, GDP, phát thải KNK, BĐKH và mực NBD [1]. Đến nay, Ủy ban Liên chính phủ về BĐKH (IPCC) đã thực hiện 5 lần xây dựng và cập nhật kịch bản BĐKH thông qua các lần báo cáo đánh giá BĐKH. Trong đó, sự thay đổi cơ bản của IPCC-AR5 liên quan đến các kịch bản phát thải KNK: RCPs (*Representative Concentration Pathways*) được

¹Trường Đại học Khoa học Tự nhiên - Đại học Quốc gia Thành phố Hồ Chí Minh

²Phân viện Khoa học Khí tượng Thủy văn và Biến đổi Khí hậu

³Sở Khoa học và Công nghệ thành phố Hồ Chí Minh

Email: lntuan@hcmus.edu.vn

sử dụng để dự đoán khí hậu trái đất đến năm 2100, gồm RCP2.6, RCP4.5, RCP6.0 và RCP8.5 tương ứng với nồng độ KNK quy đổi thành khí CO₂ là 490 ppm, 650 ppm, 850 và 1370 ppm [1].

Các phương pháp áp dụng trong xây dựng kịch bản BĐKH bao gồm 2 phương pháp chính: (i) Phương pháp thống kê; (ii) Phương pháp mô hình động lực. Phương pháp thống kê đã phát triển tương đối sớm trong dự báo mùa. Cuối thế kỷ 19, mối quan hệ giữa hoạt động của mặt trời và thời tiết đã bắt đầu được quan tâm, đặc biệt là vấn đề dự báo mưa gió mùa (*Monsoon rainfall*), tiếp đó là vấn đề biến động của các hình thái khí áp trong vùng nhiệt đới [3, 4]. Đến nay, các mô hình thực nghiệm dự báo mùa với nhiều phương pháp khác nhau đã được nhiều nhà khoa học nghiên cứu và phát triển [5-9]. Phương pháp thống kê là một công cụ ứng dụng khá phổ biến, có thể chia thành 3 nhóm [10]: Thống kê truyền thống; Hạ thấp quy mô thống kê (Chi tiết hóa thống kê) (Statistical Downscaling - SD); Thống kê trên sản phẩm mô hình (*Model Output Statistics-MOS*). Các mô hình khí hậu toàn cầu (*GCM - Global Climate Model*) và khu vực (*RCM - Regional Climate Model*) phát triển từ cuối những năm 1980. GCM là một mô hình toán học về tuần hoàn tổng quát của bầu khí quyển trái đất hoặc đại dương dựa trên các công thức toán mô tả các quá trình vật lý là cơ sở cho những chương trình máy tính phức tạp thường được sử dụng để mô phỏng bầu khí quyển và các đại dương trên trái đất [11-13]. Ứng dụng quan trọng nhất của các GCM nói chung là dự tính khí hậu tương lai (thế kỷ 2) dựa trên các kịch bản phát thải khí nhà kính - là cơ sở để xây dựng các kịch bản BĐKH [14].

Tỉnh Tây Ninh thuộc miền Đông Nam Bộ, nằm trong vùng kinh tế trọng điểm phía Nam, là một trong những địa phương có tốc độ tăng trưởng kinh tế cao, phát triển công nghiệp năng động của cả nước. Kịch bản BĐKH tỉnh Tây Ninh [15] được xây dựng trên cơ sở kịch bản BĐKH và NBD cho Việt Nam 2009 [16]. Kết quả tính toán nhìn chung đã hỗ trợ tích cực cho việc hoạch định các giải pháp ứng phó BĐKH

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

2. Phương pháp nghiên cứu

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

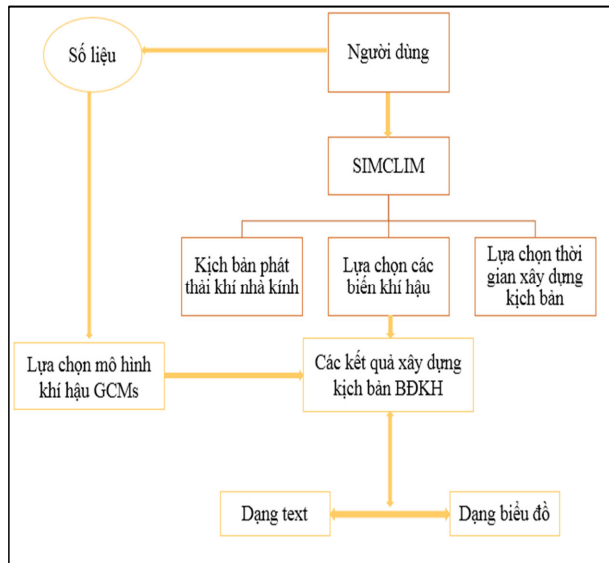
Trong nghiên cứu này, phần mềm SimClim phiên bản DATAAR5REGIONAL-Downscaled spatial area for SimCLIM 2013 AR5 for South Vietnam được sử dụng. Từ kết quả của các mô hình GCMs tích hợp sẵn trong phần mềm, thực hiện chi tiết hoá (*Statistical Downscaling*) đến khu vực tỉnh Tây Ninh với độ phân giải 1km.

Số liệu thực đo nhiệt độ cực tiểu, trung bình, cực đại (Tm, Ttb, Tx) tại trạm khí tượng Tây Ninh giai đoạn 1979-2017 được thu thập (từ Đài Khí tượng Thủy văn khu vực Nam Bộ) nhằm mô tả điều kiện cụ thể của địa phương, đồng thời so sánh, đánh giá mức độ tin cậy của kết quả mô phỏng.

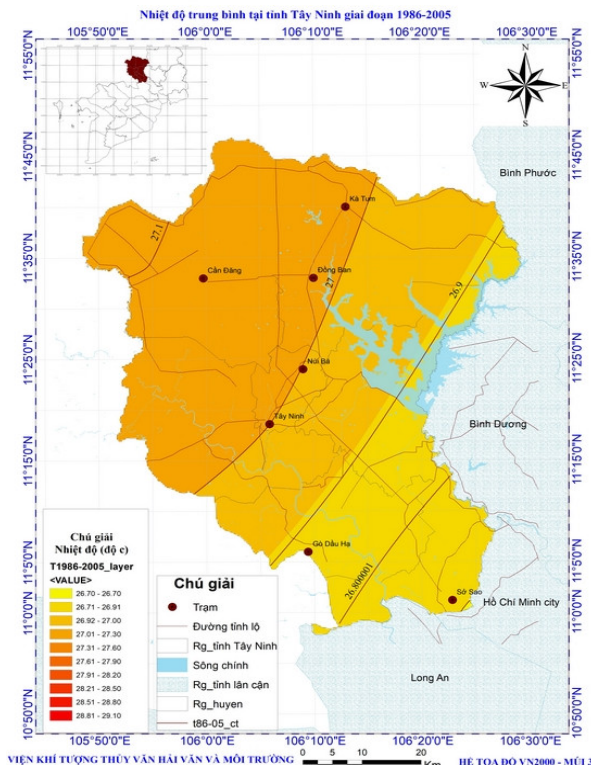
Mức thay đổi nhiệt độ được tính như sau:

$\Delta T_{future} = T^*_{future} - \overline{T^*_{1986-2005}}$, với ΔT_{future} là mức biến đổi nhiệt độ tương lai so với thời kỳ

ơ sở (°C), T^*_{future} là nhiệt độ mô phỏng trong tương lai (°C), $T^*_{1986-2005}$ là nhiệt độ trung bình của thời kỳ cơ sở (1986-2005) (°C) (Hình 1).



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



Hình 2. Nhiệt độ trung bình khu vực tỉnh Tây Ninh giai đoạn 1986 - 2005

Các chỉ số dùng để đánh giá kết quả mô phỏng nhiệt độ gồm sai số trung bình ME (biểu thị xu thế giá trị dự báo vượt quá hay thấp hơn

giá trị thực đo) và sai số tuyệt đối trung bình MAE (biểu thị độ lớn trung bình của sai số nhưng không thể hiện hướng lệch của giá trị dự báo so với giá trị quan trắc).

$$MAE = \frac{1}{N} \sum_{n=1}^N |f_n - O_n| \quad (1)$$

$$ME(x) = \frac{1}{N} \sum_{i=1}^N (x^f - x^o)$$

Trong đó, N là dung lượng mẫu; f và O lần lượt chỉ các giá trị dự báo và quan trắc. ME dương thể hiện xu thế dự báo của mô hình vượt giá trị thực đo và ngược lại. MAE nằm trong khoảng $(0, +\infty)$; kết quả mô phỏng hoàn hảo khi MAE bằng 0; MAE càng lớn, độ chính xác của mô hình càng kém.

Với 40 GCMs tích hợp trong SIMCLIM, 11 mô hình điển hình phù hợp với Việt Nam được lựa chọn để tính toán: ACCESS1-3 (Úc), CCSM4 (Mỹ), CMCC-CMS (Ý), CNRM-CM5 (Pháp), CSIRO-Mk3-6-0 (Úc), GFDL-CM3 (Mỹ), HADCM3 (UK), HadGEM2-AO (UK), MPI-ESM-LR (Đức), MRI-CGCM3 (Nhật) và NorESM1-M (Na Uy). Các mô hình này thuộc các trung tâm nghiên cứu khí hậu lớn trên thế giới được Bộ Tài nguyên và Môi trường sử dụng làm đầu vào cho các RCMs khi xây dựng kịch bản BĐKH cho Việt Nam năm 2016. Sai số giữa kết quả tính toán theo phương pháp chi tiết hóa thống kê tổ hợp trung vị của 11 mô hình khí hậu cho giai đoạn 1986-2005 với số liệu nhiệt độ thực đo tại trạm Tây Ninh được trình bày ở Bảng 1. Kết quả tính toán nhiệt độ trung bình (năm, mùa khô và mùa mưa) thiên thấp so với số liệu thực đo, tuy nhiên sai số không lớn và kết quả mô phỏng chấp nhận được.

3. Kết quả và thảo luận

3.1. Kịch bản biến đổi nhiệt độ trung bình tại Tây Ninh

Bảng 2 trình bày kịch bản biến đổi nhiệt độ trung bình tại Tây Ninh đến năm 2100.

Bảng 1. Sai số giữa mô phỏng và thực đo nhiệt độ trung bình tại trạm Tây Ninh giai đoạn 1986 - 2005

Chỉ số đánh giá	Sai số của nhiệt độ trung bình (°C)		
	Mùa khô	Mùa mưa	Năm
MAE	0.58	0.32	0.43
ME	-0.58	-0.28	-0.42

Bảng 2. Mức độ biến đổi T.tb (°C) tại tỉnh Tây Ninh đến năm 2100 so với giai đoạn 1986 - 2005

Giai đoạn	Đặc trưng T	RCP2.6	RCP4.5	RCP6.0	RCP8.5
2020	Mùa mưa	0,5	0,6	0,6	0,7
	Mùa khô	0,6	0,6	0,6	0,7
	Cả năm	0,6	0,6	0,6	0,7
2030	Mùa mưa	0,7	0,7	0,8	1,0
	Mùa khô	0,7	0,8	0,9	1,0
	Cả năm	0,7	0,8	0,8	1,0
2050	Mùa mưa	0,9	1,4	1,4	1,7
	Mùa khô	1,1	1,4	1,5	1,8
	Cả năm	1,0	1,4	1,5	1,8
2100	Mùa mưa	0,9	1,9	2	3,6
	Mùa khô	1,2	2	2,2	3,6
	Cả năm	1,1	1,9	2,2	3,6

3.1.1. Biến đổi nhiệt độ trung bình năm

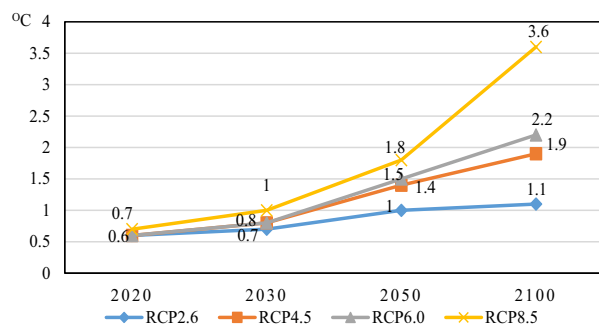
Hình 3 cho thấy nhiệt độ trung bình năm tại tỉnh Tây Ninh gia tăng theo thời gian (2020-2100) với mức tăng cùng chiều với sự thay đổi các kịch bản KNK (RCP2.6-RCP8.5). Cụ thể như sau:

- Về giá trị: Đến giữa XXI, mức tăng T.tb năm Ninh so với giai đoạn 1986-2005 dao động 1,0-1,8°C (RCP2.6-RCP8.5). Số liệu tương ứng vào cuối XXI là 1,1-3,6°C.

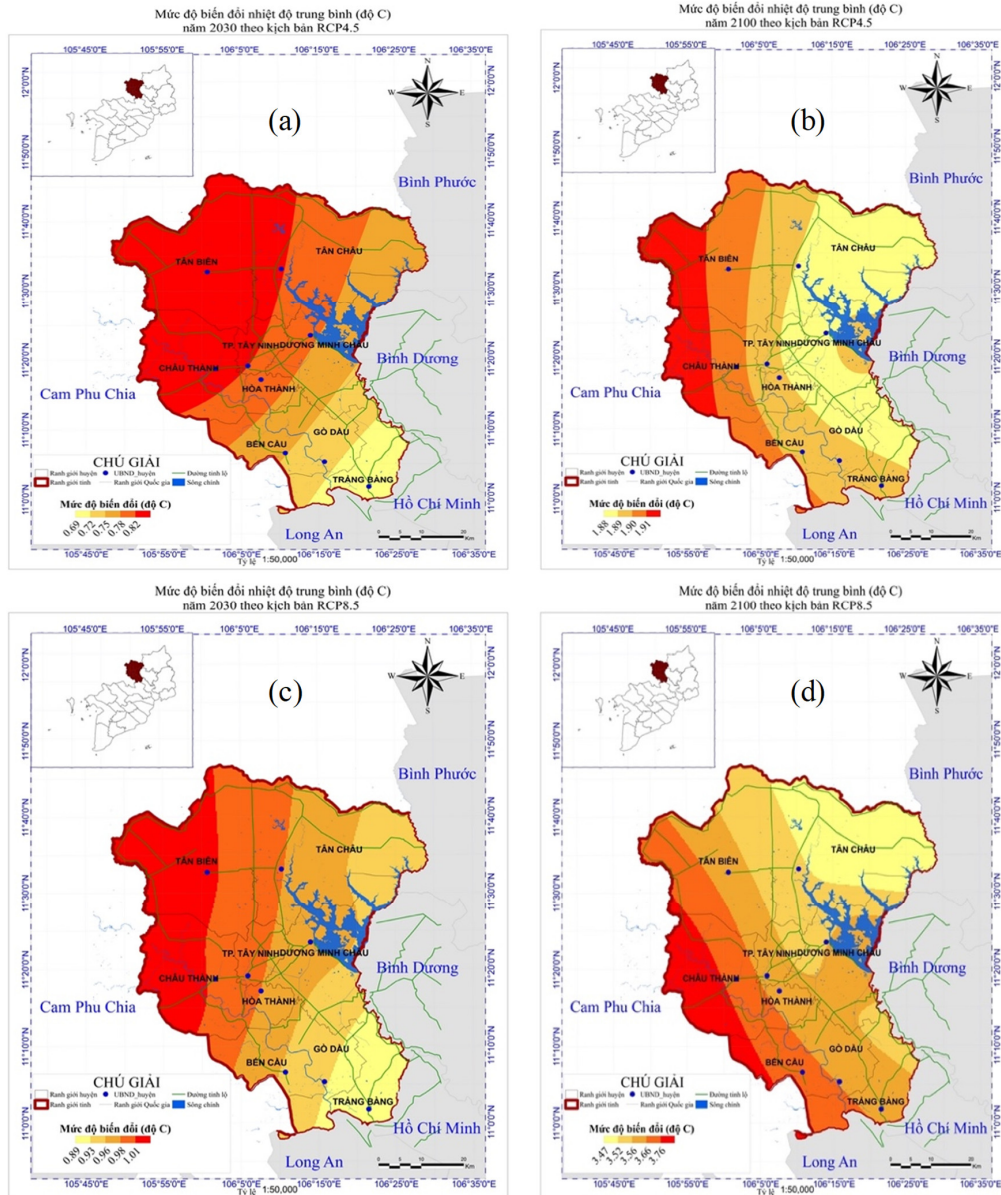
- Xu thế biến đổi giữa các mốc thời gian: có 2 xu hướng (i) mức tăng T tương đối đều ở giai đoạn trước năm 2050 (khoảng 0,4°C-RCP2.6 và 1,1°C-RCP8.5), (ii) mức chênh lệch T đáng kể ở giai đoạn nửa cuối XXI, nhất là đối với kịch bản RCP8.5 (khoảng 1,8°C). Xu thế này cũng thể hiện ở các kịch bản biến đổi nhiệt độ mùa (mùa mưa, mùa khô) cũng như nhiệt độ cực trị (cực đại, cực tiểu).

- Chênh lệch giữa các kịch bản RCP: có 2 xu hướng (i) chênh lệch không đáng kể giữa các KB ở giai đoạn nửa đầu XXI (0,6-0,7°C năm 2020 và 0,7-1,0°C năm 2030), (ii) chênh lệch khá rõ

nét từ năm 2050 đến cuối XXI (1,0-1,8°C năm 2050 và 1,1-3,6°C năm 2100). Kịch bản RCP 4.5 và RCP6.5 đều thể hiện mức tăng trung bình KNK (lần lượt là trung bình thấp và trung bình cao), nên sai khác kết quả giữa 2 kịch bản này luôn luôn nhỏ ở tất cả các giai đoạn mô phỏng. Xu thế tương tự cũng được ghi nhận trong các kịch bản biến đổi một số đặc trưng khác của nhiệt độ tại tỉnh Tây Ninh đến năm 2100.



Hình 3. Mức độ biến đổi T.tb tại tỉnh Tây Ninh so với giai đoạn 1986 - 2005



Hình 4. Mức độ biến đổi nhiệt độ trung bình năm tỉnh Tây Ninh so với giai đoạn 1986-2005: (a) Năm 2030 - RCP 4.5; (b) Năm 2100 - RCP 4.5; (c) Năm 2030 - RCP 8.5; (d) Năm 2100 - RCP 8.5

Có thể giải thích cho 02 hình thái biến đổi T.tb theo thời gian và theo RCPs như sau:

- Theo kịch bản RCP2.6, mức độ phát thải KNK là thấp nhất, bức xạ mặt trời và nhiệt độ khí quyển có xu hướng tăng chậm đến giữa thế kỷ.

- Theo RCP4.5, nồng độ KNK tăng ở mức trung bình thấp đến giữa thế kỷ, sau đó đạt mức ổn định và không có sự gia tăng đột biến nào cho đến cuối XXI. Vì thế, mức biến đổi nhiệt độ ở kịch bản RCP4.5 khá tương đồng với RCP2.6.

- Đối với RCP6.0 (cường độ bức xạ khoảng $6.0W/m^2$), nồng độ KNK tăng ở mức trung bình cao đến năm 2100 và mức tăng giảm dần trong các thập kỷ cuối XXI (với các giả thiết áp dụng công nghệ và chiến lược giảm phát thải KNK trong tương lai). Theo đó, nhiệt độ có xu thế gia tăng (cao hơn các kịch bản RCP2.6 và RCP4.5), đồng thời, không ghi nhận sự gia tăng đột biến vào cuối XXI.

- Ở kịch bản RCP8.5, nồng độ KNK cao nhất trong các kịch bản và tăng liên tục đến cuối thế

kỷ XXI, kéo theo sự gia tăng đáng kể lượng bức xạ và nhiệt độ khí quyển.

tăng nhiệt độ trung bình năm tại tỉnh Tây Ninh đến năm 2100.

Bảng 3 và hình 4 thể hiện phân bố mức độ gia

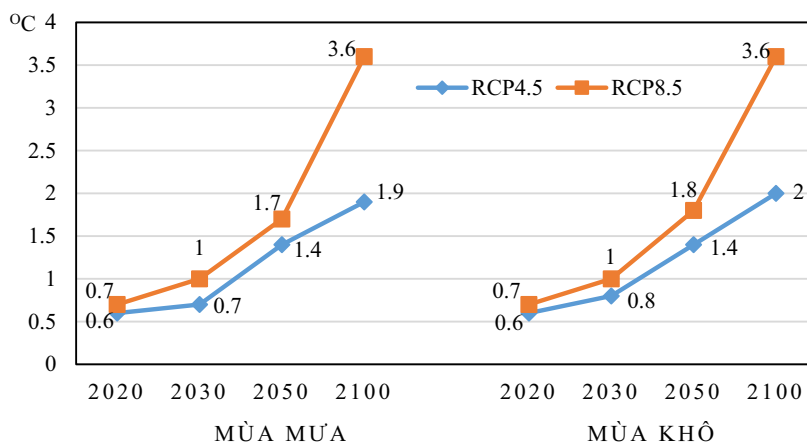
Bảng 3. Phân bố mức tăng nhiệt độ trung bình năm tại tỉnh Tây Ninh

Kịch bản	Năm	Mức tăng	Phân bố	Cao nhất	Thấp nhất
RCP4.5	2030	0,67-0,8 °C	Giảm dần từ	Tân Biên, Châu Thành	Trảng Bàng
	2050	1,3-1,43°C	TB- ĐN	Tân Biên	Trảng Bàng
	2100	1.8-2 °C	Giảm dần từ Tây - Đông	Tân Biên, Châu Thành	Tân Châu, D.M. Châu
RCP8.5	2030	0,9-1,1°C	Giảm dần từ	Tân Biên, Châu Thành	Trảng Bàng
	2050	1,77-1,85°C	TB- ĐN	Tân Biên	
	2100	3,45-3,76°C	Giảm dần từ TN - ĐB	Châu Thành	Tân Châu

3.1.2. Biến đổi nhiệt độ trung bình theo mùa

Bảng 2 và Hình 5 cho thấy nhiệt độ trung bình mùa tại tỉnh Tây Ninh gia tăng theo thời gian (2020-2100) và theo các kịch bản KNK (RCP2.6-RCP8.5). Về giá trị (độ lớn), mức độ gia tăng nhiệt độ chiếm ưu thế ở mùa khô, tiếp

sau là trung bình năm và sau cùng là mùa mưa (tuy nhiên, sự chênh lệch này không quá lớn). Trong đó, đến cuối XXI, mức tăng T.mm và T.mk lần lượt dao động 0,9-3,6°C (RCP2.6-RCP8.5) và 1,2-3,6°C (RCP2.6-RCP8.5).



Hình 5. Mức độ biến đổi nhiệt độ trung bình mùa tỉnh Tây Ninh theo kịch bản RCP4.5 và RCP8.5

Phân bố mức độ biến đổi nhiệt độ trung bình mùa tỉnh Tây Ninh đến năm 2100 theo kịch bản RCP4.5 và RCP8.5 được thể hiện ở Bảng 4 và Hình hình 6.

3.2. Mức độ biến đổi nhiệt độ cực trị

Bảng 5-6, Hình 7-hình 8, 9 cho thấy nhiệt độ cực trị tại tỉnh Tây Ninh gia tăng theo thời gian (2020-2100) và theo các kịch bản phát thải KNK (RCP2.6-RCP8.5).

- Về giá trị:

- Mức độ biến đổi nhiệt độ tối cao (Tx): đến giữa thế kỷ XXI, mức tăng nhiệt độ Tx trung bình năm dao động 1-1,9°C RCP2.6-RCP8.5 và tương ứng 1,1-3,8°C vào cuối thế kỷ. So với trung bình năm, nhiệt độ Tx mùa khô cao hơn, mùa mưa thấp hơn và có sự chênh lệch không đáng kể vào năm 2050 và 2100 khoảng 0,1-0,2°C ở các kịch bản.

- Mức độ biến đổi nhiệt độ tối thấp (Tm): có xu hướng tương đồng với mức tăng nhiệt độ tối

cao nhưng giá trị nhỏ hơn từ 0,1-0,2°C (RCP8.5).

• Chênh lệch giữa các mùa và giữa các kịch bản phát thải KNK

Nhìn chung, mức độ gia tăng nhiệt độ xếp theo thứ tự giảm dần như sau: mùa khô, trung bình năm, mùa mưa: lần lượt 3,9, 3,8, 3,8°C đối

với Tx và 3,7, 3,6, 3,6 °C đối với Tm tương ứng năm 2100-RCP8.5, cho thấy sai khác giữa các đặc trưng không đáng kể. Tương tự Ttb, đối với Tx và Tm, chênh lệch mức tăng nhiệt độ giữa các kịch bản RCPs chỉ thể hiện rõ nét ở nửa cuối thế kỉ XXI.

Bảng 4. Phân bố mức tăng nhiệt độ trung bình mùa tỉnh Tây Ninh

Mùa mưa						
Kịch bản	Năm	Mức tăng	Phân bố	Cao nhất	Thấp nhất	
RCP 4.5	2030	0,69 - 0,81°C	Giảm dần theo hướng TB - ĐN	Tân Biên, Châu Thành, Tp.Tây Ninh	Trảng Bàng	
	2050	1,26 - 1,42°C		Tân Biên	Trảng Bàng	
	2100	1,88 - 1,92°C		Tân Biên	Trảng Bàng, Gò Dầu...	
RCP 8.5	2030	0,9 - 1°C		Tân Biên, Châu Thành	Trảng Bàng	
	2050	1,6 - 1,8°C		Tân Biên	Trảng Bàng, Gò Dầu	
	2100	3,5 - 3,7 °C		Tân Biên	Trảng Bàng, Gò Dầu	
Mùa khô						
Kịch bản	Năm	Mức tăng	Phân bố	Cao nhất	Thấp nhất	
RCP 4.5	2030	0,8 - 0,9°C	Giảm dần theo hướng TB - ĐN	Tân Biên, Châu Thành, Tp.Tây Ninh	Trảng Bàng	
	2050	1,3 - 1,45°C		Tân Biên, Châu Thành	Trảng Bàng	
	2100	1,9 - 2°C		Tân Biên	Trảng Bàng	
RCP 8.5	2030	0,9 - 1°C	Giảm dần từ Tây - Đông	Tân Biên, Châu Thành	Trảng Bàng	
	2050	1,7 - 1,9°C	Giảm dần theo hướng TB - ĐN	Tân Biên	Trảng Bàng, Gò Dầu	
	2100	3,54 - 3,74°C	Giảm dần từ Tây - Đông	Tân Biên, Châu Thành	Tân Châu	

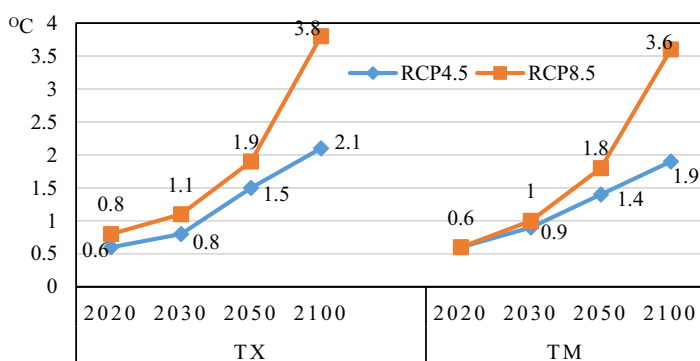
Bảng 5. Mức độ biến đổi nhiệt độ cực trị trung bình (°C) tỉnh Tây Ninh so với giai đoạn 1986 - 2005

Đặc trưng	Biến đổi nhiệt độ tối cao (Tx)				Biến đổi nhiệt độ tối thấp (Tm)				
	RCP	RCP	RCP	RCP	RCP	RCP	RCP	RCP	
	2.6	4.5	6.0	8.5	2.6	4.5	6.0	8.5	
2020	Mùa mưa	0,5	0,6	0,6	0,8	0,6	0,6	0,6	0,6
	Mùa khô	0,6	0,6	0,7	0,8	0,6	0,6	0,6	0,7
	Cả năm	0,5	0,6	0,7	0,8	0,6	0,6	0,6	0,6
2030	Mùa mưa	0,6	0,8	0,8	1,1	0,7	0,8	0,9	1
	Mùa khô	0,7	1	0,9	1,2	0,7	0,9	0,9	1
	Cả năm	0,7	0,9	0,8	1,1	0,7	0,9	0,9	1
2050	Mùa mưa	0,9	1,5	1,6	1,9	1	1,4	1,5	1,7
	Mùa khô	1,1	1,5	1,7	2	1,1	1,4	1,6	1,8
	Cả năm	1	1,5	1,7	1,9	1	1,4	1,5	1,8
2100	Mùa mưa	0,9	2	2	3,8	1	1,9	2,1	3,6
	Mùa khô	1,2	2,1	2,2	3,9	1,2	1,9	2,3	3,7
	Cả năm	1,1	2,1	2,1	3,8	1,1	1,9	2,2	3,6

Bảng 6. Phân bố mức tăng nhiệt độ cực trị trung bình tỉnh Tây Ninh

a. Mức tăng nhiệt độ tối cao (Tx)					
Kịch bản	Năm	TB năm		TB Mùa mưa	TB Mùa khô
		Mức tăng	Phân bố	Mức tăng	Mức tăng
RCP 4.5	2030	0,82 - 0,9 °C	Giảm dần T- Đ	0,9 °C	1 °C
	2050	1,43 - 1,5 °C		1,1 °C	1,5 °C
	2100	2 - 2,1 °C	Giảm dần TB-ĐN	2 °C	2.1 °C
RCP 8.5	2030	1,0 - 1,1 °C	Giảm dần TB-ĐN	1,1 °C	1,2 °C
	2050	1,9 - 1,94 °C	Giảm dần ĐB-TN	1.9 °C	2 °C
	2100	3,75 - 3.8 °C		3.8 °C	3.9 °C

b. Mức tăng nhiệt độ tối thấp (Tm)					
Kịch bản	Năm	TB năm		TB Mùa mưa	TB Mùa khô
		Mức tăng	Phân bố	Mức tăng	Mức tăng
RCP 4.5	2030	0,9 °C		0,8 °C	0,9 °C
	2050	1,33 - 1,4 °C	Giảm dần TB-ĐN	1,4 °C	1,4 °C
	2100	1,83 - 1.9 °C	Giảm dần T- Đ	1.9 °C	1.9 °C
RCP 8.5	2030	1 °C		1 °C	1 °C
	2050	1,9 °C	Giảm dần T - Đ	1,7 °C	1,8 °C
	2100	3,53 - 3.6 °C	Giảm dần TB-ĐN	3.6 °C	3.7 °C

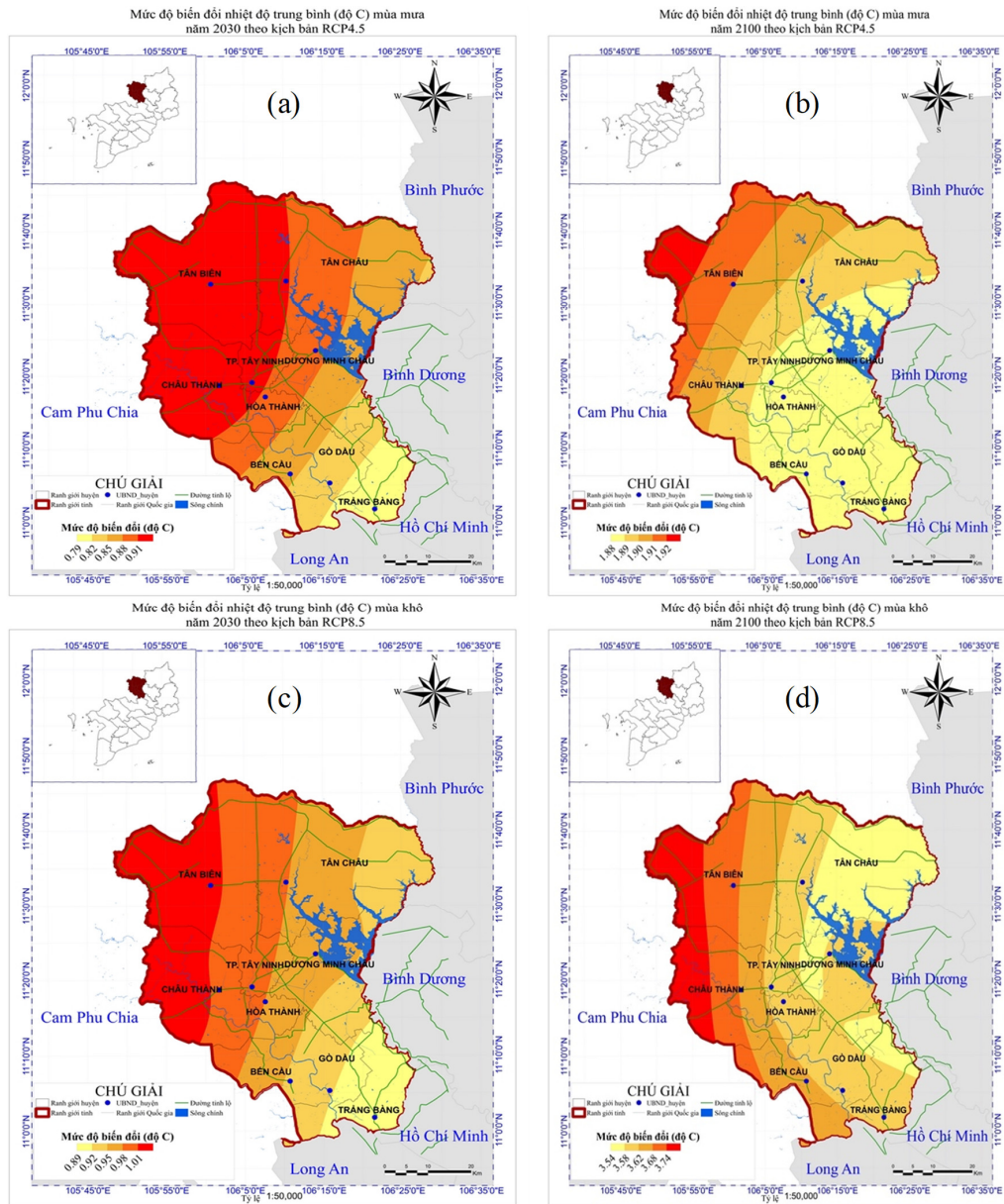


Hình 7. Mức độ biến đổi nhiệt độ cực trị trung bình năm tại tỉnh Tây Ninh

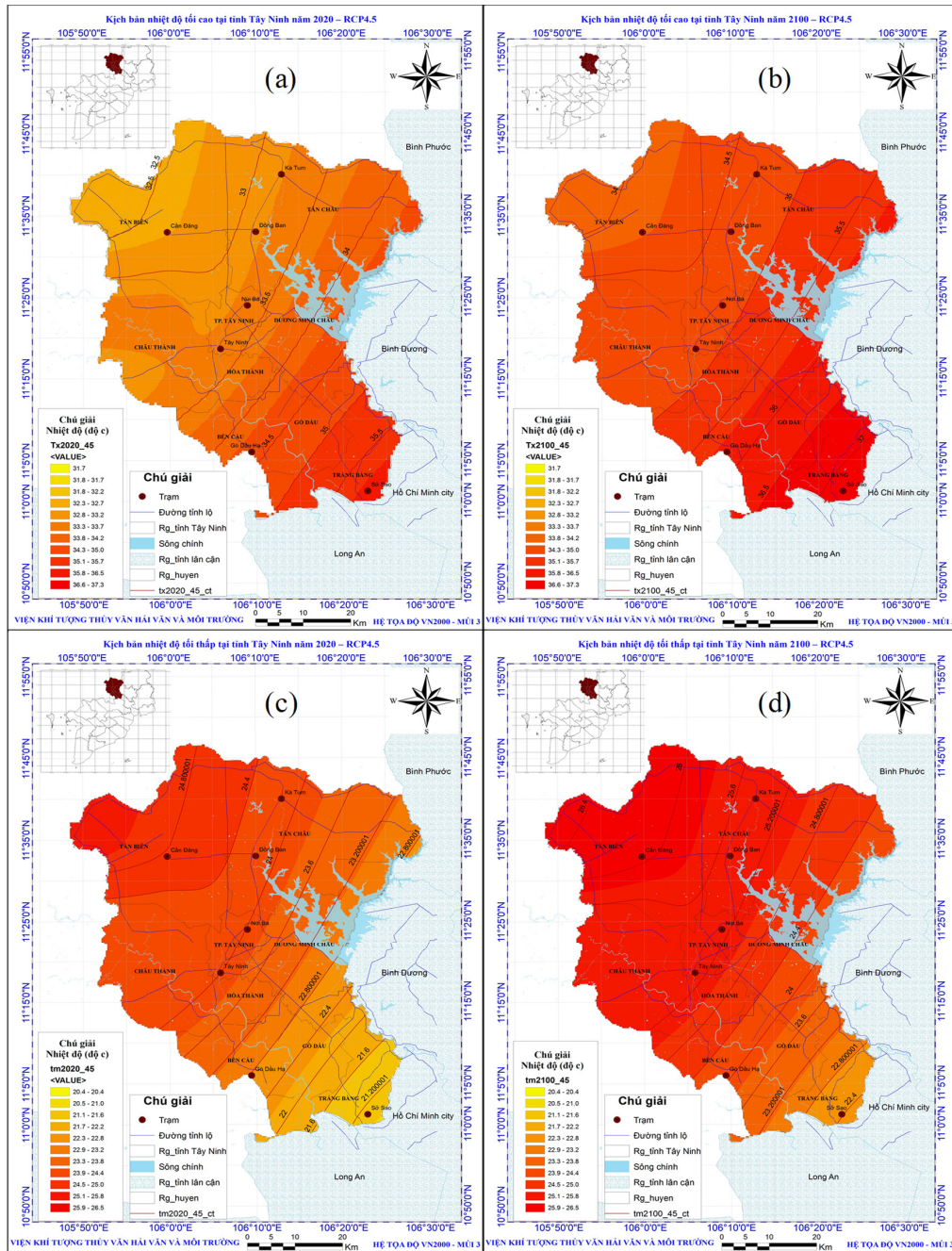
4. Kết luận

Bằng phương pháp thu thập, xử lý số liệu và phần mềm SimCLIM, nghiên cứu nhằm mục tiêu xây dựng các kịch bản biến đổi nhiệt độ (Tm, Ttb, Tx) tại tỉnh Tây Ninh đến cuối XXI (RCP2.6 - RCP8.5). Kết quả cho thấy nhiệt độ trung bình (Ttb) gia tăng qua các năm và các kịch bản RCP: khoảng 1,1-3,6°C vào năm 2100 so với giai đoạn 1986-2005. Trong đó, Ttb cao nhất phân bố chủ yếu ở khu vực phía tây (như huyện Tân Biên,

Châu Thành). Nhiệt độ các tháng trong năm cũng có dấu hiệu gia tăng theo thời gian, đặc biệt là các tháng mùa khô. Bên cạnh đó, xu thế gia tăng nhiệt độ cực trị cũng được ghi nhận với mức tăng Tx nhanh hơn so với T.tb và T.m. Kết quả nghiên cứu là cơ sở quan trọng phục vụ đánh giá tác động và tính ĐBTT do sự gia tăng nhiệt độ tại tỉnh Tây Ninh, đóng góp tích cực vào việc hoạch định và kiện toàn hệ thống các giải pháp ứng phó ĐBKH.



Hình 8. Mức độ biến đổi nhiệt độ trung bình mùa tỉnh Tây Ninh so với giai đoạn 1986-2005: (a) Năm 2030, mùa mưa, RCP4.5; (b) Năm 2100, mùa mưa, RCP4.5; (c) Năm 2030, mùa khô, RCP8.5; (d) Năm 2100, mùa khô, RCP8.5



Hình 9. Phân bố nhiệt độ cực trị trung bình tại tỉnh Tây Ninh - RCP4.5: (a) Năm 2020, Tx; (b) Năm 2100, Tx; (c) Năm 2020, Tm; (d) Năm 2100, Tm

Tài liệu tham khảo

1. Bộ Tài nguyên và Môi trường (2016), *Kịch bản Biến đổi khí hậu, nước biển dâng cho Việt Nam, Hà Nội.*
2. Phan Văn Tân, Ngô Đức Thành (2013), *Biến đổi khí hậu ở Việt Nam: Một số kết quả nghiên cứu, thách thức và cơ hội trong hội nhập quốc tế.* Tạp chí Khoa học ĐHQGHN, Các Khoa học Trái đất và Môi trường, 29 (2), 42-55.
3. Hildebrandsson, H.H., (1897), *Quelques recherches sur les entres d'action de l'atmosphère, K. Svenska Vetens - Akad. Handl., 29, 33.*
4. Walker, G.T. (1923), *Correlation in seasonal variability of weather, VIII. A preliminary study of world weather.* Memoirs of the India Meteorological Department, 24, 75-131.
5. Barnston, A.G., Ropelewski, C.F., (1992), *Prediction of ENSO episodes using Canonical Correlation Analysis.* Journal of Climate, 5, 1316-1345.
6. Tangang, F.T., Hsieh, W.W., Tang, B., (1997), *Forecasting of equatorial Pacific sea surface temperatures by neural networks models.* Climate Dynamics, 13, 135-147.
7. Barnston, A.G., Thiao, W., Kumar, V., (1996), *Long-lead forecasts of seasonal precipitation in Africa using CCA.* Weather and Forecasting, 11, 506-520.
8. Ward, M.N., Folland, C.K., (1991), *Prediction of seasonal rainfall in the north of Nordeste of Brazil using eigenvectors of sea surface temperature.* International Journal of Climatology, 11, 711-743.
9. Colman, A.W., (1997), *Prediction of summer central England temperature from preceding North Atlantic winter sea surface temperature.* International Journal of Climatology, 17, 1285-1300.
10. Phan Văn Tân (2010), *Nghiên cứu tác động của biến đổi khí hậu toàn cầu đến các yếu tố và hiện tượng khí hậu cực đoan ở Việt Nam, khả năng dự báo và giải pháp chiến lược ứng phó.* Chương trình KHCN cấp nhà nước KC08/06-10. Mã số đề tài: KC08.29/06-10.
11. Kleeman, R., Moore, A.M., Smith, N.R., (1995), *Assimilation of sub-surface thermal data into an intermediate tropical coupled ocean-atmosphere model.* Monthly Weather Review, 123, 3103-3113.
12. Cane, M.A., Zebiak, S.E., Dolan, S.C., (1986), *Experimental forecasts of El Nino.* Nature, 321, 827-832.
13. Chakraborty A., Krishnamurti, T.N., (2006), *Improved seasonal climate forecasts of the South Asian summer monsoon using a suite of 13 coupled ocean-atmosphere models.* Monthly Weather Review, 134, 1697-1721.
14. IPCC (2007), *Climate Change 2007: Climate Change Impacts, Adaptation and Vulnerability, Summary for Policy Makers, Contribution of Working Group II to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change,* Cambridge University Press, Cambridge and New York.
15. UBND tỉnh Tây Ninh (2013), *Kế hoạch hành động ứng phó với BĐKH tỉnh Tây Ninh.*
16. Bộ Tài nguyên và Môi trường (2009), *Kịch bản Biến đổi khí hậu, nước biển dâng cho Việt Nam, Hà Nội.*
17. UBND tỉnh Bình Định (2017), *Cập nhật Kế hoạch hành động ứng phó với BĐKH tỉnh Bình Định.*
18. UBND tỉnh Vĩnh Long (2016), *Cập nhật Kế hoạch hành động ứng phó với BĐKH tỉnh Vĩnh Long.*
19. Lê Ngọc Tuấn, Ngô Nam Thịnh, Nguyễn Kỳ Phùng (2018), *Xây dựng kịch bản mực nước biển dâng trong bối cảnh biến đổi khí hậu cho khu vực thành phố Hồ Chí Minh.* Tạp chí Phát triển Khoa

học và Công nghệ. Chuyên san KHTN, 2 (5), 184-191.

20. Ky Phung Nguyen, Van Tin Nguyen, Ngoc Tuan Le (2017), *Precipitation scenarios in Ho Chi Minh city in the context of climate change*. Vietnam Journal of Science and Technology, 55 (4C), 115-121.

TEMPERATURE SCENARIOS IN TAYNINH PROVINCE IN THE CONTEXT OF CLIMATE CHANGE

Le Ngoc Tuan^{1*}, Nguyen Van Tin²,

Tran Tuan Hoang², Pham Thanh Long², Nguyen Ky Phung³

¹University of Science - Vietnam National University Hochiminh City

²Sub-Institute of HydroMeteorology and Climate change

³Department of Science and Technology - Hochiminh City

Abstract: *By data collecting and processing method and SimCLIM software, this work aimed at developing temperature scenarios in Tay Ninh province corresponding to RCP2.6, RCP4.5, RCP6.0, and RCP8.5 scenarios. Results showed the average temperature (TTB) would increase over the time and RCPs: 1.1°C to 3.6°C in 2100 compared to that in the period of 1986-2005. The highest TTB would distribute in the west (such as Tan Bien and Chau Thanh districts). The study also recorded the increase trend of monthly TTB (especially in the summer) and of extreme temperatures where the increase in Tx would be faster than TTB and Tm. These results are an important basis for assessing impacts and vulnerability due to temperature rise in particular and climate change in general in Tay Ninh province.*

Keywords: *Climate change scenario, extreme temperature, temperature evolution, global warming.*

NGHIÊN CỨU XÂY DỰNG CÔNG CỤ DỰ BÁO LƯU LƯỢNG NƯỚC ĐẾN HỒ SÔNG HÌNH PHỤC VỤ DỰ BÁO LŨ HẠ LƯU SÔNG BA

Đoàn Văn Hải¹, Đoàn Thị Vân¹, Đoàn Quang Trí²

Tóm tắt: Công nghệ dự báo thủy văn là một trong những thành phần cơ bản và quan trọng nhất của quy trình dự báo, quyết định khả năng và hiệu ích vận hành hệ thống hồ chứa. Mục tiêu đề ra là công tác dự báo khí tượng thủy văn (KTTV) phải không ngừng tăng cường giám sát và cung cấp các bản tin cảnh báo, dự báo có nội dung cụ thể, thời gian dự kiến dài hơn, độ chính xác cao hơn. Nghiên cứu đã xây dựng được mô hình dự báo dòng chảy đến hồ sông Hình phục vụ điều tiết, dự báo lũ hạ lưu sông Ba. Nghiên cứu đã lựa chọn và tích hợp mô hình Mike Nam để thực hiện xây dựng công nghệ dự báo lũ đến hồ. Kết quả hiệu chỉnh và kiểm định mô hình cho 4 trận lũ đạt từ 71-81%, trung bình đạt 78%. Kết quả dự báo cho 2 trận lũ năm 2019 với kết quả đánh giá đạt được từ 67-91%, trung bình đạt 79%. Bộ công cụ xây dựng cho kết quả dự báo khá cao và phù hợp với thực tế, đây sẽ là một công cụ hỗ trợ tích cực cho các dự báo viên trong công tác dự báo nghiệp vụ tại Trung tâm Dự báo KTTV quốc gia.

Từ khóa: MIKE NAM, Điều tiết hồ chứa.

Ban Biên tập nhận bài: 21/1/2020 Ngày phản biện xong: 20/02/2020 Ngày đăng bài: 25/02/2020

1. Đặt vấn đề

Từ khi các hệ thống hồ chứa ở Việt Nam đi vào hoạt động, dự báo lũ đã trở thành một nhiệm vụ quan trọng phục vụ việc điều hành hồ chống lũ cho hạ du và sản xuất điện năng. Đây là một vấn đề hết sức phức tạp được nhiều nhà nghiên cứu trong nước quan tâm. Nghiên cứu dự báo lũ ở Việt Nam thường được thực hiện theo hai hướng chính: 1) Nhận dạng lũ: Các nghiên cứu tập trung phân tích rõ tính chất phân kỳ của lũ, tổ hợp lũ và những dấu hiệu nhận biết về quy mô lũ trên hệ thống sông; 2) Dự báo dòng chảy lũ: Các nghiên cứu tập trung vào việc ứng dụng một số phương pháp dự báo thủy văn thông dụng vào dự báo dòng chảy lũ. Phương pháp mô hình toán cũng là một công cụ hữu hiệu hỗ trợ tích cực cho công tác dự báo hiện nay. Các phương pháp mô hình mưa - dòng chảy như NAM, TANK, SSARR, HEC-HMS, MIKE SHE sự kết hợp mô hình thủy văn với các mô hình thủy lực 1-2 chiều như MIKE 11, HEC-RAS, MIKE 21 cũng đã được nghiên cứu thử nghiệm trong dự báo tác

nh nghiệp [3-9]. Trong nghiên cứu này, mô hình MIKE NAM được lựa chọn để mô phỏng, tính toán và dự báo lưu lượng đến hồ phục vụ xây dựng bộ công cụ điều tiết vận hành trong công tác nghiệp vụ.

Sông Ba là một trong những sông lớn thuộc tỉnh Gia Lai và Phú Yên. Những năm gần đây, việc xây dựng các hồ chứa thủy điện, thủy lợi trên lưu vực đã và đang phát triển khá mạnh. Thượng nguồn lưu vực sông Ba, đoạn sông chảy trên địa bàn tỉnh Gia Lai có các hồ: Ka Nak, An Khê, Ayun Hạ, Đăk Srong, Đăk Srong 2, Đăk Srong 2A và Đăk Srong 3, trên địa bàn tỉnh Phú Yên có hồ Sông Ba Hạ và hồ Sông Hình. Năm 2018, Thủ tướng Chính phủ đã ban hành Quy trình vận hành liên hồ chứa (QTVHLHC) trên lưu vực sông Ba. Quy trình đã quy định cụ thể nhiệm vụ của Tổng cục Khí tượng Thủy văn (KTTV) là thu thập số liệu tại các trạm KTTV trên hệ thống sông Ba và ra các bản tin cảnh báo, dự báo lũ. Ngoài ra, để phục vụ phát triển kinh tế, Trung tâm Dự báo KTTV quốc gia đã và đang

¹Trung tâm Dự báo khí tượng thủy văn quốc gia

²Tạp chí Khí tượng Thủy văn

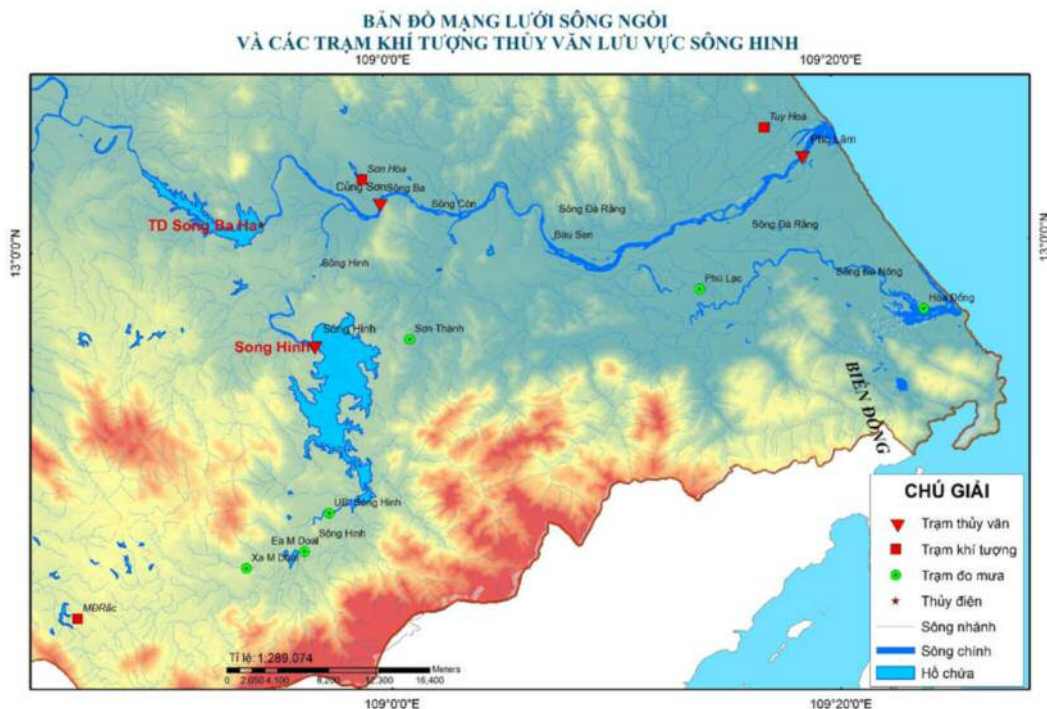
Email: doanquangtrikttv@gmail.com

thực hiện hợp đồng dự báo điều tiết điện cho hồ thủy điện Sông Hinh Công tác dự báo KTTV có vai trò rất quan trọng, là cơ sở cho việc vận hành hồ chứa, điều hành phát điện, chống lũ hạ du. Để đáp ứng các yêu cầu của QTVHLHC nói chung và hồ thủy điện Sông Hinh nói riêng, nhằm đảm bảo an toàn tuyệt đối cho các công trình thủy điện, phát huy tối đa hiệu quả sử dụng nước, thì công tác dự báo thủy văn đòi hỏi phải có những đổi mới căn bản, các giải pháp có tính đồng bộ và khả thi nhằm đáp ứng tốt, kịp thời các yêu cầu xã hội đặt ra nhất là khi có lũ lớn xuất hiện. Trên cơ sở hiện nay công cụ hỗ trợ tác nghiệp dự báo phục vụ quy trình liên hồ chứa sông Ba đã được xây dựng và hoạt động, tuy nhiên, để phục vụ kịp thời hơn và khai thác được số liệu mưa tự động cần thiết phải xây dựng bổ sung thêm một số chức năng để quá trình tác nghiệp được thuận lợi hơn. Mục đích của nghiên cứu này là xây dựng được một bộ công cụ phục vụ điều tiết, tính toán, dự báo lượng nước đến hồ phục vụ cắt giảm lũ cho khu vực hạ lưu. Bộ công cụ sau khi được xây dựng sẽ được hiệu chỉnh, kiểm định và đánh giá chất lượng dự báo trước khi đưa vào vận hành tác nghiệp tại Trung tâm Dự báo KTTV quốc gia.

2. Phương pháp nghiên cứu và thu thập tài liệu

2.1 Giới thiệu khu vực nghiên cứu

Sông Hinh là một phụ lưu cấp 1 phía hữu ngạn của sông Đà Rằng (sông Ba). Sông chảy qua huyện M'Đrăk, tỉnh Đắk Lắk và huyện Sông Hinh, tỉnh Phú Yên. Sông này dài 88 km và có diện tích lưu vực là 1.040 km². Đầu nguồn của sông là đỉnh núi Chư H'Mu (cao 2.051 m) ở huyện M'đrăk, phía Tây tỉnh Đắk Lắk. Cửa sông, nơi hội lưu với sông Đà Rằng, ở phía xã Đức Bình Tây, huyện Sông Hinh, tỉnh Phú Yên. Đoạn thượng lưu có hướng chảy cơ bản là Tây Nam - Đông Bắc. Đoạn hạ lưu, từ vĩ độ 12°50' đến cửa sông, có hướng chảy cơ bản là Bắc - Nam (Hình 1). Lũ lớn nhất hàng năm tập trung xuất hiện vào tháng 10 và 11 với số trận lũ chiếm từ 81-88% tổng số các trận lũ lớn, mưa lớn thường tập trung thời gian ngắn đỉnh lũ lên nhanh [2]. Trên lưu vực sông Hinh hiện nay có hồ chứa lớn nhất là hồ sông Hinh, hồ chứa nước có mực nước dâng bình thường là 209 m, mực nước chết là 196 m, tổng dung tích hồ chứa 357 triệu m³. Cao trình đỉnh đập là 215 m, khả năng xả lũ cao nhất là 6.952 m³/giờ.



Hình 1. Bản đồ vị trí khu vực nghiên cứu

2.2 Số liệu thu thập

- Nghiên cứu đã tiến hành thu thập số liệu mực nước, lưu lượng đến hồ Sông Hinh năm 2018 và 2019, số liệu mưa tự động và truyền thống các trạm: Đập Sông Hinh, Ea Trol, Ea M’Doan, M’Drak, ủy ban xã Sông Hinh và lượng bốc hơi năm trong lưu vực trong 2 năm 2018-2019.

- Tính toán, xử lý số liệu lưu lượng đến hồ qua phương trình cân bằng nước từ 2018-2019.

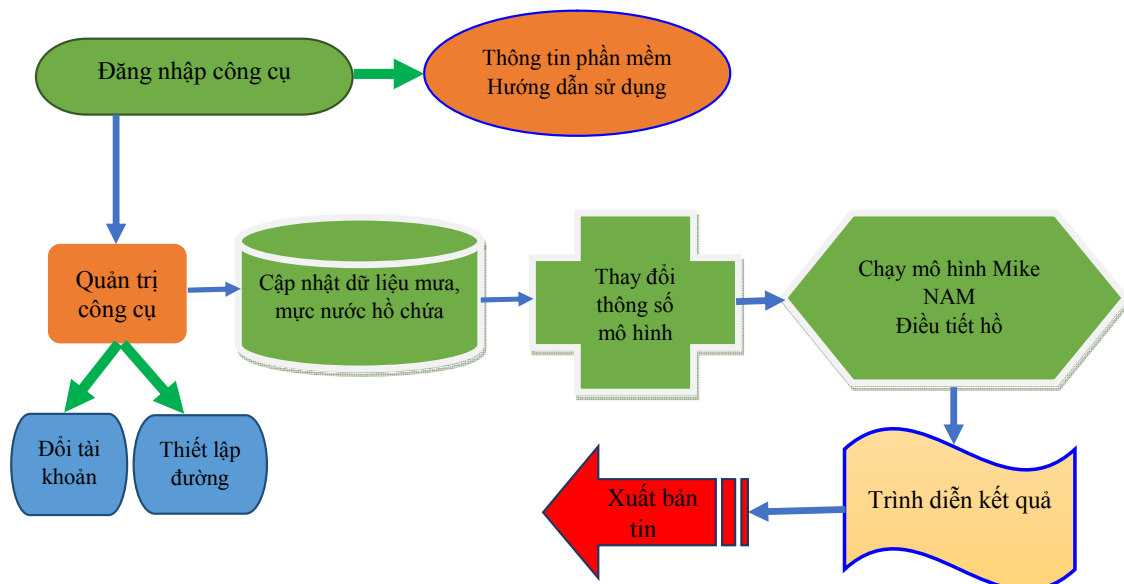
2.3 Giới thiệu mô hình MIKE NAM

Mô hình NAM là một hệ thống các diễn đạt bằng công thức toán học dưới dạng định lượng đơn giản thể hiện trạng thái của đất trong chu kỳ thủy văn. Mô hình NAM còn được gọi là mô hình mang tính xác định, tính khái niệm và khái quát với yêu cầu dữ liệu đầu vào trung bình. Mô hình NAM đã được sử dụng tốt ở nhiều nơi trên thế giới với các chế độ thủy văn và khí hậu khác nhau như Mantania, Srilanca, Thái Lan, Ấn Độ... Ở Việt Nam, mô hình này đã được nghiên cứu sử dụng trong tính toán dự báo trên nhiều hệ thống sông. Hiện nay trong mô hình thủy động lực MIKE 11 (do Viện Thủy Lực Đan Mạch -

DHI xây dựng, mô hình NAM đã được tích hợp như một môđun tính quá trình dòng chảy từ mưa. Mô hình NAM được xây dựng trên nguyên tắc xếp 5 bể chứa theo chiều thẳng đứng và 2 bể chứa tuyến tính nằm ngang [1, 10]. Refsgaard và Knudsen (1996) so sánh một số loại mô hình thủy văn khác nhau, bao gồm mô hình NAM, về cả yêu cầu số liệu và khả năng mô hình [11]. Mô hình NAM là một công cụ kỹ thuật đã được chứng minh tốt, đã được áp dụng cho một số lưu vực trên khắp thế giới, đại diện cho nhiều chế độ thủy văn và điều kiện khí hậu khác nhau.

2.4 Xây dựng phần mềm phục vụ dự báo

Công cụ dự báo dòng chảy đến hồ sông Hinh phục vụ vận hành điều tiết phát điện phục vụ dự báo lũ hạ lưu sông Ba được xây dựng bao gồm 08 khối trong đó: (1) Khối đăng nhập; (2) Khối quản trị; (3) Khối cập nhật dữ liệu; (4) Khối thay đổi thông số mô hình; (5) Khối điều khiển mô hình; (6) Khối trình diễn kết quả; (7) Khối xuất bản tin và (8) Khối thông tin và hướng dẫn sử dụng (Hình 2). Hình 4 đến hình 6 là giao diện chính của mô hình, giao diện điều khiển chạy mô hình.



Hình 2. Sơ đồ công cụ dự báo điều tiết hồ sông Hinh

(1) Khối “Đăng nhập công cụ” cho phép người dùng nhập user password để đăng nhập vào công cụ để thao tác các bước tiếp theo.

(2) Khối quản trị công cụ cho phép người sử dụng cấu hình đường dẫn, thay đổi tên đăng nhập mật khẩu.

(3) Khối cập nhật dữ liệu: cho phép người sử dụng cập nhật dữ liệu mưa, mực nước hồ, lưu lượng đến hồ, mưa số trị, mưa do người dùng định nghĩa và đưa số liệu vào đúng định dạng của mô hình.

(4) Khối “Thay đổi thông số mô hình” cho phép người sử dụng mở file cấu hình mô hình

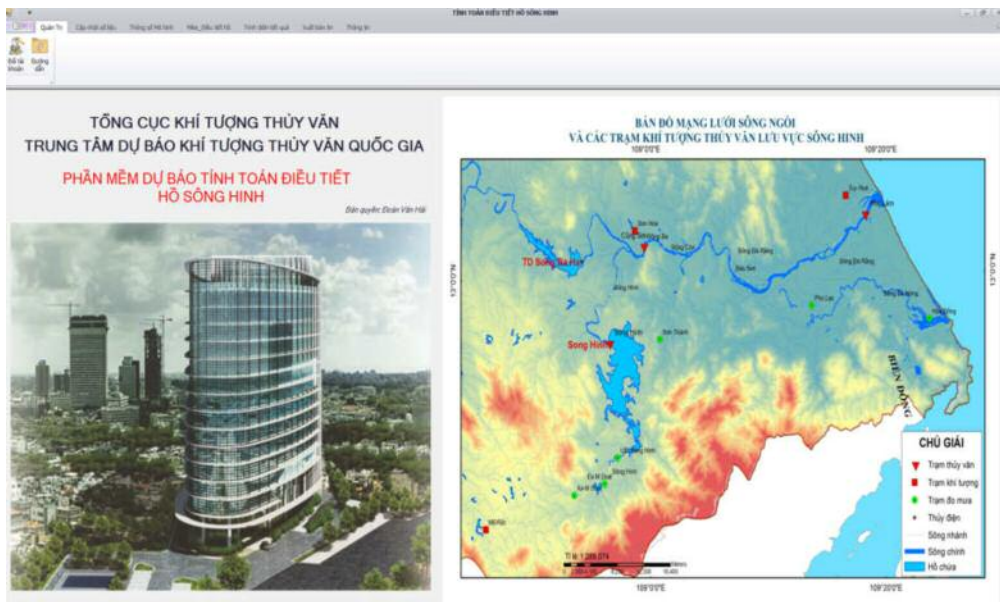
Mike Nam và thay đổi các thông số trong đó.

(5) Khối “chạy mô hình và điều tiết hồ”: Cho phép người sử dụng thiết lập khoảng thời gian chạy mô hình, nhập kịch bản điều tiết hồ.

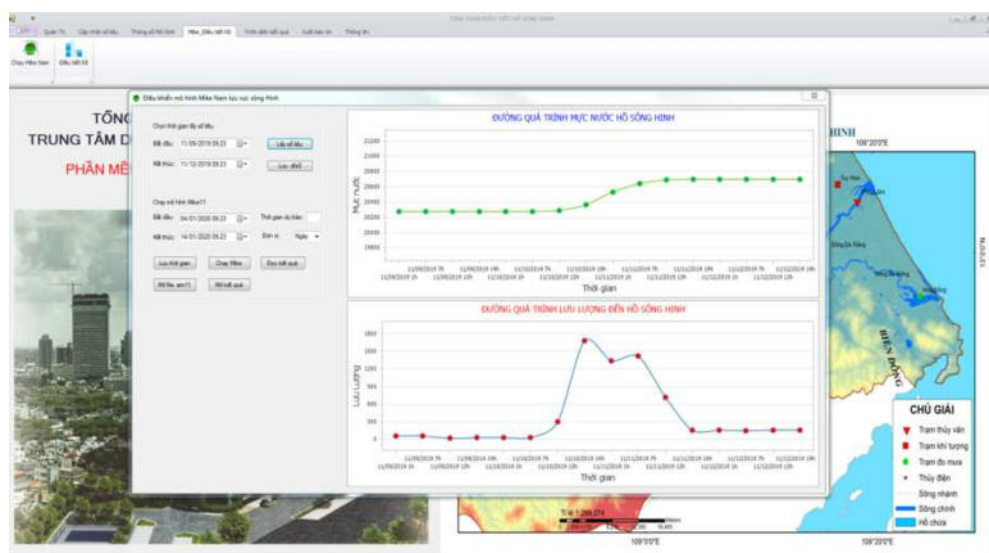
(6) Khối trình diễn kết quả: Cho phép hiển thị đường quá trình lưu lượng dự báo đến hồ, mực nước hồ...

(7) Khối xuất bản tin: Cho phép người sử dụng xuất bản tin theo định dạng cho trước (excel).

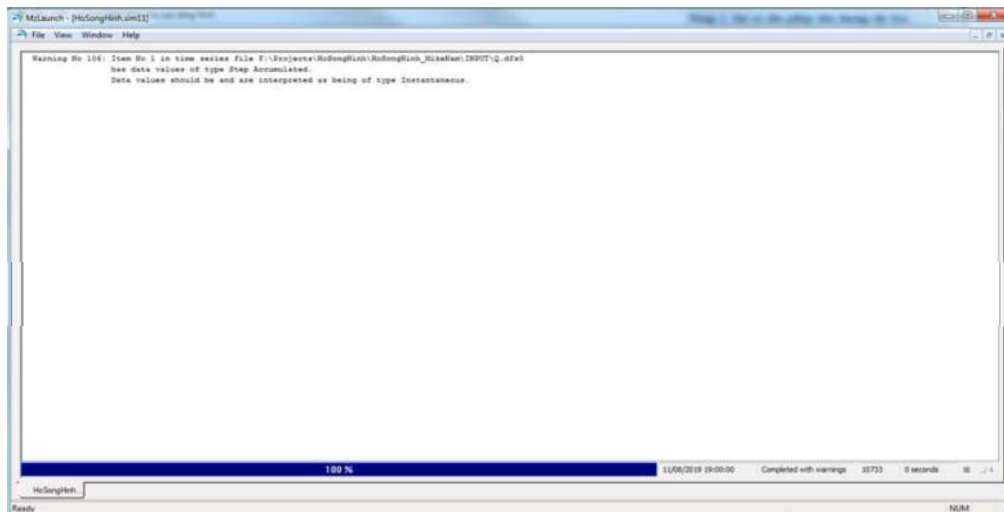
(8) Khối thông tin và hướng dẫn sử dụng: Cho phép người dùng có thể đọc và thao tác theo hướng dẫn để sử dụng, vận hành bộ công cụ.



Hình 3. Giao diện chính của bộ công cụ



Hình 4. Giao diện điều khiển modul Mike Nam



Hình 5. Giao diện chạy mô hình MIKE Nam

3. Kết quả và thảo luận

3.1 Kết quả hiệu chỉnh và kiểm định mô hình

Kết quả dự báo được đánh giá bằng sai số được tính theo khoản 1 điều 11 thông tư 42/2017/TT-BTNMT ngày 23 tháng 10 năm 2017 của Bộ Tài nguyên và Môi trường “Quy định kỹ thuật đánh giá chất lượng dự báo, cảnh

báo thủy văn”. Kết quả tính sai số cho phép được làm tròn và thể hiện trong bảng 1.

Kết quả dự báo cho thấy, với sai số cho phép dự báo là 20% giá trị lưu lượng thực đo, kết quả hiệu chỉnh và kiểm định mô hình cho 4 trận lũ đạt từ 71-81%, trung bình đạt 78%, được thể hiện trong Hình 7. Bộ thông số của mô hình Mike Nam được thể hiện trong hình 6.

Bảng 1. Sai số cho phép lưu lượng dự báo

STT	Dòng chảy	Sai số cho phép (%)
1	Lưu lượng	20%

Bảng 2. Chất lượng hiệu chỉnh mô hình các trận lũ hồ sông Hinh năm 2018-2019

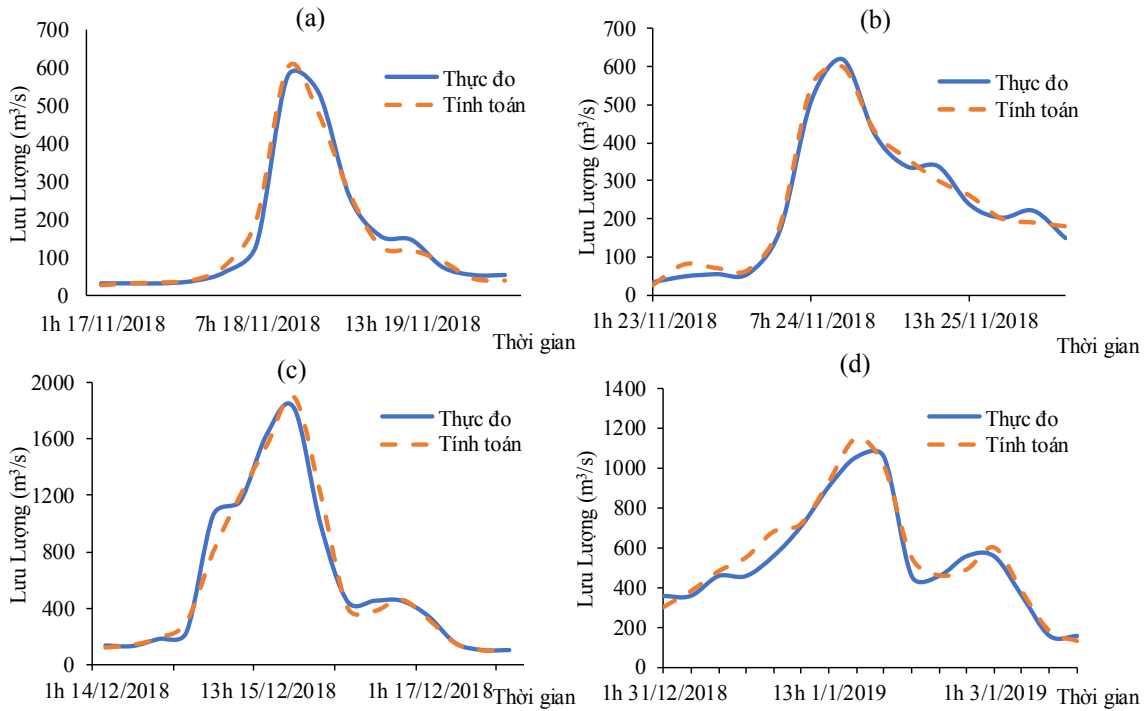
STT	Số điểm đúng	Tổng số điểm	Chất lượng đánh giá
Trận 1	10	14	71.4%
Trận 2	11	14	78.6%
Trận 3	13	16	81.3%
Trận 4	13	16	81.3%

	Name	Model	Area	Calculated	#ID
1	SONG HINH	NAM	788.808	788.808	0
2	HA SONG	NAM	213.787	213.787	0

	Name	Umax	Lmax	CQOF	CKIF	CK1,2	TOF	TIF
1	SONG	10	95	0.62	1000	11	0.08	0.03
2	HA SO	12	100	0.685	1025	10.6	0.1	0.2

	Name	TG	CKBF	Carea	Sy	GWLB	GWLB	Cqlow	Cklow
1	SONG H	0.7	2000	1	0.1	10	0	0	10000
2	HA SON	0.8	1845	1	0.1	10	0	0	10000

Hình 6. Bộ thông số đã hiệu chỉnh trong mô hình Mike Nam



Hình 7. Kết quả hiệu chỉnh và kiểm định đường quá trình lưu lượng thực đo và tính toán từ mô hình ứng với 04 trận lũ: Hiệu chỉnh: (a) Từ 17-20/11/2018; (b) Từ 23-26/11/2018; Kiểm định: (c) Từ 14-17/12/2018; (d) Từ 31/12/2018-3/1/2019

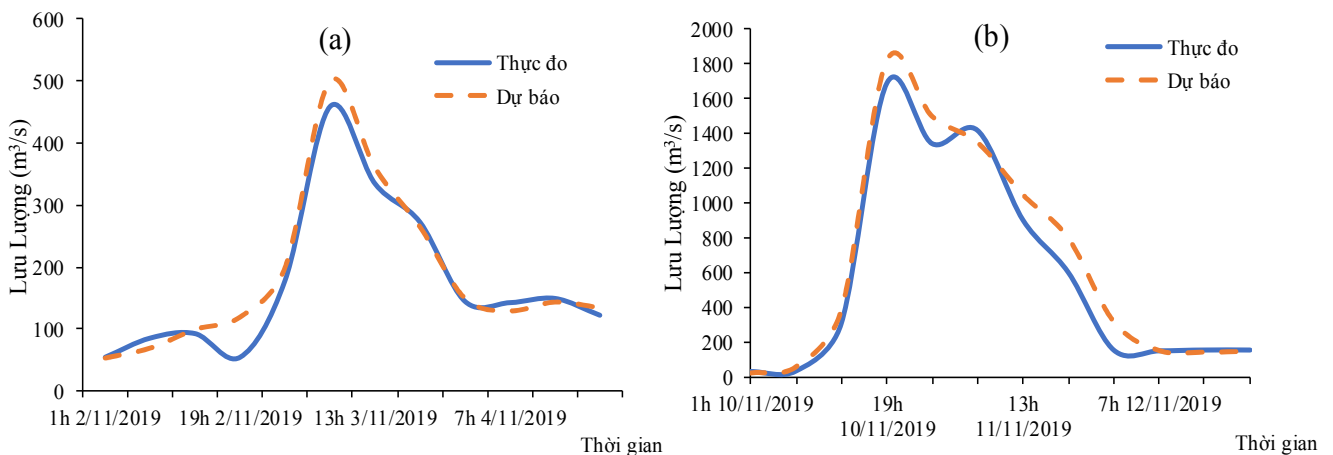
3.2 Đánh giá kết quả dự báo

Áp dụng bộ thông số của mô hình sau khi đã hiệu chỉnh và kiểm định, mô hình được áp dụng

để phục vụ dự báo cho 2 trận lũ năm 2019 với kết quả đánh giá đạt được từ 67-91%, trung bình 79%.

Bảng 3. Chất lượng dự báo mô hình các trận lũ hồ sông Hình năm 2019

STT	Số điểm đúng	Tổng số điểm	Chất lượng dự báo
Trận 1	11	12	91.7%
Trận 2	8	12	66.7%



Hình 8. Kết quả dự báo đường quá trình lưu lượng thực đo và tính toán đến hồ sông Hình từ mô hình ứng với 02 trận lũ: (a) Từ 2-4/11/2019; (b) Từ 10-12/11/2019

4 Kết luận

Nghiên cứu đã ứng dụng xây dựng bộ thông số cho mô hình Mike Nam tính toán dòng chảy đến hồ sông Hinh đồng thời xây dựng được bộ công cụ để tối ưu quá trình vận hành phục vụ tác nghiệp, điều tiết hồ chứa. Bộ công cụ được xây dựng với 08 khối chức năng và nhiều modul. Bộ công cụ dự báo được xây dựng trên nền cơ sở ngôn ngữ lập trình hiện đại, có tính mở, có khả

năng tích hợp bổ sung và nâng cấp các modul khi cần thiết. Với 4 trận lũ trong năm 2018-2019, chất lượng hiệu chỉnh kiểm định của mô hình trung bình đạt 79%, kết quả dự báo lưu lượng cho thấy công cụ có thể được áp dụng hàng ngày trong dự báo lũ, hỗ trợ các dự báo viên tác nghiệp tại Trung tâm Dự báo khí tượng thủy văn quốc gia.

Lời cảm ơn: Bài báo hoàn thành trong khuôn khổ là kết quả nghiên cứu xây dựng công cụ phục vụ tác nghiệp tại Trung tâm Dự báo khí tượng thủy văn quốc gia “Xây dựng công cụ dự báo dòng chảy đến hồ sông Hinh phục vụ vận hành điều tiết phát điện phục vụ dự báo lũ hạ lưu sông Ba”.

Tài liệu tham khảo

1. Abbott, M.B., Refsgaard, C. (eds.) (1996), Distributed Hydrological Modeling, Kluwer Academic Publishers, Dordrecht, 321p.
2. Lương Hữu Dũng (2012), Một số đặc điểm mưa, lũ lưu vực sông Ba trong bài toán vận hành liên hồ chứa kiểm soát lũ hạ du. Tạp chí Khí tượng Thủy văn, 620, 32-35.
3. 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.
4. Đặng Thanh Mai (2009), Nghiên cứu ứng dụng mô hình WETSPA và HEC-RAS mô phỏng dự báo quá trình lũ trên sông Thu Bồn-Vu Gia, Đề tài cấp Bộ.
5. Đặng Thanh Mai (2013), Nghiên cứu xây dựng hệ thống phân tích, giám sát, cảnh báo và dự báo lũ, ngập lụt và hạn hán cho hệ thống sông Ba, Đề tài cấp Bộ.
6. Bùi Minh Tăng (2014), 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 Trung Bộ Việt Nam, Đề tài cấp Bộ.
7. 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.
8. Tran Hong Thai, Doan Quang Tri (2019), *Combination of hydrologic and hydraulic modeling on flood and inundation warning: case study at Tra Khuc-Ve river basin in Vietnam*. Vietnam Journal of Earth Sciences, 41(3), 240-251.
9. Đoàn Quang Trí (2019), *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*. Tạp chí Khí tượng Thủy văn, 703, 27-41.
10. Nam Reference Manual (2004), DHI Water & Environment, Denmark; MIKE11 Introduction and tutorial (2004), DHI Water & Environment, Denmark; MIKE11 Reference Manual (2004), DHI Water & Environment, Denmark; MIKE11 User Manual (2004), DHI Water & Environment, Denmark; MIKEView User Manual (2004), DHI Water & Environment, Denmark.
11. Refsgaard, J.C., Knudsen, J. (1996), Operational validation and inter comparison of different types of hydrological models. Water Resources Research, 32(7), 2189-2202.

STUDY ON ESTABLISHING THE RESERVOIR INFLOW FORECASTING TOOL IN HINH RIVER TO SERVE THE FLOOD FORECASTING AT DOWNSTREAM OF THE BA RIVER BASIN

Doan Van Hai¹, Doan Thi Van¹, Doan Quang Tri²

¹National Center for Hydro-Meteorological Forecasting

²Vietnam Journal of Hydrometeorology

Abstract: *The technology of hydrological forecasting is one of the most basic and important components of the forecasting, which determines the capacity and efficiency of reservoir operation. The purpose of the technology is to improve hydro-meteorological forecasting capacity to provide more specific warnings and forecasts in extended period of time with higher accuracy. The research built a forecasting model of Hinh river's flow to serve the operation and flood forecasting in the Ba river downstream. The study selected and integrated Mike Nam model to implement the flood forecasting technology. The calibration and verification of model's results for 4 floods ranged from 71-81%, with an average result of 78%. The results for 2 floods in 2019 after calibration and verification varied from 67-91%, with an average of 79%. The model for forecasting produces relatively accurate and consistent results with reality, this will significantly support the forecasters in their professions at the Center for Hydrometeorology Forecast Central.*

Keyword: MIKE NAM, reservoir operation.

BẢN TIN DỰ BÁO THỦY VĂN, KHÍ HẬU THÁNG 2 CÁC SÔNG BẮC BỘ, TRUNG BỘ, TÂY NGUYÊN VÀ NAM BỘ

1. Tóm tắt tình hình thủy văn, nguồn nước tháng 01 năm 2020

Trong tháng 01, mực nước trên sông Thao biến đổi chậm, mực nước trên sông Lô dao động theo các thủy điện tuyến trên. Mực nước hạ lưu sông Hồng tại Hà Nội có xu thế tăng do các hồ chứa lớn tăng cường phát điện phục vụ đồ ải vụ Đông Xuân 2019-2020 đợt 1 từ 20/1-23/1.

Trên hệ thống sông Thái Bình, mực nước trên các sông chính gồm sông Cầu, Thương, Lục

Nam và Thái Bình trong tháng 01 biến đổi chậm ở mức thấp, chịu ảnh hưởng mạnh của thủy triều.

Tình hình dòng chảy tháng 01/2020 trên sông Đà lớn hơn TBNN 66%; trên sông Thao, sông Lô và sông Thái Bình đều ở mức thấp hơn TBNN từ 65 -90%; hạ lưu sông Hồng tại Hà Nội ở mức thấp hơn TBNN là 6%.

Chi tiết các đặc trưng thủy văn tháng 01 trên các sông Bắc Bộ ở bảng 1.

Bảng 1. Đặc trưng mực nước, lưu lượng tháng 01/2020

Đơn vị: H (cm); Q (m/s³)

Sông	Trạm	Cao nhất	Thấp nhất	Trung bình	TBNN	So với TBNN
Đà	Hồ Hòa Bình (Q)	2814	40	917	554	>66%
	Yên Bái (H)	2490	2392	2427	2553	<126cm
Thao	Yên Bái (Q)	200	70	110	317	<65%
	Phú Thọ (H)	1266	1184	1213	1345	<132cm
	Phú Thọ (Q)	280	90	160	462	<65%
	Tuyên Quang (H)	1547	1292	1392	1618	<226cm
Lô	Tuyên Quang (Q)	152	16	39	372	<90%
	Vụ Quang (H)	725	476	545	669	<124cm
	Vụ Quang (Q)	840	100	280	946	<70%
Hồng	Hà Nội (H)	192	22	97	186	<89cm
	Hà Nội (Q)	2090	130	940	1002	<6%
	Đáp Cầu (H)	108	1	52	76	<24cm
Thái Bình	Phủ Lạng Thương (H)	123	-10	52	69	<17cm
	Lục Nam (H)	114	-29	36	63	<27cm
	Phả Lại (H)	129	-26	45	72	<27cm
Hoàng Long	Bến Đê (H)	98	-20	34	32	>2cm

2. Dự báo tình hình thủy văn, nguồn nước tháng 2 năm 2020

Trong tháng 02/2020, mực nước trên các sông thượng lưu hệ thống sông Hồng - Thái Bình sẽ tiếp tục biến đổi chậm. Mực nước hạ lưu sông Hồng - Thái Bình sẽ biến đổi chậm và chịu ảnh hưởng của thủy triều. Trong tháng 2 các hồ chứa sẽ tăng cường phát điện phục vụ đồ ải vụ Đông Xuân 2019-2020 đợt 2 từ 5/2-12/2 và đợt 3 từ

19/2-24/2 nên dòng chảy hạ lưu sông Hồng sẽ tăng.

Dòng chảy trên sông Đà đến hồ Hòa Bình dự báo ở mức cao hơn TBNN là 78%. Dòng chảy trên sông Thao, Lô dự báo ở mức thấp hơn TBNN từ 65-90%, hạ lưu sông Hồng tại Hà Nội dự báo ở mức xấp xỉ TBNN.

Chi tiết các đặc trưng thủy văn tháng 02/2020 trên các sông Bắc Bộ ở bảng 2.

Bảng 2. Đặc trưng mực nước, lưu lượng dự báo tháng 02/2020

Đơn vị: H (cm); Q (m/s³)

Sông	Trạm	Cao nhất	Thấp nhất	Trung bình	TBNN	So với TBNN
Đà	Hồ Hòa Bình (Q)	2600	40	750	422	>78%
	Yên Bái (H)	2490	2380	2400	2514	<114cm
Thao	Yên Bái (Q)	200	50	80	240	<67%
	Phú Thọ (H)	1250	1180	1210	1325	<115cm
	Phú Thọ (Q)	250	80	150	412	<64%
	Tuyên Quang (H)	1520	1300	1370	1610	<240cm
Lô	Tuyên Quang (Q)	107	19	37	366	<90%
	Vụ Quang (H)	680	475	500	659	<159cm
	Vụ Quang (Q)	690	90	160	935	<83%
Hồng	Hà Nội (H)	250	25	100	176	<76cm
	Hà Nội (Q)	2760	150	940	954	<1%
	Đáp Cầu (H)	165	-10	60	68	<8cm
Thái Bình	Phù Lãng Thương (H)	170	-15	60	62	<2cm
	Lục Nam (H)	175	-15	60	57	>3cm
	Phả Lại (H)	170	-15	60	68	<8cm
Hoàng Long	Bến Đẽ (H)	100	-15	40	30	>10cm

3. Diễn biến khí hậu Việt Nam

3.1 Nhiệt độ

NĐTB mùa XI-I năm 2019/2020 có giá trị từ 11,5 đến 28°C; cao hơn TBNN từ 0,5 đến 2,5°C trên phạm vi cả nước. NĐTB tháng I/2020 từ xấp xỉ 11 đến gần 28,5°C; cao hơn TBNN chủ yếu từ 0,5 đến 4°C trên toàn lãnh thổ, trong đó chuẩn sai phía Bắc cao hơn phía Nam.

Nhiệt độ tối cao trung bình (NĐTCTB) mùa XI-I năm 2019/2020 có giá trị từ gần 15 đến trên 33°C; cao hơn TBNN từ 0,4 đến 3°C trên hầu khắp cả nước; riêng Buôn Mê Thuột (Đắc Lắc) có nhiệt độ thấp hơn TBNN 0,2°C. NĐTCTB tháng I/2020 từ trên 14 đến lớn hơn 34°C; cao hơn TBNN chủ yếu từ 0,5 đến 4°C trên toàn lãnh thổ.

Nhiệt độ tối cao tuyệt đối (NĐTCTĐ) trong mùa XI-I năm 2019/2020 và tháng I/2020 ở nước ta phổ biến từ 25 đến 35°C. Giá trị lớn nhất quan trắc được trong tháng I là 37,6°C tại Đồng Phú (Bình Phước) vào ngày 9/I/2020.

Nhiệt độ tối thấp trung bình (NĐTTTB) mùa XI-I năm 2019/2020 từ xấp xỉ 9 đến lớn hơn 24,5°C; cao hơn TBNN từ 0,2 đến trên 2,5°C ở hầu hết nước ta, riêng Đà Lạt (Lâm Đồng) và

Càng Long (Trà Vinh) có nhiệt độ thấp hơn TBNN. NĐTTTB tháng I/2020 cũng có giá trị từ xấp xỉ 9 đến gần 25°C; cao hơn TBNN từ 0 đến lớn hơn 4°C trên toàn lãnh thổ, trong đó chuẩn sai phía Bắc cao hơn phía Nam.

Nhiệt độ tối thấp tuyệt đối (NĐTTĐ) trong mùa 3 tháng qua có giá trị phổ biến từ 1 đến 20,5°C. NĐTCTĐ tháng I/2020 có giá trị chủ yếu từ 5 đến 23°C.

Giá trị thấp nhất trong tháng I/2020 là 3°C tại trạm Sa Pa (Lào Cai) vào ngày 26/I/2020.

3.2. Lượng mưa

Trong mùa XI-I năm 2019/2020, TLM ở đa phần diện tích nước ta dưới 200mm, khu vực từ Hà Tĩnh đến Khánh Hòa phổ biến từ 200 đến 600mm. TLM mùa thấp hơn TBNN trên phần lớn nước ta, trong đó khu vực Tây Bắc có tỷ chuẩn dưới 50%; lượng mưa cao hơn TBNN ở Đông Bắc Bộ, nam Tây Nguyên, cực nam Trung Bộ và một phần diện tích Đông Nam Bộ, với tỷ chuẩn phổ biến từ 100 đến 200%.

TLM tháng I/2020 ở nước ta chủ yếu dưới 100mm, trong đó phần lớn Tây Bắc, Tây Nguyên và Nam Bộ cả tháng không có mưa, khu vực

đồng bằng Bắc Bộ và một phần diện tích Hà Tĩnh có lượng mưa trên 100mm. TLM tháng I thấp hơn TBNN trên phần lớn diện tích cả nước, với tỷ chuẩn chủ yếu dưới 50%. TLM tháng I cao hơn TBNN xảy ra chủ yếu ở Đông Bắc Bộ và Bắc Trung Bộ, với tỷ chuẩn ở Đông Bắc Bộ trên 150%, Bắc Trung Bộ phổ biến từ 100 đến 150%.

Lượng mưa ngày lớn nhất (LMNLN) phổ biến từ 10 đến 100mm trong mùa XI-I năm 2019/2020 và từ 1 đến 70mm trong tháng I/2020. Giá trị lớn nhất của LMNLN tháng I là 119mm quan trắc được tại Phủ Lý (Hà Nam) vào ngày 25/I/2020.

Số ngày mưa (SNM) trong mùa XI-I năm 2019/2020 thấp hơn TBNN trên đại bộ phận diện tích cả nước, cao hơn TBNN xảy ra ở Đông Bắc Bộ, Thanh Hóa - Nghệ An, với chuẩn sai phổ biến từ -15 đến 10 ngày. Trong tháng I/2020, chuẩn sai SNM cũng có phân bố tương tự 3 tháng, với chuẩn sai SNM phổ biến từ -5 đến 5 ngày.

3.3 Tổng số giờ nắng, lượng bốc hơi và chỉ số ẩm

Tổng số giờ nắng (TSGN) mùa XI-I năm 2019/2020 trên đại bộ phận diện tích phía Bắc (từ Quảng Nam trở ra) có giá trị chủ yếu từ 250 đến 500 giờ; Khu vực phía Nam (từ Quảng Ngãi trở vào) có TSGN từ 500 đến trên 700 giờ. TSGN tháng I/2020 phổ biến từ 35 đến 280 giờ, trong đó, SGN ở Việt Bắc thấp nhất cả nước. TSGN cao nhất trong tháng I/2020 là 306 giờ tại Phước Long (Bình Phước) và thấp nhất là 18 giờ ở Lục Yên (Yên Bái).

Tổng lượng bốc hơi (TLBH) mùa XI-I năm 2019/2020 phổ biến từ 100 đến 350mm, trong đó, cao nhất ở Nam Bộ; TLBH thấp hơn TBNN trên đa phần diện tích nước ta; cao hơn TBNN ở Tây Bắc, một phần diện tích Nam Trung Bộ và Tây Nam Bộ, với chuẩn sai TLBH từ -150 đến

80mm. TLBH tháng I/2020 phổ biến từ 30 đến 150mm; phân bố của chuẩn sai TLBH tháng I tương tự mùa 3 tháng, với chuẩn sai phổ biến từ -65 đến 30mm.

Chỉ số ẩm (A) trong 3 tháng qua có giá trị nhỏ hơn 1 trên đại bộ phận diện tích cả nước; lớn hơn 1 trên khu vực từ Hà Tĩnh đến Phú Yên và một phần diện tích Tây Nguyên. Chỉ số A trong tháng I/2020 có giá trị nhỏ hơn 1 trên đại bộ phận diện tích lãnh thổ; lớn hơn 1 ở Đông Bắc Bộ và hầu hết Bắc Trung Bộ. Chỉ số A lớn nhất trong tháng I/2020 là 8,00 xảy ra ở Hà Đông (Hà Nội), nhỏ nhất bằng 0 tại những nơi không có mưa.

3.4. Một số hiện tượng khí tượng đặc biệt

Không khí lạnh: Có 13 đợt KKL ảnh hưởng đến nước ta trong mùa 3 tháng XI - I năm 2019/2020, trong đó tháng XI có 5 đợt, tháng XII có 5 đợt và tháng I có 3 đợt. Đợt KKL được tăng cường vào ngày 25/I gây ra đợt rét đậm, rét hại ở Bắc Bộ và Bắc Trung Bộ, vùng núi Đông Bắc Bộ xuất hiện mưa đông kèm mưa đá.

Xoáy thuận nhiệt đới: Trong 3 tháng qua có 3 XTNĐ hoạt động trên Biển Đông. Các XTNĐ này đều xảy ra vào tháng XI, XII năm 2019.

Đông lốc: Có 1 trận đông lốc, mưa đá xảy ra vào 24 - 25/I/2020 xảy ra ở nhiều nơi thuộc Đông Bắc Bộ như Cao Bằng, Bắc Cạn, Lạng Sơn, Tuyên Quang, Thái Nguyên, Sơn La, Phú Thọ, Thái Bình.

Mưa lớn: Có 4 đợt mưa lớn xảy ra trên lãnh thổ nước ta trong mùa 3 tháng qua, trong đó tháng XI/2019 có 3 đợt và tháng I/2020 có 1 đợt. Đợt mưa lớn vào 24 - 25/I/2020 xảy ra ở Đông Bắc Bộ, Bắc Trung Bộ, với lượng mưa phổ biến 50 - 100mm.

Hạn hán: Hạn hán xảy ra trên diện rộng ở Tây Bắc, Tây Nguyên, Nam Trung Bộ và Nam Bộ.

Ngoài ra, tại Nam Bộ xâm nhập mặn cũng xảy ra nghiêm trọng từ tháng I đến nay. Tuy nhiên, chưa có thống kê cụ thể về thiệt hại.

Table of content

- 1** **Nguyen Xuan Tien, Nguyen Thanh Son, Nguyen Van Linh** (2020), *An application of hydrologic and hydraulic modeling for flood inundation simulation on downstream of the Ca River*. Vietnam Journal of Hydrometeorology, Volume 710, 1-13.
- 14** **Vu Duc Long, Nguyen Ngoc Hoa** (2020), *Evaluation on the impact of climate change on drought in Sesan River basin*. Vietnam Journal of Hydrometeorology, Volume 710, 14-25.
- 26** **Hoang Truong** (2020), *The comparison of rayleigh wave heights distribution with observed wave data at gulf of Nghi Son*. Vietnam Journal of Hydrometeorology, Volume 710, 26 - 32.
- 33** **Doan Van Hai, Le Thi Hue, Doan Quang Tri** (2020), *The application of numerical modelling to establish the forecasting software for flood and saline intrusion and display the results on Google Earth*. Vietnam Journal of Hydrometeorology, Volume 710, 33 - 42.
- 43** **Nguyen Bach Tung, Dang Dinh Duc, Tran Vinh Quang, Nguyen Dai Trung** (2020), *Effects of assessment to salinization irrigation water works to get the sellers period Ninh Co River*. Vietnam Journal of Hydrometeorology, Volume 710, 43 - 57.
- 58** **Le Ngoc Tuan, Nguyen Van Tin, Tran Tuan Hoang, Pham Thanh Long, Nguyen Ky Phung** (2020), *Temperature scenarios in Tay Ninh Province in the context of climate change*. Vietnam Journal of Hydrometeorology, Volume 710, 58 - 69.
- 70** **Doan Van Hai, Doan Thi Van, Doan Quang Tri** (2020), *Study on establishing the reservoir inflow forecasting tool in Hinh River to serve the flood forecasting at downstream of the Ba River basin*. Vietnam Journal of Hydrometeorology, Volume 710, 70 - 77.
- 78** Summary of the Agro-Meteorological, Hydrological Conditions in January 2020 - **National Center for Hydro-Meteorological Forecasting**