

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 700

04-2019

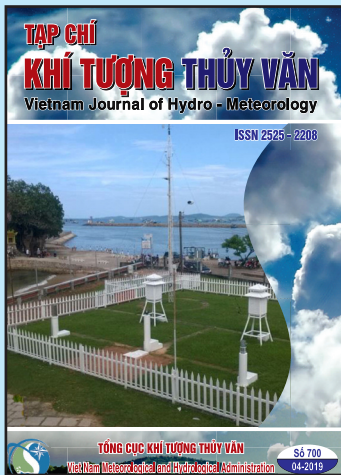
MỤC LỤC

Bài báo khoa học

- 1 **Lê Văn Nghị:** Đánh giá rủi ro cho hệ thống hồ chứa bậc thang trên sông Đà khi có sự cố vỡ đập
- 12 **Nguyễn Văn Đào, Phạm Thị Thanh Bình:** Đánh giá thực trạng và tác động của biến đổi khí hậu đến xâm nhập mặn tỉnh Bến Tre
- 23 **Nguyễn Văn Khánh, Trần Thục:** Nghiên cứu đánh giá ảnh hưởng của biến đổi khí hậu đến dòng chảy đến Hồ A Vương
- 34 **Bùi Tá Long, Nguyễn Châu Mỹ Duyên:** Mô hình hóa ô nhiễm không khí trong điều kiện địa hình phức tạp - Trường hợp nguồn thải điểm
- 46 **Bùi Văn Chanh, Nguyễn Văn Lý:** Ứng dụng mô hình Mike mô phỏng ngập lụt do xả lũ khẩn cấp và vỡ đập Định Bình
- 56 **Lê Văn Nghị:** Đề xuất giải pháp giảm ngập lụt cho khu vực Phong Nha - Kẻ Bàng bằng kênh đào nối sông Sơn và sông Lý Hòa
- 65 **Nguyễn Văn Huân:** Chu trình mưa ngày đêm và sự biến động của nó trên khu vực Tây Nguyên

Tổng kết tình hình khí tượng thủy văn

- 75 Tóm tắt tình hình khí tượng, khí tượng nông nghiệp và thủy văn tháng 04 năm 2019 - **Trung tâm Dự báo khí tượng thủy văn Trung ương và Viện Khoa học Khí tượng Thủy văn và Biến đổi khí hậu**



TỔNG BIÊN TẬP
PGS. TS. Trần Hồng Thái

Thư ký - Biên tập
TS. Đoàn Quang Trí

Trị sự và Phát hành
Đặng Quốc Khánh

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

Giấy phép xuất bản

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

Tòa soạn

Số 8 Pháo Đài Láng, Đống Đa, Hà Nội
Điện thoại: 04.39364963; Fax: 04.39362711
Email: 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

ĐÁNH GIÁ RỦI RO CHO HỆ THỐNG HỒ CHỨA BẠC THANG TRÊN SÔNG ĐÀ KHI CÓ SỰ CỐ VỠ ĐẬP

Lê Văn Nghị¹

Tóm tắt: Sông Đà là nhánh lớn nhất của hệ thống sông Hồng, có tiềm năng thủy điện vào bậc nhất cả nước. Trên lưu vực sông Đà trong lãnh thổ Việt Nam đã xây dựng 7 hồ chứa lớn, trong đó có 3 công trình thủy điện lớn nhất Việt Nam là Lai Châu, Sơn La và Hòa Bình. Các hồ chứa bậc thang này có nhiệm vụ quan trọng trong chống lũ, cấp nước tưới và phát điện nhưng đồng thời mỗi công trình đều làm tăng thêm những rủi ro tiềm ẩn cho hệ thống và công trình bậc dưới nếu gặp sự cố. Bài báo trình bày kết quả đánh giá rủi ro cho hệ thống các công trình hồ chứa bậc thang sông Đà theo các kịch bản sự cố vỡ đập bằng mô hình toán thủy lực. Kết quả đánh giá là cơ sở để các nhà quản lý, quy hoạch và nghiên cứu vận hành hợp lý các hồ chứa bậc thang sông Đà cũng như đảm bảo an toàn cho hạ du sông Hồng.

Từ khóa: Mô hình toán, Hồ chứa bậc thang, Sông Đà, Vỡ đập.

Ban Biên tập nhận bài: 24/01/2019 Ngày phản biện xong: 15/03/2019 Ngày đăng bài: 25/04/2019

1. Mở đầu

Sông Đà là chi lưu lớn nhất của hệ thống sông Hồng, bắt nguồn từ vùng núi Ngụy Sơn (Trung Quốc) chảy vào nước ta tại Mường Tè, Lai Châu theo hướng Tây Bắc - Đông Nam. Tổng lượng dòng chảy sông Đà chiếm hơn 50% tổng lượng dòng chảy sông Hồng. Với địa hình có độ dốc lớn, nhiều công trình hồ chứa được xây dựng trên sông Đà nhằm phòng chống lũ, cung cấp nước tưới, phục vụ giao thông thủy và đặc biệt là đóng góp một phần rất lớn cho tổng năng lượng điện toàn quốc. Sông Đà trong lãnh thổ Việt Nam hiện có 7 công trình hồ chứa lớn gồm Lai Châu, Sơn La, Hoà Bình trên dòng chính và Bản Chát, Huội Quảng, Nậm Mu, Nậm Chiến trên các dòng nhánh (Hình 1)

Các hồ chứa lớn và rất lớn với dung tích hàng chục tỷ mét khối cùng hệ thống đê làm nhiệm vụ cắt lũ chu kỳ 500 năm cho Hà Nội. Tuy nhiên nếu xảy ra lũ lớn hơn cho Hà Nội lũ lớn hơn tần suất này thì vẫn gây lo lắng cho các nhà khoa học

¹Phòng Thí nghiệm trọng điểm Quốc gia về động lực học sông biển

Email: levannghi@gmail.com

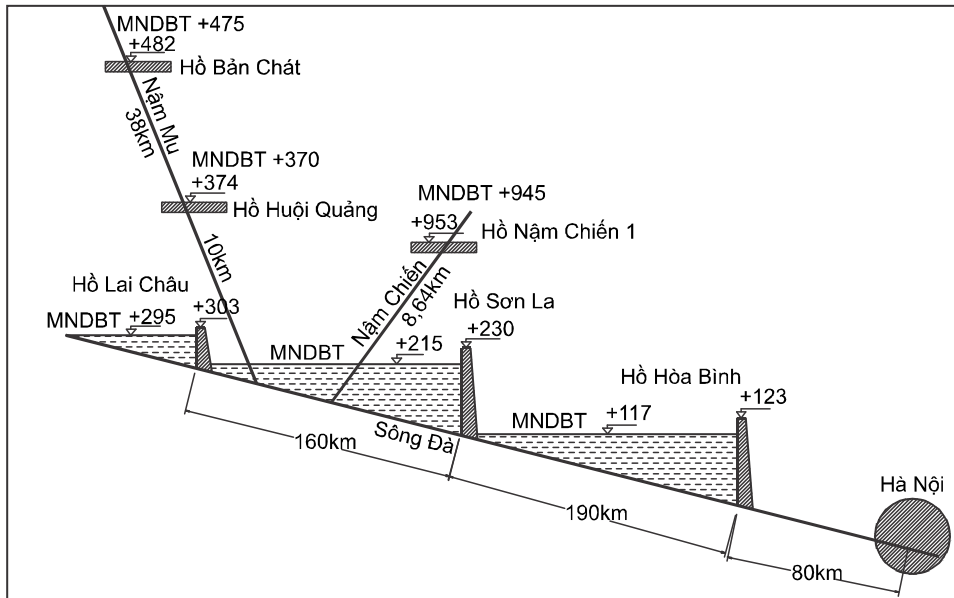
và quản lý với giả định những tình huống bất ngờ xảy ra. Cùng với quá trình phát triển kinh tế xã hội, sự biến đổi cực đoan của thời tiết khiến chúng ta cần lường trước nguy cơ rủi ro do vỡ đập [3].

Vỡ đập là hiện tượng không mong muốn nhưng đã có nhiều đập bị vỡ do các nguyên nhân khác nhau trong khi tích nước và cả trong giai đoạn thi công. Ở Việt Nam đã ghi nhận được các sự cố vỡ đập như: hồ Đầm Hà (Quảng Ninh, 2014), vỡ toàn bộ đập phụ; hồ Hồ Hồ (Hà Tĩnh, 2013), nước tràn qua đỉnh đập; hồ Đồng Đăng, Khe Luông (Thanh Hóa, 2013); hồ Cửa Đạt (2007), vỡ đập tràn xây dở; hồ Suối Hành (Khánh Hòa, 1986); hồ Yên Lập (Quảng Ninh, 1982); hồ Sông Mực, hồ Nam Thạch Hãn (1981-1982); hồ Suối Trầu (1978) [3]... Trên thế giới đã xảy ra vỡ Đập Lawn (Mỹ, 1982); đập Âm Dương Khỏa (Trung Quốc, 1983); đập Malpaset (Pháp, 1959), đập Barna ở Ấn Độ... [1].

Các hồ chứa bậc thang sông Đà có tính chất quan trọng về cả kinh tế, xã hội và chính trị nên trong quá trình quy hoạch, xây dựng và khai thác vận hành đã được quan tâm nghiên cứu. Bài toán

về vỡ đập trên sông Đà đã được tập trung tính toán trong giai đoạn nghiên cứu khả thi Thủy điện Sơn La khoảng 20 năm về trước, bởi nhiều cơ quan tư vấn và nghiên cứu. Điển hình là các nghiên cứu của Lê Trần Chương, Lê Văn Thuận, Vũ Anh Khoa (1997) [2], Nguyễn Việt Phách và cs. (1998); Nguyễn Văn Hạnh và cs. (2003) [4], Trần Đình Hợi và cs. (2004) [5], Trần Thực (2003) [7]... Các nghiên cứu này tập trung đánh

giá ảnh hưởng của sự cố vỡ đập Sơn La đến an toàn của hồ Hòa Bình và đồng bằng Bắc Bộ. Các hồ chứa được đưa vào tính toán chỉ gồm 3 hồ trên dòng chính sông Đà là Lai Châu, Sơn La và Hòa Bình, riêng hồ Sơn La được tính toán xem xét với các quy mô công trình Sơn La cao, thấp và trung bình. Bên cạnh đó công cụ tính toán còn hạn chế về mô phỏng điều hành hồ, lũ tràn đồng, các kịch bản tính toán.



Hình 1. Sơ đồ bậc thang hồ chứa lưu vực sông Đà

Bảng 1. Thông số các hồ chứa lớn trên hệ thống sông Đà

Tên thông số	Lai Châu	Sơn La	Hòa Bình	Bản Chát	Huội Quảng	Nậm Chiến 1	Nậm Chiến 2
1. Trên sông	Đà	Đà	Đà	Nậm Mu	Nậm Mu	Nậm Chiến	Nậm Chiến
2. Dung tích toàn bộ hồ chứa ứng với đỉnh đập ($10^6 m^3$)	1215	9260	9450	2137,7	184,2	154,75	3,7
3. Dung tích phòng lũ ($10^6 m^3$)	0	4000	5600				
4. Cao trình đỉnh (m)	303	228.1	123	482	374	953	275
5. Chiều cao đập lớn nhất (m)	137	138.1	128	130	104.4	135	49/53
6. Chiều dài đập theo đỉnh (m)		860		424.45	267	273.3	50.6/38.75
7. Lưu lượng thiết kế (m^3/s)	20730	38240	37800	8382	10883		
8. Lưu lượng kiểm tra (m^3/s)	27452			10059	12908	2456.7	2351
9. Mực nước trước lũ (m)	295	194	101				
10. Mực nước dâng bình thường (m)	295	215	117	475	370	945	272
11. Mực nước lũ lớn nhất (m)	302,95	228,07	122,07	479,68		950,73	272,77

Bài báo trình bày kết quả nghiên cứu trên mô hình toán thủy lực, đánh giá rủi ro cho hệ thống hồ chứa bậc thang theo các kịch bản xảy ra sự cố vỡ đập trên sông Đà trong điều kiện các công trình trên bậc thang đã hoàn chỉnh, một cách có hệ thống xét đến các rủi ro có thể xảy ra đối với hệ thống hồ chứa trên sông Đà. Nghiên cứu đã sử dụng mô hình MIKE để mô phỏng hệ thống hồ chứa bậc thang trên sông Đà, ứng dụng module DamBreak để mô phỏng vỡ đập, vết vỡ của đập Hòa Bình sử dụng từ kết quả mô phỏng trên mô hình vật lý [3] [6] cung cấp một cách hệ thống các kịch bản sự cố có thể xảy ra, hiệu quả làm việc của các hồ (thông số mực nước, lưu lượng xả lũ).

2. Mô hình tính toán

Mô hình toán thủy lực MIKE của DHI [8] có khả năng tính toán diễn biến dòng chảy theo không gian và thời gian. Mô hình lũ sự cố vỡ đập được xây dựng trên phần mềm MIKE 11.

Vùng mô phỏng bao gồm toàn bộ sông Đà từ biên giới Việt Trung đến ngã ba Thao - Đà và nhánh Nậm Mu, Nậm Chiến. Các nhánh sông, suối khác được mô phỏng là các biên gia nhập

khu giữa. Các hồ được đưa vào tính toán gồm Lai Châu, Sơn La, Hòa Bình, Bản Chát, Huội Quảng, Nậm Chiến 1 và Nậm Chiến 2 (Hình 1). Tài liệu địa hình lòng dẫn là số liệu đo năm 2013, riêng sông Đà đo năm 2014. Các thông số công trình lấy theo quy trình vận hành liên hồ chứa [9]. Biên nhập lưu của mô hình là các đường quá trình lưu lượng theo thời gian Q(t) nhập vào sông chính. Biên dưới của mô hình do không khảo sát quá trình lũ hạ lưu nên được cho là hằng số.

Hệ thống hồ chứa trên bậc thang sông Đà được thiết lập là các công trình nối tiếp, dung tích hồ chứa được mô phỏng là lòng dẫn sông. Do sự sai khác của lòng dẫn và lòng hồ thực tế, nên dung tích hồ được bổ sung vào dạng ô chứa lũ trên sông, đặc biệt với hồ Sơn La, Hòa Bình và Bản Chát. Quan hệ dung tích cao trình được lấy theo báo cáo thẩm định an toàn đập Hòa Bình năm 2013. Tại các vị trí đập dâng các công trình tháo được thiết lập trên các nhánh song song: gồm tràn xả mặt, tràn xả đáy, nhà máy thủy điện, công trình vỡ đập. Các công trình có cửa van được thiết lập là công trình điều khiển (Bảng 1).

Bảng 2. Các công trình điều khiển trên hệ thống bậc thang sông Đà

TT	Tên nhánh sông	Tọa độ	Tên công trình	Dạng điều khiển	Hệ số lưu lượng	Tốc độ mở cửa van
1	Son La Sluice	250	SL Xa day	Underflow	0,74	0,0034
2	SONGDA	279250	SL Xa mat	Underflow	0,74	0,005
3	SONGDA	102500	LC Xa mat	Underflow	0,76	0,007
4	Lai Chau Xa day	250	LC Xa day	Underflow	0,76	0,005
5	NamMu	78400	BC Xa mat	Underflow	0,69	0,01
6	NamMu	101400	HQ Xa mat	Underflow	0,69	0,005
7	HBSluice	250	HB Xa day	Underflow	0,76	0,005
8	SONGDA	473300	HB Xa mat	Underflow	0,69	0,005
9	NamChien	41500	NC2 Xa mat	Underflow	0,67	0,003

Các giả thiết trong quá trình nghiên cứu:

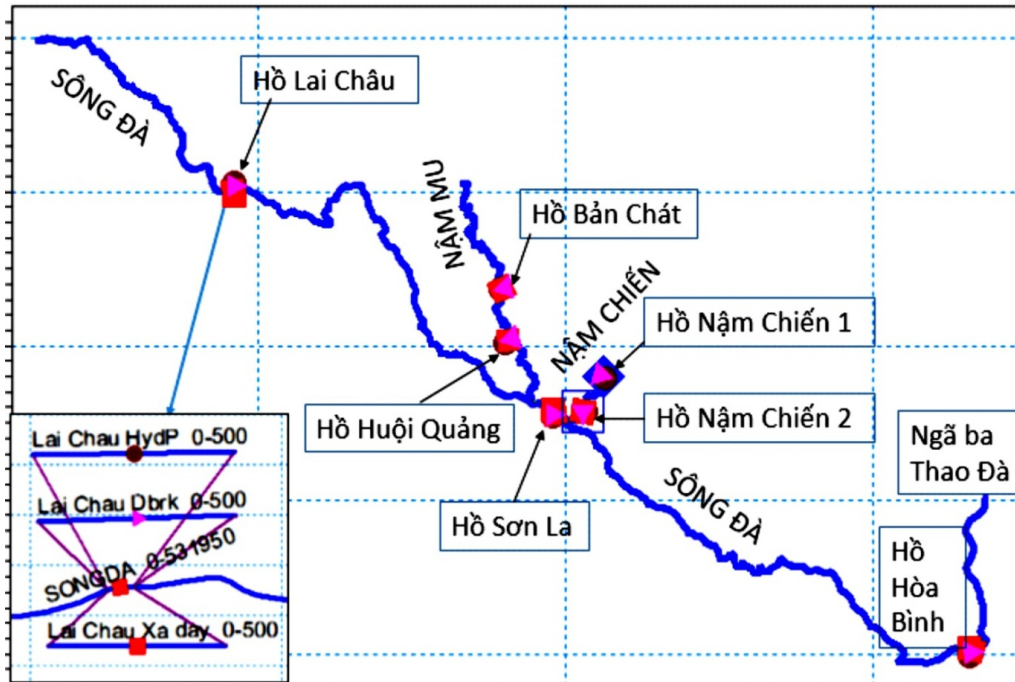
- Không xét quá trình biến động lòng dẫn khi xảy ra lũ vỡ đập. Chỉ xét quá trình phát triển (biến đổi) của lũ vỡ.

- Các vết vỡ của đập bê tông được giả thiết là vỡ theo từng khoang, với chiều rộng là bội số của chiều rộng 1 khối đổ giữa hai khe lún của đập, được lấy là 20m, tại vị trí 2/3 chiều cao đập,

các trường hợp vỡ đập là tràn đỉnh với cột nước cao 2m.

- Lỗ vỡ của đập Hòa Bình được lấy theo kết quả thí nghiệm trên mô hình vật lý.

- Hồ được coi là bị vỡ khi có nước tràn đỉnh với độ cao 2m. Khi mực nước hồ chưa đến ngưỡng gây vỡ (tràn đỉnh dưới 2m) thì dòng qua đỉnh tính như một đập tràn.



Hình 2. Vị trí hệ thống hồ mô phỏng trong sơ đồ mạng sông thủy lực 1 chiều

3. Kết quả tính toán các kịch bản vỡ đập

3.1. Các kịch bản tính toán

Với mô hình lũ 500 năm đến hồ Hòa Bình được phân bổ theo diện tích lưu vực đến các điểm không chế cho các hồ là tuyến đập. Các hồ vận hành bình thường trong các trường hợp đảm bảo cất lũ cho hạ du. Từ đó kích hoạt vỡ đập với trường hợp tràn đỉnh hoặc sự cố thân đập (đập Hòa Bình). Thiết lập 42 kịch bản vỡ đập trên hệ thống bậc thang sông Đà từ vỡ riêng lẻ tới vỡ hệ thống và 162 trường hợp vỡ hồ Sơn La và vỡ đập do ẩn họa trong thân đập, tổng hợp thành 8 nhóm kịch bản vỡ đập do tràn đỉnh cụ thể như sau:

1. Nhóm kịch bản vỡ đập trên dòng chính sông Đà:

- Nhóm kịch bản 1 (KB1), vỡ toàn bộ hệ thống hồ thượng lưu hồ Lai Châu, thuộc lãnh thổ Trung Quốc. Do không có số liệu cụ thể của các hồ này nên nghiên cứu lựa chọn trường hợp bất lợi nhất là coi tổng dung tích các hồ dồn xuống một hồ bậc cuối cùng. Xét với 03 kịch bản mực nước hồ tại thời điểm vỡ gồm: mực nước trước lũ (MNTL) - KB1.0, các hồ hạ lưu ở mực nước dâng bình thường (MNDBT) - KB1.1 và mực nước lũ thiết kế (MNLTK) - KB1.2. Trong mỗi kịch bản mực nước lại xét kịch bản về dung tích

hồ ở thượng lưu Lai Châu. Khi mực nước các hồ là MNTL, xét với dung tích hồ lần lượt là: $W = 2,0, 2,5$ và $5,0$ tỷ m^3 tương ứng các kịch bản KB1.0.a, KB1.0.b và KB1.0.c. Tổng số nhóm này có 9 KB;

- Kịch bản vỡ đập Lai Châu, gồm 3 kịch bản tổ hợp mực nước hồ Hòa Bình, Sơn La khác nhau (nhóm KB2). Khi vỡ hồ Lai Châu, các hồ còn lại đang ở: MNTL - KB2.0, MNDBT - KB2.1 và MNLTK - KB2.2;

- Kịch bản vỡ Sơn La, gồm 3 kịch bản với các tổ hợp bề rộng vết vỡ khác nhau ($B = 60m; 20m$) và mực nước hồ Hòa Bình (nhóm KB6). Cụ thể như sau: KB6.0 - vỡ đập Sơn La 60m, các hồ ở MNTL; KB6.1 - vỡ đập Sơn La 60m, các hồ ở mức MNDBT và KB6.2 - vỡ đập Sơn La 20m, các hồ ở mức MNDBT.

2. Nhóm kịch bản vỡ đập trên nhánh Nậm Mu:

- Kịch bản vỡ đập Bản Chát, gồm 3 kịch bản tổ hợp mực nước hồ Hòa Bình, Sơn La khác nhau (nhóm KB3);

- Kịch bản vỡ đập Huội Quảng, gồm 3 kịch bản tổ hợp mực nước hồ Hòa Bình, Sơn La khác nhau (nhóm KB4).

3. Nhóm kịch bản vỡ đập trên nhánh Nậm

Chiến: (hồ Nậm Chiến 1, Nậm Chiến 2) ứng với 3 kịch bản tổ hợp mực nước hồ Hòa Bình, Sơn La khác nhau (nhóm KB5);

4. Nhóm kịch bản đồng thời vỡ đập Lai Châu, Bản Chát, Huội Quảng, Nậm Chiến 1 và Nậm Chiến 2, gồm 3 kịch bản tổ hợp mực nước hồ Hòa Bình, Sơn La khác nhau (nhóm KB7);

Mỗi nhóm KB: 3, 4, 5, 7 gồm 03 KB như KB2.

Bài báo trình bày kết quả tính toán giả định sự cố vỡ đập các hồ chứa bậc thang sông Đà ảnh hưởng đến hồ chứa hạ lưu, là các nhóm kịch bản từ KB1 đến KB7. Chi tiết các kịch bản xem trong [6]. Khi kích hoạt vỡ đập theo các kịch bản thì hệ thống các hồ khác vận hành bình thường theo quy định tại quy trình liên hồ chứa [9] mà chưa xét đến trường hợp điều tiết cắt giảm lũ cho hạ du hoặc đảm bảo an toàn hồ phía dưới.

3.2. Kịch bản vỡ đập trên dòng chính sông Đà

1. Vỡ các hồ thượng lưu Lai Châu (KB1)

Khi xảy ra sự cố vỡ đập trên thượng lưu Lai Châu (các hồ phía Trung Quốc), giả thiết các kịch bản tổng lượng lũ vỡ đập là $W = 2,0$ tỷ m^3 ,

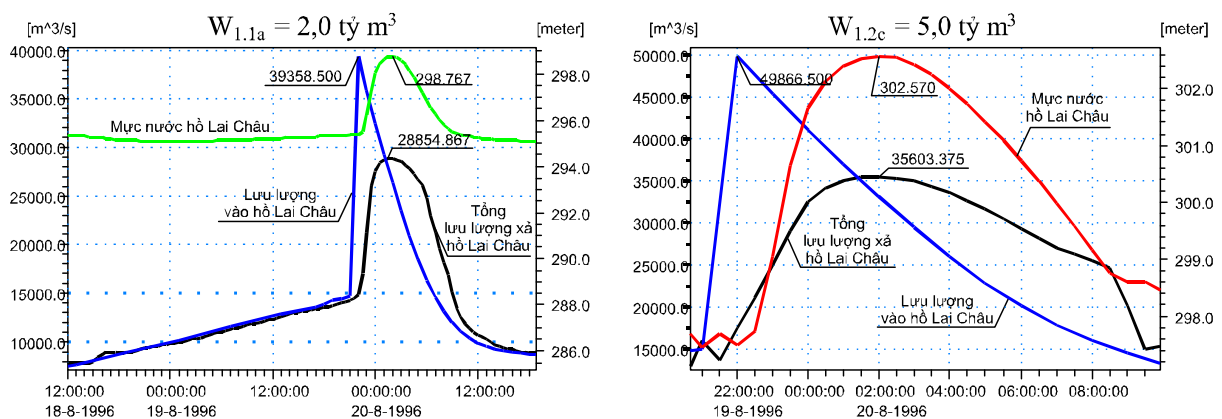
2,5 tỷ m^3 và 5,0 tỷ m^3 tương ứng khi đó hồ Lai Châu đang ở MNDBT (+295,0m) hoặc MNLTK (+297,9m). Theo kết quả tính toán lưu lượng đỉnh lũ sinh ra do vỡ đập (theo công thức Floehlich) tương ứng là 39.300 m^3/s , 41.200 m^3/s và 49.800 m^3/s . Kết quả tính toán thể hiện trên Bảng 2, Hình 2.

Khi xảy ra sự cố vỡ đập trên hệ thống hồ chứa thượng lưu Lai Châu với kịch bản tổng dung tích của các hồ là 2,0 tỷ m^3 (KB1.a), 2,5 tỷ m^3 (KB1.b) và 5,0 tỷ m^3 (KB1.c) thì hồ Lai Châu luôn đủ khả năng cắt lũ, hồ hoạt động an toàn, không bị vỡ đập.

Trường hợp tổng dung tích của các hồ chứa phía thượng lưu đến 5 tỷ m^3 , nếu hồ Lai Châu đang vận hành ở MNDBT thì mực nước lớn nhất (MNLN) đạt +301,36m thấp hơn mực nước dâng gia cường (MNDGC) là 1,5m, lưu lượng xả lớn nhất đạt khoảng 33.200 m^3/s . Nếu hồ đang vận hành ở MNLTK, khi xảy ra sự cố MNLN đạt 302,57m thấp hơn cao trình đỉnh đập 0,4m, lưu lượng lớn nhất khoảng 35.600 m^3/s , hồ Lai Châu sẽ gặp nguy hiểm.

Bảng 3. Thông số hồ Lai Châu khi vỡ đập ở thượng lưu

TT	Kịch bản	Z _{hồ} ban đầu (m)	Q _{max} đến hồ (m ³ /s)	Q _{xả} max (m ³ /s)	Z _{hồ} max (m)	V chứa lũ (10 ⁶ m ³)	Ghi chú
1	KB1.1a	295,0	39 358	28824	298,77	1079	
2	KB1.2a	297,9	39 358	29406	300,71	1161	
3	KB1.1b	295,0	41218	29600	299,23	1098	
4	KB1.2b	297,9	41218	30533	301,05	1177	
5	KB1.1c	295,0	49866	33241	301,36	1194	
6	KB1.2c	297,9	49866	35600	302,57	1248	Nguy hiểm



Hình 3. Quá trình lưu lượng đến hồ, lưu lượng xả và mực nước tại hồ Lai Châu ứng với kịch bản vỡ đập thượng lưu

2. Đập hồ Lai Châu (KB2)

Trường hợp chỉ vỡ đập Lai Châu thì tổng lượng lũ tối đa do vỡ đập gây ra về đến hồ Sơn La khoảng 1,5 tỷ m³, sẽ tác động tới hồ Sơn La và hồ Hòa Bình tùy theo tình trạng mực nước tại hai hồ, chi tiết thể hiện trên Bảng 3, Hình 3 và Hình 4, cụ thể:

- Nếu 2 hồ đang vận hành ở MNTL, thì khi sự cố xảy ra, hồ Sơn La và hồ Hòa Bình đều cất lũ hoàn toàn, 2 hồ hoạt động bình thường. MNLN tại 2 hồ đều thấp hơn MNDBT theo thứ tự là 10m và 7m.

- Nếu 2 hồ đang vận hành ở MNDBT thì 2 hồ cũng đều đảm bảo khả năng cất lũ và làm việc

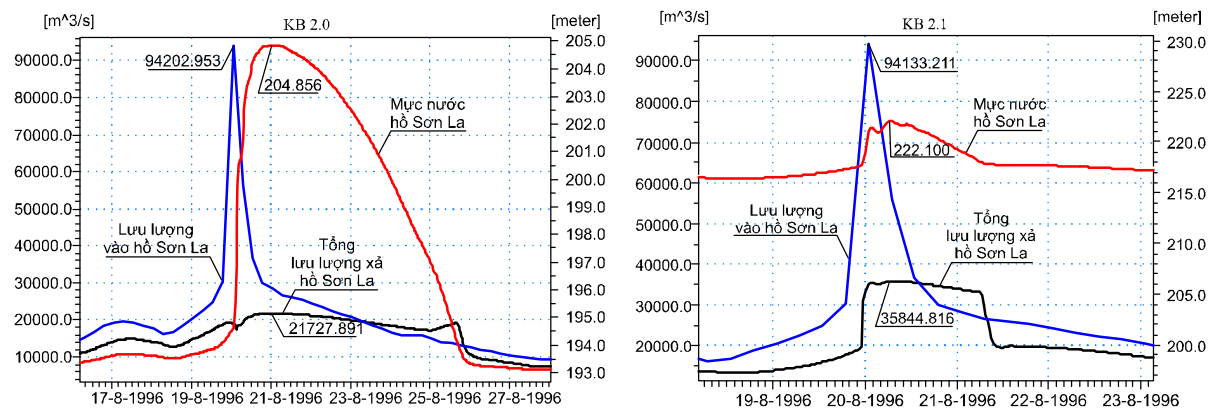
bình thường. MNLN tại hồ Sơn La đạt 221,5m cao hơn MNLTK 3,5m, tương ứng tại hồ Hòa Bình là 121,1m và 1,1m.

- Nếu 2 hồ đang vận hành ở MNLTK, hồ Sơn La vẫn đủ khả năng cất lũ và làm việc bình thường, MNLN tại hồ đạt 222,1m, thấp hơn MNLGC là 6,0m, lưu lượng xả lớn nhất khoảng 35.800m³/s. Tuy nhiên hồ Hòa Bình đạt tới giới hạn về làm việc an toàn. MNLN tại hồ đạt 122,5m xấp xỉ cao trình đỉnh đập, gây nguy hiểm cho đập Hòa Bình.

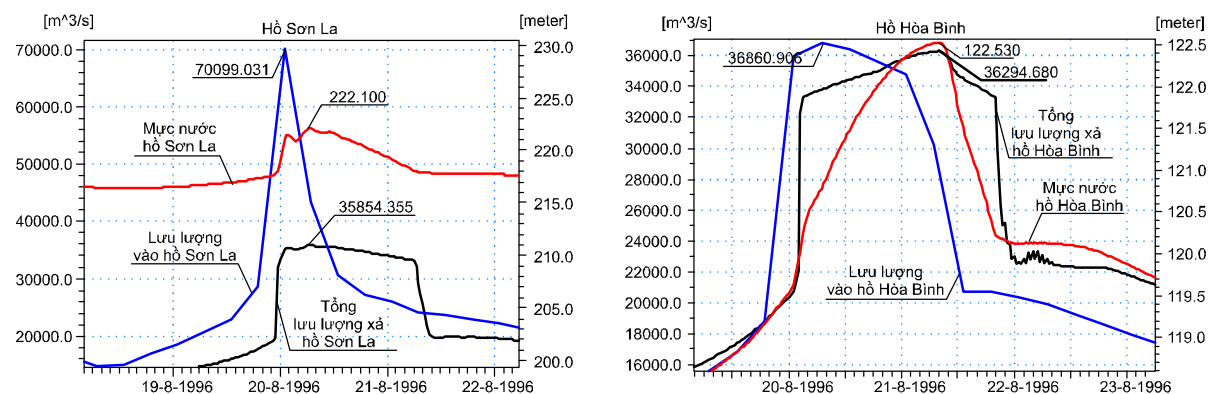
Do đó cần vận hành điều tiết tích nước lại hệ thống để giảm nguy cơ cho đập Hòa Bình.

Bảng 4. Thông số hồ Sơn La - Hòa Bình khi vỡ đập Lai Châu

TT	Kịch bản	Zhồ đang vận hành (m)	Q _{max} đến hồ SLa (m ³ /s)	Hồ Sơn La			Hồ Hòa Bình	
				Q _{xả} max (m ³ /s)	Zhồ max (m)	V _{chứa} lũ (10 ⁶ m ³)	Q _{xả} max (m ³ /s)	Zhồ max (m)
1	KB2.0	MNTL	94.202	21.728	204,86	1.871	21.921	110,14
2	KB2.1	MNDBT	94.133	35.484	221,53	1.538	34.113	121,10
3	KB2.2	MNLTK	70.099	35.871	222,10	1.035	36.296	122,53



Hình 4. Quá trình lưu lượng đến, lưu lượng xả và mực nước hồ Sơn La khi vỡ đập Lai Châu



Hình 5. Quá trình lưu lượng đến, lưu lượng xả và mực nước khi vỡ đập Lai Châu KB2.2

3. Đập hồ Sơn La (KB6)

Khi xảy ra sự cố vỡ đập Sơn La thì chỉ hồ Hòa Bình chịu tác động. Xem xét các kịch bản vỡ đập

Sơn La theo các chiều rộng và cao trình vết vỡ, tổng hợp kết quả thể hiện trên Bảng 5. Kết quả cho thấy ở KB6.3 không gây vỡ đập Hòa Bình.

Bảng 5. Thông số hồ Hòa Bình khi xảy ra vỡ đập Sơn La

TT	Kịch bản	Z hồ ban đầu HB (m)	Q _{max} đến hồ (m ³ /s)	Q _{xả max} (m ³ /s)	Z _{hồ max} (m)	V chứa lũ (triệu m ³)	Ghi chú
1	KB6.0 (60m)	MNTL	196.507	300.498	125,75	-	Vỡ đập
2	KB6.1 (60m)	MNDBT	224.605	307.356	125,65	-	Vỡ đập
3	KB6.2 (20m)	MNBT	34.928	31.494	119,66	515	

Khi xem xét ảnh hưởng của sự cố vỡ đập Sơn La tới đập Hòa Bình, ngoài 03 kịch bản ở Bảng 5, đã thiết lập các kịch bản tính toán chi tiết với các mực nước hồ khi vỡ, kích thước vết vỡ (B, H) với mực nước hồ Hòa Bình khi vỡ, cụ thể:

- Về mực nước hồ Hòa Bình, khi vỡ hồ Sơn La là MNLN trong lũ chính vụ ở 101m với mô hình lũ 500 năm.

- Về mực nước hồ Sơn La khi vỡ xét 05 trường hợp là: MNLN trong lũ chính vụ (194m), MNDBT (215m), MNLTK (217,8m), MNLN (228m) và vỡ do tràn đỉnh khi mực nước vượt đỉnh đập ở cao trình 230m;

- Với chiều rộng lỗ vỡ: xét 04 trường hợp: B = 80, 60, 40 và 20m;

- Về chiều sâu lỗ vỡ: xét 03 trường hợp là D = 2/3H, 1/2H và 1/3H, với H là chiều cao lớn nhất của đập, tương ứng với cao trình vết vỡ lần lượt là 138m, 163m và 184,4m.

Tổ hợp tính toán cho 01 trường hợp vỡ đập Sơn La với mực nước hồ Hòa Bình khi vỡ lên đến 60 trường hợp, tiến hành tính toán mô phỏng, bằng cách loại trừ đã đi đến kết luận sau:

- Nếu hồ Sơn La xảy ra sự cố vỡ 60m thì dù hồ Hòa Bình đang vận hành ở MNTL vẫn gặp nguy hiểm, hồ Hòa Bình không đủ dung tích cắt lũ sự cố. MNLN tại hồ Hòa Bình đạt 125,7m, cao hơn đỉnh đập 2,7m gây tràn đỉnh, gây vỡ đập Hòa Bình.

- Nếu hồ Sơn La vỡ 1 khoang (20m) tức lưu lượng xả qua tràn Sơn La chỉ là 3.600m³/s bằng 1/10 năng lực xả của tràn, chỉ tương đương với vỡ đập Sơn La trong mùa khô thì hồ Hòa Bình vẫn đảm bảo khả năng cắt lũ, an toàn cho công trình. MNLN tại hồ Hòa Bình đạt 119,7m, thấp

hơn MNLTK là 0,3m. Lưu lượng xả lớn nhất đạt 31.500m³/s. Tuy nhiên, thời gian xả lũ duy trì đến 8 ngày sẽ gây nên áp lực không nhỏ đối với đê điều của khu vực đồng bằng Bắc Bộ.

- Nếu vỡ hồ Sơn La và mực nước hồ Hòa Bình ở mực nước cao nhất mùa lũ theo quy trình vận hành liên hồ chứa (101m) thì tùy theo mức độ vỡ, cho thấy:

+ Hồ Sơn La ở MNTL (194m) thì với kích thước vết vỡ có B < 80m không gây vỡ đập Hòa Bình, khi đó mực nước hồ Hòa Bình lớn nhất là 116,07m.

+ Hồ Sơn La ở MNDBT (215m) và MNLTK (217,8m): với vết vỡ có B > 60m và chiều sâu vỡ D > 2/3H sẽ gây vỡ đập Hòa Bình; với vết vỡ có cao trình trên 159m (D < 1/2H) và vết vỡ có B < 40m trở xuống không gây vỡ đập Hòa Bình, khi đó mực nước hồ Hòa Bình lớn nhất là 120,5m.

+ Khi hồ Sơn La ở mực nước ứng với điều tiết lũ PMF (228m) và tràn đỉnh: Với kích thước vết vỡ có B > 60m, chiều sâu vỡ D > 2/3H và lỗ vỡ có B > 80m, D > 2/3H sẽ gây vỡ đập Hòa Bình; Với cao trình vết vỡ trên 159m (vỡ 1/2H) khi vỡ B < 60m và vết vỡ có chiều rộng từ 40m trở xuống không gây vỡ đập Hòa Bình.

3.3. Kịch bản vỡ đập trên nhánh Nậm Mu (KB3)

Trên nhánh Nậm Mu có 02 hồ chứa là hồ Bản Chát và hồ Huội Quảng. Khi xảy ra vỡ đập trên nhánh Nậm Mu chỉ ảnh hưởng đến hồ Sơn La và hồ Hòa Bình. Khi vỡ đập Bản Chát luôn gây vỡ Huội Quảng do đó nghiên cứu chi phân tích đánh giá khi vỡ đập Bản Chát tác động tới các hồ hạ lưu (hồ Sơn La và Hòa Bình). Kết quả tính toán

thể hiện trên Bảng 5, Hình 5 và Hình 6 cho thấy:

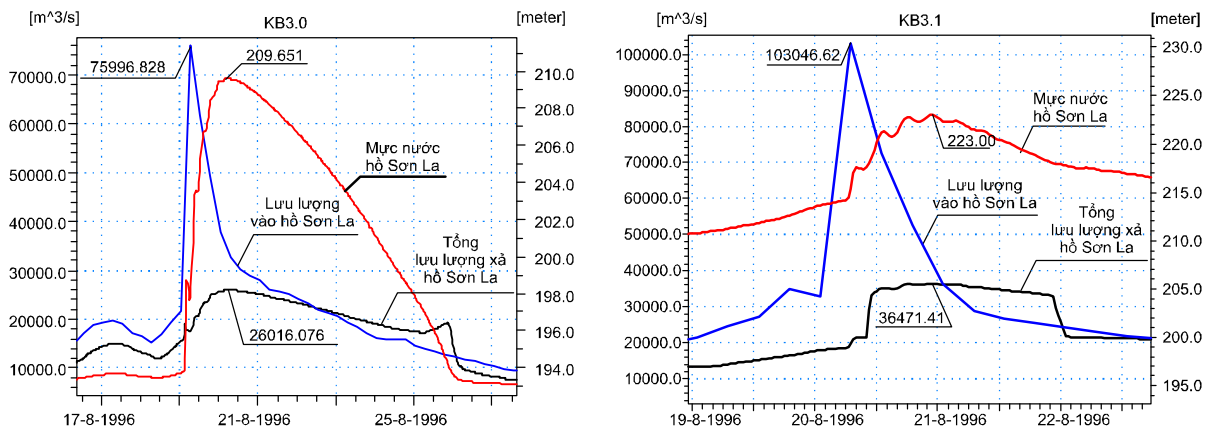
- Nếu 2 hồ Sơn La, Hòa Bình đang vận hành ở MNTL thì 2 hồ đủ khả năng cắt lũ, hồ hoạt động bình thường. MNLN tại hồ Sơn La đạt 209,7m thấp hơn MNDBT khoảng 5,5m, tương ứng tại hồ Hòa Bình là 113,2m và 4,8m, lưu lượng lớn nhất xả về hạ du đạt 24.200m³/s.

- Nếu 2 hồ đang vận hành từ MNDBT trở lên thì MNLN của hồ Sơn La đạt 223,8m, vượt MNLTK khoảng 5,8m, thấp hơn MNDGC khoảng 4,3m. Hồ Sơn La đảm bảo cắt được đỉnh

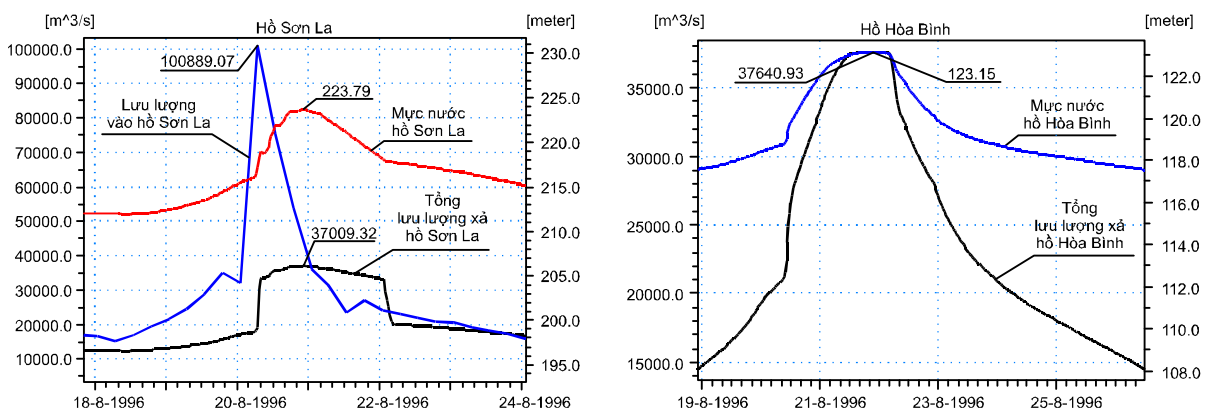
lũ, vận hành xả lũ bình thường, không bị vỡ đập. Tuy nhiên, MNLN tại hồ Hòa Bình đạt 121,7m (với trường hợp hồ đang vận hành ở MNDBT), cao hơn MNLTK 1,5m và là 123,1m (với trường hợp hồ ở MNLTK), hồ Hòa Bình đạt ranh giới không thể tích thêm, dòng chảy xấp xỉ tràn đỉnh đập, nguy cơ mất an toàn cho đập Hòa Bình. Lưu lượng lớn nhất xả về hạ du đạt 37.000m³/s. Do đó, kịch bản này có thể điều tiết nâng tích lũ tại hồ Sơn La để giảm khả năng vỡ đập Hòa Bình.

Bảng 6. Thông số hồ Sơn La - Hòa Bình khi vỡ đập trên nhánh Nậm Mu

TT	Kịch bản	Z hồ đang vận hành (m)	Q _{max} đến hồ		Hồ Sơn La			Hồ Hòa Bình	
			SLa (m ³ /s)	Q _{xả} max (m ³ /s)	Z _{hồ} max (m)	V _{chứa} lũ (10 ⁶ m ³)	Q _{xả} max (m ³ /s)	Z _{hồ} max (m)	
1	KB3.0	MNTL	75 996	26 018	209,65	2 779	24 202	113,24	
2	KB3.1	MNDBT	64 560	36 485	223,80	1 915	34 496	121,68	
3	KB3.2	MNLTK	65 534	37 023	223,79	14 66	37 641	123,15	



Hình 6. Kết quả cắt lũ của hồ Sơn La khi vỡ đập nhánh Nậm Mu



Hình 7. Kết quả cắt lũ của hồ khi vỡ đập trên nhánh Nậm Mu - KB3.2

3.4. Kịch bản vỡ đập trên nhánh Nậm Chiến (KB5)

Trên nhánh Nậm Chiến có 2 hồ chứa là Nậm Chiến 1 và Nậm Chiến 2. Đây là hai hồ chứa nhỏ với tổng dung tích ứng với MNDBT là

158 triệu m³, tổng dung tích tính đến cao trình đỉnh đập của cả hai hồ khoảng 191 triệu m³. Khi xảy ra sự cố trên nhánh Nậm Chiến chỉ ảnh hưởng đến hồ Hòa Bình.

Bảng 7. Thông số hồ Hòa Bình khi xảy ra vỡ đập trên nhánh Nậm Chiến

TT	Kịch bản	Z _{hồ ban đầu} (m)	Q _{max đến hồ} (m ³ /s)	Q _{xả max} (m ³ /s)	Z _{hồ max} (m)	V _{chứa lũ} (triệu m ³)	Ghi chú
1	KB5.0	MNTL	21.086	20.522	108,02	1 120	
2	KB5.1	MNDBT	23.393	23.754	117,53	102	
3	KB5.2	MNLTK	27.324	25.813	119,63	-	

Kết quả tính toán thể hiện trên Bảng 6, cho thấy: lưu lượng lũ do sự cố trên nhánh Nậm Chiến là rất nhỏ so với dung tích điều tiết của hồ Hòa Bình. Với lưu lượng xả điều tiết lớn nhất của Hòa Bình đạt 25.800m³/s nên nếu xảy ra sự cố trên nhánh Nậm Chiến, mực nước tại hồ Hòa Bình vẫn gần như giữ nguyên như mực nước ban đầu. Hồ Hòa Bình hoàn toàn làm việc bình thường.

3.5. Kịch bản xảy ra đồng thời sự cố trên nhánh Lai Châu, nhánh Nậm Mu và Nậm Chiến (KB7)

Khi xảy ra sự cố đồng thời trên nhánh Lai Châu, Nậm Mu và Nậm Chiến sẽ gây tác động lớn tới hồ Sơn La và hồ Hòa Bình. Tổng hợp kết quả tính toán thể hiện trên Bảng 7 và Hình 7, kết quả cho thấy:

- Nếu 2 hồ (hồ Sơn La và hồ Hòa Bình) đều đang vận hành ở MNTL thì cả 2 hồ đều đủ khả

năng cất lũ sự cố. MNLN tại hồ Sơn La đạt 215,6m xấp xỉ MNDBT, tại hồ Hòa Bình tương ứng là 116m thấp hơn MNDBT 1,0m. Lưu lượng xả lớn nhất về hạ du đạt 26,500m³/s, mực nước tại Hà Nội là 13,37m đảm bảo an toàn cho hạ lưu.

- Nếu 2 hồ đang vận hành xả lũ ở MNDBT, thì hồ Sơn La vẫn cất được lũ nhưng MNLN đạt 228,1m xấp xỉ vượt MNDGC. Tại hồ Hòa Bình MNLN đạt 123,9m bắt đầu tràn trên đỉnh đập, nguy cơ cao gây vỡ đập trong khi đã xả lũ đến mức độ lớn nhất có thể, lưu lượng là 38.196m³/s.

- Nếu 2 hồ đang vận hành ở MNLTK, thì cả 2 đều không có khả năng cất lũ sự cố và cũng không thể điều tiết hệ thống. MNLN tại 2 hồ đều vượt đỉnh đập khoảng 1,5m, cả hai hồ đều gặp nguy cơ cao bị vỡ, lưu lượng xả lớn nhất về hạ du đạt trên 282.000m³/s.

Bảng 8. Thông số hồ Sơn La - Hòa Bình khi xảy ra sự cố đồng thời trên các nhánh Lai Châu, Nậm Mu và Nậm Chiến

TT	Kịch bản	Z _{hồ đang vận hành} (m)	Hồ Sơn La			Hồ Hòa Bình		Ghi chú
			Q _{max đến} (m ³ /s)	Q _{xả max} (m ³ /s)	Z _{hồ max} (m)	Q _{xả max} (m ³ /s)	Z _{hồ max} (m)	
1	KB7.0	MNTL	102930	31 008	215,60	26 454	116,01	
2	KB7.1	MNDBT	136631	39 987	228,06	38 196	123,87	Tràn đỉnh
3	KB7.2	MNLTK	119979	49 972	229,70	282 503	124,48	Vỡ đập

4. Kết luận

- Với trường hợp hồ Sơn La và Hòa Bình đang ở MNLTk (217,83m, 120m) khi xảy ra các sự cố vỡ đập trên các nhánh riêng lẻ Lai Châu, Nậm Mu sẽ không gây nguy hiểm cho hồ Sơn La. Khi vỡ đập riêng lẻ trên nhánh Lai Châu hoặc Nậm Chiến, sẽ không gây nguy hiểm cho hồ Hòa Bình, hồ vẫn có khả năng điều tiết để giảm thiểu thiệt hại cho hạ du. Riêng trường hợp xảy ra sự cố vỡ đập Bản Chát trên nhánh Nậm Mu, kéo theo vỡ đập Huội Quảng, gây nguy cơ vỡ đập Hòa Bình do tràn đỉnh.

- Với trường hợp hồ Sơn La và Hòa Bình ở MNDBT trở xuống, các sự cố vỡ đập thượng lưu trên các nhánh riêng lẻ không gây nguy hiểm cho hồ hạ lưu, hai hồ này đảm bảo điều tiết.

- Trong 08 nhóm kịch bản tính toán khi vỡ các đập thượng lưu, các trường hợp sau xảy ra vỡ đập hạ du:

+ Nếu sự cố vỡ hồ Nậm Chiến 1 thì hồ Nậm Chiến 2 sẽ bị vỡ;

+ Nếu sự cố vỡ hồ Bản Chát thì hồ Huội Quảng sẽ bị vỡ;

+ Khi sự cố vỡ toàn bộ hệ thống hồ ở thượng lưu Lai Châu với trường hợp tính toán gộp chung thành 1 hồ có dung tích 5 tỷ, hồ Lai Châu có nguy cơ bị vỡ khi ở lớn hơn MNLTk;

+ Nếu sự cố vỡ đồng thời cả 3 hồ ở thượng lưu Sơn La, Sơn La bị vỡ khi ở mực nước lớn hơn MNLTk;

+ Khi xảy ra sự cố các đập đồng thời trên các nhánh Lai Châu, Nậm Mu, Nậm Chiến: có nguy

cơ cao mất an toàn đập, khi hai hồ ở MNDBT trở lên.

+ Nếu sự cố vỡ hồ Sơn La và mực nước ở hồ Hòa Bình ở mực nước cao nhất mùa lũ theo quy trình vận hành liên hồ chứa (101m) thì tùy theo mức độ vỡ (bề rộng vết vỡ, cao trình vỡ) mới gây nguy hiểm cho hồ Hòa Bình.

+ Nếu sự cố vỡ hồ Sơn La ở MNDBT (215m) và MNLTk (217,8m), có vết vỡ $B > 60m$ và chiều sâu vỡ $D > 2/3H$ sẽ gây vỡ đập Hòa Bình và ngược lại.

+ Nếu sự cố vỡ hồ Sơn La ở mực nước ứng với điều tiết lũ PMF (228m) và tràn đỉnh: Với kích thước vết vỡ có $B > 60m$, chiều sâu vỡ $D > 2/3H$ và lỗ vỡ có $B > 80m$, $D > 2/3H$ sẽ gây vỡ đập Hòa Bình; Với cao trình vết vỡ trên 159m (vỡ 1/2H) khi vỡ $B < 60m$ và vết vỡ có chiều rộng từ 40m trở xuống không gây vỡ đập Hòa Bình.

Kết quả tính toán trên là trường hợp khi có sự cố vỡ đập các hồ còn lại vẫn vận hành theo quy trình, không vận hành trong chế độ tích nước khi có sự cố, nên có trường hợp hồ dưới bị uy hiếp, xả với lưu lượng lớn, nhưng hồ trên vẫn chưa làm việc hết năng lực. Do vậy cần điều tiết toàn hệ thống khi có lũ vỡ đập để giảm nguy cơ cho đập phía dưới và vùng hạ du.

Đây là kết quả nghiên cứu đầy đủ nhất về các kịch bản và nguy cơ xảy ra sự cố vỡ đập với hệ thống bậc thang hồ chứa trên sông Đà khi có sự cố vỡ đập.

Tài liệu tham khảo

1. Bhawan, J.V. (1997), *Dambreak study of Barna dam*, National Institute of Hydrology, India.
2. Le Tran Chuong, Le Van Thuan, Vu Anh Khoa (2001), *Dam Breach Flood Wave Simulation in Reservoir Cascade of Lai Chau-Son La- Hoa Binh*. Proceedings. International Symposium on Achievements of IHP-V in Hydrological Research, Hanoi.
3. Lê Văn Nghị và cs. (2019), *Mô hình vật lý vỡ đập*, NXB. Khoa học và Kỹ thuật.
4. Nguyễn Văn Hạnh, Nguyễn Đức Diện (2003), *Nghiên cứu lũ và lũ do vỡ đập trong hệ thống sông Hồng - sông Thái Bình*, Hợp phần thuộc dự án DANIDA, Hà Nội, Việt Nam.
5. Trần Đình Hợi, Trần Quốc Thường, Lê Văn Nghị (2004), *Nghiên cứu bài toán mô hình thủy lực vỡ đập công trình thủy điện Sơn La phục vụ thiết kế và vận hành an toàn công trình*, Đề tài cấp Bộ.
6. Lê Văn Nghị và cs. (2019), *Nghiên cứu đánh giá rủi ro đối với thượng hạ du khi xảy ra sự cố các đập trên hệ thống bậc thang thủy điện sông Đà*, Đề tài KC08.22/11-15, Hà nội.
7. Trần Thục (2003), *Tính toán thủy lực trong trường hợp giả sử vỡ đập Hoà Bình và Sơn La*, Tạp chí Khí tượng thủy văn 2(506)/2003.
8. Hướng dẫn mô hình MIKE (DHI-2009), *MIKE 11. Reference Manual, MIKE Zero*. Reference Manual.
9. Thủ tướng Chính phủ “Quy trình vận hành trên hệ thống sông Hồng” Ban hành theo Quyết định 1622/QĐ-TTg ngày 17/9/2015.

RISK ASSESSMENT FOR TERRACED RESERVOIRS SYSTEM ON DA RIVER IN CASE OF DAM FAILURE

Le Van Nghi¹

¹Key Laboratory of River and Coastal Engineering

Abstract: *Da river is the largest branch of the Red River system, with the most potential hydropower in the country. In the Da river basin, 7 large reservoirs have been built, which has 3 the largest hydropower plants in Vietnam: Laichau, Sonla and Hoabinh. These terraced reservoirs have an important task in flood control, water supply, and power generation, but at the same time each construction adds more potential risks to the lower level system and works if encountered trouble. The paper presents the results of a risk assessment study for the system of the Da river terraced reservoirs according to some dam break incidents, using hydraulic numerical model. Evaluation results will help managers, planners and researchers to reasonably operate the reservoirs of Da river as well as to ensure safety for the Red River downstream.*

Keywords: *Numerical model, Terraced reservoirs, Da river, Dam break.*

ĐÁNH GIÁ THỰC TRẠNG VÀ TÁC ĐỘNG CỦA BIẾN ĐỔI KHÍ HẬU ĐẾN XÂM NHẬP MẶN TỈNH BẾN TRE

Nguyễn Văn Đào¹, Phạm Thị Thanh Bình²

Tóm tắt: Bến Tre là tỉnh ven biển, nơi có 4 cửa sông chảy ra biển nên thường xuyên chịu ảnh hưởng của xâm nhập mặn trong mùa khô. Nghiên cứu được thực hiện nhằm mục tiêu đánh giá thực trạng và tác động của biến đổi khí hậu (BĐKH) đến xâm nhập mặn trên địa bàn tỉnh Bến Tre theo kịch bản BĐKH và nước biển dâng (NBD) tới năm 2050. Nghiên cứu thống kê, phân tích chuỗi số liệu đo mặn từ năm 2000-2016 của 6 trạm đo mặn trên địa bàn để đánh giá hiện trạng xâm nhập mặn tại tỉnh Bến Tre; đồng thời sử dụng mô hình thủy lực MIKE11 diễn toán ảnh hưởng của BĐKH đến xâm nhập mặn tỉnh Bến Tre trong tương lai theo kịch bản BĐKH và NBD năm 2016. Kết quả thống kê đã chỉ ra rằng trong giai đoạn 2000 - 2016, tình hình xâm nhập mặn tại tỉnh Bến Tre trong 6 tháng đầu năm có xu thế tăng ở hầu hết các trạm. Xét theo từng tháng, xu thế tăng được thể hiện chủ yếu, trong đó 100% trường hợp đỉnh mặn S_{max} tăng; 91% trường hợp chân mặn S_{min} tăng, 3% trường hợp S_{min} giảm và 6% trường hợp không đổi. Xu thế tăng thể hiện rõ nét trong các tháng I, II, III. Dưới tác động của BĐKH và nước biển dâng, mặn có xu thế ăn sâu hơn dọc các sông vào đất liền. Mặn 1‰ có khả năng ăn sâu vào ~55 km trên sông Cổ Chiên, ~65 km trên sông Hàm Luông, ~68 km trên sông Tiền Giang; mặn 5‰ có khả năng ăn sâu vào ~42 km trên sông Cổ Chiên, ~44 km trên sông Hàm Luông, 44~56 km trên sông Tiền Giang.

Từ khóa: Biến đổi khí hậu, nước biển dâng, xâm nhập mặn, Tỉnh Bến Tre, mô hình toán, MIKE11.

Ban Biên tập nhận bài: 10/2/2019 Ngày phản biện xong: 15/03/2019 Ngày đăng bài: 25/04/2019

1. Giới thiệu chung

Xâm nhập mặn là quy luật tự nhiên ở các khu vực, lãnh thổ có vùng cửa sông giáp biển và là một trong 19 loại hình thiên tai được quy định cụ thể tại Luật phòng, chống thiên tai. Bến Tre nằm ở hạ lưu sông Cửu Long, được hình thành bởi cù lao An Hoá, cù lao Bảo, cù lao Minh, tiếp giáp biển Đông với chiều dài đường biển khoảng 65 km. Trong những năm qua, Bến Tre đã chịu nhiều ảnh hưởng của BĐKH như nhiệt độ trung bình có xu hướng tăng lên, lượng mưa nhiều vùng giảm rõ rệt, mực nước biển dâng cao, nhiều năm xảy ra hạn hán nặng như các năm 2004, 2016, 2017... Trở ngại đáng kể trong nông nghiệp là vào mùa khô, lượng nước từ thượng nguồn đổ về giảm nhiều và gió "Chướng" mạnh đưa nước biển lấn sâu vào nội địa, làm nhiễm mặn đất, ảnh hưởng đến năng suất cây trồng đối với các huyện gần phía biển và ven biển, đã làm

ảnh hưởng lớn đến kinh tế-xã hội của tỉnh.

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 quá trình này để phục vụ các hoạt động kinh tế-xã hội, an ninh-quốc phòng vùng cửa sông như ở các nước như Mỹ, Anh, Hà Lan, Nhật,... từ khoảng 40 - 50 năm trở lại đây. 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.

Các phương pháp tính toán xâm nhập mặn đầu tiên thường sử dụng bài toán một chiều khi kết hợp với hệ phương trình Saint-Venant. Những mô hình mặn 1 chiều đã được xây dựng do nhiều tác giả trong đó có Ippen và Harleman (1971) [13]. Giả thiết cơ bản của các mô hình

¹Liên đoàn Khảo sát khí tượng thủy văn

²Trung tâm Trắc đạc bản đồ biển, Tổng cục Biển và Hải đảo Việt Nam

Email: daotvmt@gmail.com

này là các đặc trưng dòng chảy và mật độ là đồng nhất trên mặt cắt ngang. Mặc dù điều này khó gặp trong thực tế nhưng kết quả áp dụng mô hình lại có sự phù hợp khá tốt, đáp ứng được nhiều mục đích nghiên cứu và tính toán mặn. Ưu thế đặc biệt của các mô hình loại một chiều là yêu cầu tài liệu vừa phải và nhiều tài liệu đã có sẵn trong thực tế.

Năm 1971, Prichard đã dẫn xuất hệ phương trình 3 chiều để diễn toán quá trình xâm nhập mặn nhưng nhiều thông số không xác định được [16]. Hơn nữa mô hình 3 chiều yêu cầu lượng tính toán lớn, yêu cầu số liệu quá chi tiết trong khi kiểm nghiệm nó cũng cần có những số liệu đo đạc chi tiết tương ứng. Vì vậy các nhà nghiên cứu buộc phải giải quyết bằng cách trung bình hoá theo 2 chiều hoặc 1 chiều. Sanker và Fischer, Masch (1970) và Leendertee (1971) đã xây dựng các mô hình 2 chiều và 1 chiều trong đó mô hình 1 chiều có nhiều ưu thế trong việc giải các bài toán phục vụ yêu cầu thực tế tốt hơn [15]. Các nhà khoa học cũng thống nhất nhận định rằng, các mô hình 1 chiều thường hữu hiệu hơn các mô hình sông đơn và mô hình hai chiều. Chúng có thể áp dụng cho các vùng cửa sông có địa hình phức tạp gồm nhiều sông, kênh nối với nhau với cấu trúc bất kỳ.

Nghiên cứu xâm nhập mặn tại Việt Nam đã được quan tâm từ những năm 1960 khi bắt đầu tiến hành quan trắc độ mặn ở hai vùng đồng bằng sông Hồng và ĐBSCL. Khởi đầu là các dự án, công trình nghiên cứu, tính toán của Ủy hội sông Mê Công (1973) về xác định ranh giới xâm nhập mặn theo phương pháp thống kê trong hệ thống kênh rạch thuộc 9 vùng cửa sông thuộc ĐBSCL [14]. Các kết quả tính toán từ chuỗi số liệu thực đo đã lập nên bản đồ đẳng trị mặn với hai chỉ tiêu cơ bản 1‰ và 4‰ cho toàn khu vực đồng bằng trong các tháng từ tháng 12 đến tháng 4. Viện Khoa học KTTV và Môi trường (2010) [10] đã tiến hành xây dựng các kịch bản dựa trên cơ sở kịch bản BĐKH (A2, B2) đến năm 2050 kết hợp với các kịch bản phát triển lưu vực sông Mê Công, đồng thời phân tích các tác động của BĐKH đến dòng chảy vào Việt Nam, cụ thể là

dòng chảy năm, dòng chảy mùa lũ, dòng chảy mùa cạn, diễn biến ngập lụt và xâm nhập mặn. Dự án đã sơ bộ xác định những tác động tiềm tàng của BĐKH đến tài nguyên nước ở ĐBSCL và đề xuất các giải pháp tổng thể ứng phó với BĐKH và nước biển dâng. Trung tâm Thảm định-Tư vấn Tài nguyên nước, Cục Quản lý Tài nguyên (2012-2013) [8] đã phân tích diễn biến mặn ở các sông, các vùng trong những năm điển hình; xác định được sự giảm nhỏ của dòng chảy từ thượng lưu đổ về có ảnh hưởng quyết định đến độ lớn và chiều dài xâm nhập mặn; phân tích những yếu tố ảnh hưởng chính đến xâm nhập mặn ở ĐBSCL; xây dựng các loại bản đồ xâm nhập mặn thời kỳ 1991-2012. Ngoài ra còn có chương trình Dự báo độ mặn nền trên các sông chính trong mùa khô (từ tháng 1-6 hằng năm) vùng ven biển ĐBSCL thực hiện bởi Viện KHTL Miền Nam, dự báo độ mặn nền trên hệ thống sông chính vùng ven biển ĐBSCL sử dụng phần mềm HydroGis và MIKE11 [4-6], [11-12].

Tóm lại, các nghiên cứu và dự án trên chủ yếu tập trung đánh giá hiện trạng xâm nhập mặn, xác định nguyên nhân gây xâm nhập mặn, đánh giá tác động ảnh hưởng của xâm nhập mặn đến phát triển nông-lâm ngư nghiệp các tỉnh vùng ven biển ĐBSCL, đề ra các biện pháp công trình ứng phó với xâm nhập mặn. Tuy nhiên các nghiên cứu trên đều thực hiện từ những năm 2014 trở về trước, số liệu chưa được cập nhật (sử dụng số liệu quan trắc đến năm 2010), đặc biệt là số liệu các năm 2015, 2016 là những năm xảy ra xâm nhập mặn khốc liệt ở các tỉnh ven biển ĐBSCL; đồng thời các nghiên cứu cũng chưa chỉ ra sự biến đổi của xâm nhập mặn trong tương lai theo kịch bản BĐKH và NBD mới nhất. Trước thực trạng đó, nhận thấy trong vấn đề nghiên cứu BĐKH, nổi bật lên bài toán đánh giá tác động của BĐKH đến xâm nhập mặn ở tỉnh Bến Tre nói riêng (sự nóng lên toàn cầu, thay đổi lượng mưa và mực nước biển dâng có phải là các nhân tố chính ảnh hưởng đến xâm nhập mặn hay không). Câu hỏi khoa học đặt ra là các yếu tố quá trình xâm nhập mặn có biến đổi như thế nào trong thời gian trước đây? Biến đổi trong tương

lai ra sao dưới tác động của BĐKH là hết sức cần thiết.

Bài báo này trình bày kết quả đánh giá hiện trạng xâm nhập mặn tỉnh Bến Tre trong đó có cập nhật và sử dụng số liệu mặn mới cập nhật cho tới năm 2016, đồng thời đánh giá sự thay đổi của xâm nhập mặn dưới tác động của BĐKH và NBD tới năm 2050.

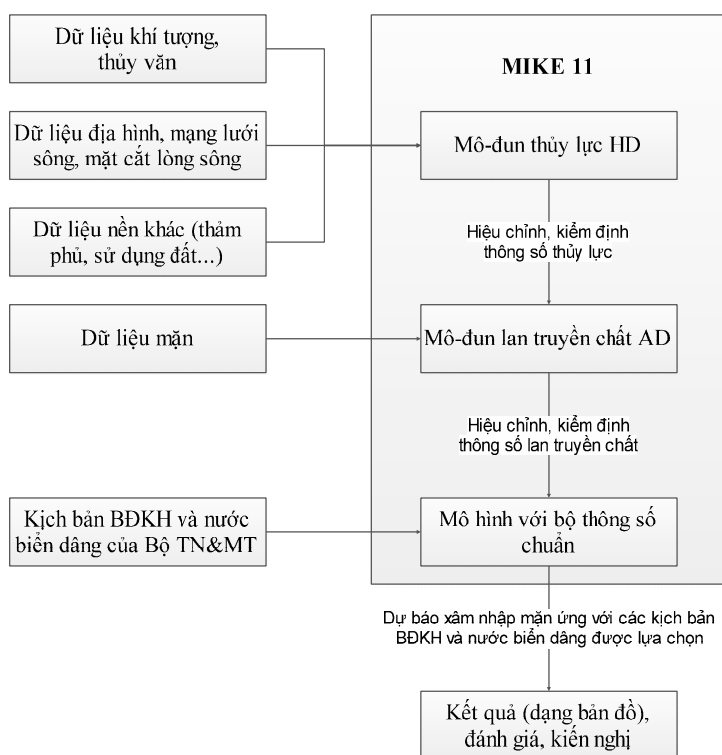
2. Phương pháp nghiên cứu và tài liệu thu thập

2.1. Phương pháp nghiên cứu

Nghiên cứu sử dụng phương pháp thống kê để đánh giá và làm rõ tác động của BĐKH đến đặc trưng xâm nhập mặn trên địa bàn tỉnh Bến Tre. Để dự tính các tác động của BĐKH tới tình hình xâm nhập mặn trong tương lai, nghiên cứu sử dụng bộ mô hình thủy động lực MIKE11 được DHI Water& Environment phát triển để mô phỏng

quá trình xâm nhập mặn trong tương lai tại tỉnh Bến Tre.

Các dữ liệu khí tượng, thủy văn, dữ liệu địa hình, mạng lưới sông, mặt cắt lòng sông cũng như các dữ liệu nền khác được đưa vào mô-đun thủy lực HD, sau quá trình hiệu chỉnh, kiểm định các thông số thủy lực sẽ ra kết quả là trạng thái thủy lực của toàn sông. Kết quả chạy mô hình thủy lực HD và dữ liệu mặn là số liệu đầu vào của mô-đun lan truyền chất AD, thông qua hiệu chỉnh, kiểm định thông số lan truyền chất sẽ có kết quả lan truyền mặn. Từ các kết quả trên, kết hợp với các kịch bản BĐKH và nước biển dâng được lựa chọn của Bộ Tài nguyên và Môi trường sau khi chạy mô hình với bộ thông số chuẩn sẽ ra được các kết quả dự báo theo yêu cầu.



Hình 1. Sơ đồ tính toán xâm nhập mặn theo Kịch bản BĐKH và NBD năm 2016

2.2. Số liệu phục vụ nghiên cứu

- Số liệu sơ cấp: Số liệu được thu thập cụ thể như sau: Khu vực tỉnh Bến Tre và lân cận có 03 trạm khí tượng đo đầy đủ các yếu tố; 04 trạm thủy văn cấp I đo đầy các yếu tố trong đó có mực

nước, lưu lượng nước và lưu lượng chất lơ lửng trong nước sông và 02 trạm thủy văn cấp 3 đo mực nước sông được lựa chọn để phân tích đặc điểm mưa, nhiệt độ, mực nước đỉnh lũ, lưu lượng lũ, tổng lượng dòng chảy trên sông. Số liệu của

9 trạm KTTV nêu trên là các tài liệu sơ cấp dùng để tính toán trong bài báo. Số liệu do Đài KTTV khu vực Nam Bộ cung cấp đã qua chỉnh lý, đủ độ tin cậy, là cơ sở trong tính toán kịch bản BĐKH về lượng mưa, nhiệt độ, mực nước lũ, tổng lượng lũ và các đặc trưng dòng chảy khác trong nghiên cứu này.

+ Số liệu về nhiệt độ: Bao gồm số liệu về nhiệt độ trung bình ngày của các trạm khí tượng: Ba Tri, Mỹ Tho từ năm 1984 đến năm 2016, Càng Long từ năm 1986 đến 2016.

+ Số liệu về lượng mưa: Bao gồm số liệu về tổng lượng mưa của các trạm: Chợ Lách, Mỹ Hóa, An Thuận, Bến Trại, Bình Đại (tỉnh Bến Tre) từ năm 1984 đến năm 2014.

+ Số liệu lưu lượng nước: Quan trắc được tại các trạm thủy văn Tân Châu (tỉnh An Giang), Châu Đốc (tỉnh An Giang), từ năm 1996 đến năm 2016.

+ Số liệu mực nước kiệt: Bao gồm số liệu về mực nước nhỏ nhất năm quan trắc được tại các trạm thủy văn Tân Châu (tỉnh An Giang), Châu Đốc (tỉnh An Giang), Chợ Lách, Mỹ Hóa, An Thuận, Bình Đại, Bến Trại (tỉnh Bến Tre) từ năm 1996 đến năm 2016.

+ Số liệu xâm nhập mặn: Bao gồm số liệu 6 trạm mặn thực đo thuộc tỉnh Bến Tre: An Thuận, Bến Trại, Bình Đại, Hương Mỹ, Lộ Thuận và Sơn Đốc.

- Các số liệu thứ cấp:

+ Số liệu mô phỏng thời kỳ cơ sở 1986 - 2005 và dự tính khí hậu giai đoạn 2016 đến 2050 bằng mô hình PRECIS độ phân giải 25km x 25km, bao gồm số liệu về nhiệt độ và lượng mưa của 22 trạm khí tượng vùng ĐBSCL [7]. Các số liệu này là số liệu đầu vào dùng trong mô hình thủy lực MIKE11 để dự tính các đặc trưng xâm nhập mặn trên địa bàn tỉnh Bến Tre trong tương lai.

- Số liệu về điều kiện tự nhiên, kinh tế xã hội tỉnh Bến Tre năm 2015 được trích dẫn và sử dụng từ Niên giám thống kê 2016 do Tổng cục Thống kê, Bộ Kế hoạch và đầu tư phát hành [9].

- Các bản đồ sử dụng trong nghiên cứu là tài liệu thứ cấp được trích dẫn từ:

+ Báo cáo tổng kết nhiệm vụ khảo sát mặn năm 2016. Đài KTTV khu vực Nam Bộ (2016).

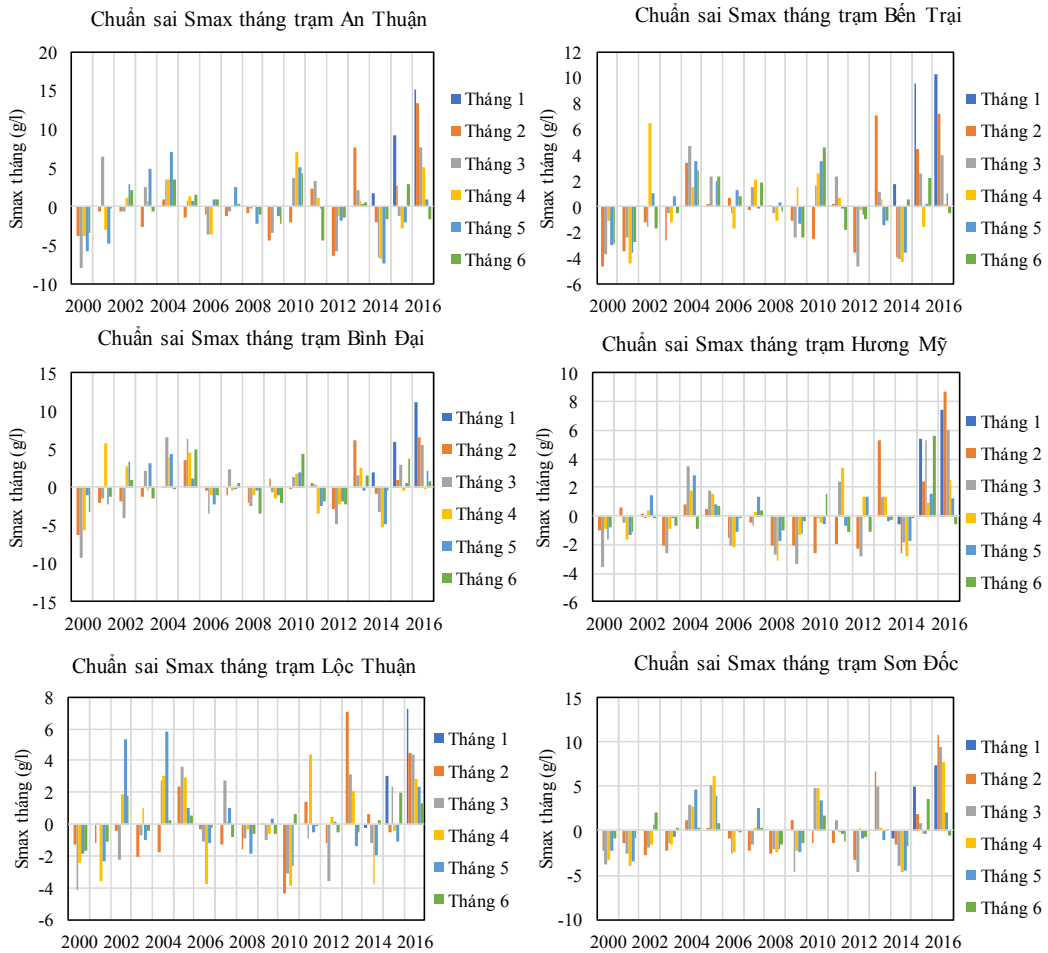
+ Báo cáo tổng kết đề tài nghiên cứu khoa học và công nghệ cấp Nhà nước “Nghiên cứu ảnh hưởng của biến đổi khí hậu đến sự biến đổi tài nguyên nước Đồng bằng sông Cửu Long”. Trần Hồng Thái, Viện Khoa học KTTV và BĐKH (2014) [7].

3. Kết quả và thảo luận

3.1. Đánh giá tình hình xâm nhập mặn giai đoạn từ năm 2000 - 2016

Trong 6 trạm đo mặn đại diện cho khu vực tỉnh Bến Tre, có 3 trạm nằm ở vị trí cửa sông (An Thuận, Bến Trại và Bình Đại) và 3 trạm nằm ở sâu hơn về phía thượng lưu (Hương Mỹ, Lộ Thuận và Sơn Đốc). Kết quả tính toán chuẩn sai độ mặn lớn nhất (Smax) tháng trong giai đoạn 2000 - 2016 tại 6 trạm này được thể hiện trên Hình 2. Theo đó, diễn biến độ mặn giữa 6 trạm có tính tương đồng, cho thấy xu thế biến đổi mặn giống nhau trên cả 3 nhánh sông: Hàm Luông, Cổ Chiên và Cửa Đại, tuy nhiên sông Hàm Luông bị nhiễm mặn cao hơn, tiếp đó là Cửa Đại và sông Cổ Chiên.

Kết quả cũng cho thấy, các năm có Smax nhỏ hơn nhiều so với TBNN là năm 2000, 2001, 2003, 2006, 2008, 2009, 2012, 2014; những năm có Smax lớn hơn nhiều so với TBNN là năm 2004, 2005, 2007, 2010, 2013, 2015, 2016. Năm 2016 là năm có xâm nhập mặn lớn nhất xuất hiện tháng III, có giá trị lớn hơn TBNN đến 8% ở tất cả các trạm (Bảng 1, Hình 3).

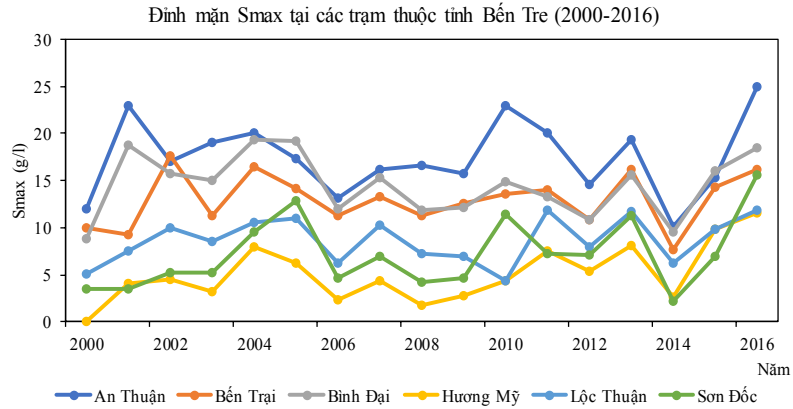


Hình 2. Độ lệch chuẩn của Smax tháng giai đoạn 2000-2016 tại các trạm: An Thuận, Bến Trại, Bình Đại, Hương Mỹ, Lộc Thuận, Sơn Đốc

Bảng 1. Bảng thống kê đỉnh mặn thời đoạn 2000 - 2016

(Đơn vị: g/l)

Năm	An Thuận	Bến Trại	Bình Đại	Hương Mỹ	Lộc Thuận	Sơn Đốc
2000	12	10	8,8	0	5,1	3,5
2001	23	9,3	18,8	4	7,5	3,5
2002	17	17,6	15,7	4,5	10	5,2
2003	19,1	11,2	15	3,2	8,6	5,2
2004	20,1	16,4	19,4	7,9	10,6	9,5
2005	17,3	14,1	19,2	6,2	11	12,9
2006	13,1	11,3	12	2,4	6,3	4,7
2007	16,1	13,3	15,3	4,4	10,2	7
2008	16,575	11,3	11,85	1,725	7,2	4,2
2009	15,8	12,6	12,2	2,8	6,9	4,6
2010	22,875	13,6	14,8	4,35	4,35	11,45
2011	20	14,025	13,3	7,475	11,9	7,275
2012	14,6	10,775	10,775	5,425	8	7,1
2013	19,35	16,125	15,525	8,125	11,7	11,225
2014	10,125	7,675	9,6	2,575	6,2	2,175
2015	15,325	14,3	15,975	9,775	9,775	6,925
2016	24,975	16,2	18,5	11,625	11,775	15,6



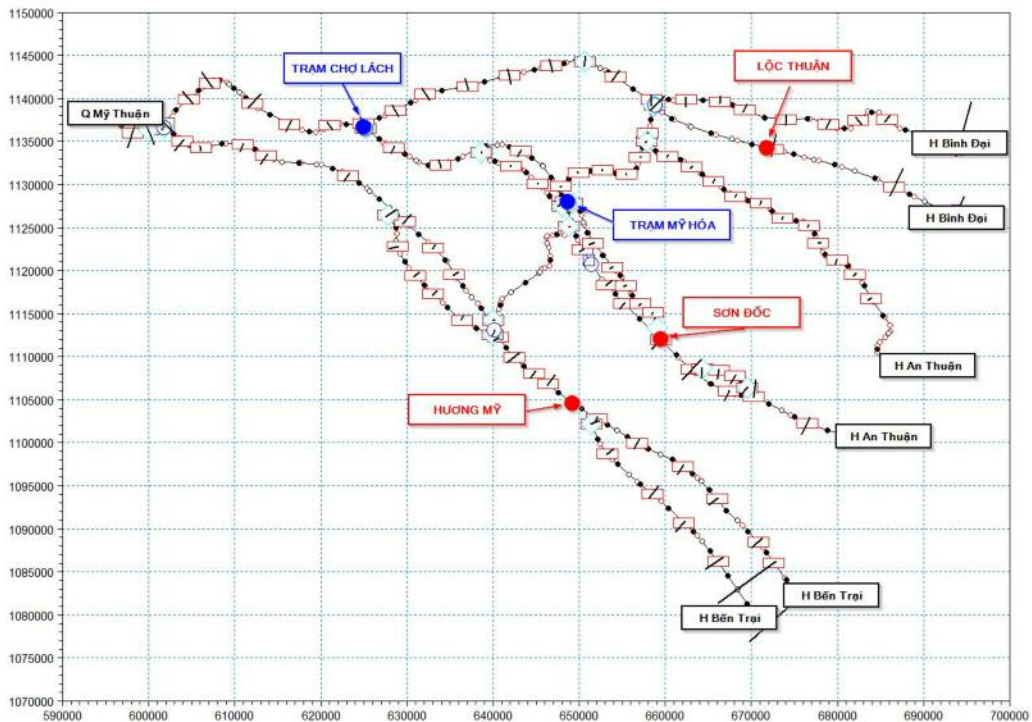
Hình 3. Đường quá trình Smax cho 6 trạm tại tỉnh Bến Tre thời đoạn 2000-2016

3.2. Dự tính xâm nhập mặn trên địa bàn tỉnh Bến Tre theo Kịch bản BĐKH và NBD đến 2050

a) Xây dựng mô hình thủy lực, khuếch tán

Để đánh giá tác động của BĐKH tới quá trình xâm nhập mặn trên sông tại tỉnh Bến Tre, nghiên cứu tiến hành xây dựng mô hình MIKE 11 trong đó sử dụng mô-đun HD để mô phỏng trạng thái thủy lực và mô-đun AD để mô phỏng quá trình lan truyền mặn trên toàn hệ thống sông.

Trong tính toán mô hình 1 chiều, từ hệ thống mặt cắt và mạng lưới của những nghiên cứu trước đây, mạng lưới sông Cửu Long [2-3] được duy trì sử dụng và có xem xét lược bỏ những kênh nội đồng cũng không được xét đến do hạn chế về mặt số liệu thu thập được. Sơ đồ mạng thủy lực cùng các vị trí và điều kiện biên được thể hiện trên hình 4.



Hình 4. Sơ đồ mô phỏng thủy lực và truyền mặn cho hệ thống sông Tiền Giang tại Bến Tre

Lưu lượng tại trạm thủy văn Mỹ Thuận được sử dụng làm biên trên cho mạng thủy lực. Tương ứng với các biên dưới là quá trình triều thực đo tại các trạm đặt ngay cửa biển bao gồm: Bến Trại (sông Cỏ Chiên), An Thuận (sông Hàm Luông) và Bình Đại (Cửa Đại).

Với tài liệu thực tế còn hạn chế về số liệu thực đo hơn nữa nhằm đáp ứng yêu cầu của bài toán mặn và thủy lực nên các biên kiểm tra được thực hiện tại các trạm sau:

- Trạm kiểm tra mực nước: Mỹ Hóa và Chợ Lách.

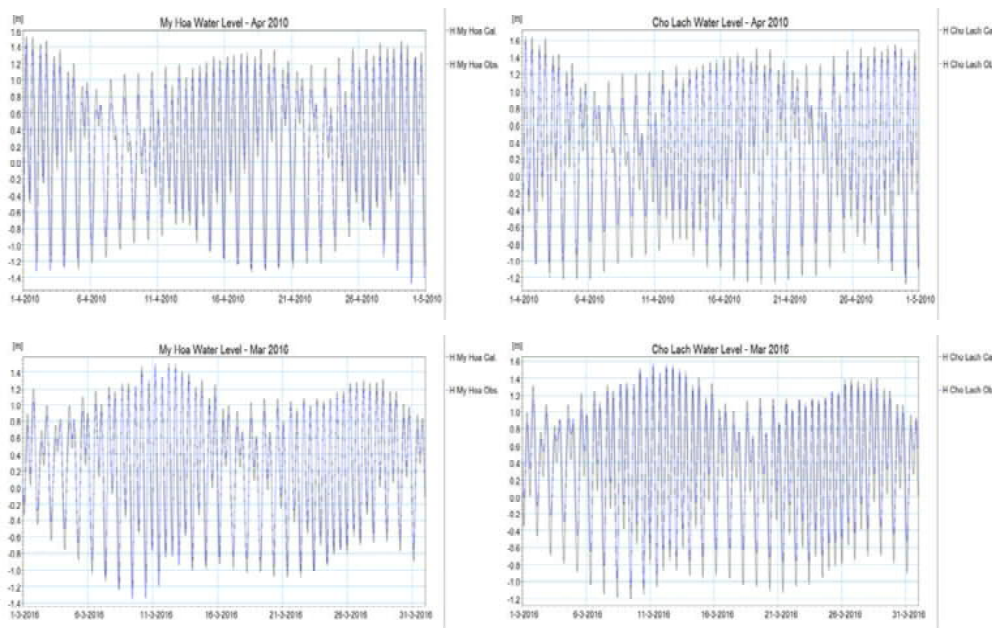
- Trạm kiểm tra mặn: Hương Mỹ, Sơn Đốc và Lộc Thuận.

b) *Hiệu chỉnh, kiểm định mô-đun thủy lực 1 chiều*

Đối với mô hình MIKE 11 trong nghiên cứu này, việc hiệu chỉnh tham số thủy lực được tiến hành trong thời đoạn từ 01/4/2010 đến ngày 30/4/2010. Với bộ thông số thủy lực đã được hiệu chỉnh cho năm 2010, để đảm bảo tính ổn định của mô hình, bộ thông số này tiếp tục được kiểm định lại cho thời đoạn từ ngày 01/3/2016 đến ngày 31/3/2016 (Bảng 2).

Bảng 2. Thống kê các chỉ tiêu đánh giá kết quả hiệu chỉnh, kiểm định thủy lực

STT	Các chỉ tiêu	Mỹ Hóa		Chợ Lách	
		Hiệu chỉnh	Kiểm định	Hiệu chỉnh	Kiểm định
1	ΔH đỉnh (cm)	3,00	3,60	7,70	9,90
2	ΔH đỉnh (%)	2,05	2,44	4,90	6,25
3	ΔH chân (cm)	7,60	8,40	9,80	14,00
4	ΔH chân (%)	5,15	6,18	8,31	13,00
5	NASH	0,96	0,96	0,91	0,92



Hình 5. Kết quả đường quá trình hiệu chỉnh và kiểm định mực nước tính toán và thực đo tại Mỹ Hóa và Chợ Lách tháng 04/2010 và tháng 3/2016

Quá trình hiệu chỉnh, kiểm định mô hình thủy lực có thể thấy bộ thông số nhám đã cho kết quả khá tốt. Sự xuất hiện đỉnh và chân triều xảy ra đồng pha, hầu hết tại các vị trí kiểm tra đều tương đối phù hợp giữa tính toán và thực đo. Mô hình đạt loại khá với hệ số NASH thu được nằm trong khoảng từ 0,91 đến 0,96, do đó sẽ được sử

dụng cho các tính toán tiếp theo (Hình 5).

c) *Hiệu chỉnh, kiểm định mô-đun lan truyền chất*

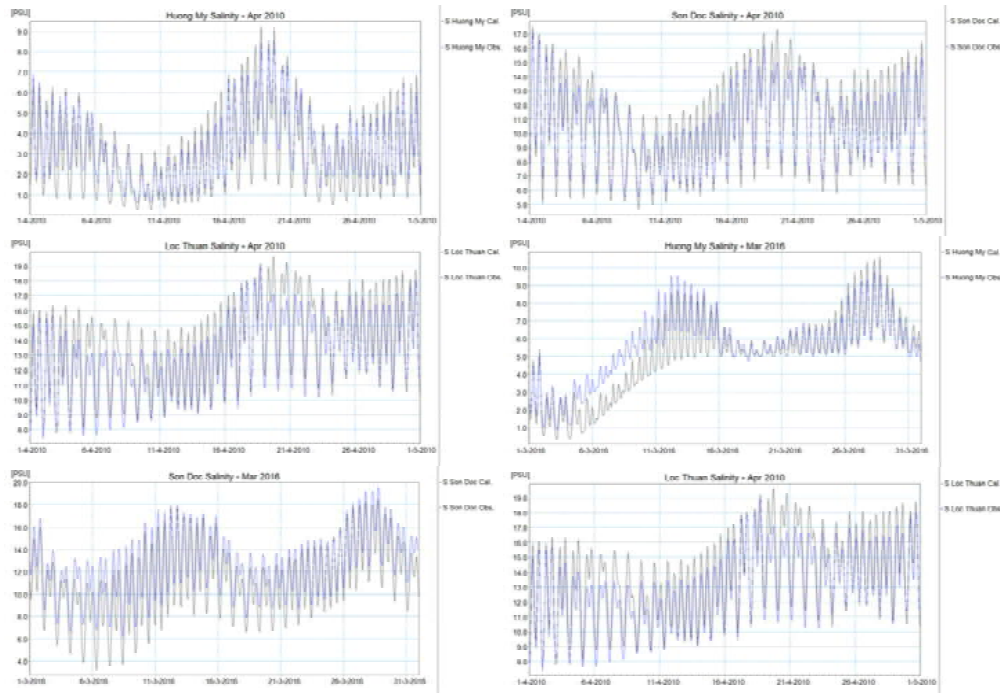
Dựa trên bộ thông số thủy lực đã ổn định, tiến hành tích hợp mô-đun khuếch tán và hiệu chỉnh mô-đun này cho số liệu đầu vào có thời gian tương ứng với tính toán thủy lực. Mạng lưới tính

toán thủy lực được giữ nguyên và sử dụng cho tính toán khuếch tán lan truyền mặn. Các thông số lan truyền chất được điều chỉnh bao gồm: Hệ số khuếch tán, hệ số mũ khuếch tán, thông số

khuếch tán nhỏ nhất, thông số khuếch tán lớn nhất và điều kiện ban đầu. Thời đoạn hiệu chỉnh, kiểm định được sử dụng tương tự như đối với mô-đun thủy lực. Kết quả thu được như sau:

Bảng 3. Thống kê các chỉ tiêu đánh giá kết quả hiệu chỉnh, kiểm định lan truyền chất

Trạm	Các chỉ tiêu	ΔS đỉnh (%)	ΔS chân (%)	Hệ số NASH
Hương Mỹ	HC	0,69	0,32	0,8
	KĐ	0,87	0,52	0,71
Sơn Đốc	HC	0,01	1,11	0,89
	KĐ	0,72	2,67	0,74
Lộc Thuận	HC	0,71	0,07	0,79
	KĐ	0,18	1,51	0,71

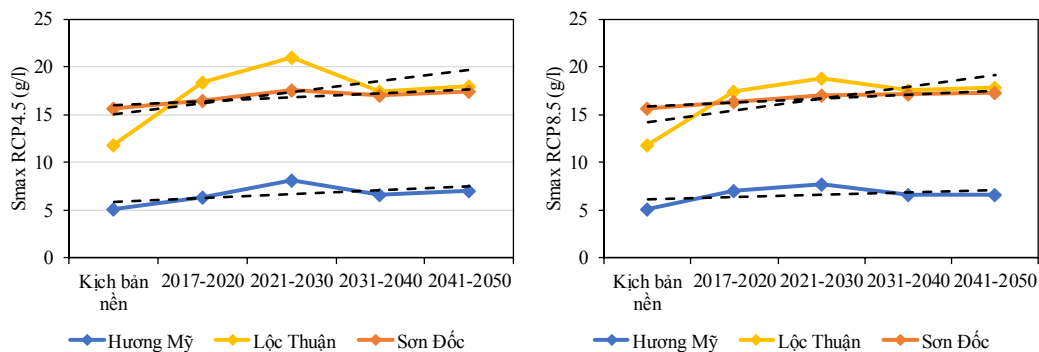


Hình 6. Kết quả đường quá trình hiệu chỉnh và kiểm định mặn tính toán và thực đo tại các trạm Hương Mỹ, Sơn Đốc, Lộc Thuận tháng 04/2010 và tháng 3/2016

Kết quả tính toán truyền mặn cho thấy, hầu hết tại các vị trí kiểm tra có đỉnh mặn tính toán và thực đo có sự phù hợp tốt, thời gian xuất hiện đỉnh tính toán không chênh lệch nhiều so với thời gian xuất hiện đỉnh mặn thực đo. Quá trình độ mặn tính toán và thực đo tại hầu hết các vị trí nhìn chung khá phù hợp (Hình 6). Các thông số cho mô-đun khuếch tán đều nằm trong phạm vi cho phép của mô hình và có tính chất đặc trưng cho từng đoạn sông, từng cửa sông. Chỉ tiêu NASH cho các trạm đo mặn đạt giá trị khá và nằm trong khoảng 0,71-0,89.

d) Mô phỏng xâm nhập mặn trong tương lai dưới tác động của BĐKH

Để mô phỏng quá trình xâm nhập mặn trên các sông thuộc tỉnh Bến Tre, nghiên cứu tiến hành lựa chọn các kịch bản BĐKH [1] phù hợp với khu vực nghiên cứu. Theo đó, 2 kịch bản được lựa chọn là RCP4.5 và RCP8.5. Mô hình đã được hiệu chỉnh và kiểm định ở trên được sử dụng để mô phỏng các kịch bản, trong đó các dữ liệu điều kiện biên được thay đổi tương ứng dựa theo các kịch bản BĐKH (Hình 7).



Hình 7. Diễn biến S_{max} tại một số trạm theo kịch bản RCP4.5 và RCP8.5

Bảng 4. Đặc trưng S_{max} tại một số trạm theo kịch bản RCP4.5

(Đơn vị: g/l)

Trạm	Kịch bản nền	2017-2020	2021-2030	2031-2040	2041-2050
Hương Mỹ	5,09	6,30 (+ 28,9%)	8,12 (+ 59,6%)	6,59 (+ 29,6%)	6,99 (+ 37,3%)
Lộc Thuận	11,78	18,33 (+ 55,6%)	20,99 (+ 78,2%)	17,46 (+ 48,2%)	17,99 (+ 52,7%)
Sơn Đốc	15,60	16,52 (+ 5,9%)	17,61 (+ 12,9%)	17,03 (+ 9,2%)	17,41 (+ 11,6%)

Bảng 5. Đặc trưng S_{max} tại một số trạm theo kịch bản RCP8.5

(Đơn vị: g/l)

Trạm	Kịch bản nền	2017-2020	2021-2030	2031-2040	2041-2050
Hương Mỹ	5,09	7,05 (+ 38,5%)	7,68 (+ 51,0%)	6,57 (+ 29,2%)	6,60 (+ 29,7%)
Lộc Thuận	11,78	17,38 (+ 47,5%)	18,79 (+ 59,5%)	17,52 (+ 48,7%)	17,84 (+ 51,5%)
Sơn Đốc	15,60	16,38 (+ 5,0%)	17,05 (+ 9,3%)	17,08 (+ 9,5%)	17,34 (+ 11,2%)

Bảng 6. Khoảng cách từ cửa sông tới vị trí các nêm mặn ứng với các kịch bản BĐKH

Sông	Nêm mặn	RCP 4.5				RCP 8.5			
		2020	2030	2040	2050	2020	2030	2040	2050
Cổ Chiên	1‰	49,5	54,2	50,9	51,9	52	53,4	51	50,2
	3‰	41,5	46,3	43,5	44,3	44,4	45,6	43,5	42,6
	5‰	37,0	41,4	38,2	39,2	39,3	40,7	38,2	37,4
	7‰	32,7	36,8	33,2	34,1	34,2	35,8	33,2	33,3
	9‰	28,1	31,0	28,9	29,5	28,3	29,5	28,9	29,1
Hàm Luông	1‰	62,6	64,3	60,2	61,4	61	63	60,2	59
	3‰	49,0	51,7	45,6	47,1	47	49,7	45,5	44,5
	5‰	42,2	43,2	41,3	41,7	41,6	42,4	41,3	40,9
	7‰	39,2	40,2	38,0	38,6	38,5	39,4	38	37,6
	9‰	35,5	37,0	34,1	34,7	34,5	35,7	34,2	34,4
Tiền Giang	1‰	66,7	67,8	63,9	65,6	64,8	67,4	63,8	62,8
	3‰	57,9	60,6	54,3	56,6	55,4	58,8	54,2	52,7
	5‰	50,6	55,8	46,3	49,0	47,4	51,9	46,3	44,6
	7‰	44,0	51,1	40,2	42,6	41,3	45,2	40,2	38,4
	9‰	38,2	46,8	36,0	37,3	36,4	39,7	35,9	35,1

Kết quả cho thấy ứng với cả 2 kịch bản BĐKH, mặn có xu thế tăng trên tất cả các trạm đo. Trong đó, cao nhất là trạm Lộc Thuận với đỉnh mặn trung bình thời đoạn lên đến 20,99% ứng với kịch bản RCP4.5. Giá trị này cao hơn 78,2% so với thời kỳ nền. Cửa Tiểu và Cửa Đại đồng thời cũng là 2 sông nhiễm mặn nặng nhất với mức tăng so với thời kỳ nền khoảng 48~78% ứng với kịch bản RCP4.5 và khoảng 47~60% ứng với kịch bản RCP8.5 (Bảng 4, Bảng 5). Theo đó, nghiên cứu tiến hành đánh giá mức độ ăn sâu nhất của các nê-m mặn: 1‰, 3‰, 5‰, 7‰ và 9‰ ứng với các kịch bản BĐKH (Bảng 6).

Có thể thấy, dưới tác động của BĐKH và nước biển dâng, mặn có xu thế ăn sâu hơn dọc các sông vào đất liền.

- Mặn 1‰ có khả năng ăn sâu vào 49~55 km trên sông Cổ Chiên, 59~65 km trên sông Hàm Luông, 62~68 km trên sông Tiền Giang.

- Mặn 3‰ có khả năng ăn sâu vào 41~47 km trên sông Cổ Chiên, 44~52 km trên sông Hàm Luông, 52~61 km trên sông Tiền Giang.

- Mặn 5‰ có khả năng ăn sâu vào 37~42 km trên sông Cổ Chiên, 40~44 km trên sông Hàm Luông, 44~56 km trên sông Tiền Giang.

- Mặn 7‰ có khả năng ăn sâu vào 32~37 km trên sông Cổ Chiên, 37~41 km trên sông Hàm Luông, 38~52 km trên sông Tiền Giang.

4. Kết luận

Qua các kết quả phân tích, nghiên cứu đã cho thấy trong giai đoạn 2000 - 2016, tình hình xâm nhập mặn tại tỉnh Bến Tre trong 6 tháng đầu năm có xu thế tăng ở hầu hết các trạm; tăng nhiều nhất ở trạm An Thuận, Bến Trại và Bình Đại (3 trạm cửa sông). Trong đó, sông Hàm Luông có xu thế xâm nhập mặn gia tăng nhanh nhất. Xét theo từng tháng, xu thế tăng được thể hiện chủ yếu, trong đó 100% trường hợp đỉnh mặn S_{max} tăng; 91% trường hợp chân mặn S_{min} tăng, 3% trường hợp S_{min} giảm và 6% trường hợp không đổi. Xu thế tăng thể hiện rõ nét trong các tháng I, II, III; riêng xu thế giảm rất nhỏ đối với S_{min} thể hiện tháng V tại trạm Hương Mỹ nằm phía bên trong sông Cổ Chiên.

Ứng với cả 2 kịch bản BĐKH (RCP4.5 và RCP8.5), mặn có xu thế tăng trên tất cả các trạm đo. Trong đó, cao nhất là trạm Lộc Thuận với đỉnh mặn trung bình thời đoạn lên đến 20,99% ứng với kịch bản RCP4.5. Giá trị này cao hơn 78,2% so với thời kỳ nền. Cửa Tiểu và Cửa Đại đồng thời cũng là 2 sông nhiễm mặn nặng nhất với mức tăng so với thời kỳ nền khoảng 48~78% ứng với kịch bản RCP4.5 và khoảng 47~60% ứng với kịch bản RCP8.5. Nê-m mặn theo đó cũng có xu thế ăn sâu hơn vào đất liền dọc theo tất cả các sông thuộc tỉnh Bến Tre.

Tài liệu tham khảo

1 Bộ Tài nguyên và Môi trường (2016), *Kịch bản biến đổi khí hậu và nước biển dâng cho Việt Nam*.

2 Nguyễn Tất Đắc (2007), *Nghiên cứu xác định biên tính toán thủy lực và mặn cho ĐBSCL: Nghiên cứu xây dựng phần mềm máy tính áp dụng tính mực nước, lưu lượng, độ mặn cho ĐBSCL có tính tới biến đổi thượng lưu, gió chướng, nước dâng và thay đổi trên đồng bằng*, Viện Khoa học thủy lợi Miền Nam.

3 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.

4 Nguyễn Như Khuê (1994), *Nghiên cứu về đặc điểm xâm nhập mặn của ĐBSCL*, Viện Khoa học Thủy lợi Miền Nam

5 Nguyễn Ân Niên và Nguyễn Văn Lâm (1999), *Nghiên cứu xâm nhập mặn ở Việt Nam*, Viện Khoa học Thủy lợi Miền Nam.

6 Lê Sâm (1993-2000), *Dự án Khảo sát điều tra chua mặn ĐBSCL*, Viện Khoa học Thủy lợi miền Nam, Bộ NN&PTNT.

7 Trần Hồng Thái (2014), *Nghiên cứu ảnh hưởng của BĐKH đến sự biến đổi tài nguyên nước*

Đồng bằng sông Cửu Long.

8 Trung tâm Thảm định-Tư vấn Tài nguyên nước, Cục Quản lý Tài nguyên nước (2012-2013). *Đề tài cấp nhà nước Nghiên cứu cơ sở khoa học xác định nguyên nhân, đề xuất giải pháp ứng phó với xâm nhập mặn trong điều kiện Biến đổi khí hậu ở vùng đồng bằng sông Cửu Long.*

9 UBND tỉnh Bến Tre (2018), Giới thiệu điều kiện tự nhiên, kinh tế xã hội tỉnh Bến Tre.

10 Viện Khoa học Khí tượng Thủy văn và Môi trường (2010), *Dự án “Đánh giá tác động của BĐKH lên tài nguyên nước và các biện pháp thích ứng”.*

11 Viện Khoa học Thủy lợi Miền Nam (2001-2004), *Đề tài độc lập cấp nhà nước KC08-18 Nghiên cứu xâm nhập mặn phục vụ phát triển kinh tế-xã hội vùng ven biển Đồng bằng sông Cửu Long.*

12 Viện Khoa học Thủy lợi Miền Nam (2002), *Đề tài độc lập cấp nhà nước Nghiên cứu đề xuất các giải pháp KHCN phục vụ xây dựng hệ thống đê biển, đê ngăn mặn cửa sông Nam Bộ.*

13 Harleman D.R.F (1971), One dimensions estuarine modeling an assessment, *Tracor, Inc, Project 16070DVZ, Water Quality Office, U.S Environmental Protection Agency, Stock No. 5501-0129, U.S Gorfement Printing, Office, Washington, DC.*

14 Nguyễn Như Khuê (1986), Modelling of tidal propagation and salinity intrusion in the Mekhong main estuarine system, *Technical paper, Mekong Secretariat.*

15 Leendertee (1971), Aspect of a computational model for long period water wave propagation, *RM - RC-5294, Rand Corp, Santa Monica, California.*

16 Prichard, D (1971), The dynamic structure of a coastal plain estuary, *J. Mar. Res.*, 15, 33-42.

EVALUATION OF THE SITUATION AND IMPACT OF CLIMATE CHANGE ON THE SALINITY INTRUSION AT BEN TRE PROVINCE

Nguyen Van Dao¹, Pham Thi Thanh Binh²

¹Hydro-Meteorology Survey Department

²Center for Sea Survey and Mapping, Viet Nam Administration of Seas anh Islands

Abstract: *Ben Tre is a coastal province, where there are 4 big estuaries flowing into the sea, so it is often affected by saline intrusion during the dry season. This study was conducted to evaluate the situation and assess the impacts of climate change (CC) and sea level rise (SLR) on saline intrusion in Ben Tre province according to various scenarios until 2050. Salinity measurement data from 2000 - 2016 of 6 salinity gauging stations in the province was analyzed to assess the saline intrusion in Ben Tre province. MIKE11 was used to simulate the saline intrusion under the impact of different climate change scenarios until 2050. The results show that in the period of 2000 - 2016, saline intrusion in Ben Tre province in the first-half tends to increase in most stations. On a monthly basis, the uptrend is expressed mainly, and is clearly reflected in the months of January, February and March. Under the impact of climate change and sea level rise, salinity tends to intrude deeper along the rivers to the mainland. 1 ‰ salinity is capable of intruding nearly 55 km on Co Chien River; 65 km on Ham Luong River; 68 km on Tien Giang River; 5 ‰ salinity is capable of intruding up to 42 km on Co Chien River, 44 km on Ham Luong River, 56 km on Tien Giang River.*

Keywords: *Climate change, Sea level rise, Salt intrusion, Ben Tre Province, Modelling, MIKE 11.*

NGHIÊN CỨU ĐÁNH GIÁ ẢNH HƯỞNG CỦA BIẾN ĐỔI KHÍ HẬU ĐẾN DÒNG CHẢY ĐẾN HỒ A VƯƠNG

Nguyễn Văn Khánh¹, Trần Thực²

Tóm tắt: Nghiên cứu đã ứng dụng mô hình NAM để tính toán và đánh giá ảnh hưởng của Biến đổi khí hậu đến dòng chảy đến hồ A Vương. Kết quả hiệu chỉnh và kiểm định chỉ ra sự tương đồng về pha và biên độ dao động giữa lưu lượng tính toán và thực đo. Từ kết quả hiệu chỉnh và kiểm định, làm cơ sở để tính toán dự báo sự thay đổi dòng chảy đến hồ trong các thời kỳ tương lai. Kết quả tính toán dòng chảy đến hồ theo các thời kỳ tương lai cho thấy dòng chảy đến hồ có sự thay đổi theo các tháng của từng mùa: tháng V là tháng chịu tác động mạnh mẽ nhất của biến đổi khí hậu trong các tháng mùa cạn, còn tháng XI là tháng chịu tác động mạnh mẽ nhất trong các tháng mùa lũ. Mức độ ảnh hưởng của biến đổi khí hậu đến dòng chảy mùa cạn ít hơn so với mùa lũ.

Từ khóa: MIKE NAM, A Vương, Biến đổi khí hậu.

Ban Biên tập nhận bài: 08/2/2019 Ngày phản biện xong: 20/03/2019 Ngày đăng bài: 25/04/2019

1. Đặt vấn đề

Biến đổi khí hậu (BĐKH) là một trong những thách thức lớn nhất đối với nhân loại. Thiên tai và các hiện tượng khí hậu cực đoan đang gia tăng ở hầu hết các nơi trên thế giới. BĐKH thực sự đã làm cho bão, lũ, hạn hán ngày càng nghiêm trọng. Theo kịch bản BĐKH và nước biển dâng cho Việt Nam (Bộ TNMT, 2016), đến cuối thế kỷ 21, nhiệt độ trung bình ở Việt Nam có thể tăng 4°C và mực nước biển có thể dâng lên 1m [1]. Số liệu quan trắc cũng cho thấy, trong giai đoạn 1958 - 2014, nhiệt độ đã tăng khoảng 0,62°C, nhiệt độ cực trị tăng ở hầu hết các vùng, mưa cực đoan tăng ở Nam - Trung Bộ, Tây Nguyên, hạn hán xuất hiện thường xuyên hơn. Sự thay đổi chế độ mưa dẫn đến thay đổi chế độ dòng chảy của các lưu vực sông.

Theo cơ quan môi trường Châu Âu EEA năng lượng đóng một vai trò cơ bản trong việc hỗ trợ tất cả các khía cạnh của cuộc sống hiện đại. Mặt khác, các nguồn cung cấp năng lượng và nhu cầu năng lượng rất nhạy cảm với những thay đổi về khí hậu, đặc biệt là nhiệt độ. Tần số ngày xuất hiện thời tiết khắc nghiệt, bao gồm sóng nhiệt, hạn hán và bão có khả năng tăng đặt ra những thách thức lớn cho các nhà máy điện. Đặc biệt, hiệu suất và sản lượng nhà máy điện có thể bị

ảnh hưởng bởi sự gia tăng nhiệt độ hoặc giảm lượng nước phục vụ làm mát. Sản xuất thủy điện cũng có thể bị ảnh hưởng bởi sự gia tăng trầm tích vào các hồ chứa do tăng xói mòn và hậu quả của BĐKH.

Để có thể đề xuất những giải pháp ứng phó với BĐKH đối với lưu vực hồ thủy điện A Vương nhằm giảm thiểu các thiệt hại do BĐKH gây ra, cần thiết phải có những nghiên cứu về sự thay đổi của các yếu tố tác động đến hồ thủy điện A Vương như lượng mưa, bốc hơi, dòng chảy... trong điều kiện BĐKH.

Mục đích của nghiên cứu này: (1) Nghiên cứu ứng dụng mô hình thủy văn MIKE NAM tính toán lưu lượng đến hồ A Vương; (2) Đánh giá ảnh hưởng của biến đổi khí hậu đến dòng chảy đến hồ A Vương.

2. Phương pháp nghiên cứu và thu thập tài liệu

2.1. Giới thiệu vị trí nghiên cứu

Công trình thủy điện A Vương nằm trên sông A Vương thuộc huyện Hiên, tỉnh Quảng Nam. Sông A Vương là một trong những sông nhánh của sông Bung thuộc hệ thống Vũ Gia - Thu Bồn, bắt nguồn từ phía Tây Bắc thuộc biên giới Việt - Lào có độ cao 1400 m và hợp lưu với sông Bung cách tuyến nhà máy khoảng 9 km về phía

¹Đài Khí tượng Thủy văn khu vực Trung Trung Bộ

²Viện Khoa học Khí tượng Thủy văn Và Biến đổi khí hậu

Email: nvkhanhktv@gmail.com

thượng lưu.

Địa hình lưu vực sông A Vương thuộc loại địa hình vùng núi có các đỉnh núi cao từ 900 m (tại phân thủy phía nam) đến 1450 m (tại phân thủy phía bắc) với mức độ chia cắt rất mạnh, các sườn núi thường rất dốc và thung lũng rất sâu. Hướng chính của lưu vực là hướng đón gió Đông Nam. Lưu vực công trình thủy điện A Vương nằm ở phía đông dải Trường Sơn, trong vùng khí hậu Trung Trung Bộ. Chế độ khí hậu ở đây có hai đặc điểm chính là; mùa đông đã bớt lạnh rõ rệt và lượng mưa khá phong phú song phân bố không đều. Tổng thất gia tăng khi xây dựng hồ chứa A Vương, được đánh giá dựa trên cơ sở tài liệu dòng chảy tính toán, tài liệu mưa trên lưu vực, tài liệu bốc hơi tại Đà Nẵng. Lượng mưa trong mùa mưa chiếm hơn 90% tổng lượng mưa năm. Nhưng theo chỉ tiêu phân mùa trung bình thì mùa mưa ở đây vào tháng 5 và từ tháng 9 đến tháng 11 với đỉnh mưa là tháng 10, trong 3 tháng mưa chính (tháng 9, 10, 11) lượng mưa chiếm hơn 50% lượng mưa toàn năm. Số ngày mưa trong các tháng mùa mưa từ 10 - 20 ngày, tổng số ngày mưa trong năm khoảng 80 - 160 ngày.

Tài liệu lũ của trạm thủy văn trên hệ thống sông Vũ Gia Thu Bồn cho thấy sự xuất hiện của lũ lớn nhất hàng năm trên hệ thống sông này là tương đối phức tạp, theo chỉ tiêu phân mùa thì mùa lũ từ tháng 10 đến tháng 12, nhưng có một số năm lũ lớn nhất trong năm lại xuất hiện vào tháng 5, 9 là những tháng đầu của mùa mưa phụ và mùa mưa chính. Do địa hình dốc lên lũ thường lên rất nhanh, đỉnh lũ khá lớn. Các trận lũ lớn trên sông A Vương đều xuất hiện cùng thời gian với các trận lũ lớn trên sông Vũ Gia - Thu Bồn. Điều này chứng tỏ rằng những trận lũ lớn nhất hàng năm trên lưu vực đều do một hiện tượng thời tiết gây mưa lớn trên diện rộng sinh ra còn những trận lũ nhỏ hơn thì có thời gian xuất hiện khác nhau là do những hiện tượng thời tiết gây mưa lũ khác nhau sinh ra.

2.2. Thu thập tài liệu

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

Số liệu về khí tượng: Sử dụng số liệu mưa tại các trạm Sông Bung 2, A Vương, Hiên và số liệu bốc hơi tại trạm Trà My làm đầu vào cho mô hình MIKE NAM.

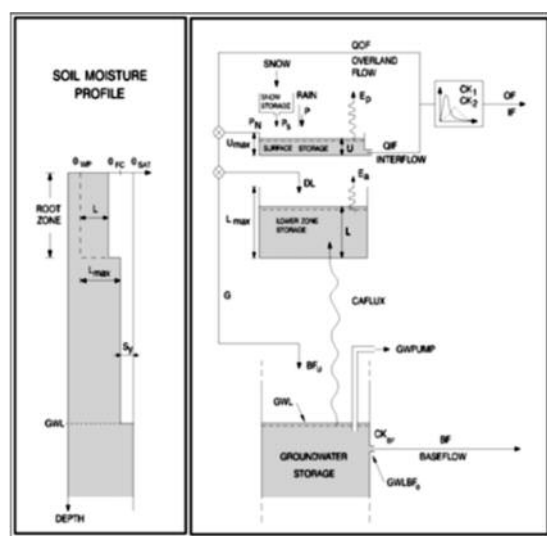
Số liệu thủy văn: Sử dụng số liệu trích lũ và số liệu lưu lượng thực đo về hồ A Vương trong các năm 2010, 2011, 2013 để phục vụ hiệu chỉnh và kiểm định mô hình.

Số liệu địa hình: Sử dụng bản đồ số độ cao (DEM 30) cho toàn bộ lưu vực phục vụ cho việc phân chia lưu vực trong mô hình MIKE NAM.

2.3. Phương pháp nghiên cứu

Các phương pháp được sử dụng trong nghiên cứu này như: phương pháp thống kê, xử lý số liệu dùng trong việc phân tích và xử lý số liệu đầu vào của bài toán; phương pháp mô hình toán dùng mô hình thủy văn dòng chảy (MIKE NAM) để diễn toán dòng chảy đến lưu vực nghiên cứu.

Mô hình NAM được xây dựng tại Khoa Thủy văn Viện Kỹ thuật Thủy động lực và Thủy lực thuộc Đại học Kỹ thuật Đan Mạch năm 1982. NAM là chữ viết tắt của cụm từ tiếng Đan Mạch "Nedbør - Afstrømnings - Models" có nghĩa là mô hình mưa rào dòng chảy. Cấu trúc mô hình NAM được xây dựng trên nguyên tắc các hồ chứa theo chiều thẳng đứng và các hồ chứa tuyến tính, gồm có 5 bể chứa theo chiều thẳng đứng như hình 1.



Hình 1. Cấu trúc mô hình NAM

Bể chứa tuyết tan: được kiểm soát bằng các điều kiện nhiệt độ. Đối với điều kiện khí hậu nhiệt đới ở nước ta thì không xét đến bể chứa này.

Bể chứa mặt: lượng nước ở bể chứa này bao gồm lượng nước mưa do lớp phủ thực vật chặn lại, lượng nước đọng lại trong các chỗ trũng và lượng nước trong tầng sát mặt. Giới hạn trên của bể chứa này được ký hiệu bằng U_{max} . Lượng ẩm trữ trên bề mặt của thực vật, lượng nước điền trũng trên bề mặt lưu vực và lượng nước trong tầng sát mặt được đặc trưng bởi lượng trữ ẩm bề mặt. Giới hạn trữ nước tối đa trong bể chứa này được ký hiệu bằng U_{max} . Lượng nước U trong bể chứa mặt sẽ giảm dần do bốc hơi, do thất thoát theo phương nằm ngang (dòng chảy sát mặt). Khi lượng nước này vượt quá ngưỡng U_{max} thì một phần của lượng nước vượt ngưỡng P_n này sẽ chảy vào suối dưới dạng chảy tràn trên bề mặt, phần còn lại sẽ thấm xuống bề ngầm. Lượng nước ở bể chứa mặt bao gồm lượng nước mưa do lớp phủ thực vật chặn lại, lượng nước đọng lại trong các chỗ trũng và lượng nước trong tầng sát mặt.

Bể chứa tầng dưới: Bể này thuộc tầng rễ cây, là lớp đất mà thực vật có thể hút ẩm để thoát ẩm. Giới hạn trên của lượng ẩm tối đa trong bể chứa này được ký hiệu là L_{max} . Lượng ẩm của bể chứa sát mặt được đặc trưng bằng đại lượng L , phụ thuộc vào lượng tổn thất thoát hơi của thực vật. Lượng ẩm này cũng ảnh hưởng đến lượng nước sẽ đi xuống bể chứa ngầm để bổ sung nước ngầm. Tỷ số L/L_{max} biểu thị trạng thái ẩm của bể chứa

Bốc thoát hơi nước của thực vật được ký hiệu là E_a , tỷ lệ với lượng bốc thoát hơi bề mặt (E_p). Bốc thoát hơi nước thực vật là để thỏa mãn nhu cầu bốc hơi của bể chứa mặt. Nếu lượng ẩm U trong bể chứa mặt nhỏ hơn bốc thoát hơi thực đo thì bể chứa mặt bị bốc hơi hết. Lượng bốc hơi còn thiếu sẽ được bổ sung từ tầng dưới (E_a). Ban đầu nó sẽ bốc hơi lượng ẩm trong đất ở tầng dưới còn thừa ở các giai đoạn trước nếu thiếu nó tiếp tục bốc hơi lượng nước chứa trong đất ở tầng dưới. Do đó lượng bốc thoát hơi (E_a) phụ thuộc

vào lượng trữ ẩm có trong đất.

Bể chứa nước ngầm: Lượng nước bổ sung cho dòng chảy ngầm phụ thuộc vào độ ẩm của đất trong tầng rễ cây. Mưa hoặc tuyết tan trước tiên đi vào bể chứa mặt. Lượng nước U trong bể chứa mặt liên tục tiêu hao do bốc thoát hơi và thấm ngang để tạo thành dòng chảy sát mặt. Khi lượng nước U vượt quá giới hạn U_{max} , phần lượng nước thừa sẽ tạo thành dòng chảy tràn để tiếp tục chảy ra sông, phần còn lại sẽ thấm xuống các bể chứa tầng dưới và bể chứa tầng ngầm.

Lượng cấp nước ngầm được chia ra thành 2 bể chứa: bể chứa nước ngầm tầng trên và bể chứa nước ngầm tầng dưới. Hoạt động của hai bể chứa này như các hồ chứa tuyến tính với các hằng số thời gian khác nhau. Nước trong hai bể chứa này sẽ tạo thành dòng chảy ngầm.

Dòng chảy tràn và dòng chảy sát mặt được diễn toán qua một hồ chứa tuyến tính thứ nhất. Sau đó, tất cả các thành phần dòng chảy được cộng lại và diễn toán qua một hồ chứa tuyến tính thứ hai. Cuối cùng sẽ được dòng chảy tổng cộng tại cửa ra.

* Các yếu tố chính ảnh hưởng đến dòng chảy trong mô hình NAM [3]

Lượng trữ bề mặt: Lượng ẩm bị giữ lại bởi thực vật cũng như được trữ trong các chỗ trũng trên tầng trên cùng của bề mặt đất được coi là lượng trữ bề mặt. U_{max} biểu thị giới hạn trên của tổng lượng nước trong lượng trữ bề mặt. Tổng lượng nước U trong lượng trữ bề mặt liên tục bị giảm do bốc hơi cũng như do thấm ngang. Khi lượng trữ bề mặt đạt đến mức tối đa, một lượng nước thừa P_N sẽ gia nhập vào sông với vai trò là dòng chảy tràn trong khi lượng còn lại sẽ thấm vào tầng thấp bên dưới và tầng ngầm.

Lượng trữ tầng thấp hay lượng trữ tầng rễ cây: Độ ẩm trong tầng rễ cây, lớp đất bên dưới bề mặt đất, tại đó thực vật có thể hút nước để bốc thoát hơi đặc trưng cho lượng trữ tầng thấp. L_{max} biểu thị giới hạn trên của tổng lượng nước trữ trong tầng này. Độ ẩm trong lượng trữ tầng thấp cung cấp cho bốc thoát hơi thực vật. Độ ẩm trong tầng này điều chỉnh tổng lượng nước gia nhập vào lượng trữ tầng ngầm, thành phần dòng chảy

mặt, dòng sát mặt và lượng gia nhập lại.

Bốc thoát hơi nước: Nhu cầu bốc thoát hơi đầu tiên được thoả mãn từ lượng trữ bề mặt với tốc độ tiềm năng. Nếu lượng ẩm U trong lượng trữ bề mặt nhỏ hơn yêu cầu ($U < E_p$) thì phần còn thiếu được coi rằng là do các hoạt động của rễ cây rút ra từ lượng trữ tầng thấp theo tốc độ thực tế E_a . E_a tương ứng với lượng bốc hơi tiềm năng và biến đổi tuyến tính theo quan hệ lượng trữ ẩm trong đất, L/L_{max} , của lượng trữ ẩm tầng thấp.

$$E_a = (E_p - U) \frac{L}{L_{max}} \quad (1)$$

Dòng chảy mặt: Khi lượng trữ bề mặt đã tràn, $U > U_{max}$, thì lượng nước thừa P_N sẽ gia nhập vào thành phần dòng chảy mặt. Thông số Q_{OF} đặc trưng cho phần nước thừa P_N đóng góp vào dòng chảy mặt. Nó được giả thiết là tương ứng với P_N và biến đổi tuyến tính theo quan hệ lượng trữ ẩm đất, L/L_{max} , của lượng trữ ẩm tầng thấp.

$$Q_{OF} = \begin{cases} CQ_{OF} \frac{L/L_{max}}{1-T_{OF}} P_N & \text{nếu } L/L_{max} > T_{OF} \\ 0 & \text{nếu } L/L_{max} \leq T_{OF} \end{cases} \quad (2)$$

Trong đó: CQ_{OF} là hệ số dòng chảy tràn trên mặt đất ($0 \leq CQ_{OF} \leq 1$), T_{OF} là giá trị ngưỡng của dòng chảy tràn ($0 \leq T_{OF} \leq 1$).

Phần lượng nước thừa P_N không tham gia vào thành phần dòng chảy tràn sẽ thấm xuống lượng trữ tầng thấp. Một phần trong đó, ΔL , của nước có sẵn cho thấm, ($P_N - Q_{OF}$), được giả thiết sẽ làm tăng lượng ẩm L trong lượng trữ ẩm tầng thấp. Lượng ẩm còn lại, G , được giả thiết sẽ thấm sâu hơn và gia nhập lại vào lượng trữ tầng ngầm.

Dòng chảy sát mặt: Sự đóng góp của dòng chảy sát mặt, Q_{IF} , được giả thiết là tương ứng với U và biến đổi tuyến tính theo quan hệ lượng chứa ẩm của lượng trữ tầng thấp.

$$Q_{IF} = \begin{cases} (CK_{IF})^{-1} \frac{L}{L_{max}} \frac{1-T_{IF}}{1-T_{IF}} U & \text{nếu } L/L_{max} > T_{IF} \\ 0 & \text{nếu } L/L_{max} \leq T_{IF} \end{cases} \quad (3)$$

Trong đó CK_{IF} là hằng số thời gian dòng chảy sát mặt và T_{IF} là giá trị ngưỡng tầng rễ cây của dòng sát mặt ($0 \leq T_{IF} \leq 1$).

Diễn toán dòng chảy mặt và dòng sát mặt: Dòng sát mặt được diễn toán qua chuỗi hai hồ chứa tuyến tính với cùng một hằng số thời gian

CK_{12} . Diễn toán dòng chảy mặt cũng dựa trên khái niệm hồ chứa tuyến tính nhưng với hằng số thời gian có thể biến đổi

$$CK = \begin{cases} CK_{12} & \text{nếu } OF < OF_{min} \\ CK_{12} \left(\frac{OF}{OF_{MIN}}\right)^{-\beta} & \text{nếu } OF < OF_{min} \end{cases} \quad (4)$$

Trong đó OF là dòng chảy tràn (mm/hr) OF_{min} là giới hạn trên của diễn toán tuyến tính (= 0,4 mm/giờ), và $\beta = 0,4$. Hằng số $\beta = 0,4$ tương ứng với việc sử dụng công thức Manning để mô phỏng dòng chảy mặt. Theo phương trình trên, diễn toán dòng chảy mặt được tính bằng phương pháp sóng động học, và dòng chảy sát mặt được tính theo mô hình NAM như dòng chảy mặt (trong lưu vực không có thành phần dòng chảy mặt) được diễn toán như một hồ chứa tuyến tính.

Lượng gia nhập nước ngầm: Tổng lượng nước thấm G gia nhập vào lượng trữ nước ngầm phụ thuộc vào độ ẩm chứa trong đất trong tầng rễ cây.

$$G = \begin{cases} (P_N - Q_{OF}) \frac{L_{max} - T_G}{1 - T_G} & \text{nếu } L/L_{max} > T_G \\ 0 & \text{nếu } L/L_{max} \geq T_G \end{cases} \quad (5)$$

Trong đó T_G là giá trị ngưỡng tầng rễ cây đối với lượng gia nhập nước ngầm ($0 \leq T_G \leq 1$).

Độ ẩm chứa trong đất: Lượng trữ tầng thấp biểu thị lượng nước chứa trong tầng rễ cây. Sau khi phân chia mưa giữa dòng chảy mặt và dòng thấm xuống tầng ngầm, lượng nước mưa còn lại sẽ đóng góp vào lượng chứa ẩm (L) trong lượng trữ tầng thấp một lượng ΔL .

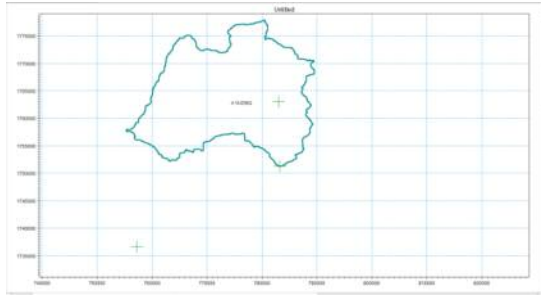
$$\Delta L = P_N - Q_{OF} - G \quad (6)$$

Dòng chảy cơ bản: Dòng chảy cơ bản BF từ lượng trữ tầng ngầm được tính toán như dòng chảy ra từ một hồ chứa tuyến tính với hằng số thời gian CK_{BF} .

2.4. Thiết lập mô hình MIKE NAM

Số liệu đầu vào cho mô hình bao gồm số liệu mưa được thu thập từ quá trình đo đạc tại các trạm Sông Bung 2, A Vương, Hiền và số liệu bốc hơi lấy từ trạm Trà My. Số liệu phục vụ cho mô hình được lấy tại thời điểm các trận lũ xảy ra vào năm 2011 và 2013. Tiến hành phân chia lưu vực lớn thành các lưu vực con để tiến hành tính toán,

hoàn nguyên dữ liệu bằng cách xử lý bản đồ, chia lưu vực trên ArcGis dựa vào DEM 30 m của lưu vực sông.



Hình 2. Sơ đồ chia lưu vực

3. Kết quả và thảo luận

3.1. Hiệu chỉnh và kiểm định mô hình

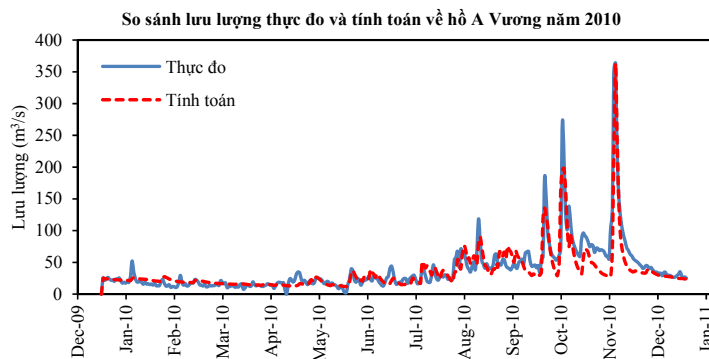
Theo đề xuất kỹ thuật đã được phê duyệt, nhằm mục đích sử dụng mô đun MIKE-NAM trong bộ mô hình MIKE để tính toán chính xác

dòng chảy đến hồ, việc đầu tiên là phải hiệu chỉnh và kiểm định mô hình với các số liệu thực đo, từ đó xác định bộ thông số của mô hình NAM cho tiểu lưu vực.

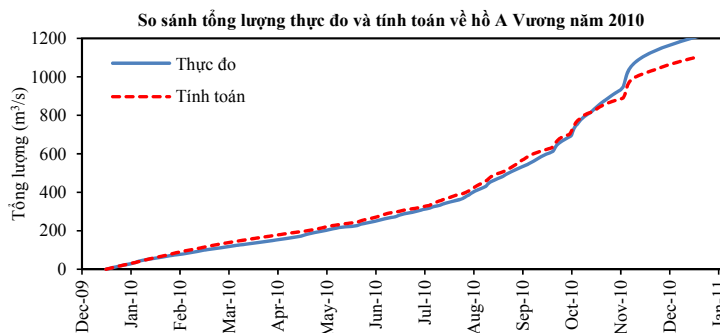
Số liệu dùng để hiệu chỉnh và kiểm định mô hình: số liệu mưa trích lũ và số liệu lưu lượng thực đo về hồ A vương năm 2010, năm 2011 và năm 2013.

a) Hiệu chỉnh mô hình

Trong khi hiệu chỉnh, các thông số mô hình được điều chỉnh bằng cách thử sai kết hợp với hiệu chỉnh tự động để đạt tới giá trị gần đúng. Các giá trị gần đúng này được coi là hệ số điển hình để xác định dòng chảy trong lưu vực. Sau khi hiệu chỉnh các thông số, kết quả so sánh giữa số liệu tính toán và thực đo như sau:



Hình 3. Kết quả so sánh giữa đường quá trình tính toán và thực đo năm 2010

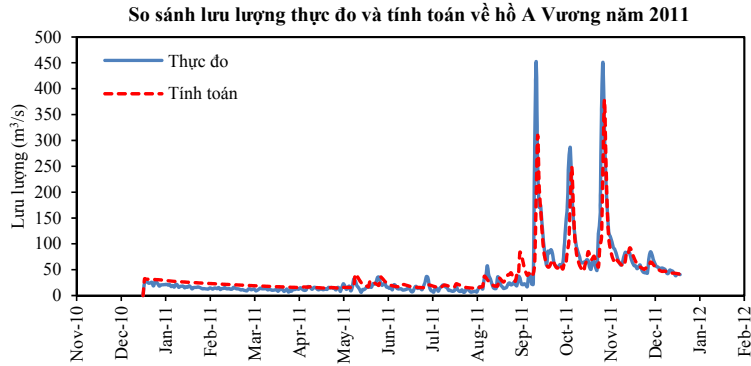


Hình 4. Kết quả so sánh giữa đường tổng lượng tính toán và thực đo năm 2010

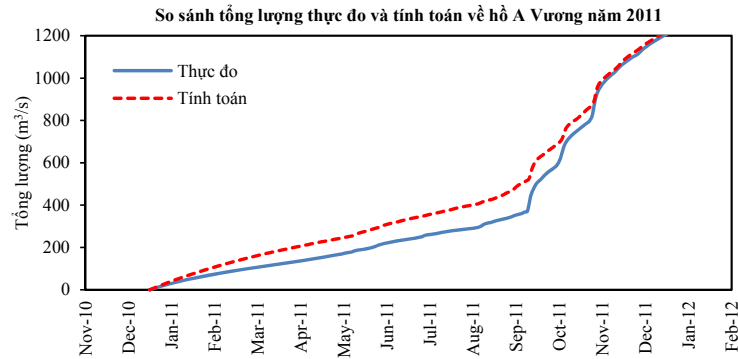
Việc mô phỏng quá trình lũ năm 2010 đạt kết quả khá tốt, tại trạm hiệu chỉnh đường quá trình tính toán và thực đo khá phù hợp cả về giá trị đỉnh và hình dạng lũ, chỉ tiêu Nash-Sutcliffe đạt 81,1%, sai số tổng lượng là $WBL = 8,8\%$. Từ kết quả trên, ta có thể sử dụng bộ thông số của mô hình để phục vụ cho quá trình kiểm định tiếp theo.

b) Kiểm định mô hình

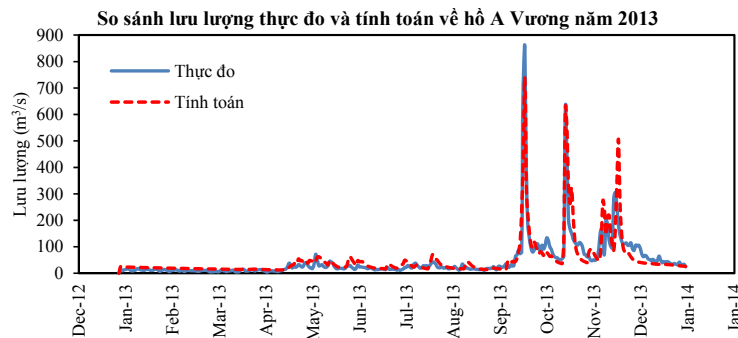
Sử dụng bộ thông số của mô hình vừa tìm được ở phần hiệu chỉnh phía trên để tiến hành kiểm định với quá trình lũ năm 2011, 2013. Kết quả so sánh giữa quá trình tính toán và thực đo được thể hiện trên hình 5 đến hình 8.



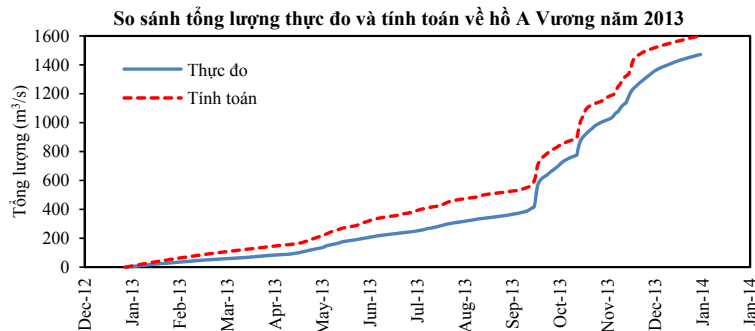
Hình 5. Kết quả so sánh giữa đường quá trình tính toán và thực đo năm 2011



Hình 6. Kết quả so sánh giữa đường tổng lượng tính toán và thực đo năm 2011



Hình 7. Kết quả so sánh giữa đường quá trình tính toán và thực đo năm 2013



Hình 8. Kết quả so sánh giữa đường tổng lượng tính toán và thực đo năm 2013

Việc mô phỏng quá trình lũ năm 2011, 2013 đạt kết quả khá tốt, tại trạm kiểm định đường quá tính toán và thực đo khá phù hợp cả về hình dạng lũ, chỉ tiêu Nash-Sutcliffe năm 2011, 2013 lần

lượt đạt 71,6% và 76,6%; sai số tổng lượng lần lượt là 1% và 8,8%. Từ kết quả trên, ta có thể sử dụng bộ thông số của mô hình (Bảng 1) để phục vụ cho quá trình tính toán tiếp theo.

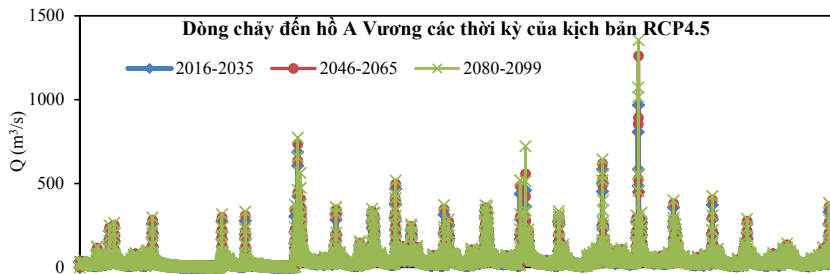
Bảng 1. Bộ thông số mô hình NAM sau khi hiệu chỉnh và kiểm định

U_{max}	10,3	CK_{IF}	570	T_{IF}	0,25
L_{max}	100	$CK_{1,2}$	33,6	T_G	0,25
CQ_{OF}	0,34	T_{OF}	0,71	CK_{BF}	3574

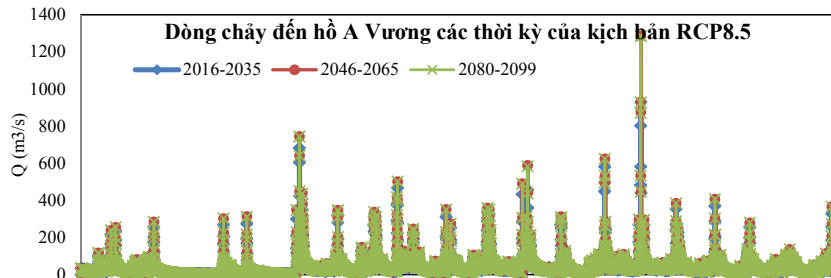
3.2. Đánh giá ảnh hưởng của biến đổi khí hậu đến dòng chảy đến hồ A Vương

Nhằm đánh giá ảnh hưởng của biến đổi khí hậu đến dòng chảy đến hồ A vương, nghiên cứu dựa trên kịch bản BĐKH của Bộ tài nguyên và Môi trường năm 2016 với 2 kịch bản RCP4.5 và RCP8.5 [1]. Sử dụng mô hình MIKE-NAM đã được tìm bộ thông số phù hợp qua các bước hiệu

chỉnh và kiểm định ở trên để mô phỏng dòng chảy cho các thời kỳ 2016 - 2035, 2046 - 2065, 2080 - 2099. Dựa trên sự biến động lượng mưa theo các mùa của khu vực được trích từ phụ lục A trong kịch bản BĐKH năm 2016 của Bộ tài nguyên và Môi trường, tiến hành tính toán dòng chảy trên lưu vực hồ A Vương theo các kịch bản BĐKH ứng với các thời kỳ khác nhau. Sau khi tính toán được lượng mưa thay đổi so với thời kỳ nền, tiến hành nhập lượng mưa mới vào mô hình NAM để tính toán ra dòng chảy theo các kịch bản BĐKH. Kết quả tính toán dòng chảy đến hồ từ mô hình theo các kịch bản BĐKH được thể hiện như sau:



Hình 9. Quá trình lưu lượng đến hồ A Vương qua các thời kỳ theo kịch bản RCP4.5



Hình 10. Quá trình lưu lượng đến hồ A Vương qua các thời kỳ theo kịch bản RCP8.5

a) Đánh giá tác động của BĐKH đến dòng chảy năm

Dựa trên kết quả tính toán dòng chảy đến hồ A Vương theo các kịch bản biến đổi khí hậu, nhận thấy dòng chảy trung bình năm trong các thời kỳ tương lai đều có xu thế tăng so với thời kỳ nền, được thể hiện hình 11a-b.

Dòng chảy năm đến hồ tăng dần theo các thời kỳ theo các kịch bản BĐKH, tăng lên so với thời kỳ nền và thời kỳ sau lớn hơn thời kỳ trước. Theo kịch bản RCP4.5, dòng chảy trung bình năm có mức tăng thấp hơn so với kịch bản RCP8.5. Sự thay đổi này phù hợp với sự thay đổi của lượng mưa và bốc hơi trên lưu vực theo các kịch bản khác nhau.

b) Đánh giá tác động của BĐKH đến dòng chảy lũ

Mùa lũ trên lưu vực hồ A Vương kéo dài từ tháng IX – XII. Theo các kịch bản BĐKH, dòng chảy mùa lũ có xu hướng tăng lên so với thời kỳ nền. Nhìn chung, dòng chảy mùa lũ theo kịch bản RCP8.5 có mức gia tăng lớn hơn so với kịch bản RCP4.5. Xu thế của dòng chảy lũ so với thời kỳ nền phù hợp với sự thay đổi của lượng mưa và bốc hơi trên lưu vực theo các kịch bản khác nhau (Hình 12 và Hình 13).

Thời kỳ 2016 - 2035: Theo kết quả tính toán của mô hình cho thấy mức độ biến đổi dòng chảy lũ đều có xu hướng tăng lên so với thời kỳ nền, đồng thời giữa các kịch bản có sự chênh lệch

theo mức biến đổi của lượng mưa.

Thời kỳ 2046 - 2065: Dòng chảy mùa lũ tại các trạm đều tăng so với thời kỳ nền, và có xu hướng lớn hơn thời kỳ trước theo các kịch bản. Tuy nhiên giữa các kịch bản có sự chênh lệch theo mức biến đổi của lượng mưa.

Thời kỳ 2080 - 2099: Lưu lượng dòng chảy lũ tăng khá rõ rệt so với thời kỳ nền, giữa các kịch bản có sự chênh lệch theo mức biến đổi của lượng mưa.

c) *Đánh giá tác động của BĐKH đến dòng chảy mùa cạn*

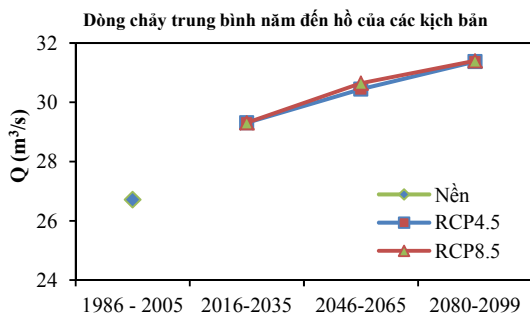
Theo kết quả tính toán của các kịch bản BĐKH, dòng chảy mùa cạn có sự khác biệt đáng kể theo từng thời kỳ và theo từng kịch bản BĐKH.

Thời kỳ 2016 - 2035: Dòng chảy mùa cạn đến hồ có xu hướng giảm so với thời kỳ nền và kịch bản RCP8.5 có xu hướng giảm so với kịch bản RCP4.5.

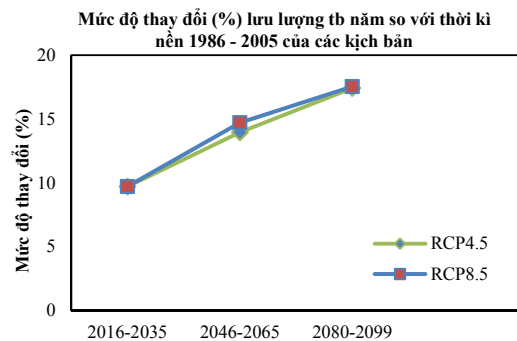
Thời kỳ 2046 - 2065: Dòng chảy mùa cạn có xu hướng giảm so với thời kỳ trước. Theo kịch bản RCP8.5 có xu hướng giảm nhiều hơn so với kịch bản RCP4.5.

Thời kỳ 2080 - 2099: Dòng chảy mùa cạn có xu hướng giảm so với thời kỳ nền, kịch bản RCP8.5 có xu thế giảm mạnh hơn so với kịch bản RCP4.5.

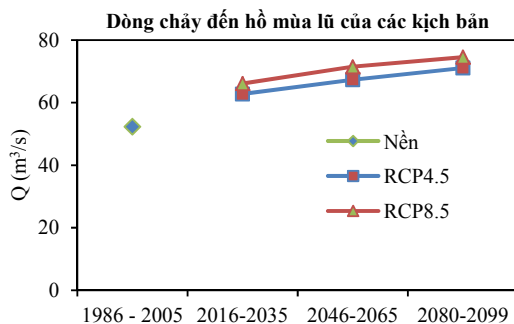
Nhìn chung, kết quả tính toán của mô hình phù hợp với sự biến đổi về lượng mưa theo từng thời kỳ và theo từng kịch bản BĐKH khác nhau.



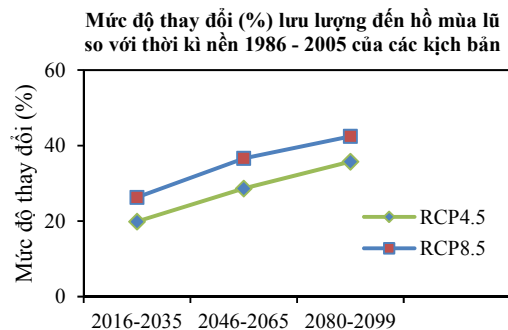
Hình 11a. Dòng chảy trung bình năm đến lưu vực hồ A Vương



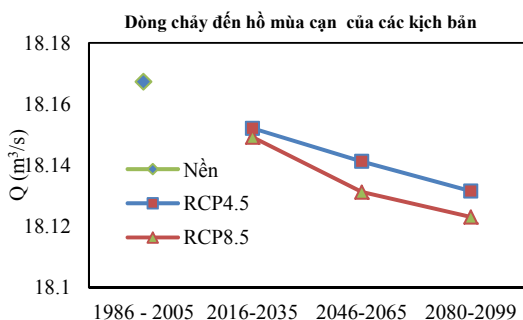
Hình 11b. Mức thay đổi dòng chảy trung bình năm đến hồ A Vương



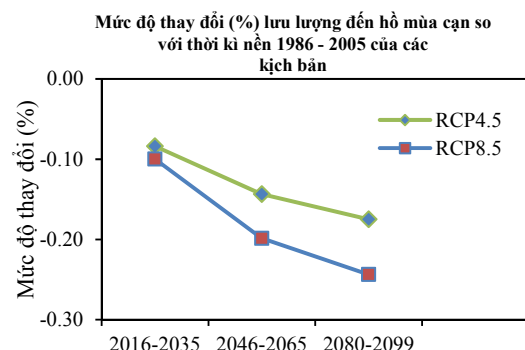
Hình 12. Dòng chảy trung bình mùa lũ đến lưu vực hồ A Vương



Hình 13. Mức thay đổi dòng chảy trung bình mùa lũ đến lưu vực hồ A Vương



Hình 14. Dòng chảy trung bình mùa cạn đến lưu vực hồ A Vương



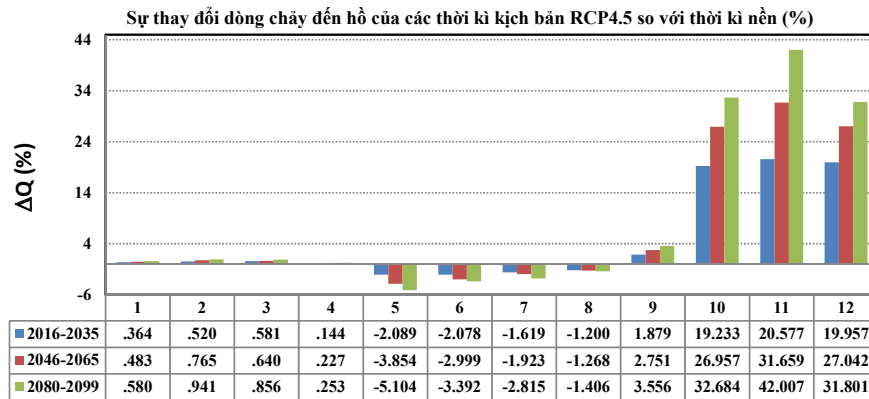
Hình 15. Mức thay đổi dòng chảy trung bình mùa cạn đến lưu vực hồ A Vương

d) Tác động của BĐKH đến dòng chảy tháng

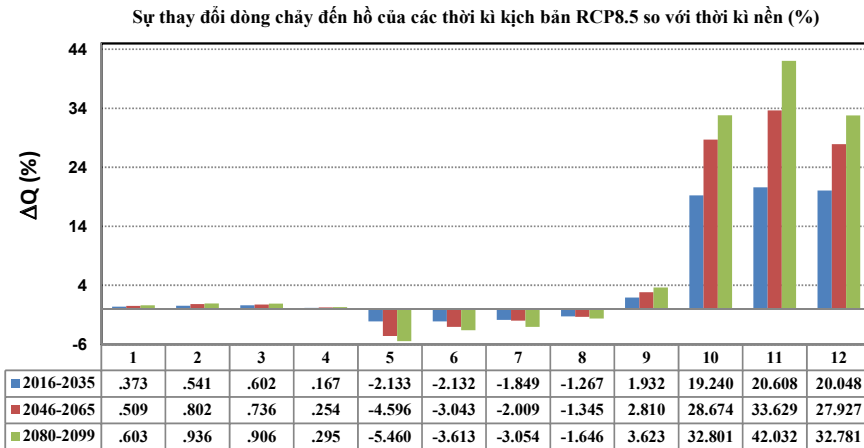
Xét về phân phối dòng chảy tháng, dòng chảy đến hồ có xu hướng tăng nhẹ trong các tháng mùa xuân, giảm dần trong các tháng mùa hè, các tháng mùa lũ có xu hướng tăng mạnh thể hiện ở hình 16 và hình 17.

Theo kết quả tính toán cho thấy, sự thay đổi

dòng chảy đến hồ có sự thay đổi theo các tháng của từng mùa. Tháng V là tháng chịu tác động mạnh mẽ nhất của BĐKH trong các tháng mùa cạn. Tháng XI là tháng chịu tác động mạnh mẽ nhất trong các tháng mùa lũ. Mức độ ảnh hưởng của BĐKH lên dòng chảy mùa kiệt là ít hơn so với mùa lũ.



Hình 16. Sự thay đổi dòng chảy đến hồ A Vương của các thời kì kịch bản RCP4.5 so với thời kì nền



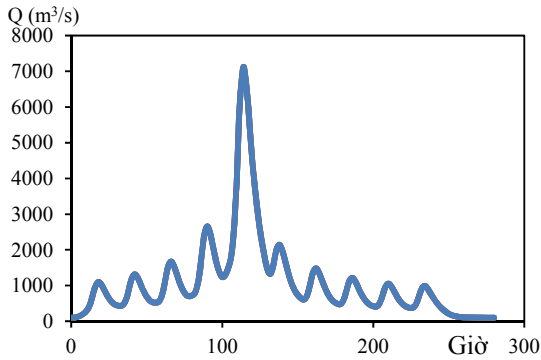
Hình 17. Sự thay đổi dòng chảy đến hồ A Vương của các thời kì kịch bản RCP8.5 so với thời kì nền

e) Tác động của BĐKH đến đỉnh lũ và tổng lượng lũ lưu vực hồ A Vương

Để đánh giá ảnh hưởng của biến đổi khí hậu đến đỉnh lũ và tổng lượng lũ thiết kế đến hồ A Vương, trong nghiên cứu tính toán dựa trên thay đổi lượng mưa ngày lớn nhất và tổng lượng mưa ngày lớn nhất thời đoạn (3 ngày, 5 ngày, 7 ngày, 9 ngày) của các thời kỳ. Hai trận lũ thiết kế ứng với tần suất P=0,1% và P=0,5% được chọn làm mẫu điển hình tính toán. Từ đường quá trình lũ hiện trạng được chọn, thông qua các hệ số thu phóng K_i (hệ số đỉnh lũ, tổng lượng 3 ngày, tổng lượng 5 ngày, tổng lượng 7 ngày, tổng lượng 9

ngày) sẽ xác định được quá trình lũ các thời kỳ của các kịch bản RCP4.5 và RCP8.5 (Hình 18 và Hình 19).

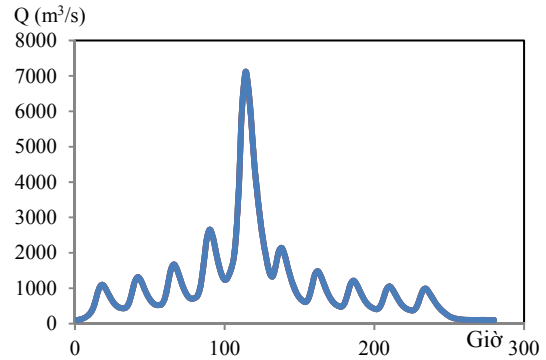
Từ chuỗi lưu lượng tức thời tháng của các thời kỳ của các kịch bản BĐKH, xác định các giá trị lưu lượng tức thời lớn nhất tương ứng với các thời kỳ. Từ các giá trị đó, xác định được các hệ số thu phóng đỉnh lũ dưới tác động của BĐKH cho từng thời kỳ của các kịch bản tương lai (bảng 2). Từ đó tính được lưu lượng đỉnh lũ thiết kế ứng với từng tần suất dưới tác động của BĐKH từng thời kỳ của các kịch bản tương lai (Bảng 3, 4).



Hình 18. Quá trình lũ thiết kế lưu vực A Vương ứng với $P=0,1\%$

Bảng 2. Hệ số thu phóng đỉnh lũ (D) dưới tác động của biến đổi khí hậu

Thời kỳ	1986-2005	2016-2035	2046-2065	2080-2099
RCP4.5	nền	1.221	1.294	1.344
RCP8.5	nền	1.211	1.304	1.302



Hình 19. Quá trình lũ thiết kế lưu vực A Vương ứng với $P=0,5\%$

Bảng 3. Lưu lượng đỉnh lũ thiết kế $P = 0.1\%$ trong các thời kỳ BĐKH

Thời kỳ	1986-2005	2016-2035	2046-2065	2080-2099
RCP4.5	7120	8693.52	9213.28	9569.28
RCP8.5	7120	8366	9284.48	9270.24

Bảng 4. Lưu lượng đỉnh lũ thiết kế $P = 0.5\%$ trong các thời kỳ BĐKH

Thời kỳ	1986-2005	2016-2035	2046-2065	2080-2099
RCP4.5	5720	6984.12	7401.68	7687.68
RCP8.5	5720	6721	7458.88	7447.44

4. Kết luận

Qua xem xét, phân tích và đánh giá nhận thấy dưới tác động của biến đổi khí hậu, dòng chảy đến hồ A Vương có nhiều biến đổi. So với thời kỳ nền, lượng dòng chảy trung bình năm và lượng dòng chảy mùa lũ đến hồ có xu hướng tăng qua các thời kỳ. Đặc biệt là kịch bản RCP 8.5 ứng với thời kỳ 2080 - 2099 có mức tăng rõ rệt nhất. Sự chênh lệch về lượng dòng chảy thì tương ứng với sự biến đổi về lượng mưa theo các kịch bản. Dòng chảy mùa cạn đến hồ A Vương trong tương lai có xu thế giảm so với thời kỳ nền, kịch bản RCP 8.5 giảm mạnh hơn so với kịch bản RCP4.5 trong các thời kỳ tính toán. Xét về phân phối dòng chảy tháng, dòng chảy đến hồ có xu hướng tăng nhẹ trong các tháng mùa xuân, giảm dần trong các tháng mùa hè, các tháng mùa lũ có xu hướng tăng mạnh. Tháng V là tháng chịu tác động mạnh mẽ nhất của BĐKH trong các tháng

mùa cạn. Tháng XI là tháng chịu tác động mạnh mẽ nhất trong các tháng mùa lũ. Mức độ ảnh hưởng của BĐKH lên dòng chảy mùa kiệt là ít hơn so với mùa lũ.

Để có thể nâng cao khả năng ứng phó với BĐKH, nhằm đảm bảo cho sự phát triển bền vững trên lưu vực hồ thủy điện A Vương trong từng giai đoạn cụ thể, cần có những định hướng chính sách, dự án, nâng cao nhận thức về biến đổi khí hậu cũng như ứng phó với biến đổi khí hậu của cộng đồng, các ngành, các cấp chính quyền. Kết quả của bài báo là cơ sở để giúp các nhà quản lý, các nhà hoạch định chính sách và các địa phương trong vùng nghiên cứu xây dựng các kế hoạch, phương án, giải pháp ứng phó thích hợp nhằm giảm nhẹ các tác động bất lợi do ảnh hưởng của biến đổi khí hậu và xâm nhập mặn trong tương lai.

Lời cảm ơn: Với sự giúp đỡ và hướng dẫn tận tình của thầy GS.TS. Trần Thực. Bài báo này là một phần kết quả của luận văn thạc sỹ của học viên Nguyễn Văn Khánh với tên đề tài luận văn: “Nghiên cứu tác động của biến đổi khí hậu đến dòng chảy đến hồ phục vụ vận hành hồ thủy điện A Vương tỉnh Quảng Nam”.

Tài liệu tham khảo

1. Bộ Tài nguyên và Môi trường (2016), *Kịch bản biến đổi khí hậu và nước biển dâng cho Việt Nam*.
2. Phạm Ngọc Rur, Trần Vũ, Lê Nguyên Trung (2014), *Đánh giá tác động của BĐKH đến lĩnh vực Thủy điện và đề xuất các giải pháp ứng phó*.
3. Vũ Văn Minh, Nguyễn Hoàng Minh, Trần Hồng Thái, (2011), *Đánh giá tác động của Biến đổi khí hậu đến dòng chảy lũ lưu vực sông Hồng - Thái Bình*. Tuyển tập Báo cáo Khoa học lần thứ XIII, tr. 72-78.
4. Trần Thanh Xuân, Hoàng Minh Tuyển, Lê Tuấn Nghĩa, Lương Hữu Dũng (2011), *Tác động của Biến đổi khí hậu đến dòng chảy trong sông*. Tuyển tập Báo cáo Khoa học lần thứ XIII, tr. 146-153.
5. Nguyễn Ý Như, (2011), *Nghiên cứu tác động của biến đổi khí hậu đến cực trị dòng chảy trên lưu vực sông Nhuệ Đáy thuộc thành phố Hà Nội*.
6. DHI, (2007). MIKE 11 - User's Manual.
7. DHI, (2007). MIKE 11 - User's Manual Feddes, R.A., M. Menenti, and P. Kabat, 1989. Modeling the soil water and surface energy balance in relation to climate models, European coordination group on land - surface processes, hydrology, Dessertification in Europe, Barcelona, pp. 21.

RESEARCH ABOUT ASSESSING CLIMATE CHANGE IMPACTS ON THE FLOW INTO AVUONG LAKE

Nguyen Van Khanh¹, Tran Thuc²

¹The Central Hydrometeorological Station of Central Vietnam

²Viet Nam Institute of Meteorology, Hydrology and Climate Change

Abstract: *The NAM model has been applied in this research to calculate and evaluate the effects of climate change to A Vuong lake. The correction and inspection result indicates the similarities of phase and amplitude fluctuations between calculation and measurement flow. Base on the editing and testing results, the changes in flow come to lake in the future periods will be predict. The calculation results of flow to the lake in future periods show that the flow changes according to the months of each season: the May is affected the most powerful by climate change in the dry months, and November is affected the most powerful in the flood months. The degree of influence of climate change to the dry season is less than the flood season.*

Keywords: *MIKE NAM, A Vuong, Climate change.*

MÔ HÌNH HÓA Ô NHIỄM KHÔNG KHÍ TRONG ĐIỀU KIỆN ĐỊA HÌNH PHỨC TẠP - TRƯỜNG HỢP NGUỒN THẢI ĐIỂM

Bùi Tá Long¹, Nguyễn Châu Mỹ Duyên¹

Tóm tắt: Kế hoạch quốc gia về quản lý chất lượng không khí đã đề ra nhiệm vụ xây dựng mô hình lan truyền ô nhiễm không khí. Bên cạnh đó việc áp dụng mô hình hay phần mềm nước ngoài vào hệ thống quan trắc quốc gia gặp nhiều khó khăn do vấn đề bản quyền. Mục tiêu của nghiên cứu này là đề xuất một mô hình cho phép tính toán sự lan truyền chất ô nhiễm không khí trong điều kiện địa hình phức tạp cũng như lưu ý tới các yếu tố khí tượng. Bài báo trình bày cơ sở của mô hình và kết quả ứng dụng mô hình tính toán cho khu vực cụ thể của Việt Nam. Phương pháp đề xuất trong bài báo này là sự tích hợp mô hình phân tán ô nhiễm không khí do EPA đưa ra, mô hình WRF tính toán yếu tố khí tượng.

Từ khóa: Mô hình phân tán, nguồn điểm, địa hình, WRF, EnvimAP.

Ban Biên tập nhận bài: 15/02/2019 Ngày phản biện xong: 08/04/2019 Ngày đăng bài: 25/04/2019

1. Mở đầu

Các nhà nguồn thải lớn thường được đặt trong khu vực có địa hình phức tạp, như đồi núi hay ven biển [12]. Trong những trường hợp này, ngoài yếu tố địa hình, các yếu tố khí tượng liên quan tới sự phát tán ô nhiễm không khí thay đổi đáng kể theo thời gian và không gian (cả theo phương đứng lẫn phương ngang). Trong nghiên cứu mô hình hóa chất lượng không khí, người ta quan tâm đến sự phân tán ô nhiễm trong biên khí quyển, bởi đây chính là lớp bề mặt trái đất chịu ảnh hưởng sức nóng lên của bề mặt, sự ma sát và sự phân tầng [19]. Đây là một trong số lý do mà năm 1991, Hiệp hội Khí tượng Hoa Kỳ và Cơ quan Bảo vệ Môi trường Hoa Kỳ đã khởi xướng một sự hợp tác với mục tiêu là đưa lớp biên trái đất (*Planetary Boundary Layer, PBL*) vào các mô hình phân tán ô nhiễm không khí.

Tại Việt Nam, các nghiên cứu ứng dụng mô hình phát tán ô nhiễm để kiểm soát ô nhiễm không khí bắt đầu từ những năm 60 của thế kỷ trước [14, 18] và tăng nhanh vào những năm 1988 trở lại đây khi đất nước bắt đầu mở cửa

[16-17]. Để ứng dụng rộng rãi, việc xây dựng công cụ tin học tự động hóa tính toán rất quan trọng, các nghiên cứu của nhóm tác giả bài báo này đã được thực hiện [3-6, 8, 10-11]. Các nghiên cứu này có thể chia ra thành hai nhóm. Nhóm thứ nhất, đưa ra mô hình toán được sử dụng [2], [7] thuộc nhóm dạng mô hình thống kê kinh nghiệm dạng Gauss-Pasquill [2, 7, 13], dạng thống kê thủy động [7-8]. Nhóm thứ hai, xây dựng công cụ tin học CAP, EnvimAP [4-6] tự động hóa tính toán lan truyền ô nhiễm không khí, sử dụng công nghệ GIS. Một cách tiếp cận khác cũng được áp dụng tính toán lan truyền ô nhiễm không khí là sử dụng công cụ AERMOD [15]. Hạn chế lớn nhất của các nghiên cứu [3-6, 8, 10-11] là mô hình toán chỉ áp dụng cho khu vực địa hình tương đối bằng phẳng, ngoài ra trong các nghiên cứu này, yếu tố khí tượng chưa lưu ý tới sự thay đổi rất nhanh của lớp biên khí quyển. Do vậy, trong nghiên cứu này, dựa trên các nghiên cứu [9, 19] đưa ra một cách tính toán mức độ ảnh hưởng từ nguồn điểm có lưu ý tới địa hình phức tạp và yếu tố khí tượng của lớp biên khí quyển.

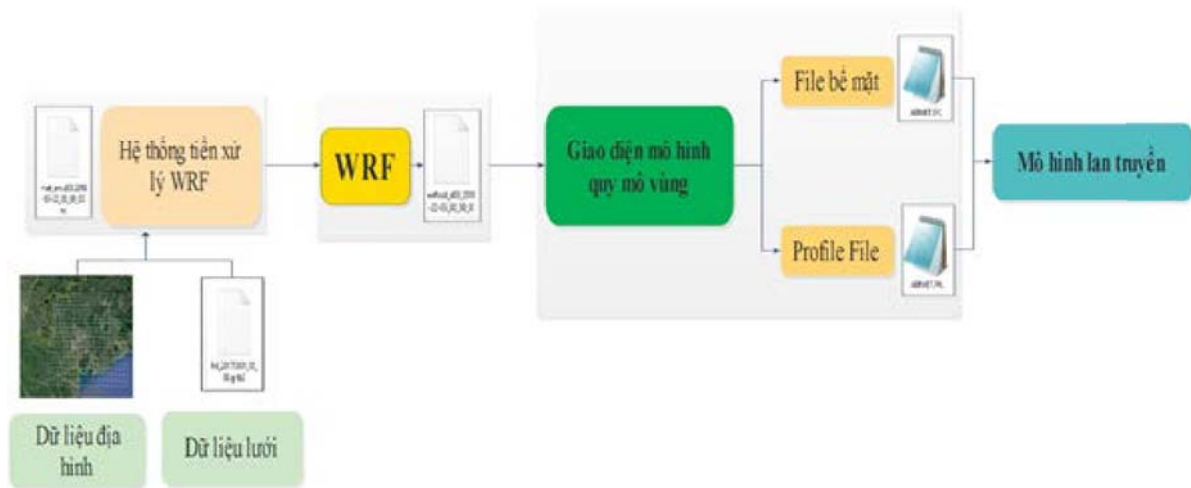
2. Phương pháp nghiên cứu

2.1 Mô hình WRF

¹Đại học Bách Khoa Tp. HCM
Email: longbt62@hcmut.edu.vn

Trong nghiên cứu này đề xuất sử dụng mô hình Nghiên cứu và Dự báo thời tiết - Weather Research and Forecasting (WRF) để triết xuất kết quả ra file số liệu khí tượng đặc trưng cho lớp biên khí quyển cho mô hình phát tán ô nhiễm. WRF là kết quả của sự hợp tác phát triển của nhiều trung tâm nghiên cứu và dự báo khí tượng ở Hoa Kỳ, đặc biệt là Trung tâm Quốc gia

về nghiên cứu khí quyển (NCAR), Cục Quản lý Đại dương và Khí quyển Quốc gia (NOAA) và Trung tâm dự báo môi trường quốc gia (NCEP) (<http://www2.mmm.ucar.edu/wrf/users/download/>). Các dữ liệu khí tượng này được sử dụng tính toán sự thay đổi theo phương đứng của gió, dòng chảy rối và nhiệt độ. Các bước triết xuất này được thể hiện trên Hình 1.



Hình 1. Các bước xử lý sinh ra số liệu khí tượng lớp biên khí quyển

2.2 Tính toán các yếu tố khí tượng

Để tính phân tán ô nhiễm không khí, các chuyên gia trong lĩnh vực này đã đưa vào xem xét khái niệm lớp biên PBL (*Planetary Boundary Layer*) [9, 19]. Đây là lớp không khí rối nằm phía trên bề mặt trái đất chịu ảnh hưởng sức nóng lên của bề mặt, ma sát và sự phân tầng [19], lớp này thường có độ sâu từ vài trăm mét vào ban đêm đến 1 - 2 km vào ban ngày [19]. Cũng theo [9, 19] để tính toán lan truyền chất khí cần phải cung cấp cho mô hình này các thông tin khí tượng của lớp biên như như chiều cao hòa trộn (z_i), độ dài Monin - Obukhov (L), vận tốc ma sát (u^*), chiều dài độ nhám bề mặt (z_0), thông lượng

nhiệt bề mặt (H) và tỷ lệ vận tốc đối lưu (w^*). Từ kết quả mô hình WRF, cũng xác định được độ cao lớp đối lưu và lớp hòa trộn cơ học lần lượt là z_{ic} và z_{im} [19] đã xác định sự ổn định của lớp biên khí quyển bởi các giá trị H , cụ thể là không ổn định khi $H > 0$ (hay $L < 0$) và trạng thái ổn định khi $H < 0$ (hay $L > 0$).

2.2.1 Công thức tính sự thay đổi tốc độ gió theo phương đứng

Trong nghiên cứu này sử dụng công thức để tính sự thay đổi vận tốc gió theo phương đứng [19]. Trong đó các hàm Ψ_m được tính khác nhau tùy vào trường hợp ổn định hay không ổn định [19].

$$\begin{cases} u = u\{7z_0\} \left[\frac{z}{7z_0} \right], & z < 7z_0 \\ u = \frac{u_*}{\kappa} \left[\ln \left(\frac{z}{z_0} \right) - \Psi_m \left(\frac{z}{L} \right) + \Psi_m \left(\frac{z_0}{L} \right) \right], & 7z_0 \leq z \leq z_i \\ u = u\{z_i\}, & z > z_i \end{cases} \quad (1)$$

Trong đó L là độ dài Monin - Obukhov, u^* là vận tốc ma sát, z_0 là chiều dài độ nhám bề mặt, κ là hằng số Karman $\kappa = 0.4$, z_i là chiều cao hòa trộn; Ψ_m là hàm tương tự tính động lượng [19].

2.2.2 Tốc độ thay đổi nhiệt độ theo phương đứng

Để tính vận tốc cột khói, trong nghiên cứu này sử dụng phương pháp tính toán tốc độ thay đổi trường nhiệt độ theo phương đứng dựa trên công thức tính thể nhiệt tại độ cao tham chiếu nhiệt độ (cụ thể là z_{Tref}) [19].

$$\theta \left\{ (T_{ref}) \right\} = T_{ref} + \frac{g z_{msl}}{c_p} \quad (2)$$

Trong đó $z_{msl} = z_{ref} + z_{base}$ và z_{base} là cao trình của trạm đo khí tượng, z_{ref} vị trí đo nhiệt độ (thường lấy độ cao 2 m). Trong công thức (2),

θ là nhiệt thể; T_{ref} là nhiệt độ môi trường xung quanh tại độ cao tham chiếu, g là gia tốc trọng trường, z_{msl} là cao trình của chân ống khói, c_p là nhiệt dung riêng ở áp suất không đổi.

2.2.3 Độ khí quyển rối theo phương đứng

Trong trường hợp lớp biên khí quyển không ổn định, mức độ rối theo phương đứng (σ_{wT}^2) được tính theo công thức [19]:

$$\sigma_{wT}^2 = \sigma_{wc}^2 + \sigma_{wm}^2 \quad (3)$$

Trong đó σ_{wc}^2 là độ rối đối lưu, σ_{wm}^2 là độ rối cơ học được tính phụ thuộc vào độ cao nằm phía dưới hay phía trên lớp biên $z_i = \max(z_{ic}, z_{im})$.

Trường hợp lớp biên khí quyển ổn định, mức độ rối theo phương đứng (σ_{wT}^2) chỉ phụ thuộc vào độ rối cơ học và được tính theo công thức:

$$\sigma_{wT}^2 = \sigma_{wm}^2 \quad (4)$$

2.2.4 Độ rối khí quyển theo phương ngang

Trong trường hợp lớp biên khí quyển không ổn định, độ rối của khí quyển theo phương ngang, σ_{vT}^2 , là sự kết hợp của độ rối cơ học σ_{vm} , và độ rối đối lưu σ_{vc} và được tính theo công thức [19]:

$$\sigma_{vT}^2 = \sigma_{vc}^2 + \sigma_{vm}^2 \quad (5)$$

Trong trường hợp ổn định, độ rối của khí quyển rối theo phương ngang, σ_{vT}^2 chỉ phụ thuộc

vào độ rối cơ học và được xác định theo công thức [19]:

$$\sigma_{vT}^2 = \sigma_{vm}^2 \quad (6)$$

2.3 Đánh giá các hệ số khuếch tán

Nghiên cứu này sử dụng các công thức tính toán phạm vi khuếch tán rối theo phương ngang và phương đứng đã được các chuyên gia kiểm định [19]. Theo đó phạm vi khuếch tán tổng ($\sigma_{y,z}$) theo phương ngang và phương đứng là sự kết hợp của phạm vi khuếch tán (đại diện bởi σ_{ya} , σ_{za}) do môi trường rối xung quanh và sự khuếch tán (σ_b) từ mức độ rối bởi sự nổi của luồng khí:

$$\sigma_{y,z}^2 = \sigma_{ya,(a)}^2 + \sigma_b^2 \quad (7)$$

Các thành phần trong công thức (7) được tính toán cho 2 trường hợp không ổn định và ổn định [19].

2.4 Đánh giá độ nâng vận tốc

Trong nghiên cứu này độ nâng vận tốc được tính cho trường hợp không ổn định và ổn định. Trường trường hợp không ổn định và từ nguồn trực tiếp được tính như sau:

$$\Delta h_d = \left(\frac{3F_m x}{\beta_1^2 u_p^2} + \frac{3}{2\beta_1^2} \cdot \frac{F_b x^2}{u_p^3} \right)^{1/3} \quad (8)$$

Trong đó $F_m = (T/T_s)w_s^2$, r_s^2 là thông lượng động lượng của ống khói, $F_b = gws r_s^2(\Delta T/T_s)$ là thông lượng nổi của ống khói, r_s là bán kính ống khói và $\beta_1 = 0.6$ là một tham số ràng buộc. T_s nhiệt độ luồng khói khi thoát ra khỏi miệng ống khói (°K); T là nhiệt độ môi trường xung quanh (°K). Với luồng khí gián tiếp:

$$\Delta h_i = \left(\frac{2F_b t_i}{\alpha_r u_p r_y r_l} \right)^{1/2} \frac{x}{u_p}, \quad (9)$$

Trong đó r_y là kích thước ngang luồng khói; r_z là kích thước theo phương đứng luồng khói; u_p được đặt bằng vận tốc gió tại miệng ống khói, α_r là hằng số bằng 1,4.

Trường hợp khí quyển ổn định

$$\Delta h_s = 2.66 \left(\frac{F_b}{N^2 u_p} \right)^{1/3} \cdot \left[\frac{N' F_m}{F_b} \sin \left(\frac{N' x}{u_p} \right) + 1 - \cos \left(\frac{N' x}{u_p} \right) \right]^{1/3} \quad (10)$$

Trong đó $N' = 0.7N$. N và u là các đánh giá ban đầu tại vị trí miệng ống khói. Trong đó N là tần số Brunt-Vaisala

$$N = \left[\frac{g}{\theta \{z_i\}} \frac{\partial \theta}{\partial z} \Big|_{z > z_i} \right]^{1/2} \quad (11)$$

Trong đó θ là nhiệt thế ($^{\circ}\text{K}$) [9, 19].

2.5 Mô hình phát tán ô nhiễm có lưu ý tới địa hình

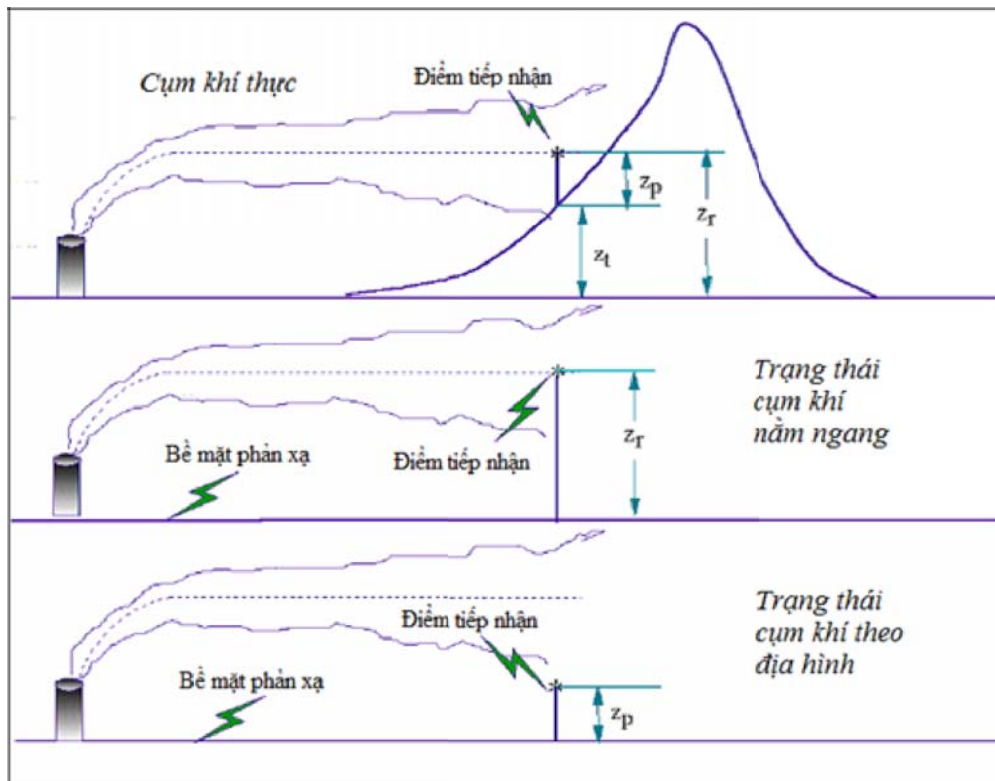
Mô hình toán có lưu ý tới địa hình cho rằng luồng khí là sự kết hợp hai trường hợp cùng xảy ra đồng thời: một luồng ngang và một luồng theo địa hình. Do đó, nồng độ tổng hợp, tại một điểm tiếp nhận, sẽ là sự tổng hợp nồng độ từ các trạng thái này. Trong địa hình bằng phẳng hai trạng thái này là tương đương [9].

Công thức tổng quát tính toán nồng độ chất ô nhiễm, áp dụng trong điều kiện ổn định hoặc không ổn định có dạng

$$C_T \{x_r, y_r, z_r\} = f \cdot C_{c,s} \{x_r, y_r, z_r\} + (1 - f) C_{c,s} \{x_r, y_r, z_p\} \quad (12)$$

Trong đó $C_T \{x_r, y_r, z_r\}$ là tổng nồng độ, $C_{c,s} \{x_r, y_r, z_r\}$ là nồng độ đóng góp từ luồng khí theo phương ngang (các chỉ số C và S tương ứng với các trường hợp không ổn định và ổn định), $C_{c,s} \{x_r, y_r, z_p\}$ nồng độ đóng góp từ địa hình, f

là hàm số trọng số, $\{x_r, y_r, z_r\}$ là biểu diễn tọa độ của điểm tiếp nhận (với z_r được xác định theo cao trình của ống khói), $z_p = z_r - z_t$ là chiều cao của điểm tiếp nhận so với địa hình và z_t là chiều cao địa hình tại điểm tiếp nhận [9, 19].



Hình 2. Nồng độ tổng là tổng có trọng số từ hai trạng thái xảy ra đồng thời [19]

AERMOD mô phỏng năm dạng luồng khí khác nhau tùy thuộc vào độ ổn định của khí quyển và vị trí bên trong và trên cao hơn lớp biên:

1) luồng khí trực tiếp, 2) luồng khí gián tiếp, 3)

luồng khí thâm nhập, 4) luồng khí được đưa vào cường bức và 5) luồng khí ổn định [9, 19].

Theo [19], nồng độ do luồng khí trực tiếp được tính bằng công thức:

$$C_d\{x_r, y_r, z_r, t\} = \frac{Qf_p}{\sqrt{2\pi\tilde{u}}} \cdot F_y \cdot \sum_{j=1}^2 \sum_{m=0}^{\infty} \frac{\lambda_j}{\sigma_{(j)}} \left[\exp\left(-\frac{((-\Psi_{dj} - 2m(t_i))^2)}{2\sigma_{(j)}^2}\right) + \exp\left(-\frac{(t + \Psi_{dj} + 2m(t_i))^2}{2\sigma_{(j)}^2}\right) \right] \quad (13)$$

Nồng độ do nguồn gián tiếp được tính theo công thức [19]:

$$C_r\{x_r, y_r, z_r, t\} = \frac{Qf_p}{\sqrt{2\pi\tilde{u}}} \cdot F_y \cdot \sum_{j=1}^2 \sum_{m=1}^{\infty} \frac{\lambda_j}{\sigma_{(j)}} \left[\exp\left(-\frac{(t + \Psi_{rj} - 2m(t_i))^2}{2\sigma_{(j)}^2}\right) + \exp\left(-\frac{(-\Psi_{rj} + 2m(t_i))^2}{2\sigma_{(j)}^2}\right) \right] \quad (14)$$

Đối với nguồn từ luồng khí thâm nhập, nồng độ trong trường hợp này bằng [19]:

$$C_p\{x_r, y_r, z_r, t\} = \frac{Q(1-f_p)}{\sqrt{2\pi\tilde{u}\sigma_{(p)}}} \cdot F_y \cdot \sum_{m=-\infty}^{\infty} \left[\exp\left(-\frac{(t - h_{ep} + 2m(t_{ieff}))^2}{2\sigma_{(p)}^2}\right) + \exp\left(-\frac{(t + h_{ep} + 2m(t_{ieff}))^2}{2\sigma_{(p)}^2}\right) \right] \quad (15)$$

Nồng độ trong trường hợp khí quyển không ổn định được tính theo công thức:

$$C_c\{x_r, y_r, z_r, t\} = C_d\{x_r, y_r, z_r, t\} + C_r\{x_r, y_r, z_r, t\} + C_p\{x_r, y_r, z_r, t\} \quad (16)$$

Với trường hợp ổn định, nồng độ trong trường hợp này được tính theo công thức:

$$C_s\{x_r, y_r, z_r, t\} = \frac{Q}{\sqrt{2\pi\tilde{u}\sigma_{(s)}}} \cdot F_y \cdot \sum_{m=-\infty}^{\infty} \left[\exp\left(-\frac{(t - h_{es} + 2m(t_{ieff}))^2}{2\sigma_{(s)}^2}\right) + \exp\left(-\frac{(t + h_{es} + 2m(t_{ieff}))^2}{2\sigma_{(s)}^2}\right) \right] \quad (17)$$

Trong các công thức trên Q (g/s) là tải lượng ô nhiễm, f_p là tham số không thứ nguyên, là tỷ trọng khối lượng luồng khí trong trường hợp khí quyển không ổn định, \tilde{u} là vận tốc gió hữu dụng, $C_c\{x_r, y_r, z_r, t\}$ là nồng độ tổng trong trường hợp khí quyển không ổn định ($g \cdot m^{-3}$); $C_d\{x_r, y_r, z_r, t\}$ là phần nồng độ đóng góp vào nồng độ tổng từ nguồn trực tiếp trong trường hợp khí quyển không ổn định ($g \cdot m^{-3}$); $C_p\{x_r, y_r, z_r, t\}$ là phần nồng độ đóng góp vào nồng độ tổng từ nguồn thâm nhập trong trường hợp khí quyển không ổn định ($g \cdot m^{-3}$); $C_r\{x_r, y_r, z_r, t\}$ là phần nồng độ đóng góp vào nồng độ tổng từ nguồn gián tiếp trong trường hợp khí quyển không ổn định ($g \cdot m^{-3}$); $C_s\{x_r, y_r, z_r, t\}$ là nồng độ tổng trong trường hợp khí quyển ổn định ($g \cdot m^{-3}$); F_y là hàm tổng hàm phạm vi khuếch tán theo phương ngang (m^{-1}); $\lambda_{1,2}$ là trọng số phân

bổ đối với tầng trên ($j = 1$) và tầng dưới ($j = 2$); σ_{zj} - phạm vi khuếch tán tổng với luồng trên và dưới ($j=1,2$ tương ứng), cho cả nguồn trực tiếp lẫn gián tiếp; σ_{zp} là phạm vi phân tán tổng áp dụng cho nguồn thâm nhập (m); Ψ_{dj} là độ cao tổng áp dụng cho luồng khí từ nguồn thải trực tiếp, gồm chiều cao của ống khói, độ nổi, sự đối lưu (m); Ψ_{rj} là độ cao tổng luồng khí từ nguồn thải gián tiếp gồm chiều cao của ống khói, độ nổi và sự đối lưu (m); h_{ep} là độ cao luồng khí của nguồn thâm nhập phía trên cao trình ống khói (m); h_{es} là độ cao hữu dụng của nguồn điểm trong trường hợp khí quyển ổn định; z_{ieff} là độ cao bề mặt phản chiếu trong trường hợp khí quyển ổn định hoặc trong lớp ổn định phía trên lớp khí quyển không ổn định (m); σ_{zs} là phạm vi phân tán tổng áp dụng cho trường hợp ổn định (m) [19].

2.6 Các bước tính toán

Để tính toán ô nhiễm không khí theo các công thức mục 2.5, trước cần được cung cấp dữ liệu khí tượng như được lưu ý tới trong mục 2.1, các dữ liệu này là kết quả chạy WRF. Sáu thông số nhằm xác định sự thay đổi theo phương đứng lớp biên khí quyển gồm: 1) hướng gió; 2) tốc độ gió; 3) nhiệt độ; 4) gradient thể nhiệt theo phương đứng; 5) mức độ thay đổi độ rớt theo phương đứng (σ_w) và 6) mức độ thay đổi độ rớt theo phương ngang (σ_v). Các thông số này được sử dụng để tính toán sự thay đổi vận tốc gió theo độ cao, hệ số phạm vi khuếch tán theo phương ngang, phương đứng, độ nâng vệt khói (hình 3).

Phần xử lý địa hình trong tính toán này được

vận hành như sau: từ dữ liệu địa hình thuật toán do nhóm tác giả xây dựng sẽ tính toán ra một chiều cao ảnh hưởng đến địa hình đại diện (h_c), còn gọi là quy mô chiều cao địa hình. h_c quy mô địa hình cao, được xác định duy nhất cho mỗi vị trí tiếp nhận, được sử dụng để tính toán độ cao đường phân khí. Để tính toán, các tác giả đã đưa ra thuật toán xây dựng lưới tính điểm tiếp nhận. Với mỗi điểm tiếp nhận, thuật toán tính ô nhiễm được cung cấp các thông tin sau: vị trí các điểm tiếp nhận (x_r, y_r), cao trình của nó so với mực nước biển (z_r), và thang đo địa hình của vị trí tiếp nhận (h_c). Các bước tính toán nồng độ tổng cho chất cụ thể theo các công thức (1-17) được thể hiện trên hình 3.

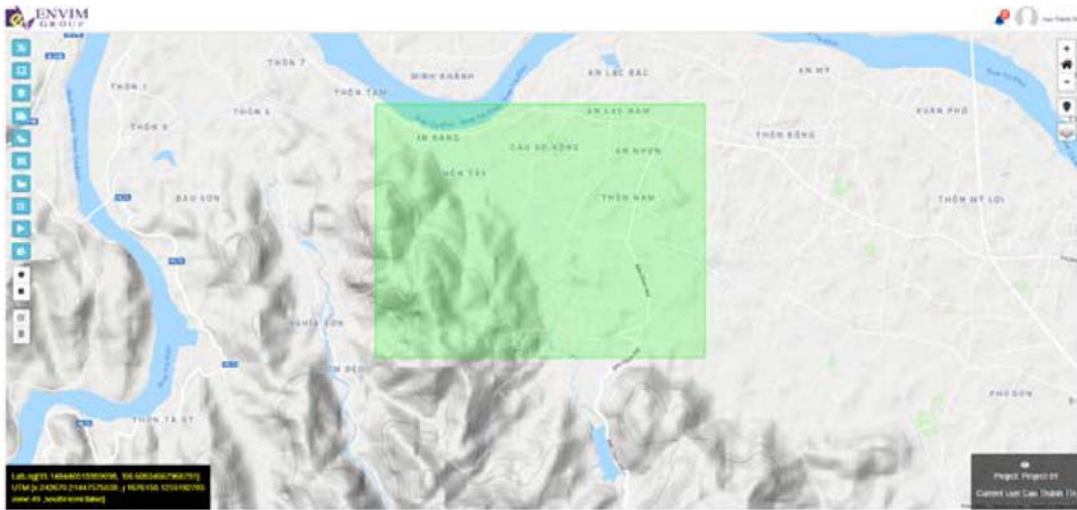


Hình 3. Các bước thực hiện tính toán ô nhiễm không khí

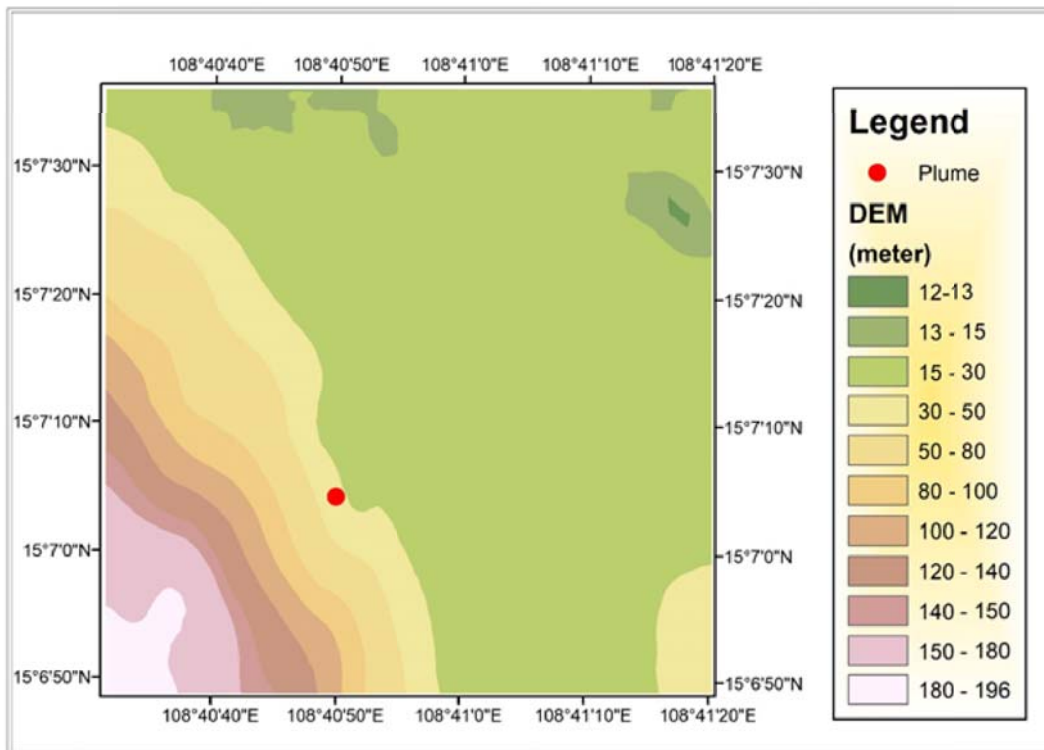
2.7 Số liệu được sử dụng cho tính toán số

Trong nghiên cứu này đã áp dụng các thuật toán được mô tả ở trên để tính toán cho một nguồn điểm cụ thể với các nhóm thông số được mô tả dưới đây. Ống khói có thông số kỹ thuật như nhau: chiều cao 40 (m), đường kính ống khói bằng 1,5 (m) có tọa độ theo hệ UTM là (250722.84, 1672693.78). Chân ống khói có cao trình bằng 24,29 (m) (Hình 4a-4b). Ống khói có các thông số phát thải như sau: chất ô nhiễm

được chọn là SO₂, lưu lượng 40,53 m³/s, tải lượng 500 (g/s); nhiệt độ khí thoát ra bằng 150°C. Ngày được chọn để chạy WRF cho khu vực tính toán vào là 22/3/2018, kết quả chạy WRF cho phép xác định các yếu tố khí tượng cần thiết cho tính toán ô nhiễm không khí, được thể hiện trong bảng 1 và trên hình 5 dưới dạng hoa gió được xuất ra sử dụng phần mềm EnvimAP 2019.



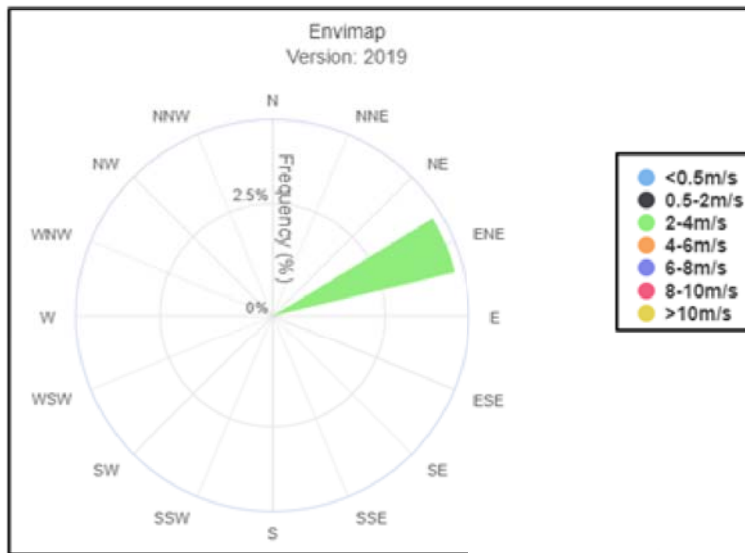
Hình 4a. Dữ liệu địa hình khu vực nghiên cứu



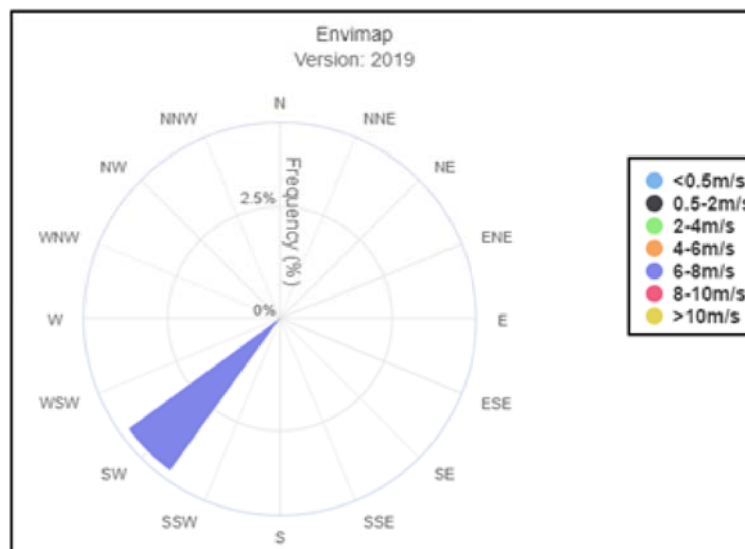
Hình 4b. Dữ liệu cao trình khu vực nghiên cứu

Bảng 1. Các thông số khí tượng lớp biên từ kết quả chạy WRF cho khu vực

Các thông số lớp biên khí quyển	Trường hợp không ổn định	Trường hợp ổn định
Vận tốc gió ở độ cao tham chiếu (m/s)	6.99	3.13
Hướng gió (°degrees)	46.8	200
Nhiệt độ (°K)	299.2	293.3
Độ dài Monin-Obukhov (m)	-10	10.6
Chiều cao lớp hòa trộn đối lưu PBL (m)	873	-999
Vận tốc ma sát bề mặt (m.s ⁻¹)	0.269	0.079
Vận tốc đối lưu lưu (m.s ⁻¹)	1.616	-9



Hình 5a. Hoa gió tới cho 2 thời điểm tính toán lúc 2 giờ sáng (trái)

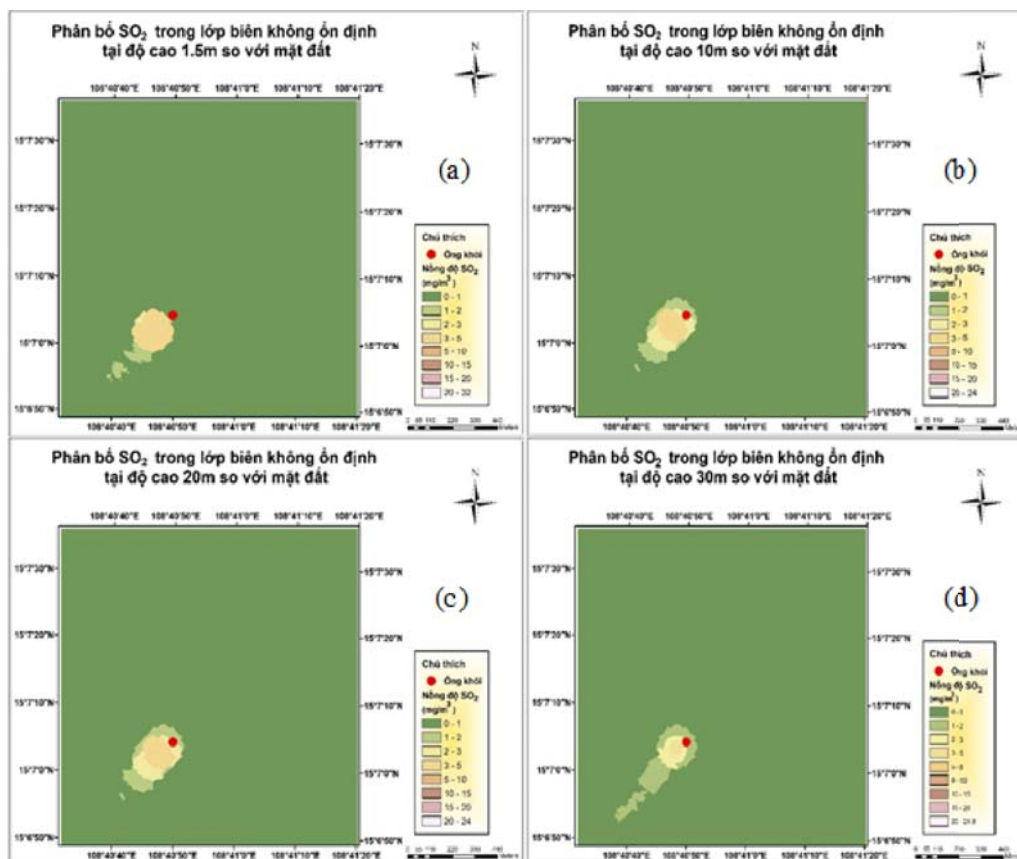


Hình 5b. Hoa gió tới cho 2 thời điểm tính toán lúc 2 giờ chiều

3. Kết quả và thảo luận

Dựa trên kết quả chạy WRF, bộ thông số lớp biên khí tượng được thể hiện trong Bảng 1 được sử dụng đưa vào các công thức toán (1-17). Kết quả tính toán tại lưới tiếp nhận được chuyển qua ArcGIS để xử lý và vẽ được đồng mức. Trong

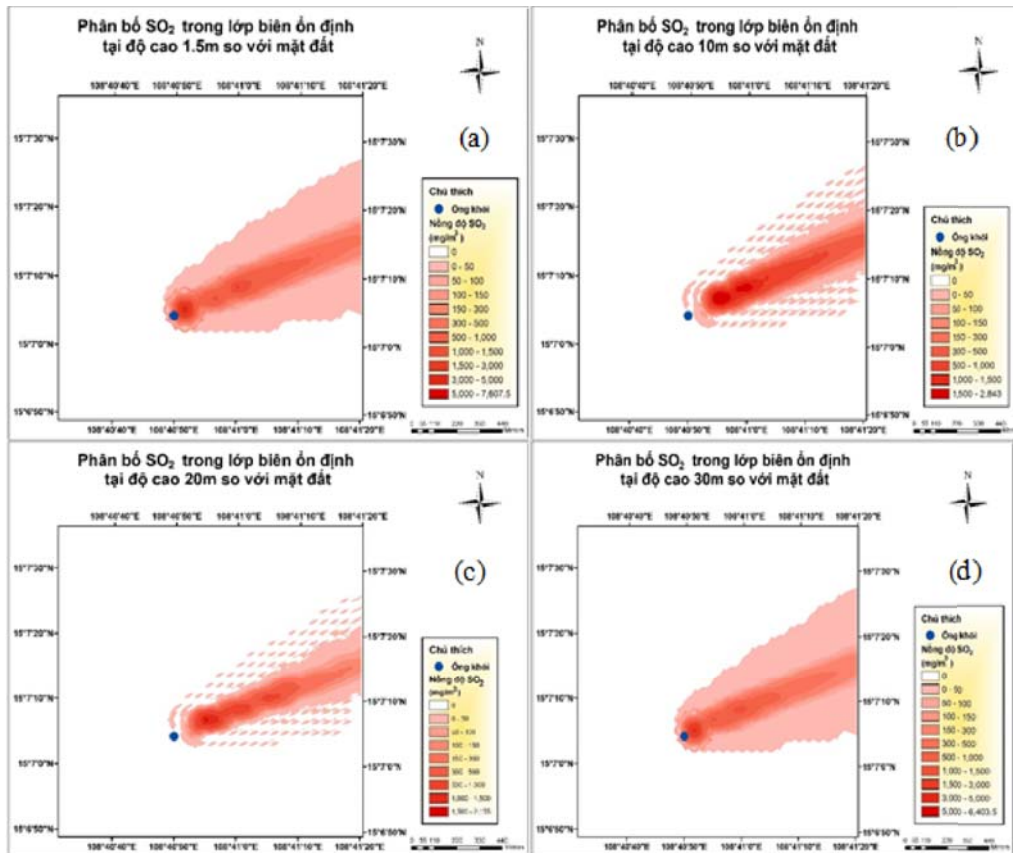
tính toán này chọn 4 mức theo độ cao $z = 1,5$ (m), 10 (m), 20 (m), 30 (m) để xuất kết quả. Với trường hợp khí quyển ổn định, kết quả được thể hiện trên hình 6a-6d trường hợp không ổn định thể hiện trên hình 7a-7d.



Hình 6. Phân bố ô nhiễm lúc 14h, trường hợp khí quyển không ổn định tại các độ cao: (a) 1,5 m, (b) 10 m, (c) 20 m, (d) 30 m

Mối tương quan giữa nồng độ và các yếu tố khí tượng được thể hiện khá rõ nét. Như được lưu ý trong mục 2.2, các yếu tố khí tượng được đề cập gồm vận tốc gió, hướng gió, nhiệt độ không khí xung quanh, độ dài Monin - Obukhov, chiều cao lớp đối lưu lớp biên khí quyển, vận tốc ma sát, vận tốc đối lưu với phân bố nồng độ chất ô nhiễm từ kết quả mô hình, nhóm tác giả nhận thấy những yếu tố quan trọng và ảnh hưởng chủ yếu đến lan truyền ô nhiễm SO₂ trong bài toán này gồm vận tốc gió, độ dài Monin-Obukhov. Ta có thể thấy nồng độ vào lúc

2h sáng cao hơn rất nhiều lần so với lúc 14h (200 lần) và cao hơn so với quy chuẩn (21 lần) do có điều kiện thời tiết bất lợi, bởi khi khí quyển ổn định (độ dài Monin-Obukhov dương), vận tốc gió tham chiếu (thường lấy ở độ cao 10m) nên sự pha loãng diễn ra không thuận lợi dẫn tới mức độ ô nhiễm ở khu vực gần ống khói với bán kính 100m. Khi độ dài Monin-Obukhov âm, có sự đối lưu khí quyển không ổn định, lại có vận tốc gió cao (gấp 2 lần so với trường hợp 2h) nên khi sự pha loãng diễn ra tốt.



Hình 7. Phân bố ô nhiễm lúc 2h, trường hợp khí quyển ổn định, độ cao: (a) 1,5 m, (b) 10 m, (c) 20 m, (d) 30 m

Bên cạnh đó, có thể thấy mô hình đã làm rõ sự ảnh hưởng của khí tượng lẫn địa hình tới phân bố nồng độ theo độ cao trong cả 2 trường hợp ổn định lẫn không ổn định. Cụ thể là trong trường hợp không ổn định của khí quyển, càng lên cao (độ cao 10, 20, 30 m), phạm vi ô nhiễm lớp có xu hướng giảm hơn so với gần mặt đất (độ cao 1,5 m). Điều này cho thấy các công thức (13) - (15) đã lưu ý tới tổ địa hình và đặc biệt là khí tượng. Trong trường hợp khí quyển ổn định, sự pha loãng không khí không tốt bằng trường hợp không ổn định, thể hiện trên các hình 7a-7d. Trên hình 7a, 7b cho thấy ở độ cao 10 m, mức độ và phạm vi ô nhiễm lớn hơn tại 1,5 m. Trên hình 7c, 7d cho thấy tại các độ cao 20, 30m, mức độ và phạm vi ô nhiễm lớn có giảm so với độ cao 10 m và 1,5 m.

4. Kết luận

Nghiên cứu này được thực hiện với mục tiêu

xây dựng mô hình lan truyền ô nhiễm không khí áp dụng tại Việt Nam. Kết quả chính của bài báo là trình bày mô hình tính toán ô nhiễm không khí trong trường hợp địa hình phức tạp. Công thức tính toán nồng độ tổng cũng đã được trình bày cho trường hợp ổn định và không ổn định. Đặc biệt, đã thực hiện tính toán số, cụ thể tính ra kết quả phân bố nồng độ cho một nguồn thải điểm cụ thể với thông số phát thải cụ thể, các yếu tố khí tượng được lấy từ kết quả chạy WRF cho khu vực nghiên cứu và đã lưu ý tới yếu tố địa hình tại khu vực nghiên cứu. Kết quả đã xuất ra dạng bản đồ đường đồng mức, tiện tích cho người sử dụng. Trong phần trình bày kết quả đã phân tích vai trò của các yếu tố khí tượng lớp biên tới sự phân bố ô nhiễm không khí. Bài báo không tránh khỏi hạn chế rất mong sự góp ý của bạn đọc.

Lời cảm ơn: Nghiên cứu này được tài trợ một phần từ đề tài khoa học và công nghệ cấp Bộ 2017 - 2019, mã số TNMT.2016.04.20, theo quyết định số 1219/QĐ-BTNMT ngày 19/5/2017. Nhóm tác giả xin bày tỏ sự cảm ơn trân thành tới Bộ và Ban chủ nhiệm chương trình.

Tài liệu tham khảo

1. Briggs, G.A. (1984), *Plume rise and buoyancy effects. Atmospheric Science and Power Production*. Randerson, D., U.S. Dept. of Energy, 327-366.
2. Bùi Tá Long, Nguyễn Minh Nam (1997), *Mô hình mô phỏng quá trình lan truyền và khuếch tán chất bẩn trong bài toán thiết lập hệ thống quan trắc sự nhiễm bẩn môi trường khí*. Tạp chí Khí tượng Thủy văn, 1997, N. 10, tr. 38-47.
3. Bùi Tá Long, Lê Thị Quỳnh Hà, Lưu Minh Tùng, Võ Đăng Khoa (2005), *Xây dựng hệ thống thông tin môi trường trong quản lý môi trường cấp tỉnh, thành phố*. Tạp chí Khí tượng Thủy văn, 2005, N. 5, tr. 23-30.
4. Bùi Tá Long (2006), *Hệ thống thông tin môi trường*. Nhà xuất bản Đại học Quốc gia Tp.HCM, 335 trang.
5. Bùi Tá Long, Lê Thị Quỳnh Hà, Cao Duy Trường (2006), *Xây dựng công cụ thông qua quyết định cho công tác quản lý và giám sát ô nhiễm không khí*. Tạp chí phát triển KH & CN, Tập 9, tr. 61-68.
6. Bùi Tá Long, Lê Thị Út Trinh (2007), *Xây dựng công cụ tích hợp đánh giá ô nhiễm không khí từ các nguồn điểm tại các khu công nghiệp*. Tạp chí Khí tượng Thủy văn, 2007, N. 9, tr. 21-27.
7. Bùi Tá Long (2008), *Mô hình hóa môi trường*. Nhà xuất bản Đại học Quốc gia Tp.HCM, 441 trang.
8. Bùi Tá Long, Hồ Thị Ngọc Hiếu, Lê Thị Quỳnh Hà (2008), *Xây dựng mô hình giám sát chất lượng không khí cho các nhà máy công nghiệp - nhà máy xi măng Lukcs, Thừa Thiên Huế làm ví dụ nghiên cứu*. Tạp chí Khí tượng Thủy văn, 2008, N. 9, tr. 35-44.
9. Cimorelli, A.J., Paine, R.J. (2005), *AERMOD: A Dispersion Model for Industrial Source Applications*. Part I: General. Model Formulation and Boundary Layer Characterization. Journal of Applied Meteorology 44, 682-693.
10. Hồ Thị Ngọc Hiếu, Hoàng Anh Vũ, Bùi Tá Long (2011), *Xây dựng hệ thống tích hợp đánh giá ô nhiễm không khí do các phương tiện giao thông đường bộ tại Huế*. Tạp chí Khoa học và Công nghệ 49 (5C), tr. 333-342.
11. Lê Thị Quỳnh Hà, Lưu Minh Tùng, Bùi Tá Long (2003), *Xây dựng công cụ tích hợp trợ giúp công tác giám sát ô nhiễm không khí từ vùng kinh tế trọng điểm*. Tạp chí Khí tượng Thủy văn, 2003, N. 10, tr. 29-36.
12. Mahrer, Y. (1992), *Air Quality Modeling in Complex Terrains. Air Pollution Modeling and its application IX*. Springer, Boston, MA.
13. Pasquill, F., Smith, F.R. (1983), *Atmospheric Diffusion*. John Wiley and Sons Inc., New York, 440pp.
14. Phạm Ngọc Đăng (1997), *Môi trường không khí*. NXB Khoa học và Kỹ thuật, Hà Nội.
15. Phạm Thế Anh, Nguyễn Duy Hiếu, Bùi Tá Long (2010), *Mô phỏng ô nhiễm không khí từ nguồn thải công nghiệp tại khu vực có địa hình đồi núi*. Kỷ yếu hội nghị môi trường toàn quốc lần thứ III, tr. 314-322.
16. Phan Hoài Trung, An Quốc Khánh (1988), *Sử dụng mô hình Gauss trong công tác kiểm soát nguồn thải chất bẩn vào không khí (nguồn đơn)*. Tạp chí Khí tượng Thủy văn, N.7, tr. 15-21.

17. Phan Hoài Trung, An Quốc Khánh (1989), *Bài toán tính trường ô nhiễm từ N nguồn thải và một vài khía cạnh của vấn đề chuẩn nguồn thải*. Tạp chí Khí tượng Thủy văn, N.10, tr. 9-13.

18. Trần Ngọc Chấn (2001), *Ô nhiễm không khí và xử lý khí thải - Tập 1: Ô nhiễm không khí và tính toán khuếch tán chất ô nhiễm*, Nxb Khoa học và kỹ Thuật, Hà Nội.

19. EPA (United States Environmental Protection Agency) (2004), *AERMOD: Description of model formulation*. Research Triangle Park, North Carolina.

AIR POLLUTION MODELLING OVER COMPLEX TERRAIN FROM POINT SOURCE

Bui Ta Long¹, Nguyen Chau My Duyen¹

¹Hochiminh City University of Technology

Abstract: *The national plan for air quality management has set out the task of building a model of air dispersion model. Besides, the application of foreign models or software to the national monitoring system is difficult due to copyright issues. The objective of this study is to propose a model that allows the calculation dispersion of air pollutants in complex terrain conditions and attention to meteorological factors. The paper presents the basis of the model and results of application of calculation model for specific areas of Vietnam. The method proposed in this paper is the integration of the air pollution dispersion model proposed by EPA, the WRF model calculates meteorological factors.*

Keywords: *Dispersion model, Point source, Terrain, WRF, EnvimAP.*

ỨNG DỤNG MÔ HÌNH MIKE MÔ PHÒNG NGẬP LỤT DO XẢ LŨ KHẨN CẤP VÀ VỢ ĐẬP ĐỊNH BÌNH

Bùi Văn Chanh¹, Nguyễn Văn Lý¹

Tóm tắt: Hồ Định Bình là hồ chứa nước lớn nhất tỉnh Bình Định, quá trình vận hành điều tiết hồ ảnh hưởng rất lớn đến diễn biến ngập lụt hạ lưu sông Côn - Hà Thanh. Trong những năm gần đây, những trận lũ lớn xuất hiện trên sông Côn - Hà Thanh ngày càng nhiều, thời gian kéo dài nên việc vận hành hồ Định Bình đảm bảo an toàn đập và giảm thiểu ngập lụt hạ du là rất cần thiết. Khi lũ lớn về hồ Định Bình, việc vận hành vừa đảm bảo an toàn vừa giảm thiểu ngập lụt hạ du là rất khó khăn do hồ hồng có dung tích phòng lũ và thường phải xả lũ khẩn cấp. Việc xả lũ khẩn cấp sẽ gây ra ngập lụt sâu hơn, đặc biệt là vỡ đập không chỉ gây ra ngập lụt sâu hơn nhiều mà còn xuất hiện dòng chảy lớn. Do đó, nghiên cứu xây dựng bản đồ ngập lụt cho các tình huống vỡ đập, xả lũ khẩn cấp phục vụ công tác cảnh báo ngập, rủi ro nhằm hạn chế thiệt hại tác động tiêu cực của hồ chứa, trong đó có hồ Định Bình là rất cần thiết.

Từ khóa: Ngập lụt, lưu vực sông Côn - Hà Thanh, hồ Định Bình.

Ban Biên tập nhận bài: 08/02/2019 Ngày phản biện xong: 15/03/2019 Ngày đăng bài: 25/04/2019

1. Mở đầu

Sông Côn - Hà Thanh là con sông lớn nhất tỉnh Bình Định, hạ lưu có điều kiện kinh tế xã hội phát triển, trong đó có thành phố Quy Nhơn, thị xã An Nhơn, thị trấn Diêu Trì. Trong những năm gần đây đã xảy ra nhiều trận lũ lớn, thời gian kéo dài, các trận lũ liên tiếp dồn dập gây thiệt hại nghiêm trọng cho các địa phương. Diễn biến ngập lụt vùng hạ lưu khá phức tạp do tổ hợp lũ của sông Côn và sông Hà Thanh, cửa ra gồm nhiều nhánh nhỏ đổ vào đầm Thị Nại và có nhiều đê bao, đường giao thông phức tạp. Diễn biến ngập lụt hạ lưu sông Côn - Hà Thanh lại càng phức tạp và nguy hiểm hơn khi có sự điều tiết của các hồ chứa. Do có nhiều hồ chứa nước thủy lợi và thủy điện trên lưu vực, Thủ tướng Chính phủ đã ban hành Quy trình vận hành liên hồ chứa lưu vực sông Côn - Hà Thanh. Trong các hồ chứa trên lưu vực này, hồ Định Bình có tác động chủ yếu. Với dung tích toàn bộ là 226,21 triệu m³, vận hành của hồ Định Bình đã chi phối toàn bộ diễn biến ngập lụt hạ lưu sông Côn - Hà Thanh. Do đó trong bài báo này chỉ đề cập quá

¹Đài Khí tượng Thủy văn khu vực Nam Trung Bộ
Email: buivanchanh@gmail.com

trình xả lũ khẩn cấp và vỡ đập Định Bình đến diễn biến ngập lụt hạ lưu sông Côn - Hà Thanh.

Phạm vi nghiên cứu là hạ lưu sông Côn - Hà Thanh; trên sông Côn từ chân đập Định Bình đến đầm Thị Nại; trên sông Hà Thanh từ cầu Diêu Trì đến cửa biển Quy Nhơn. Vùng ngập bao gồm toàn bộ huyện Tuy Phước, An Nhơn, phía bắc thành phố Quy Nhơn, phía nam huyện Phù Cát, phía đông nam huyện Tây Sơn. Từ phạm vi nghiên cứu xác định được các xã cần thu thập bản đồ địa hình tỷ lệ 1/10.000, mặt cắt, vết lũ và số liệu khí tượng thủy văn.

2. Phương pháp nghiên cứu

* Mô hình Mike 11

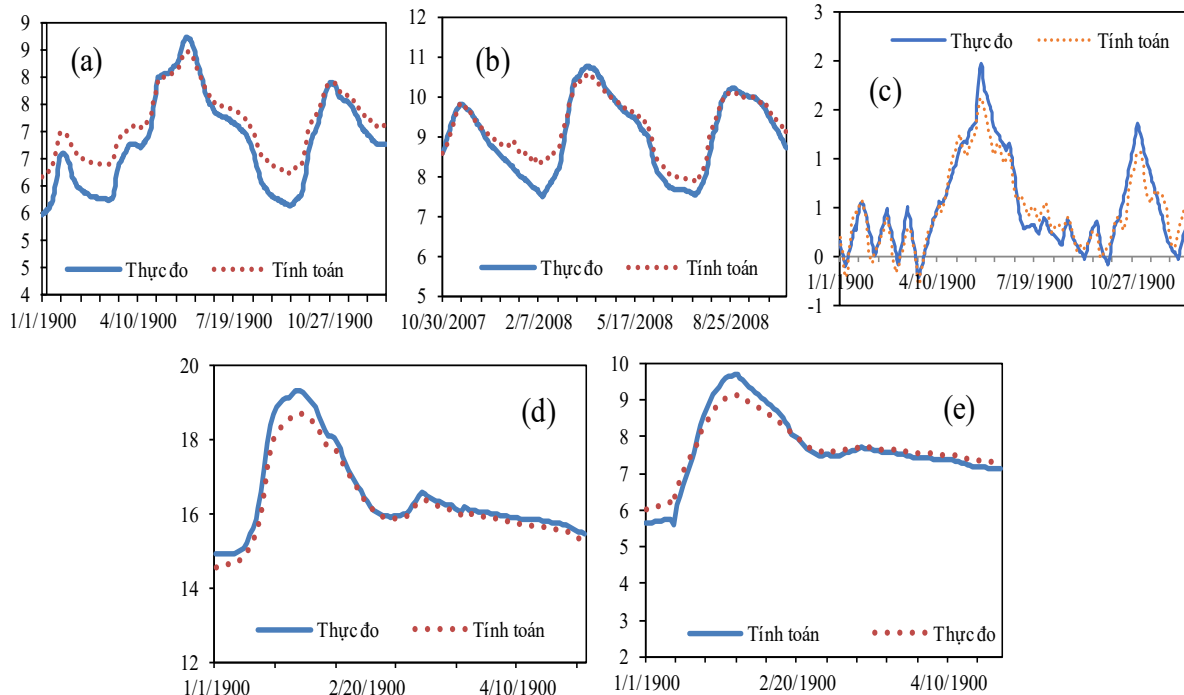
Mô hình thủy lực 1 chiều được thiết lập cho mạng lưới sông Côn - Hà Thanh, công trình, mặt cắt ngang, các thông số thủy lực và các biên đầu vào. Biên lưu lượng tại chân đập Định Bình, cầu Phú Phong và cầu Diêu Trì. Biên mực nước là mực nước triều tại trạm hải văn Quy Nhơn, vị trí các biên gồm 6 nhánh sông đổ vào đầm Thị Nại. Mạng lưới sông được số hóa bằng phần mềm MapInfo 15.0 trên nền bản đồ địa hình tỷ lệ 1/10.000 hệ tọa độ VN2000 để nhập vào mô hình Mike 11 (Hình 1). Mặt cắt trên sông Côn có 28

mặt cắt, sông Hà Thanh có 9 mặt cắt [1]. Đối với lưu vực sông Kôn - Hà Thanh, hệ số nhám được tra trong bảng tra hệ số nhám Manning của M.F.Xriptonut cho lòng sông tự nhiên và bảng tra Pavverlopcki cho lòng dẫn nhân tạo. Hệ số nhám ban đầu của các sông được lấy bằng 0,035 cho lòng sông và 0,039 cho bờ sông tự nhiên, các hệ số này được thay đổi sau khi hiệu chỉnh mô hình.

Từ hệ số nhám ban đầu lấy trong bảng tra là 0,035, sau khi hiệu chỉnh hệ số nhám tối ưu nhất của bờ là 0,036, của đáy là 0,033. Mức độ phù hợp giữa các kết quả tính toán và thực đo được đánh giá theo tiêu chuẩn của WMO, bằng chỉ tiêu Nash. Kết quả tại bảng 1 và các hình 2a, 2b, 2c dưới đây.



Hình 1. Sơ đồ thủy lực mạng lưới sông [3]



Hình 2. Kết quả hiệu chỉnh mô hình tại các trạm: (a) Thạnh Hòa; (b) Đập Đá; (c) Cầu Đồi; Kết quả kiểm định tại 02 trạm thủy văn: (d) Bình Nghi; (e) Thạnh Hòa [3]

Bảng 1. Đánh giá hiệu chỉnh mô hình Mike 11 bằng chỉ tiêu Nash (%) [3]

Mục tiêu	Trường Thị	Đập Đá	An Ngãi	Thanh Hòa	Cầu Đồi
Hiệu chỉnh	88,2 Tốt	88,3 Tốt	80,3 Khá	78,5 Khá	89,3 Tốt

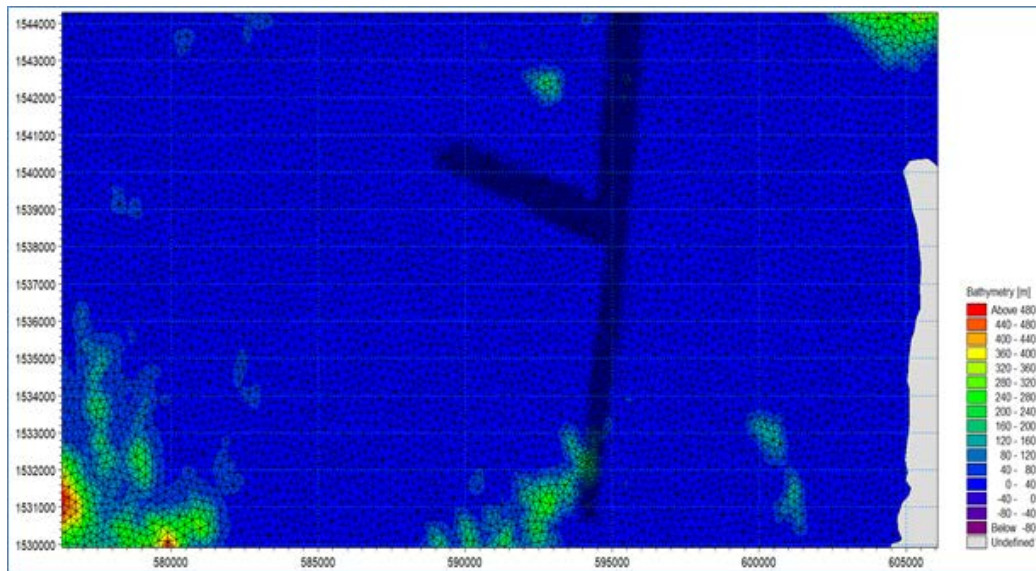
Các trạm được sử dụng kiểm định bộ thông số là trạm thủy văn Bình Nghi và trạm Thanh Hòa. Đánh giá bằng chỉ tiêu Nash: tại trạm Bình Nghi đạt 94,4%, tại trạm Thanh Hòa đạt 93,4%. Theo tiêu chí của WMO, chất lượng mô phỏng đạt loại tốt (Hình 2d, 3e). Bộ thông số mô hình thủy lực một chiều đủ tin cậy để mô phỏng dòng chảy sông ngòi vùng hạ lưu sông Kôn - Hà Thanh [3].

* Mô hình Mike 21 [5]

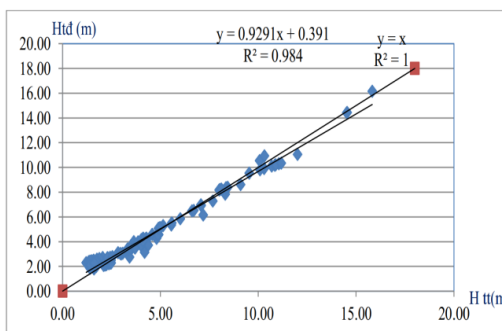
Mô hình Mike 21FM được thiết lập trên cơ sở file địa hình, hệ số nhám và mưa gia nhập khu giữa. Dữ liệu địa hình được khai thác từ bản đồ địa hình tỷ lệ 1/10.000 hệ tọa độ VN2000 được

Bộ Tài Nguyên và Môi Trường xây dựng năm 2006 và cập nhật năm 2012. Lưới tính khu vực nghiên cứu hạ lưu sông Kôn - Hà Thanh được chia ở dạng lưới phi cấu trúc (Hình 3). Diện tích tam giác lớn nhất trong miền tính là 50.000m², đối với các công trình và lòng sông được chia lưới chi tiết hơn với diện tích tam giác lớn nhất là 5.000m², diện tích tam giác nhỏ nhất của miền tính là 26m². Hệ số nhám Manning vùng ngập M = 32 (m^{1/3}/s) [3].

Số liệu hiệu chỉnh bộ thông số của mô hình Mike 21FM là dữ liệu vết lũ điều tra của trận lũ lớn nhất năm 2007. Bộ thông số hiệu chỉnh là hệ số nhám Manning trong mô hình Mike 21FM, các trị số ban đầu được xác định trong phần thiết lập mô hình Mike 21FM. Sau khi hiệu chỉnh hệ số nhám Manning vùng ngập M = 30 (m^{1/3}/s). Kết quả hiệu chỉnh mô hình Mike 21FM với 125 vết lũ [1] được điều tra năm 2007 có sai số lớn nhất là 1,09m và nhỏ nhất là 0,01m, sai số trung bình là 0,33m.



Hình 2. Vị trí hệ thống hồ mô phỏng trong sơ đồ mạng sông thủy lực 1 chiều

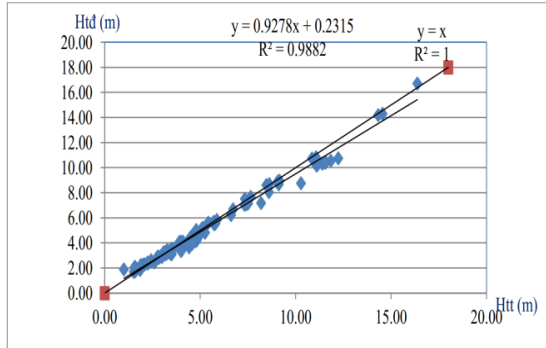


Hình 4. Quan hệ mực nước thực đo và tính toán tại các vết lũ năm 2007 [3]

Số liệu kiểm định bộ thông số của mô hình Mike 21FM là dữ liệu vết lũ điều tra của trận lũ lịch sử năm 2013, với 99 vết lũ [2] có sai số lớn nhất là 1,53m, điểm nhỏ nhất là 0,01m, trung bình là 0,30m. Kết quả hiệu chỉnh và kiểm định mô hình Mike 21FM đều cho hệ số tương quan giữa thực đo và tính toán tương đối tốt. Kết quả hiệu chỉnh có hệ số tương quan R = 0,984 (Hình 4), kiểm định có R = 0,988 (Hình 5). Vậy bộ

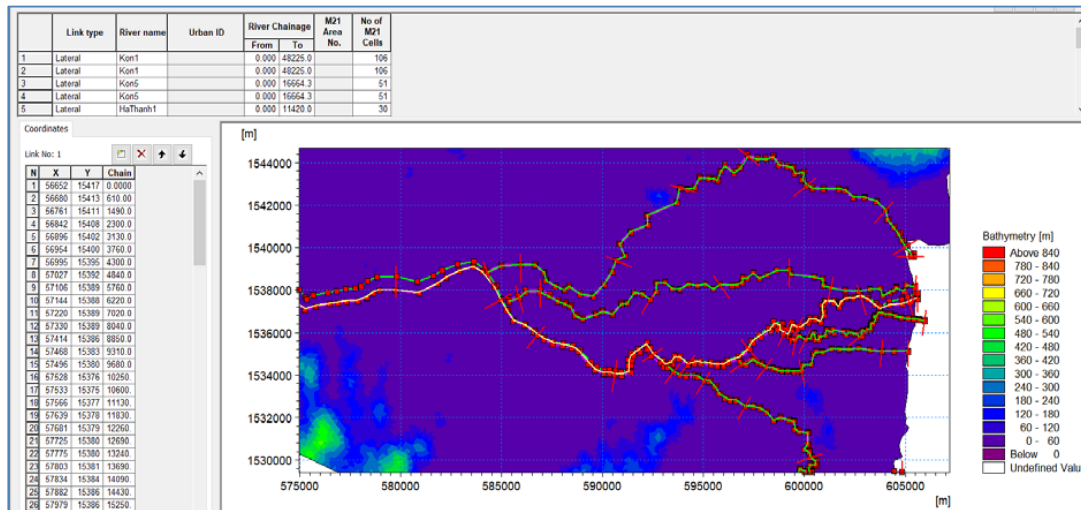
thông số mô hình thủy lực 2 chiều đủ tin cậy để diễn toán mô phỏng ngập lụt cho vùng hạ lưu sông Kôn - Hà Thanh.

Hình 5. Quan hệ mực nước thực đo và tính toán tại các vết lũ năm 2013 [3]



* Mô hình Mike Flood [6]

Mô hình Mike Flood được thiết lập trên cơ sở kết nối mô hình Mike 11 và Mike 21FM. Các nhánh sông trong mô hình Mike 11 được kết nối bờ phải và bờ trái với bản đồ địa hình trong Mike 21FM, kiểu liên kết này được xác định là kết nối nhánh (Hình 6). Các cầu cống trong Mike 11 được kết nối kiểu cấu trúc tiêu chuẩn phía thượng lưu và hạ lưu công trình với bản đồ địa hình trong Mike 21FM.



Hình 6. Kết nối Mike11 và Mike21[3]

* Mô đun Sóng vỡ đập

Để mô phỏng ngập lụt của các tình huống vỡ đập cần tính toán lưu lượng hạ du đập trong trường hợp đập Định Bình bị vỡ. Tình huống vỡ đập được tính toán với sự cố hồ chứa, lưu lượng lũ về hồ ứng với lũ thiết kế và lũ kiểm tra sau đó bị vỡ với mực nước dâng bình thường. Lũ thiết kế tương ứng với tần suất 0,1% và kiểm tra là

0,02%. Quá trình lưu lượng về hạ du đập gồm hai phần: xả lũ khẩn cấp và lưu lượng vỡ đập. Giải thiết vỡ đập do thùng thân đập từ giữa và phát triển vết vỡ tuyến tính dạng hình thang.

Phương án vỡ đập được tính từ modun vỡ đập trong mô hình Mike 11 theo kịch bản vỡ đập bất lợi nhất. Công thức tính lưu lượng qua lỗ vỡ:

$$Q = C_v k_s (C_{weir} b \sqrt{g(h - h_b)} (h - h_b) + C_{slope} S \sqrt{g(h - h_b)} (h - h_b)^2)$$

Công thức tính lưu lượng dòng chảy qua đỉnh đập:

$$Q = k_s b_c \sqrt{g(h - h_b)} (h - h_c)$$

Trong đó: b là chiều rộng đáy; g là gia tốc trọng trường; h là mực nước hồ chứa; h_b là cao

trình đáy vết vỡ.

C_{weir} = 0,54643: hệ số đập cho phần nằm ngang

C_{slope} = 0,431856: hệ số độ dốc đập

S: độ dốc thành bên của vết vỡ

C_v: hệ số tổn thất

k_s : hệ số điều chỉnh do ngập nước
 h_c : cao trình đỉnh

$$C_{weir} \sqrt{g} = 0.5\sqrt{9.81} = 1.711 \left(\frac{m^{\frac{1}{2}}}{s} \right) = 3.1 \left(\frac{ft^{\frac{1}{2}}}{s} \right)$$

b_c : chiều dài đỉnh còn lại (vuông góc với dòng chảy)

$$c_v = 1 + \frac{c_B Q^2}{g W_R^2 (h - h_{b,term})^2 (h - h_b)}$$

Hệ số tổn thất C_v được xác định theo công thức:

$$k_s = \max \left(1 - 27.8 \left(\frac{(h_{ds} - h_b)}{(h - h_b)} - 0.67 \right)^3, 0 \right)$$

Hệ số điều chỉnh do ngập:

Trong đó: C_B là hệ số Barter (0,740256); W_R là chiều dài đập; $h_{b,term}$ là giới hạn vết vỡ cuối cùng; h_{ds} là mực nước hạ lưu.

Các thông số ban đầu:

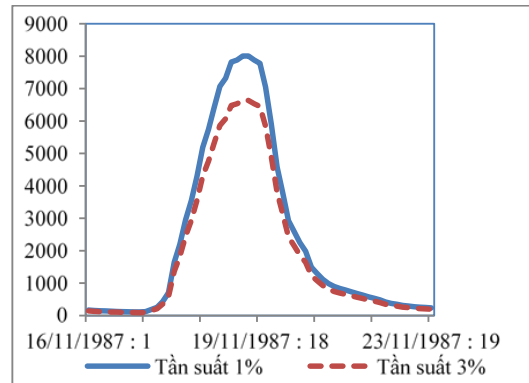
- + Cao trình vỡ ban đầu: $Z_d = 91,93m$
- + Cao trình vỡ cuối cùng: $Z_c = 65,00m$
- + Bề rộng vết vỡ ban đầu: $B_d = 1,0m$
- + Bề rộng vỡ cuối cùng: $B_c = 380,0m$

Kết quả tính toán được quá trình lưu lượng về hạ du đập Định Bình; trong đó quá trình xả lũ với thời đoạn 1 giờ, quá trình vỡ được với thời đoạn 5 phút. Lưu lượng ứng với tình huống vỡ đập của lũ thiết kế và kiểm tra được biên tập với định dạng của mô hình Mike để mô phỏng ngập lụt cho các tình huống vỡ đập.

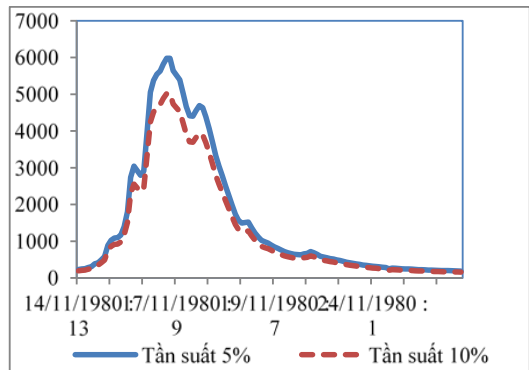
3. Số liệu các biên mô hình

Tần suất lưu lượng, mực nước triều lớn nhất năm được tính toán từ giá trị lớn nhất năm bằng phương pháp Pearson III. Quá trình lưu lượng lũ ứng với các tần suất tại biên gồm hồ Định Bình, cầu Phú Phong và Điều Trì được thu phóng từ đường quá trình lũ điển hình bằng phương pháp thu phóng đồng dạng cùng hệ số. Tại hồ Định Bình, đường quá trình lưu lượng ứng với tần suất 1% và 3% được thu phóng từ trận lũ lịch sử năm 1987 (Hình 7), tần suất 5% và 10% thu phóng từ trận lũ lớn nhất năm 1980 (Hình 8). Tại trạm Điều trì, tần suất 1% và 3% được thu phóng từ trận lũ lịch sử năm 2009 (Hình 9), tần suất 5%

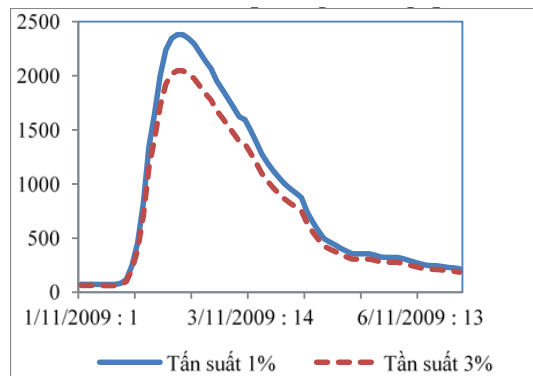
thu phóng từ trận lũ lớn nhất năm 2013, tần suất 10% thu phóng từ trận lũ lớn nhất năm 1998 [3].



Hình 7. Thu phóng đường quá trình lũ tại Định Bình tần suất 1% và 3%



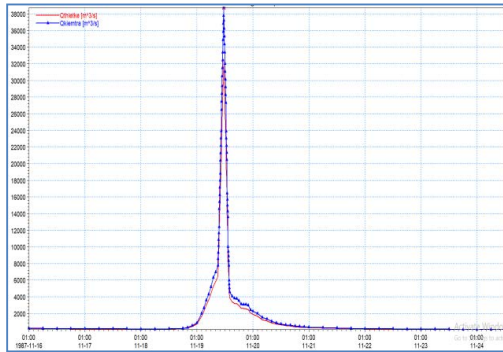
Hình 8. Thu phóng đường quá trình lũ tại Định Bình tần suất 5% và 10%



Hình 9. Biểu đồ thu phóng đường quá trình lũ tại trạm Điều Trì

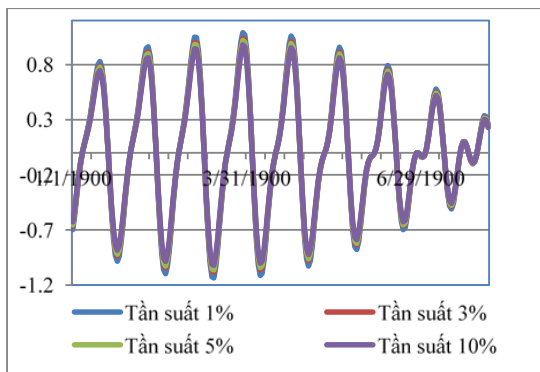
Từ mô đun sóng vỡ đập đã tính toán được quá trình lưu lượng về hạ du đập ứng với lũ thiết kế với lưu lượng đỉnh lũ về hồ đạt $8,130m^3/s$ và lũ kiểm tra với lưu lượng đỉnh lũ về hồ đạt $9,690m^3/s$ (Hình 10). Lưu lượng lớn nhất về hạ du khi vỡ đập ứng với lũ thiết kế đạt $32,520 m^3/s$

và lũ kiểm tra đạt $38,760\text{m}^3/\text{s}$ [3].



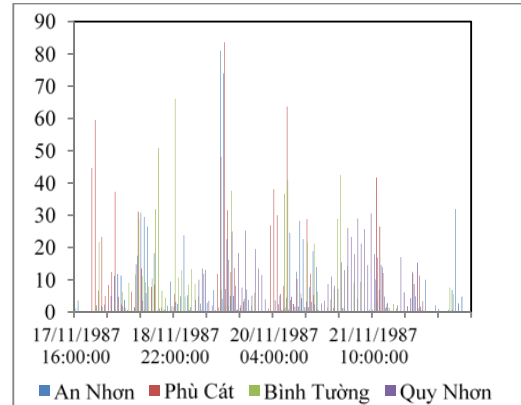
Hình 10. Đường quá trình lưu lượng vỡ đập Định Bình

Sông Kôn - Hà Thanh đổ ra đầm Thị Nại trước khi nhập vào biển tại cửa Quy Nhơn, mực nước triều tại các cửa ra được tính toán từ trạm hải văn Quy Nhơn. Quá trình mực nước triều ứng với các tần suất được thu phỏng từ cơn triều cường lớn nhất năm 2006 bằng phương pháp thu phỏng đồng dạng cùng hệ số (Hình 11). Biên triều mô phỏng cho kịch bản vỡ đập Định Bình ứng với lũ thiết kế là 0,1%, kiểm tra là 0,02% [3].



Hình 11. Biểu đồ thu phỏng mưa mực nước triều tại Quy Nhơn

Lượng mưa gia nhập khu giữa là lượng mưa 5 ngày lớn nhất tại trạm Phù Cát, An Nhơn, Bình Tường và Quy Nhơn. Trận mưa điển hình là số liệu mưa 5 ngày lớn nhất năm 1987, được sử dụng để thu phỏng cùng hệ số thu được lượng mưa thời đoạn 1 giờ ứng với tần suất 1%, 3%, 5% và 10% (Hình 12) [3].



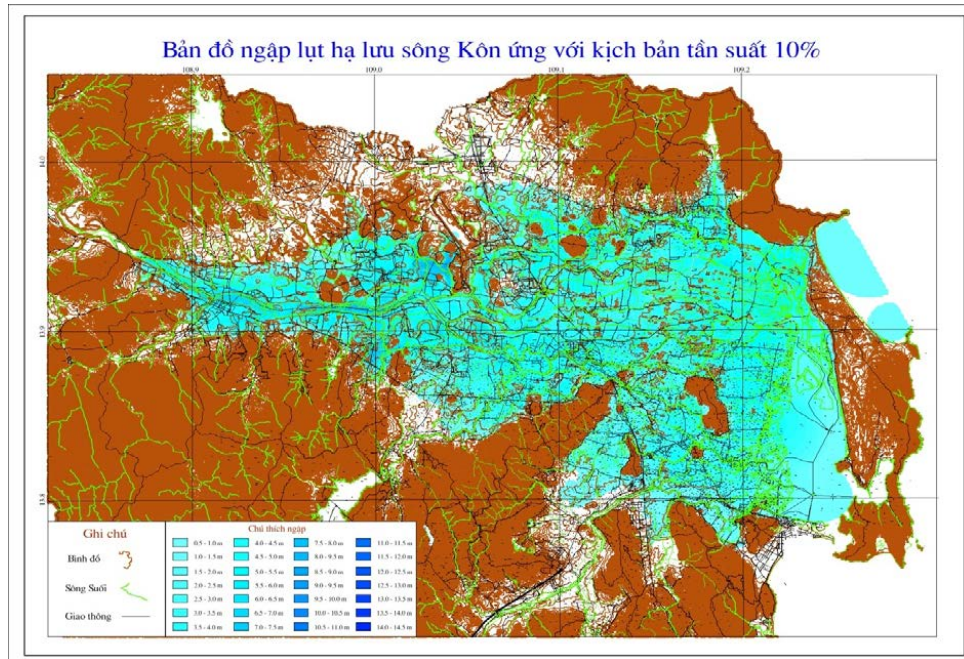
Hình 12. Biểu đồ thu phỏng mưa trận 5 ngày lớn nhất tần suất 1%

4. Kết quả và thảo luận

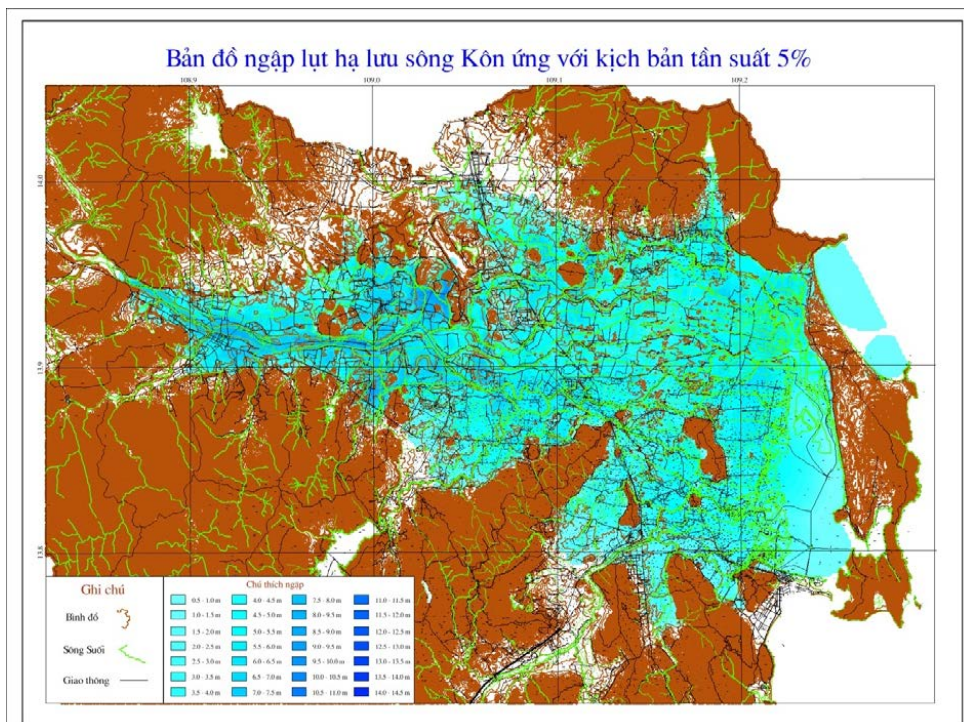
Từ bản đồ ngập lụt và xác định vùng ngập trên phần mềm MapInfo cho thấy: với kịch bản xả lũ khẩn cấp 1%, 3% và 5% xảy ra trên lưu vực sông Kôn - Hà Thanh có thể thấy mức ngập phổ biến là trong khoảng 4 - 6 m với tổng diện ngập chiếm trên 40% và 50/53 xã bị ảnh hưởng; với kịch bản 10% diện tích ngập phổ biến là 2 - 4 m chiếm trên 40% và 51/53 xã bị ảnh hưởng ngập. Diện tích ngập phổ biến từ 2 - 4 m và 4 - 6 m tập trung ở kịch bản 5% và 10% chiếm 70% diện tích ngập; diện tích ngập phổ biến từ 4 - 6 m và từ 6 - 8 m tập trung ở kịch bản 1% và 3% chiếm trên 60% diện tích ngập. Diện tích ngập trên 8 m rất ít chủ yếu tập trung ở trong lòng sông và các vùng trũng. Kịch bản vỡ đập, độ sâu ngập phổ biến từ 5 - 8m, với tổng diện tích ngập từ 45 - 50% và có 50/53 xã bị ảnh hưởng. Độ sâu ngập lụt ứng với kịch bản vỡ đập lũ thiết kế cao hơn kịch bản xả lũ khẩn cấp 1% khoảng 15% và kịch bản vỡ đập với lũ kiểm tra cao hơn khoảng 20%. Kịch bản vỡ đập tăng diện tích vùng ngập khoảng 5% so với kịch bản xả lũ khẩn cấp tần suất 1% [3].

Vận tốc dòng chảy trong vùng ngập ứng với kịch bản xả lũ khẩn cấp tần suất 1%, 3%, 5% phổ biến từ 0,5 đến 1,2 m/s trong vùng độ sâu ngập từ 4 - 6m; tần suất 10% phổ biến từ 0,3 đến 1,0m trong vùng độ sâu ngập 2 - 4m. Trường hợp vỡ đập, vận tốc dòng chảy trong vùng ngập tăng mạnh và phổ biến từ 1 - 2m/s trong vùng có độ sâu ngập 5 - 8m. Thời gian duy trì ngập ứng với tần suất 1%, 3%, 5% phổ biến từ 48 - 72 giờ; tần

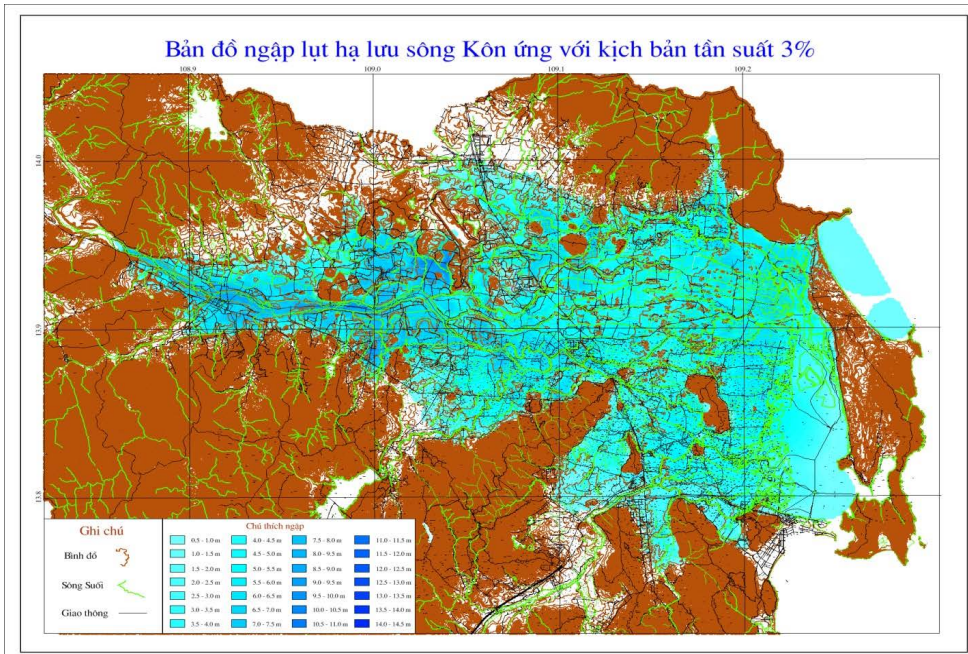
suất 10% từ 36 - 60 giờ; vỡ đập từ 30 - 40 giờ khi xả lũ khẩn cấp và vỡ đập được thể hiện từ hình 13 đến 18 dưới đây.



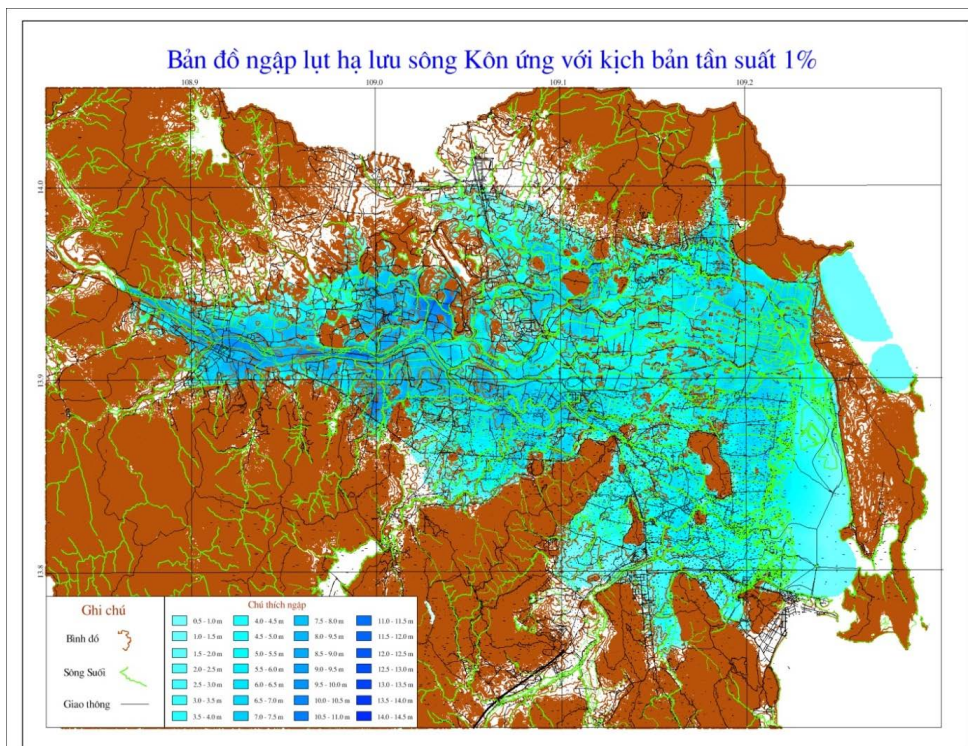
Hình 13. Bản đồ ngập lụt xả lũ khẩn cấp tần suất 10% [3]



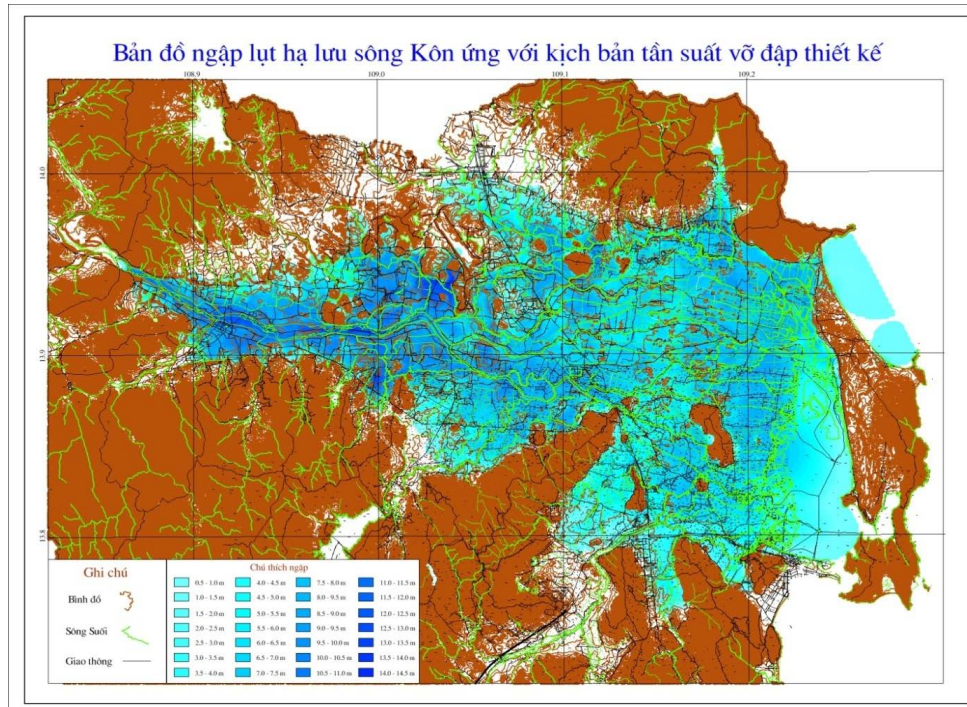
Hình 14. Bản đồ ngập lụt xả lũ khẩn cấp tần suất 5% [3]



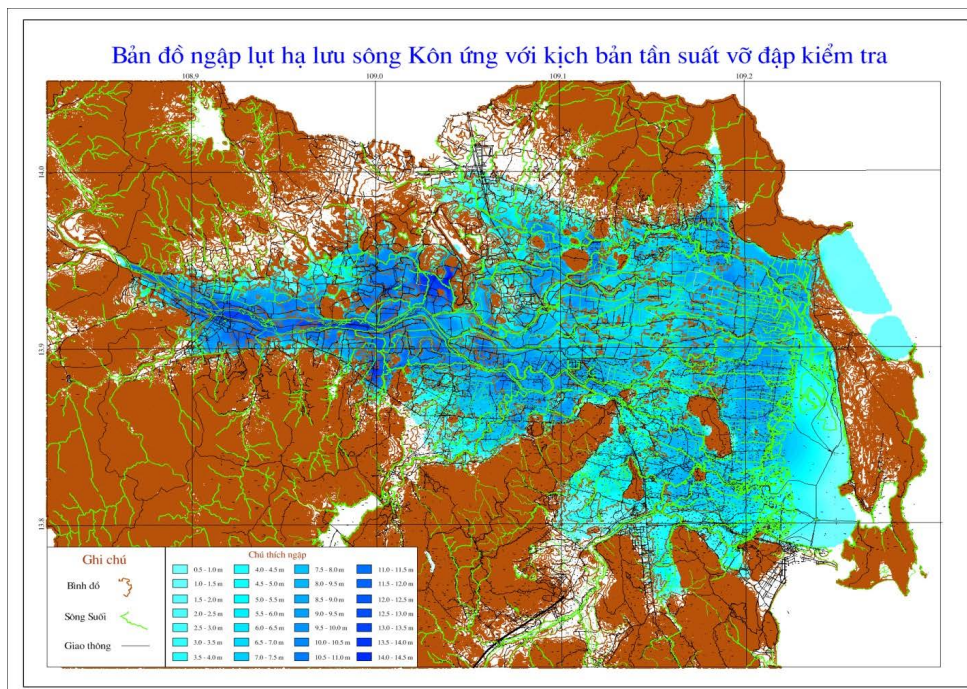
Hình 15. Bản đồ ngập lụt xả lũ khẩn cấp tần suất 3% [3]



Hình 16. Bản đồ ngập lụt xả lũ khẩn cấp tần suất 1% [3]



Hình 17. Bản đồ ngập lụt vỡ đập ứng với lũ thiết kế [3]



Hình 18. Bản đồ ngập lụt vỡ đập ứng với lũ kiểm tra [3]

5. Kết luận

- Bộ thông số mô hình Mike Flood đủ tin cậy để mô phỏng ngập lụt ứng với các trường hợp xả lũ, vỡ đập và lũ tự nhiên vùng hạ lưu sông Kôn - Hà Thanh.
- Ngập lụt ứng với trường hợp vỡ đập có độ

sâu ngập và vận tốc dòng chảy lớn hơn nhưng thời gian duy trì ngắn hơn so với trường hợp xả lũ cùng tần suất.

- Độ dốc mặt nước trong trường hợp vỡ đập lớn hơn nhiều so với trường hợp xả lũ cùng tần suất nên quá trình lan truyền ngập lụt do vỡ đập

tạo thành dạng sóng ở vùng hạ du đập.

- Lập bản đồ ngập lụt trong trường hợp vỡ đập là rất cần thiết, đặc biệt là trong bối cảnh có nhiều hồ bị vỡ. Từ đó xây dựng được bản đồ hiểm họa không chỉ do thiên tai mà còn do tác động của con người.

- Ứng dụng mô hình thủy lực hai chiều để mô phỏng ngập lụt giúp chi tiết theo không gian và thời gian, xây dựng được nhiều thành phần trong bản đồ ngập. Kết quả là cơ sở để chi tiết cấp độ rủi ro do ngập lụt có độ tin cậy cao.

Lời cảm ơn: Nhóm nghiên cứu xin chân thành cảm ơn sự hỗ trợ của đề tài “Nghiên cứu cơ sở khoa học và thực tiễn phục vụ cảnh báo cấp độ rủi ro thiên tai do lũ và ngập lụt cho các địa phương thuộc khu vực Nam Trung Bộ. Áp dụng thí điểm cho lưu vực sông Kôn – Hà Thanh” mã số TNMT.2017.05.08 trong việc thực hiện và công bố nghiên cứu này.

Tài liệu tham khảo

1. Nguyễn Văn Lý (2009), Báo cáo tổng kết đề tài: Xây dựng bản đồ nguy cơ ngập lụt tỉnh Bình Định, Cơ quan chủ trì: Đài Khí tượng Thủy văn khu vực Nam Trung Bộ, Cơ quan chủ quản: Sở Khoa học và Công nghệ tỉnh Bình Định.
2. Đặng Thanh Mai (2016), Báo cáo tổng kết đề tài: Nghiên cứu xây dựng công nghệ dự báo lũ và cảnh báo ngập lụt cho các sông chính tỉnh Bình Định và Khánh Hòa, Cơ quan chủ trì: Trung tâm Dự báo Khí tượng Thủy văn Trung ương, Cơ quan chủ quản: Bộ Tài nguyên và Môi trường.
3. Nguyễn Văn Lý (2019), Báo cáo tổng kết đề tài: Nghiên cứu cơ sở khoa học và thực tiễn phục vụ cảnh báo cấp độ rủi ro thiên tai do lũ và ngập lụt cho các địa phương thuộc khu vực Nam Trung Bộ; Áp dụng thí điểm cho lưu vực sông Kôn - Hà Thanh, Cơ quan chủ trì: Đài Khí tượng Thủy văn khu vực Nam Trung Bộ, Cơ quan chủ quản: Bộ Tài nguyên và Môi trường.
4. DHI (2014), Mike 11 User Guide.
5. DHI (2014), Mike 21 Hydrodynamic Module, Step - by - step training guide.
6. DHI (2014), Mike Flood User Manual.
7. DHI (2014), Mike Toolbox User Manual.

APPLYING MIKE MODEL FOR INUNDATION SIMULATION IN DISCHARGING FLOODING AND BREAKING DINH BINH DAM

Bui Van Chanh¹, Nguyen Van Ly¹

¹Southern Central Region HydroMeteorology Center, NHMS

Abstract: Dinh Binh reservoir is the most largest reservoir in Binh Dinh, operating the inundation downstream of Kone - Ha Thanh basin. In recent years, there have been increasing numbers of hight flooding in Kone - Ha Thanh. The time of inundations prolongs so the operation of Dinh Binh reservoir to ensure the dam safety and reduce flooding in downstream that is necessary. During hight flood come to Dinh Binh reservoir, safety operation to reduce inundation is difficult because the reservoir is flood volume and often must emergency flooding discharging. If the revervoir is done that, inundation will be deeper; special, flood by dam breaking is not only deeper but it also has higher velocity. As a result, researching for establish inundation map by dam breaking scripts and emergency flooding discharging to inundation and risk warning to reduce damage by wrong operating revervoir include Dinh Binh reservoir which is necessary.

Keywords: Inundation, Kone - Ha Thanh basin, Dinh Binh reservoir.

ĐỀ XUẤT GIẢI PHÁP GIẢM NGẬP LỤT CHO KHU VỰC PHONG NHA - KÊ BÀNG BẰNG KÊNH ĐÀO NỐI SÔNG SON VÀ SÔNG LÝ HÒA

Lê Văn Nghị¹

Tóm tắt: Vườn Quốc gia Phong Nha - Kẻ Bàng (PNKB), tỉnh Quảng Bình hai lần được công nhận là di sản thiên nhiên thế giới. Đây là điểm du lịch nổi tiếng được quy hoạch phát triển thành khu đô thị nhưng thường xuyên bị ngập lụt bởi lũ từ sông Son. Sông Son có hướng chảy gần song song với bờ biển nhưng lại bị ngăn cách với biển Đông bởi lưu vực sông Lý Hòa, tại vị trí cách cầu Lý Hòa nhỏ nhất là 15km, cách cửa biển Lý Hòa là 18km. Bài báo này trình bày giải pháp giảm lũ cho khu vực PNKB bằng cách phân lũ ngang thông qua việc mở kênh nối sông Son và sông Lý Hòa. Kênh dài 14,70km, có chiều rộng đáy 100m, độ dốc đáy $i = 7 \times 10^{-5}$, cao độ đáy tại cuối kênh là -2,0m. Song song với đó là nạo vét và lên đê sông Lý Hòa. Giải pháp đã làm giảm mực nước tại khu vực PNKB từ 0,5 ÷ 1,5m, giảm diện tích ngập lụt 25%, giảm thời gian ngập lụt 40% so với hiện trạng, do các trận lũ lịch sử gần đây.

Từ khóa: Phong Nha - Kẻ Bàng, Giảm lũ, Sông Gianh, Phân lũ ngang.

Ban Biên tập nhận bài: 20/02/2019 Ngày phản biện xong: 15/03/2019 Ngày đăng bài: 25/04/2019

1. Giới thiệu chung

Vườn Quốc gia Phong Nha - Kẻ Bàng (PNKB) thuộc địa phận huyện Bố Trạch và Minh Hóa, tỉnh Quảng Bình, cách thành phố Đồng Hới khoảng 50km về phía Tây Bắc, có diện tích 1233,26km². Vườn Quốc gia được thiết lập để bảo vệ một trong hai vùng karst lớn nhất thế giới, nằm ở phần thượng lưu của sông Son. PNKB được UNESCO công nhận là di sản thiên nhiên thế giới lần 1 theo tiêu chí địa chất, địa mạo năm 2003 và lần 2 với tiêu chí đa dạng sinh học, sinh thái năm 2015 [4, 5].

Sông Son (sông Troóc) là chi lưu lớn nhất ở phía hữu của sông Gianh được bắt nguồn từ độ cao 1.350m thuộc vùng núi đá vôi Kẻ Bàng - Phong Nha gồm rất nhiều suối ngầm. Dòng chính sông Son chảy theo hướng Tây Nam - Đông Bắc, chiều dài dòng chính 84km có hệ số uốn khúc 1,79, sông chảy qua vùng đồi đất của huyện Bố Trạch và đổ vào sông Gianh ở Vạn

Phú thuộc địa phận xã Quảng Văn huyện Quảng Trạch. Lưu vực sông Son có diện tích 1.556km² trong đó phần đá vôi là 723km² chiếm 46,5% (đã trừ lưu vực sông Rào Nan), có chiều dài 65km và chiều rộng bình quân 36,8km, độ dốc bình quân 22,4%, lưu vực có mật độ lưới sông 1,10km/km² [3, 6].

Đoạn hạ lưu sông Son, vùng chày qua địa bàn xã Cự Năm, Liên Trạch có lòng dẫn khúc khuỷu, nhiều đoạn cong, có nhiều mặt cắt co hẹp lớn tạo các tổn thất cục bộ trên dòng chính. Địa hình có nhiều đỉnh núi cao chạy sát mép sông, chia cắt vùng ngập lũ. Địa hình đáy sông không bằng phẳng, có nhiều đoạn cao độ đáy lớn, xen kẽ các khu vực co thắt đáy sông được đào sâu [3].

Sông Lý Hòa (sông Bồ Trạch) là một sông nhỏ nằm ở phía Nam lưu vực sông Gianh, phía Đông sông Son, nằm gọn trong địa phận huyện Bố Trạch có chiều dài dòng chính 22km. Lòng dẫn sông từ đường 1A lên thượng nguồn hẹp và sâu nhưng bờ sông lại thoải và khá ổn định, đoạn từ đường 1A ra đến cửa biển mặt cắt lòng dẫn

¹Viện Khoa học Thủy lợi Việt Nam

Email: levannghi@gmail.com

được mở rộng và chịu ảnh hưởng mạnh của thủy triều. Sông được bắt nguồn từ dãy núi thấp có cao độ khoảng 300m nằm theo hướng Bắc - Nam, nằm ở phía Đông của lưu vực sông Son. Lưu vực sông Lý Hòa có diện tích 177km² trong đó 46,7% là vùng đồi núi, đồng bằng và vùng cát ven biển có cao độ biến đổi từ 4 ÷ 10m chiếm 53,3% diện tích lưu vực. Phần mép sông có cao độ 1,0 ÷ 1,5m, gần cửa sông là vùng đất trũng

ướt bị thủy triều làm ngập thường xuyên [6] (Hình 1, Hình 3).

Đường phân thủy giữa lưu vực sông Son và sông Lý Hòa có cao độ thấp nhất từ 8 ÷ 10m. Khoảng cách từ sông Son sang sông Lý Hòa là 14.740m, địa hình có cao độ từ 2 ÷ 5m. Với các trận lũ hàng năm, người dân địa phương ghi nhận được mực nước chênh lệch giữa hai lưu vực qua điểm phân thủy lên đến vài ba mét.



Hình 1. Khu vực hạ lưu sông Son - sông Gianh

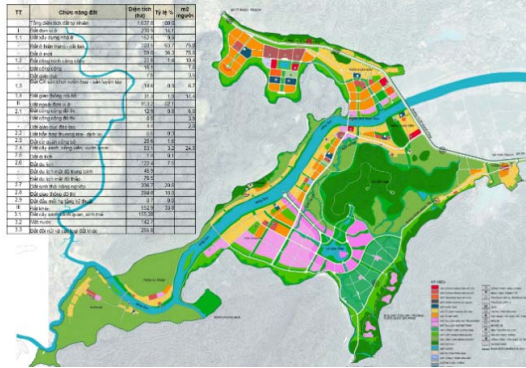
Tổng lượng mưa trung bình năm khu vực PNKB từ 1.800 ÷ 2.600mm, tăng dần từ đồng bằng lên miền núi và từ Bắc vào Nam. Lượng mưa phân bố không đều bởi địa hình hẹp, chia cắt và hướng đón gió mùa khác nhau của tiểu vùng gây nên. Mùa mưa kéo dài từ tháng 8 đến tháng 11, lượng mưa lớn nhất thường tập trung vào tháng 9, 10, 11 chiếm (56 ÷ 60)% tổng lượng mưa năm và tháng 10 là tháng có lượng mưa lớn chiếm 43,77% tổng lượng mưa cả năm. Mùa khô bắt đầu từ tháng 12 đến tháng 7 năm sau. Thời kỳ ít mưa tập trung từ tháng 1 đến tháng 3 chỉ chiếm 5% ÷ 7% tổng lượng mưa cả năm.

Quy hoạch xây dựng vùng tỉnh Quảng Bình đến năm 2030 được UBND tỉnh Quảng Bình phê duyệt tại QĐ 2865/QĐ-UBND ngày 18/11/2013 và Quy hoạch chung xây dựng vườn Quốc gia PNKB, tỉnh Quảng Bình đến năm 2030 được Thủ tướng Chính Phủ phê duyệt tại quyết định số

QĐ 209/QĐ-TTg ngày 08/02/2015 đã xác định đến năm 2020 dự kiến xây dựng mới khu vực đô thị - du lịch Phong Nha tại trung tâm xã Sơn Trạch theo hướng mô hình đô thị “Xanh” với quy mô tương đương đô thị loại V, nhằm cung cấp các dịch vụ hỗ trợ công tác bảo tồn và phát triển du lịch vườn Quốc gia PNKB. Khu đô thị - du lịch Phong Nha với quy mô 1.637ha, trong đó diện tích đất đồi núi, mặt nước khoảng 277ha, thuộc địa phận xã Sơn Trạch, huyện Bố Trạch, tỉnh Quảng Bình (Hình 1) [5].

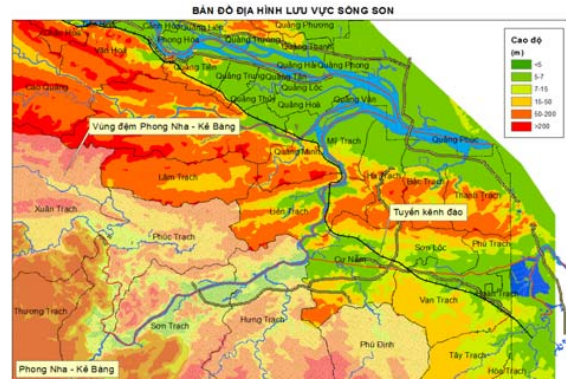
Khu vực Phong Nha - Kẻ Bàng là thung lũng hẹp bị bao bọc bởi các dãy núi cao, địa hình bị phân cắt mạnh, cao độ không đồng đều và thay đổi lớn tạo ra các vùng cao độ thấp tại các khu vực (Hình 1): - Xã Xuân Trạch và Phúc Trạch, có cao độ từ 8,0 ÷ 15,0m; - Xã Sơn Trạch là vùng bán sơn địa có cao độ từ 5,0 ÷ 12,0m; - Xã Cự Năm và xã Liên Trạch cao từ 2,0 ÷ 5,0m

(Hình 2). Hàng năm có 1 đến 2 trận lũ gây ngập trên diện rộng. Với các trận lũ lịch sử như lũ 2010, 2016 ngập sâu đến 4m, theo kết quả tính toán hiện trạng, chênh lệch mực nước tại điểm phân thủy hai lưu vực với lũ 2010 là 5,6m và lũ 10% là 4,5m.

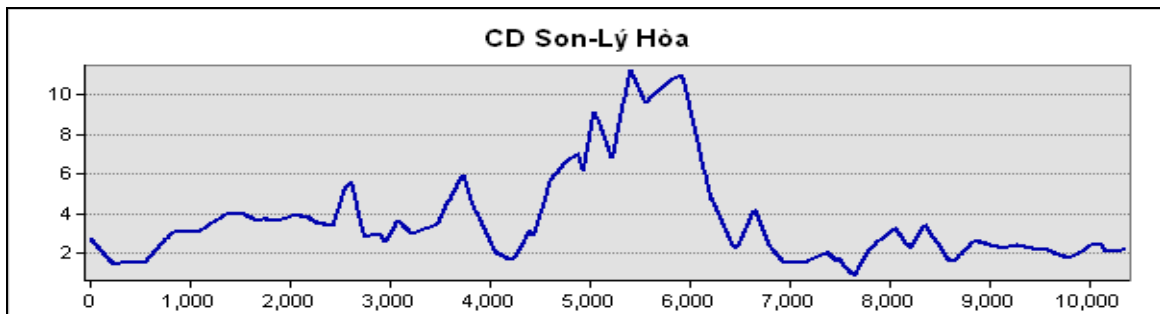


Hình 2. Quy hoạch khu đô thị Phong Nha

Hiện nay, lưu vực sông Son chỉ thoát lũ ra sông Gianh, nằm sát cạnh ở phía Đông có lưu vực sông Lý Hòa, có cao độ thấp với cao độ từ 1,0 ÷ 4,0m. Lưu vực sông Son và Lý Hòa có đường phân thủy tại vị trí thấp nhất ở cao trình 8,0 ÷ 10,0m. (Hình 3).



Hình 3. Địa hình hạ lưu sông Son - Lý Hòa



Hình 4. Cắt dọc địa hình tự nhiên kênh phân lũ

Giải pháp giảm lũ cho sông Son chỉ có thể là phân lũ và nạo vét lòng dẫn chứ không cho phép xây dựng hồ chứa cắt lũ. Thực tế ở nước ta đã có nhiều lưu vực sông mở các đường tắt nối thông ra biển để giảm lũ cho các khu đô thị khi có lũ lớn, như sông Đáy giảm lũ cho Hà Nội, sông Đào Nam Định giảm lũ cho thành Phố Nam Định. Bên cạnh đó là các giải pháp phân lũ vào vùng chậm lũ như lưu vực sông Hồng, sông Hoàng Long [1], phân lũ sang lưu vực khác [2]. Với sông Son, để giảm lũ cho khu vực PNKB giải pháp thoát lũ ngang ra biển bằng đào kênh thông sông Son với sông Lý Hòa là một trong các giải pháp được chú ý, kỳ vọng có hiệu quả.

Bài báo này trình bày giải pháp và hiệu quả thoát lũ ngang ra biển cho lưu vực sông Son,

bằng việc phân lũ sang sông Lý Hòa chuyển tắt ra biển. Đây là kết quả nghiên cứu đầu tiên về vấn đề này cho vùng nghiên cứu.

2. Phương pháp nghiên cứu, mô hình thủy lực liên lưu vực sông Son - Lý Hòa

Để mô phỏng, tính toán hiệu quả các phương án phân lũ mô hình MIKE FLOOD được sử dụng. Phạm vi mô phỏng là toàn bộ lưu vực sông Gianh và sông Lý Hòa. Biên trên sông Gianh nằm phía trên trạm thủy văn Đồng Tâm 13,5km, trên sông Son từ Xuân Trạch, cách cửa động Phong Nha 10km về thượng lưu, trên sông Lý Hòa cách thượng lưu cầu Lý Hòa 5km. Biên dưới là cửa sông Gianh và sông Lý Hòa.

Mô hình MIKE 11 được xây dựng gồm sông Gianh dài 82.650m; sông Son dài 41.350m; sông

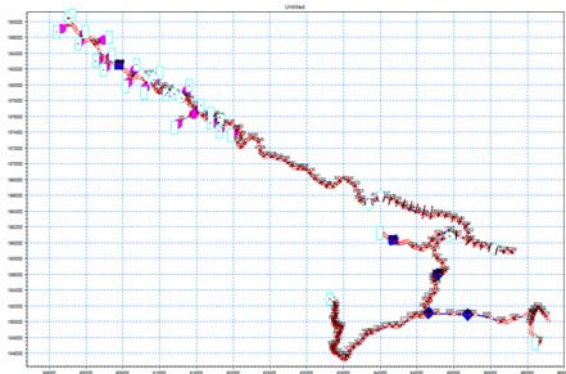
Rào Nan dài 11.240m; sông Lý Hòa dài 8.420m và Kênh Đào (tuyến thoát lũ dự kiến) từ sông Son sang Sông Lý Hòa dài 14.740m (Hình 5). Mặt cắt sông tính toán được thu thập và đo mới bổ sung các năm 2014 và 2018, hoặc trích từ bản đồ DEM, gồm: sông Gianh có 74; sông Son với 57 mặt cắt; sông Lý Hòa có 13 mặt cắt; sông Rào Nan có 10 mặt cắt; Kênh Đào mới 05 mặt cắt. Các cầu trên dòng chính được đưa vào mô phỏng trên mô hình MIKE 11 gồm cầu Chợ Gát, Minh Cầm, Châu Hóa, Văn Hóa, Quảng Hải, Gianh trên sông Gianh; Ngân Sơn (cầu đường sắt) và Xuân Sơn trên sông Son; đập dâng Rào Nan trên sông Rào Nan, cầu Lý Hòa trên sông Lý Hòa. Ngoài ra trên nhánh kênh nối sông Son và Lý Hòa có bố trí công trình điều tiết dạng đập nhằm khống chế sự trao đổi nước cho các phương án khác nhau trong tính toán. Biên trên của mô hình là các biên đóng, biên dưới là mực nước tại cửa sông Gianh và cửa Lý Hòa được áp mực nước triều tại Tân Mỹ. Biên lưu lượng gia nhập khu giữa được tính từ mô hình MIKE NAM và chia thành 80 điểm nhập lưu theo các tiểu lưu vực.

Mô hình 2 chiều mô phỏng vùng đồng bằng lớn nhất, phù hợp với số liệu thực đo. Hệ số ngập lũ được xây dựng bằng mô hình MIKE 21FM. Vùng 2 chiều tính toán trên sông Gianh được mô phỏng từ phía trước trạm thủy văn Mai Hóa, trên sông Son từ Xuân Trạch và toàn bộ lưu vực sông Lý Hòa. Lưới tính toán được chia theo

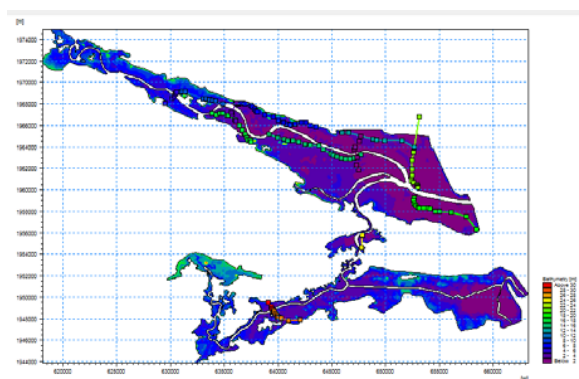
nguyên tắc mịn ở các khu vực có địa hình biến đổi mạnh và ven sông, thưa ở các vùng bằng phẳng. Toàn miền tính toán có 69.750 phần tử với 26.352 điểm nút (Hình 6), lưới địa hình tính toán được nội suy từ dữ liệu bản đồ tỉ lệ 1:10 000. Trên mô hình 2 chiều, các công trình dạng tuyến có cản nước được mô phỏng là đê (DIKE) bao gồm các tuyến đường: tỉnh lộ 659, tỉnh lộ 12A, quốc lộ 1A; đường sắt, đường Hồ Chí Minh. Bước thời gian tính toán của mô hình 2 chiều lớn nhất là 1,5 giây; Hệ số nhám toàn vùng lấy trung bình $n = 0,33$.

Mô hình MIKE 11 và MIKE 21FM được kết nối để trao đổi nước với nhau qua các liên kết bên là đê của các nhánh sông được mô phỏng trong MIKE 11, gồm 13 kết nối bên.

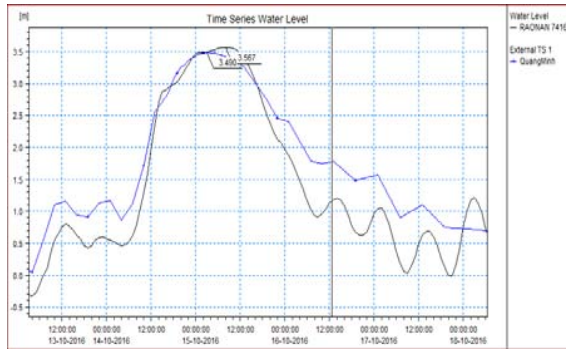
Mô hình MIKE Flood được hiệu chỉnh với lũ thực tế 2016 và kiểm định với lũ 2010 bằng mực nước, lưu lượng tại các trạm thủy văn và vết lũ năm 2010. Kết quả kiểm định và hiệu chỉnh quá trình mực nước và lưu lượng thể hiện trên Hình 7. Kết quả kiểm định cho thấy mô hình xây dựng đã mô phỏng được quá trình lũ, đường mực nước lớn nhất, phù hợp với số liệu thực đo. Hệ số NASH khi kiểm định và hiệu chỉnh tại trạm Đồng Tâm, Mai Hóa và Quảng Minh đều lớn hơn 0,75, chênh lệch mực nước tại các điểm vết lũ lớn nhất là 0,30m. Tại khu vực Phong Nha sai số dưới 0,07m.



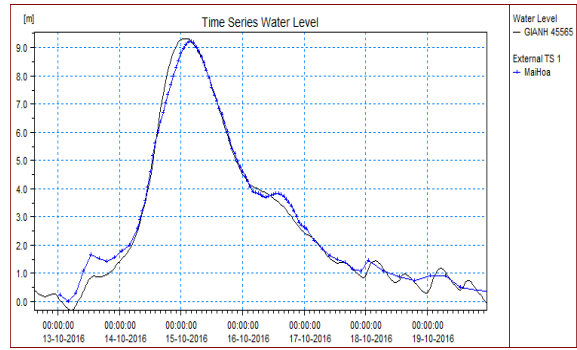
Hình 5. Mạng sông tính toán



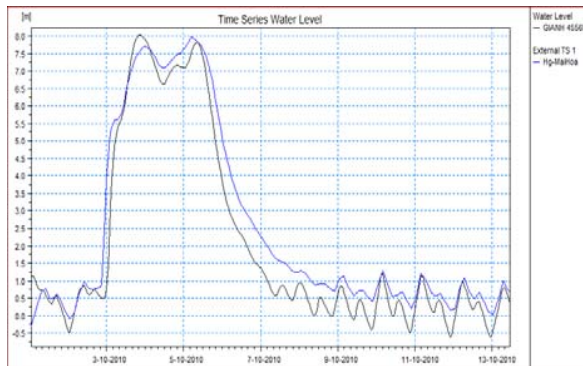
Hình 6. Lưới mô phỏng vùng dự án



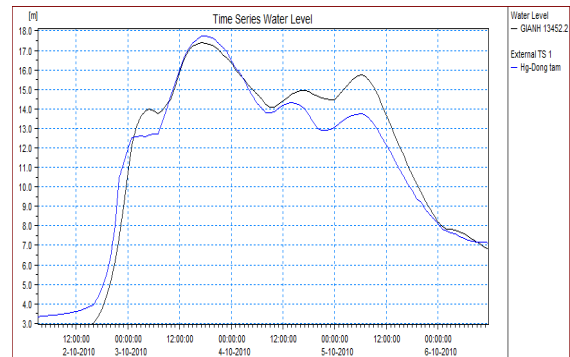
Quảng Minh lũ 2016



Mai Hóa lũ 2016



Mai Hóa lũ 2010



Đồng Tâm lũ 2010

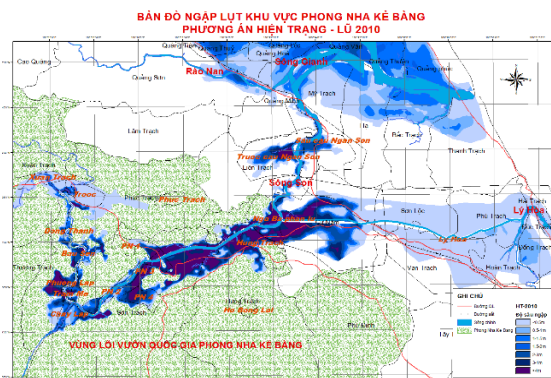
Hình 7. Kết quả hiệu chỉnh mô hình (2016) kiểm định mô hình (2010)

3. Kết quả tính hiện trạng ngập lụt

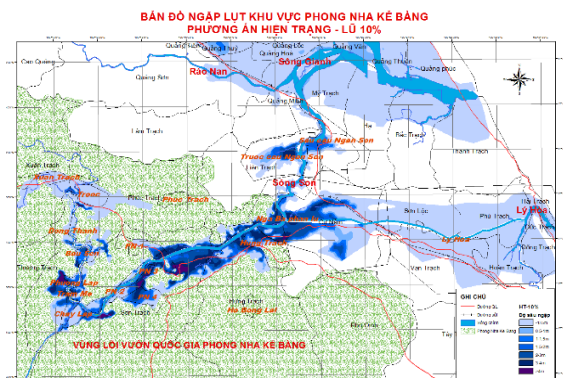
Lũ tháng 10/2010 xảy ra từ ngày 2-6 tháng 10, đỉnh lũ ở Đồng Tâm trên sông Gianh vào ngày 04/10 và trên sông Son là ngày 05/10/2010. Trận lũ này có lượng mưa lớn nhất đã xảy ra trên sông Son. Mưa 3 ngày lớn nhất ở trạm Trốc là 1001mm, ở trạm Việt Trung là 879mm, đặc biệt ở Minh Hóa là 1442mm, mưa lớn nhất trong 24 giờ là 798mm. Tổng lượng mưa 03 ngày tại Việt Trung và Trốc có tần suất nhỏ hơn 0,5%, ở Minh Hóa là 0,2%.

Tương ứng với đặc điểm địa hình, kết quả

tính toán thể hiện trên Hình 8, cho thấy, trên dòng chính sông Son có 03 vị trí có chênh lệch mực nước lớn đó là: + Tại cầu đường sắt, chênh lệch mực nước là 0,45m với lũ 2010; Trên đoạn sông từ Cự Nẫm đến Mỹ Trạch, với chiều dài 6km, dòng chảy có độ dốc 0,04%, chênh lệch mực nước đến 2,52m; + Chênh lệch mực nước giữa sông Son và sông Lý Hòa với lũ 2010 là 5,6m, cao độ dòng chảy ở phía sông Son là 8,1m, phía sông Lý Hòa là 2,5m. Với lũ 10% chênh lệch là 4,5m, cao độ mực nước phía sông Son là 6,0m, phía sông Lý Hòa là 1,5m.



Lũ thực tế 2010



Lũ thiết kế 10%

Hình 8. Bản đồ ngập lụt với địa hình hiện trạng, lũ thiết kế 10%

Hiện trạng khu đô thị Phong Nha có độ ngập sâu lớn nhất lên đến hơn 3,5m. Diện tích ngập và chiều sâu ngập các kịch bản lũ cụ thể:

+ Với lũ 10%, diện tích ngập lụt là 398ha. Vùng ngập sâu từ 2,5m trở lên chiếm đến 48% diện tích vùng ngập với diện tích 193ha. Mức nước lớn nhất trung bình khu vực là 6,76m;

+ Với lũ 5% diện tích ngập là 468ha; vùng ngập sâu từ 2,5m trở lên chiếm đến 72% diện tích vùng ngập với diện tích 341ha; Mức nước lớn nhất trung bình khu vực là 7,44m;

+ Với lũ 2% diện tích ngập là 542ha; vùng ngập sâu từ 2,5m trở lên chiếm đến 85% diện tích vùng ngập với diện tích 448ha; Mức nước lớn nhất trung bình khu vực là 8,95m;

+ Với lũ lịch sử 2010 (với tần suất lớn hơn 2%) diện tích ngập là 526ha; vùng ngập sâu từ 2,5m trở lên chiếm đến 88% diện tích vùng ngập với diện tích 464ha; Mức nước lớn nhất trung bình khu vực là 9,44m;

+ Với lũ lịch sử 2016 diện tích ngập là 542ha; vùng ngập sâu từ 2,5m trở lên chiếm đến 90% diện tích vùng ngập với diện tích 493ha; Mức nước lớn nhất trung bình khu vực là 9,87m;

Như vậy, khu vực đô thị Phong Nha có mức độ ngập sâu trên diện rộng. Với lòng dẫn hiện trạng, khi xây dựng đô thị với cao độ san nền dự kiến với lớn hơn 5m thì với lũ 10% vẫn có thể ngập sâu đến 2m, và đến 3m với lũ 2%, với lũ lịch sử 2010 và 2016 là hơn 5m.

4. Giải pháp thoát lũ ngang ra biển và hiệu quả

4.1. Các giải pháp thoát lũ được nghiên cứu

Trên cơ sở kết quả điều tra thực tế tình hình ngập lụt, kết quả khảo sát địa hình lòng dẫn tuyến sông Sơn, nền địa hình hệ thống các bản đồ của khu vực, 03 nhóm phương án chính đã được xem xét tính toán: Nhóm 1: Tăng khả năng thoát lũ trên sông Sơn bằng giải pháp mở rộng sông Sơn, các cầu trên sông Sơn gồm Ngân Sơn, Xuân Sơn có các phương án 2, 3, 4; Nhóm 2: Phân lũ sang Lý Hòa bằng giải pháp đào kênh phân lũ qua sông Lý Hòa (nối sông Sơn với sông Lý Hòa), bao gồm cả các giải pháp lên đê, nạo vét sông Lý Hòa có phương án 1, 5, 6; Nhóm 3:

Kết hợp hai nhóm giải pháp trên gồm phương án 7 và 8. Các phương án được tính toán với lũ thực tế năm 2010, 2016, và mưa với tần suất 2%, 5% và 10%, mực nước tại cửa biển được tính cho 02 trường hợp là: triều với tần suất 10% và triều thực tế năm 2010 (triều cường). Bài báo trình bày cụ thể kết quả tính toán nhóm phương án 2 bằng giải pháp phân lũ ngang ra biển qua lưu vực sông Lý Hòa, chi tiết các phương án như sau:

- PA1: Các phương án thoát lũ sang cửa Lý Hòa: + Địa hình sông Sơn như hiện trạng; + Đào kênh phân lũ sang sông Lý Hòa với chiều dài $L = 14,720\text{m}$, chiều rộng đáy sông $B = 100\text{m}$, cao độ đáy kênh tại đầu kênh đào $-1,0\text{m}$, cao độ đáy kênh ở cuối sông tại vị trí cầu Lý Hòa $-2,0\text{m}$, độ dốc kênh $i = 7 \times 10^{-5}$.

- PA6: Phân lũ kết hợp nạo vét sông Lý Hòa. Địa hình như phương án 1 ($B = 100\text{m}$; $Z_{dk} = -1,0\text{m}$, $i = 7 \times 10^{-5}$) kết hợp nạo vét sông Lý Hòa với cao độ đáy sông tại cầu Lý Hòa $Z_{ds} = -2\text{m}$ và tôn cao đê ngăn lũ tràn 10%. Cao trình đỉnh đê Lý Hòa từ $+3,0 \div +3,1\text{m}$.

4.2. Tính toán xác định quy mô kênh đào (PA1)

Để tính toán xác định quy mô kênh đào, phương án phân lũ sang Lý Hòa (Phương án 1) bằng kênh thông, nối sông Sơn và sông Lý Hòa được tính cho 05 kịch bản bao gồm: cao độ đáy, độ dốc đáy và chiều rộng đáy sông. Trong các phương án này hệ số mái bờ sông được tính toán với $m = 1$. Các cao trình đáy kênh xem xét gồm: $-1,0\text{m}$, $-2,0\text{m}$ và $-3,0\text{m}$, với chiều rộng đáy kênh là $B = 100\text{m}$; các phương án chiều rộng đáy kênh gồm $B = 100\text{m}$, $B = 70\text{m}$, $B = 50\text{m}$ xét với $Z_{dk} = -2,0\text{m}$ tính với mưa và triều 10%. Kết quả tính cho thấy:

- Về diện tích ngập lụt: Khi đào kênh phân lũ, khu vực Hưng Trạch giảm ngập lụt nhiều nhất đến 90% diện tích với độ ngập sâu 2,5m; khu vực đô thị Phong Nha chỉ giảm được 25% diện tích ngập lụt, nhưng với độ sâu lớn hơn 2,0m thì giảm được 50% và không còn độ sâu ngập trên 3,5m. Khu vực hạ lưu sông Lý Hòa do đê thấp và bị phân lũ sang làm diện tích ngập lụt tăng cao từ 200ha lên 1700ha với độ sâu lên đến 2,0m.

- Về mực nước trên dòng chính sông Son: Các phương án phân lũ làm giảm mực nước tại cửa động Phong Nha đến thượng lưu cầu Xuân Sơn là 0,65m (với P = 10%). Từ Hưng Trạch về hạ lưu sông Son giảm được 1,0m và lớn nhất tại đầu Kênh Đào là 1,5m. Từ ngã ba Kênh Đào về hạ lưu sông Son sự thay đổi mực nước giảm dần, tại cuối sông Son mực nước chỉ thay đổi 0,2m.
- Lưu lượng và tổng lượng lũ thoát qua Kênh

Đào lớn nhất là 1597m³/s và 145 triệu m³.

Các trường hợp thay đổi quy mô Kênh Đào cho thấy sự sai khác mực nước và lưu lượng là không đáng kể (Bảng 1). Bề rộng đáy kênh lớn nhất 100m, phù hợp với chiều rộng đáy sông Lý Hòa.

Qua tính toán, lựa chọn phương án kênh có B = 100m, cao độ đầu kênh $Z_{dk} = -1,0m$ để tính toán, so sánh trong các trường hợp tiếp theo.

Bảng 1. Kết quả tính toán các phương án thoát lũ sang Lý Hòa mưa và triều 10%

TT	Vị trí	HT	B = 100m			$Z_{dk} = -2m$	
		(PA0)	Z=-1m	Z=-2m	Z=-3m	B=70m	B=50m
I Mực nước (m)							
1	Trung tâm đô thị Phong Nha	6,76	6,27	6,27	6,27	6,28	6,3
2	Cầu Xuân Sơn	6,61	6,05	6,05	6,04	6,06	6,08
3	Ngã ba Kênh Đào	5,9	4,49	4,43	4,4	4,55	4,71
4	TL cầu Ngân Sơn	4,39	3,41	3,37	3,34	3,46	3,56
5	Cuối sông Son	1,6	1,4	1,39	1,39	1,4	1,42
6	Đầu Kênh Đào phía sông Son	5,9	4,13	4	3,93	4,24	4,52
7	Cuối Kênh Đào phía Lý Hòa	1,74	3,7	3,76	3,79	3,63	3,44
8	Cầu Lý Hòa	1,62	2,54	2,58	2,61	2,51	2,4
II Lưu lượng (m³/s)							
1	Cầu Xuân Sơn	5013	4519	4521	4522	4516	4511
2	Kênh Đào	0	1476	1556	1597	1390	1149
3	Cầu Lý Hòa	721	1584	1653	1691	1546	1434
4	Cầu Ngân Sơn	5561	3942	3873	3835	4002	4182
III Tổng lượng qua kênh đào (10⁶m³)							
		0	138	143	145	135	122

4.3. Phương án đào kênh thông sông Son - sông Lý Hòa kết hợp nạo vét và tôn cao đê sông Lý Hòa (PA6)

Trên cơ sở Phương án 1 (lựa chọn B = 100m, $Z_{dk} = -1,0m$), tính toán phương án phân lũ kết hợp nạo vét và tôn cao đê sông Lý Hòa cho kết quả tại Bảng 2:

Diện tích ngập lụt và độ ngập sâu tại khu vực Hưng Trạch (hạ lưu cầu Xuân Sơn đến ngã 3 Kênh Đào) các phương án trong nhóm không có sự thay đổi nhiều, chỉ thay đổi so với hiện trạng.

Giải pháp giảm lũ cho sông Son có hiệu quả tương đối với địa hình hiện trạng, với lũ 2016 tại khu vực Phong Nha về mực nước giảm 2,25m, thời gian ngập lụt giảm còn 1/2 so với hiện trạng. Khi san nền hoàn chỉnh quy hoạch với cao độ

lớn hơn 5m, mức độ giảm ngập lụt cho vùng nghiên cứu là rất lớn. Xét lâu dài giải pháp thoát lũ này có hiệu quả rất lớn và có tính khả thi.

+ Về mực nước (hay độ ngập sâu) giảm trung bình trên toàn đô thị là: 0,50m (lũ 10%); 0,98m (lũ 5%); 1,52m (lũ 2%); 1,40m (lũ năm 2010) và 1,70m (lũ năm 2016).

+ Về diện tích ngập lụt: Tổng diện tích ngập lụt ứng với lũ 10%, 5%, 2%, 2010, 2016 giảm lần lượt là: 58ha (8%), 51,5ha (11,6%), 58,2ha (11,2%), 27,2ha (5%), 44ha (8,2%); Diện tích ngập lụt với độ sâu ngập trên 2,5m giảm tương ứng là 7,0ha (4,4%), 93,5ha (27,5%), 108ha (24%), 73ha (15,6%), 105ha (21,5%).

+ Về thời gian ngập lụt với độ sâu 1m giảm khoảng 10%, từ 33 giờ còn 31,5 giờ (lũ 10%),

38,4 giờ còn 34,5 giờ (lũ 5%), 42,6 giờ còn 28,2 giờ (lũ 2%), 64,4 giờ còn 22,5 giờ (lũ năm 2016).

Với độ sâu đến 2m thì thời gian ngập giảm khoảng 20% đến 40%, từ 33 giờ còn 31,5 giờ (lũ 10%), 38,4 giờ còn 34,5 giờ (lũ 5%), 42,6 giờ còn 28,2 giờ (lũ 2%), 64,4 giờ còn 19,2 giờ (lũ năm 2016).

+ Với cao trình san nền xây dựng theo quy hoạch khu đô thị Phong Nha với cao trình +5 ÷ +7,0m thì chỉ ngập dưới 1m (lũ 10%).

Về hiệu quả phân giảm lũ sang sông Lý Hòa có thể tương đương với giải pháp giảm lũ bằng hồ chứa có dung tích đến 260 triệu m³ (với lũ

2%) cho toàn lưu vực sông Son. Ngoài việc giảm ngập lụt tại khu đô thị Phong Nha, còn làm giảm lũ cho hạ lưu sông Gianh, lưu lượng đỉnh lũ trên sông Son từ sau Kênh Đào về hạ lưu giảm 2000m³/s, giảm mực nước từ 0,5 - 1,3m tại Mỹ Trạch.

Bên cạnh việc giảm ngập lụt cho khu đô thị Phong Nha thì cũng làm giảm lũ đáng kể ở hạ lưu sông Son phía sau Kênh Đào và làm gia tăng ngập lụt cho lưu vực sông Lý Hòa với lũ lớn hơn 10% về diện và thời gian ngập lụt lên gần gấp 2 lần.

Bảng 2. Tổng hợp các thông số thủy lực, ngập lụt các phương án tính toán

Kết quả tính toán	10%		5%		2010		2016	
	HT	PA6	HT	PA6	HT	PA6	HT	PA6
1. Khu vực đô thị Phong Nha								
Cao trình ngập lụt lớn nhất (m)	6,76	6,27	7,44	7,41	9,44	8,04	9,87	7,98
Chiều sâu ngập (h) lớn nhất (m)	4,19	3,84	6,63	4,44	7,81	5,84	7,87	7,43
Thời gian ngập với h = 1m (giờ)	33,3	31,5	38,4	34,5			64,8	63,9
Thời gian ngập với h = 2m (giờ)	14,1	8,7	20,4	14,1			26,7	19,2
Diện tích ngập lụt S (ha) toàn bộ	398	369	445	394	526	499	542	498
S ứng với h ≥ 1,0m	346	340	445	394	516	484	536	480
S ứng với h ≥ 2,0m	212	196	373	328	489	431	514	424
S ứng với h ≥ 2,5m	162	154	341	247	464	391	493	387
S ứng với h ≥ 3,0m	131	124	300	178	434	361	466	356
2. Khu vực sông Lý Hòa								
Cao trình ngập lụt lớn nhất (m)	1,62	2,13	1,69	2,62	2,22	2,94	2,14	3,05
Chiều sâu ngập (h) lớn nhất (m)	0,72	0,72	1,04	2,64	1,57	3,26	1,57	3,30
Thời gian ngập với h = 0,5m (giờ)	0,0	0,0	0,0	25,2	12,6	30,0	61,8	58,2
Diện tích ngập lụt (ha)	190	115	688	1271	1072	1907	1070	1982
S ứng với h ≥ 1,0m	8	12	250	952	951	1801	951	1840
S ứng với h ≥ 2,0m				203	43	1515	43	1567
Tổng lượng qua kênh đào (10 ⁶ m ³)		156,3		271,7		321,8		262,5
Đỉnh lũ qua kênh đào (m ³)		1414		2662		3279		3261

5. Kết luận và kiến nghị

Giải pháp phân lũ ngang ra biển bằng việc đào kênh thông sông Son và sông Lý Hòa đã được tính toán và khẳng định có hiệu quả nhất định trong việc giảm ngập lụt cho khu vực PNKB, và hạ lưu sông Son, nhưng cũng làm gia tăng ngập lụt cho lưu vực sông Lý Hòa với lũ lớn.

Qua tính toán thủy lực liên lưu vực đã xác

định được quy mô giải pháp phân lũ sang sông Lý Hòa với chiều dài L = 14.720m, chiều rộng đáy sông B = 100m, cao độ đáy kênh tại đầu kênh đào -1,0m, cao độ đáy kênh ở cuối sông tại cầu Lý Hòa -2,0m, độ dốc kênh i = 7 x 10⁻⁵. Bên cạnh đó để nâng cao năng lực thoát lũ cần kết hợp nạo vét sông Lý Hòa với chiều rộng đáy là 100m, cao độ đáy là -2,0m. Để ngăn lũ tràn do phân lũ từ sông Son sang sông Lý Hòa cần thiết

tôn cao đê sông Lý Hòa để chống lũ với tần suất 10%, hoặc cao hơn.

Hiệu quả giảm lũ của giải pháp phân lũ qua sông Lý Hòa là giảm chiều sâu ngập lụt tại khu vực Phong Nha $0,65 \div 1,30m$, giảm diện tích ngập lụt $5\% \div 30\%$, giảm thời gian ngập lụt từ $10 \div 40\%$. Với cao trình san nền xây dựng theo quy hoạch khu đô thị Phong Nha thì với lũ 10% chỉ ngập dưới 1m. Giải pháp phân lũ sang sông Lý Hòa có thể tương đương với giải pháp giảm lũ bằng hồ chứa có dung tích đến 260 triệu m³ (với lũ 2%) cho toàn lưu vực sông Son. Ngoài việc

giảm ngập lụt tại khu đô thị Phong Nha, nó còn làm giảm lũ cho vùng hạ lưu sông Gianh. Khi phân lũ sang Lý Hòa làm lưu lượng đỉnh lũ trên sông Son từ sau Kênh Đào về hạ lưu giảm $2000m^3/s$, giảm mực nước từ $0,5 \div 1,3m$ tại Mỹ Trạch.

Kết quả tính toán cho thấy giải pháp đề xuất có hiệu quả về mặt thủy lực, nhưng cần được nghiên cứu chi tiết, hoàn chỉnh với những đánh giá tác động đến lưu vực sông Lý Hòa, sự ổn định, biến động của hai cửa biển.

Tài liệu tham khảo

1. Hà Văn Khôi (2011), *Báo cáo đề tài độc lập cấp nhà nước “Nghiên cứu cơ sở khoa học cho việc xóa khu chập lũ sông Hồng, sông Đáy, sông Hoàng Long”*.
2. Lê Văn Nghị và nnk, (2019), *Giải pháp chính trị ổn định lòng dẫn khu vực hợp lưu khi chuyển lũ lưu vực, áp dụng cho hợp lưu Khe Trĩ - Ngàn Trươi*, tạp chí khoa học thủy lợi và môi trường, số 65.
3. Lê Văn Nghị và nnk, (2017), *Báo cáo điều tra, khảo sát, nghiên cứu giải pháp thoát lũ, giảm ngập khu vực Phong Nha - Kẻ Bàng, Phòng thí nghiệm trọng điểm quốc gia về động lực học sông biển*.
4. Viện Quy hoạch Đô thị - Nông thôn Quốc gia (2015), *Quy hoạch tổng thể phát triển khu du lịch Quốc gia Phong Nha - Kẻ Bàng, tỉnh Quảng Bình đến năm 2030*;
5. Viện Quy hoạch Đô thị - Nông thôn Quốc gia (2017), *Quy hoạch phân khu - đô thị du lịch Phong Nha, tỷ lệ 1/2000*.
6. Viện Quy hoạch Thủy lợi (2010), *Rà soát, cập nhật, bổ sung quy hoạch phát triển và bảo vệ nguồn nước, Gianh & phụ cận*.

PROPOSING SOLUTIONS TO REDUCE FLOODING IN PHONG NHA - KE BANG BY THE CANAL CONNECTING SON AND LY HOA RIVERS

Le Van Nghi¹

¹Vietnam academy for water resources

Abstract: Phong Nha - Ke Bang national park has been recognized as a world natural heritage. This is a famous tourist destination which is planned to develop into an urban area. This area is often inundated by floods from Son river. The flow direction of Son river is parallel to the coast but it is separated from the sea by the Ly Hoa river watershed. This paper presents a flood reduction solution for the PNKB area by horizontal flood diversion through the opening of a channel connecting Son and Ly Hoa rivers. The channel has a length of 14.70km, a bottom width of 100m, a bottom slope $i = 7 \times 10^{-5}$, the bottom elevation at the end of channel is -2.0m. The solution reduces the water level in the study area from $0.5 \div 1.5m$, reducing the flooded area by 25%, and reducing the flood time by 40% with recent history events.

Keywords: PNKB, Flood solution, Gianh river, Horizontal flood diversion.

CHU TRÌNH MƯA NGÀY ĐÊM VÀ SỰ BIẾN ĐỘNG CỦA NÓ TRÊN KHU VỰC TÂY NGUYÊN

Nguyễn Văn Huân¹

Tóm tắt: Nghiên cứu này tập trung mô tả sự biến động ngày đêm của lượng mưa theo các mùa trong năm, nhằm xác định rõ hơn quy luật mưa trên khu vực Tây Nguyên. Khu vực nghiên cứu được phân thành các vùng điều kiện địa lý khác nhau, số liệu được sử dụng trong là các chuỗi số liệu mưa giờ từ 1980-2017. Phương pháp nghiên cứu được áp dụng là phương pháp thống kê khí hậu. Kết quả nhận được cho thấy phân bố mưa theo thời gian trong năm có sự khác biệt khá rõ theo các vùng địa lý, khu vực phía Bắc, vùng trung tâm và phía Nam Tây Nguyên lượng mưa lớn nhất trong năm tập trung vào tháng 8, tháng 9; trong khi các tỉnh thuộc phía Đông Tây Nguyên đỉnh mưa năm lại lùi về tháng 10, tháng 11. Diễn biến mưa trong ngày ở khu vực phía Bắc và phía Đông thể hiện mưa tập trung nhiều vào khoảng từ 15 - 19 giờ, cao nhất vào 17 giờ trong ngày; vùng Nam Tây Nguyên mưa sớm hơn so với những vùng khác, cao nhất vào thời điểm 15 giờ trong ngày, từ sau 23 giờ đến 10 giờ sáng là thời điểm có lượng mưa thấp trong ngày trên toàn khu vực Tây Nguyên. Những kết quả này có thể được dùng trong nghiên cứu về sự biến đổi một ngày đêm của lượng mưa ở Việt Nam nói chung, Tây Nguyên nói riêng.

Từ khóa: Chu trình mưa ngày đêm, mưa giờ, khu vực Tây Nguyên.

Ban Biên tập nhận bài: 05/01/2019 Ngày phản biện xong: 15/03/2019 Ngày đăng bài: 25/04/2019

1. Đặt vấn đề

Guixing Chan, và cộng sự (2008) [1], đã sử dụng số liệu vệ tinh kết hợp với các mô hình để nghiên cứu sự biến động theo không gian của chu trình mưa ngày đêm và mùa của lượng mưa trên khu vực đông nam Trung Quốc (SEC). Kết quả cho thấy phân bố không gian của các chu trình ngày đêm đối với SEC có tính dao động mùa mạnh và có sự khác biệt rõ ràng giữa các khu vực. Biên độ dao động ngày đêm của lượng mưa khá nhỏ vào mùa xuân nhưng đầu mùa hè biên độ dao động này lớn hơn nhiều so với mùa xuân. Theo Tianjun Zhou (2009) [2], lượng mưa trong mùa hè phía đông Trung Quốc có biến trình ngày rõ rệt. Mưa đạt cực đại vào nửa đêm ở phía đông cao nguyên Tây Tạng và giữa phía trên thung lũng sông Dương Tử là rất rõ. Phía Nam đất liền Trung Quốc và phía Đông Bắc Trung Quốc có lượng mưa đạt lớn nhất vào chiều muộn. Chu trình ngày đêm của lượng mưa mùa

hè tại khu vực trung đông Trung Quốc giữa sông Dương Tử và thung lũng sông Hoàng Hà được đặc trưng bởi hai đỉnh có thể so sánh được, một là vào buổi sáng sớm, và một vào cuối chiều. Keiko Yamamoto (2007, 2008) [3] đã phân tích chu trình ngày của phản hồi vô tuyến (PHVT) ra đa của khu vực phía Bắc Thái Lan và phía Bắc Lào bằng việc sử dụng số liệu ra đa thời tiết Viên Chăn (từ năm 2007). Kết quả cho thấy, vào tháng 4, thời điểm trước khi gió mùa hoạt động, PHVT trung bình tháng của khu vực đạt cực đại xung quanh 17 giờ. Mặt khác, cực đại dao động xung quanh 1 giờ vào tháng 7, tháng mà biến trình ngày thể hiện rất rõ. Hệ thống mây đối lưu thì di chuyển từ Tây Nam đến Đông Bắc.

Trong những năm gần đây, các nhà khoa học trong nước đã có những nghiên cứu bước đầu về hoàn lưu, cơ chế, biến động mùa mưa ở Việt Nam. Nguyễn Đức Ngữ (2007) [4] đã nghiên cứu tác động của ENSO đến thời tiết, khí hậu,

¹Đài Khí tượng Thủy văn khu vực Tây Nguyên
Email: nvhuankttv@gmail.com

môi trường kinh tế - xã hội ở Việt Nam. Nghiên cứu đã tính toán và chỉ ra các đợt Elnino, LaNina và tác động của nó đến một số yếu tố khí tượng thủy văn như nhiệt độ, lượng mưa, hoạt động của bão cho một khu vực cụ thể ở Việt Nam. Ngô Đức Thành và Phan Văn Tân (2012) [5] đã sử dụng phương pháp kiểm nghiệm phi tham số Mann Kendall và phương pháp ước lượng xu thế của Sen để đánh giá xu thế biến đổi của 7 yếu tố khí tượng cho giai đoạn 1961 - 2007. Kết quả cho thấy lượng mưa giảm ở phía bắc vĩ tuyến 17 và tăng ở phía nam. Vũ Thanh Hằng và các cộng sự (2009) [6] đã sử dụng số liệu lượng mưa ngày tại các trạm quan trắc ở bảy vùng khí hậu Việt Nam thời kỳ từ năm 1961 đến 2007 để xác định xu thế biến đổi của lượng mưa ngày cực đại. Kết quả phân tích cho thấy, trong thời kỳ từ năm 1961 đến 2007, hầu hết trên khắp cả nước đều thể hiện xu thế tăng lên của lượng mưa ngày cực đại ngoại trừ vùng đồng bằng Bắc Bộ. Đặc biệt tăng mạnh trong những năm gần đây. Sự biến đổi đó cũng có những khác biệt giữa các thời đoạn, trong những thời đoạn ngắn xu thế tăng/giảm là không đồng nhất giữa các vùng khí hậu. Nói chung, ở Việt nam chưa có công trình nghiên cứu nào đã công bố đề cập đến biến trình ngày đêm của mưa ngoại trừ một vài khóa luận tốt nghiệp đại học Khoa học Tự nhiên Hà Nội do vậy có thể nói đây là nghiên cứu đầu tiên ở Việt Nam về chu trình mưa ngày đêm và sự biến động của nó trên khu vực Tây Nguyên.

2. Số liệu và phương pháp nghiên cứu

2.1 Nguồn số liệu

Số liệu được sử dụng trong luận văn là tập số liệu mưa giờ được khai thác từ 17 trạm khí tượng trên khu vực Tây Nguyên.

2.2 Phương pháp xử lý, tính toán

2.2.1 Xử lý số liệu

Trên cơ sở công cụ thống kê, các đặc trưng về mưa nói chung và chu trình mưa nói riêng trên khu vực Tây Nguyên sẽ được xử lý, tính toán, phân tích.

Một giờ (trong ngày) được xem là có mưa nếu lượng mưa đo được trong giờ đó ít nhất bằng 0.1 mm. Những trường hợp không mưa hoặc có mưa nhưng lượng mưa đo được dưới 0.1 mm (thực tế là không đo được với độ chính xác của thiết bị) thì lượng mưa được gán mưa bằng 0, coi như không có mưa. Số liệu bị mất (không thực hiện quan trắc) thì không được bổ khuyết. Tóm lại kết quả tính toán trong nghiên cứu đều dựa trên bộ số liệu có thực.

2.2.2 Phương pháp tính toán

Các đặc trưng của mưa được xử lý theo từng giờ, từng ngày, từng tháng trong năm, nghĩa là các đặc trưng được xem là hàm của thời gian trong ngày, các tháng trong năm và tại các trạm.

Các đặc trưng được tính toán gồm:

1. Trung bình mưa của giờ thứ t của tháng m tại trạm St được tính bởi:

$$\text{Mean} (St, m, t) = \frac{1}{N} \sum_{y=y_{r1}}^{y_{r2}} \sum_{d=1}^{N_{day}} R(St, y, m, t) \quad (1)$$

Trong đó: $N = (y_{r2} - y_{r1} + 1) \times N_{day}$; y_{r1} , y_{r2} là năm bắt đầu và kết thúc có từ số liệu

N_{day} số ngày trong tháng; Mean là trung bình;

S_t là trạm; m là tháng; t là giờ.

2. Tần suất mưa (R_{req}) vào giờ thứ t trong ngày của tháng m của trạm St được tính bởi:

$$R_{req} (St, m, t) = \frac{\text{Số trường hợp có mưa } R(St,m,t) \geq 0.1}{\text{số ngày quan trắc}} \quad (2)$$

Trong đó: $R (St,m,t) \geq 0,1$

3. Tần suất bắt đầu (kết thúc) các sự kiện mưa từng giờ trong ngày

Start: Tần suất thời điểm bắt đầu một trận

mưa mưa là tần suất mà tại thời điểm (giờ trong ngày) đó mưa bắt đầu xảy ra mà trước đó không có mưa.

End: Tần suất kết thúc một trận mưa là tần suất mà tại thời điểm đó mưa chấm dứt, (tức là giờ tiếp theo không có mưa).

Trong quá trình xử lý các chuỗi số liệu được tách thành từng tháng được xem là một quan trắc

nên “thời điểm bắt đầu mưa” sẽ không được tính cho giờ đầu tiên (1 giờ sáng), tương tự “thời điểm kết thúc mưa” sẽ không được tính cho giờ cuối cùng của ngày (giờ thứ 24). Như vậy **Start - Freg** được tính từ 2h đến 24h và **End - Freg** được tính từ 02 giờ 23 giờ.

$$\text{Start (St, m, t)} = \frac{1}{N} \sum_{y=y_{r1}}^{y_{r2}} \sum_{d=1}^{N_{day}} \text{Start (St, y, m, t)} * 100\% \quad (3)$$

$$\text{End (St, m, t)} = \frac{1}{N} \sum_{y=y_{r1}}^{y_{r2}} \sum_{d=1}^{N_{day}} \text{End (St, y, m, t)} * 100\% \quad (4)$$

Lưu ý rằng thời gian bắt đầu có mưa một trận mưa được định nghĩa là ít nhất có 2 giờ mưa liên tục có lượng nhỏ nhất $\geq 0,1$, thời gian được tính

bắt đầu kết thúc một trận mưa được định nghĩa là ít nhất có 2 giờ liên tục không có mưa.

Bảng 1. Tổng lượng mưa trung bình nhiều năm và tỉ trọng

Tên trạm	Thời kỳ	Tổng lượng mưa	Tỉ trọng %	Thời kỳ	Tổng lượng mưa	Tỉ trọng %	Tổng năm
Đắc Tô	XI - IV	216,9	11,6	V - X	1656,4	88,4	1873,3
Kon Tum	XI - IV	215,6	11,5	V - X	1657,0	88,5	1872,6
Yaly	XI - IV	206,3	11,5	V - X	1586,6	88,5	1793,0
Pleiku	XI - IV	203,8	9,2	V - X	2009,8	90,8	2213,6
An Khê	I - IV	116,1	7,1	V - XII	1524,3	92,9	1640,3
Ayunpa	XII - IV	106,6	8,4	V - XI	1168,4	91,6	1275,0
Ea Hleo	XII - IV	144,7	7,3	V - XI	1846,3	92,7	1991,0
Buôn Hồ	XII - IV	149,7	9,6	V - XI	1405,0	90,4	1554,7
BMT	XII - IV	156,7	8,4	V - XI	1610,6	86,7	1857,0
Ea Kmat	XII - IV	140,9	7,7	V - XI	1692,2	92,3	1833,1
Lắk	XII - IV	133,8	6,8	V - XI	1833,9	93,2	1967,7
M'Đrăc	I - IV	205,0	9,6	V - XII	1923,5	90,4	2128,5
Đăk Mil	XI - III	167,1	9,3	IV - X	1637,1	90,7	1804,2
Đăk Nông	XI - II	154,6	6,1	III - X	2371,0	93,9	2525,6
Đà Lạt	XII - III	134,3	7,3	IV - XI	1698,2	92,7	1832,5
Liên Khương	XI - III	189,8	11,8	IV - X	1423,2	88,2	1613,0
Bảo Lộc	XII - II	136,7	4,6	III - XI	2757,7	93,4	2952,8

3. Kết quả

Bảng 1 cho thấy mùa mưa khu vực Tây Nguyên kéo dài phổ biến khoảng 6 tháng bắt đầu từ khoảng tháng 5 - 10 hàng năm; thời gian còn lại từ 11 đến 4 năm sau là mùa khô. Tuy nhiên, tùy theo đặc điểm địa hình của mỗi vùng thì mùa mưa lại có những khác biệt đáng kể: Các khu vực núi thấp và thung lũng thấp (An Khê, Ayunpa, Madrāk) mùa mưa kéo dài 7 tháng bắt đầu từ tháng 5 nhưng kết thúc chậm hơn một tháng khoảng tháng 12; Vùng Tây Nam (Đăk Nông, Bảo Lộc) mùa mưa kéo dài 8, có khi đến 9 tháng bắt đầu sớm hơn ở cuối tháng 3 hoặc đầu tháng 4 và kết thúc trong tháng 10 hoặc tháng 11. Thời gian mưa lớn tập trung chủ yếu trong các tháng từ 7 - 9, tháng có lượng mưa lớn nhất là tháng 8. Điều này phù hợp với sự phân bố mưa khu vực nửa phía Tây Cao Nguyên. Những vùng thung lũng phía đông thời kỳ mưa lớn đã bị chậm đi từ một đến hai tháng và tháng mưa lớn nhất cũng đã dịch về khoảng tháng 9 - 10 hàng năm. Phân bố không gian của lượng mưa khu vực Tây Nguyên có sự phân hóa rất rõ theo địa hình, sự khác biệt giữa phía Tây Trường Sơn và Đông Trường Sơn.

3.1. Tần suất có mưa tại các giờ trong ngày

Nhìn chung, đối với khu vực Bắc Tây Nguyên trong các tháng mùa khô hầu như tần suất xuất hiện các trận mưa chỉ dưới 5% đối với tất cả các trạm, đặc biệt trong các tháng 1, 2, 3 hầu như không có, nếu có cũng chỉ xảy ra trong khoảng thời gian 16 - 19h. Trong các tháng 4, 5, 6 tần suất xuất hiện các trận mưa ở tất cả các giờ trong ngày cũng chỉ từ 10 đến 20% thời gian có tần suất cao nhất thường tập xảy ra từ 16 đến 20h. Đối với các tháng có lượng mưa khá lớn 7, 8, 9 giờ ban đêm có tần suất của các trận mưa cao hơn so với giờ ban ngày. Khoảng thời gian từ 00h đến 7h tần suất xuất hiện 40 - 45% là khoảng thời gian có tần suất lớn hơn so với các giờ còn lại chỉ khoảng 25 - 30%, đặc biệt là trong giờ từ 02h đến 04h tần suất xuất hiện có mưa tăng lên 50%, còn lại trong khoảng thời gian từ 7h đến 14h tần suất xuất hiện các trận mưa ở tất cả các

trạm có tần suất thấp hơn và giá trị chỉ từ 15 - 20% (Hình 2).

Đối với khu vực phía Đông Tây Nguyên, trong các tháng mùa khô đối với trạm Ayupa và Eakmat hầu như tần suất xuất hiện các trận mưa chỉ dưới 5% đối với tất cả các trạm, đặc biệt trong các tháng 1, 2, 3 hầu như không có, nếu có cũng chỉ xảy ra trong khoảng thời gian 16 - 19h với tần suất rất nhỏ. Nhưng đối với trạm An Khê và Madrak thì khác, ngay mùa khô tháng 1, 2 vẫn có thể xảy ra mưa bất cứ giờ nào trong ngày với tần suất từ 20 - 25% đối với trạm Madrak, còn với An Khê chỉ xuất hiện trong khoảng thời gian từ 20h hôm trước đến 10h hôm sau. Khoảng thời gian còn lại không có xuất hiện mưa. Trong các tháng 4, 5, 6 tần suất xuất hiện các trận mưa ở tất cả các giờ trong ngày cũng chỉ từ 20 đến 25% thời gian có tần suất cao nhất thường tập xảy ra từ 16 đến 20h. Đối với các tháng có lượng mưa khá lớn 7, 8, 9, 10 vào các giờ chiều muộn và đêm có tần suất của các trận mưa cao hơn so với giờ ban ngày. Khoảng thời gian từ 18h đến 22h tần suất xuất hiện 25 - 30% là khoảng thời gian có tần suất lớn hơn so với các giờ còn lại chỉ khoảng 15 - 20%. Trạm Madrak và An Khê có tần suất lớn hơn trong thời gian từ các tháng 11, 12, tháng có lượng mưa lớn nhất tần suất xuất hiện có mưa lên đến 30 - 35% có thể xảy ra bất cứ thời gian nào trong ngày.

Đối với khu vực phía Nam Tây Nguyên, trong các tháng mùa khô đối với trạm Buôn Eahleo, Buôn Hồ, Buôn Ma Thuột, Lăk hầu như tần suất xuất hiện các trận mưa chỉ dưới 5% đối với tất cả các trạm, đặc biệt trong các tháng 1, 2, 3 hầu như không có, nếu có cũng chỉ xảy ra trong khoảng thời gian 16 - 19h với tần suất rất nhỏ. Nhưng đối với trạm Buôn Hồ thì khác, ngay mùa khô tháng 1, 2 vẫn có thể xảy ra mưa bất cứ giờ nào trong ngày với tần suất từ 10 - 15%. Trong các tháng 4, 5, 6 tần suất xuất hiện các trận mưa ở tất cả các giờ trong ngày cũng chỉ từ 20 đến 30% thời gian có tần suất cao nhất thường tập xảy ra từ 16 đến 20h. Đối với các tháng có lượng mưa khá lớn 7, 8, 9, 10 vào các giờ chiều muộn

và đêm có tần suất của các trận mưa cao hơn so với giờ ban ngày. Khoảng thời gian từ 18h đến 22h tần suất xuất hiện 25 - 30% là khoảng thời gian có tần suất lớn hơn so với các giờ còn lại chỉ khoảng 15 - 20%. Trạm Eahleo trong tháng 8 có tần suất lớn nhất tần suất xuất hiện có mưa lên đến 35 - 40% có thể xảy ra bất cứ thời gian nào trong ngày (Hình 2). Trạm Pleiku có độ cao cao hơn so với tất cả các trạm khác có tần suất lớn hơn trong thời gian từ nửa đêm đến sáng, đặc biệt trong tháng 8, tháng có lượng mưa lớn nhất tần suất xuất hiện có mưa lên đến 45 - 50% trong khoảng thời gian từ 00h đến 08h hằng ngày. Điều này cũng có thể cho thấy độ cao địa hình cũng có thể tác động đến tần suất mưa. Tần suất trong mùa mưa cao gấp 2 lần so với mùa khô vào các giờ trong ngày. Các đỉnh buổi chiều tại các trạm được thể hiện trong cả hai mùa, cho thấy sự ẩm lên vào ban ngày có thể là một cơ chế quan trọng cho hoạt động đối lưu trong khu vực Tây Nguyên.

3.2 Tần suất bắt đầu mưa, kết thúc và cường độ mưa

Hình 3 cho thấy tần suất giờ bắt đầu có mưa tại hầu hết các trạm khoảng thời gian ban ngày (6 - 18 giờ) có mưa thường tập trung trong thời gian từ 15 đến 18 giờ, tần suất lớn nhất lúc 18 giờ. Tần suất giảm khoảng thời gian ban đêm từ 19 đến 05 giờ, tần suất có mưa trong khoảng thời gian ban đêm thường tập trung trong thời gian từ 2 đến 4 giờ, tần suất lớn nhất lúc 3 giờ. Các trận mưa có thể xảy ra bất cứ giờ nào trong ngày, tuy nhiên tần suất lớn nhất tập trung trong khoảng thời gian từ 15 - 18 giờ, tần suất nhỏ nhất từ 7 đến 10 giờ. Tần suất bắt đầu có mưa lớn nhất tại trạm Eahleo xảy ra lúc 18 giờ, Bảo Lộc lúc 15.

Tần suất giờ kết thúc có mưa tại hầu hết các trạm khoảng thời gian ban ngày (6 -18 giờ) thường tập trung từ 13 đến 15 giờ, tần suất lớn nhất lúc 15 giờ. Tần suất kết thúc mưa trong khoảng thời gian ban đêm (19 đến 5h) tập trung lớn nhất lúc 22 giờ và 5 giờ, tần suất lớn nhất lúc 22 giờ. Các trận mưa có thể kết thúc bất cứ giờ nào trong ngày, tuy nhiên tần suất lớn nhất tập

trung trong khoảng thời gian từ 13 - 15 giờ đối với ban ngày, 22 giờ đối với ban đêm, tần suất nhỏ nhất từ 7 đến 10 giờ. Cường độ mưa được tách thành 4 mức độ theo khoảng thời gian mưa (lượng mưa trong 1 giờ): Cường độ mưa nhỏ: Lượng từ 0,1 - 0,67 mm/giờ; mưa vừa 0,67 - 2,08 mm/giờ; mưa to 2,08 - 4,17 mm/giờ; mưa rất to > 4,17 mm/giờ.

Tần suất mưa nhẹ tại hầu hết các trạm cực đại tại 6 - 7 giờ. Tần suất giảm nhanh khi khoảng thời gian mưa lớn hơn. Các trận mưa rất to (lượng mưa $\geq 4,17$ mm) có thể xảy ra bất cứ lúc nào trong ngày, tuy nhiên mưa cực đại mưa rất to tập trung trong khoảng thời gian từ 15 - 18 giờ. Tần suất cường độ mưa rất to tại trạm Lăk và Yaly có tần suất mưa rất to là cao nhất.

Kết quả của các biểu đồ trong hình 4 được tóm tắt trong bảng 2. Ở đây các con số được đưa ra dưới dạng phần trăm của các giờ mưa. Hơn 60% các trận mưa nằm trong khoảng thời gian mưa nhẹ. Khoảng 20 đến 25% (mưa vừa) các giờ có mưa là trong khoảng thời gian tiếp theo. Tỷ lệ phần trăm giảm nhanh chóng đối với các giờ mưa to còn 8,9 đến 12,3%. Với cường độ mưa rất to lại có tỷ lệ phần trăm tăng hơn so với cường độ mưa rất to lên đến 10,4 đến 16,7%, trạm Yaly và Lăk có tần suất cường độ mưa rất to lớn hơn ở các trạm khác có thể qui cho trạm gần hồ là nguyên nhân gây ra khác biệt này.

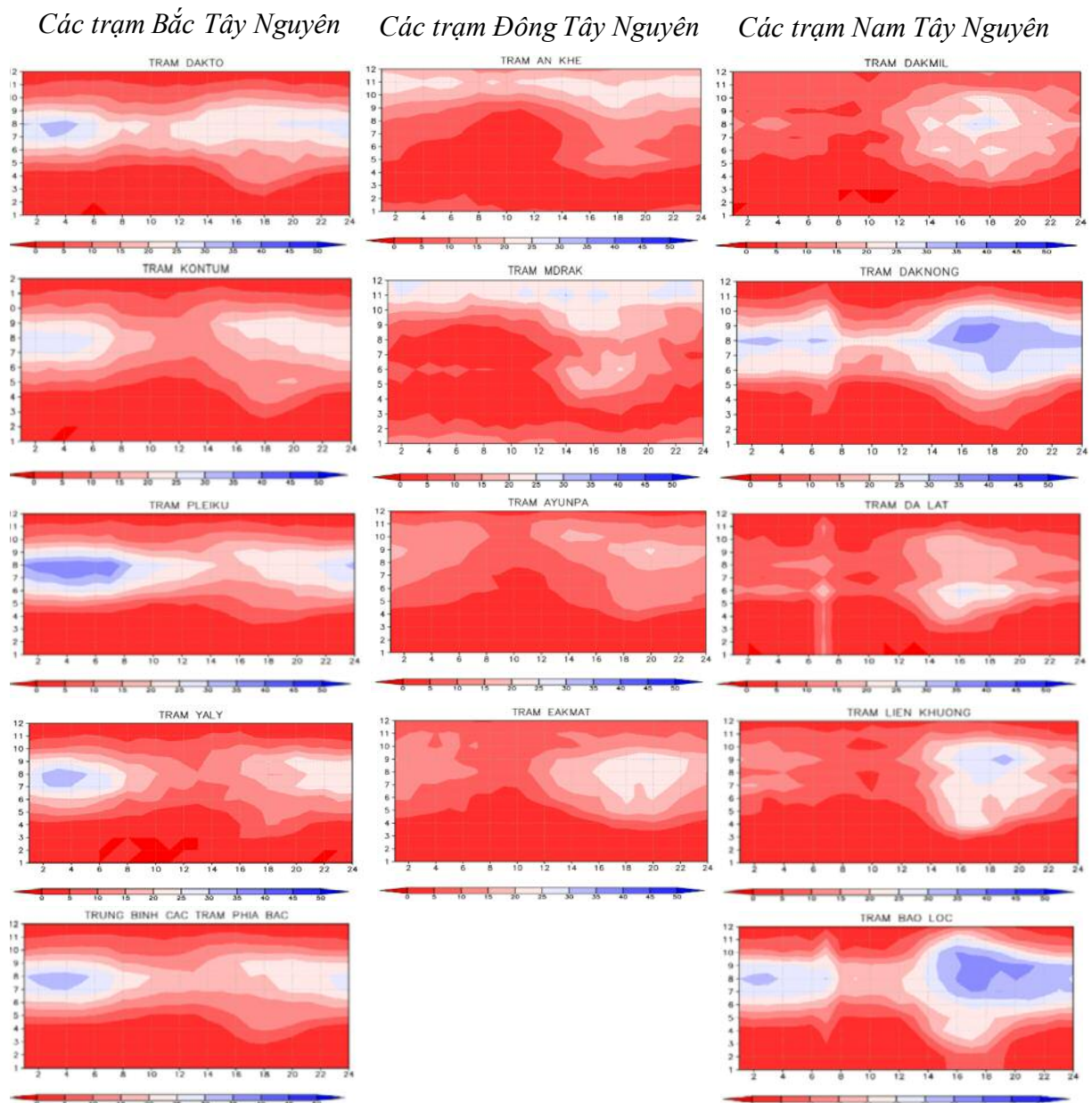
4. Kết luận

Mùa mưa ở Tây Nguyên phổ biến bắt đầu từ tháng 5, kết thúc tháng 10, tháng 11 hàng năm. Tổng lượng mưa năm có sự phân bố theo vị trí địa lý và điều kiện địa hình, khu vực phía tây của Tây Nguyên có tổng lượng mưa năm lớn, ngược lại khu vực phía đông Tây Nguyên phần lớn đều có tổng lượng mưa năm nhỏ hơn các nơi khác. Phân bố mưa theo thời gian trong năm có sự khác biệt khá rõ, khu vực phía bắc và vùng trung tâm và phía nam Tây Nguyên lượng mưa lớn nhất trong năm tập trung vào tháng 8, tháng 9, trong khi các tỉnh thuộc phía đông Tây Nguyên đỉnh mưa năm lại lùi về tháng 10, tháng 11. Diễn biến mưa giờ trong ngày khu vực phía bắc và

phía đông mưa nhiều tập trung vào thời điểm từ 15 - 19 giờ, cao nhất vào thời điểm 17 giờ trong ngày; vùng tây nam mưa nhiều sớm hơn so với những vùng khác, đỉnh mưa ngày từ 14 đến 17 giờ, cao nhất thời điểm 15 giờ trong ngày, từ sau 23 giờ đến 10 giờ sáng là thời điểm có lượng mưa thấp trong ngày trên toàn khu vực Tây Nguyên.

Có thể thấy phân bố mưa ở Tây Nguyên rất rõ theo không gian, thời gian, diễn biến về thời kỳ bắt đầu, kết thúc mùa mưa, diễn biến mưa năm, mưa ngày có liên quan chặt chẽ, đúng với quy

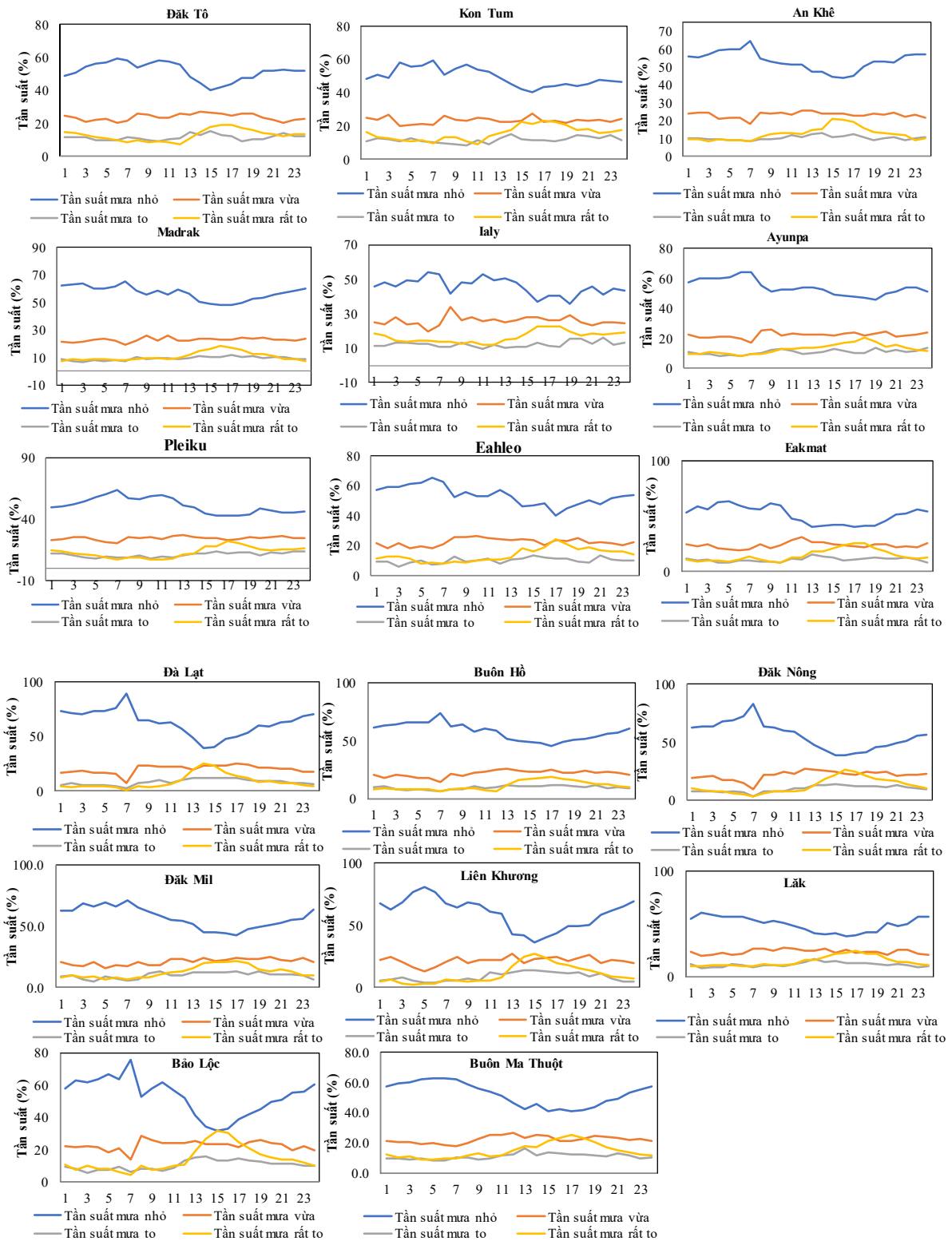
luật chung hoạt động của gió mùa mùa hè (gió mùa tây nam) cũng như các hình thế thời tiết khác chi phối. Đây là nghiên cứu đầu tiên cho thấy các đặc điểm của sự thay đổi về thời gian và tần suất của các trận mưa ở Tây Nguyên. Những kết quả này có thể được dùng trong nghiên cứu về sự biến đổi một ngày đêm của lượng mưa ở Việt Nam nói chung, Tây Nguyên nói riêng là rất quan trọng do đó có thể sử dụng làm tài liệu này để cải thiện các mô hình dự báo thời tiết trong bối cảnh hiện nay.



Hình 2. Tần suất có mưa tại các giờ trong ngày các trạm



Hình 3. Tần suất thời gian bắt đầu, kết thúc mưa



Hình 4. Tần suất cường độ mưa trong một giờ tại khu vực Tây Nguyên

Bảng 2. Bảng tần suất cường độ mưa giờ (%)

Tên trạm	Tần suất mưa nhỏ (%) 0,1 - 0,67 mm	Tần suất mưa vừa (%) 0,67 - 2,08 mm	Tần suất mưa to (%) 2,08 - 4,17 mm	Tần suất mưa rất to (%) > 4,17 mm
Đăk Tô	51,3	23,9	11,5	13,3
Kon Tum	49,0	23,2	11,8	16,0
Yaly	45,5	25,4	12,3	16,7
Pleiku	51,4	24,4	11,1	13,1
An Khê	53,4	23,3	10,4	12,9
Ayunpa	53,6	22,2	10,9	13,3
Madrak	56,3	23,0	9,5	11,3
Eakmat	49,6	23,7	11,0	15,8
Eahleo	53,3	22,2	10,1	14,4
Buôn Hồ	56,7	21,7	9,8	11,8
Buôn Ma Thuột	50,3	22,4	11,4	16,0
Lăk	47,7	23,7	12,1	16,5
Đăk Mil	53,6	21,7	10,4	14,2
Đăk Nông	53,7	21,7	10,4	14,2
Đà Lạt	60,4	20,3	8,9	10,4
Liên Khương	54,8	22,0	9,6	13,6
Bảo Lộc	50,3	22,6	11,0	16,2

Tài liệu tham khảo

- Vũ Thanh Hằng, Chu Thị Thu Hương, Phan Văn Tân (2009), *Xu thế biến đổi của lượng mưa ngày cực đại ở Việt Nam giai đoạn 1961-2007*, Tạp chí khoa học Đại học Quốc gia Hà Nội. Khoa học Tự nhiên và Công nghệ, T.25 số 3S - 2009, 423 Hà Nội.
- Ngô Đức Thành, Phan Văn Tân (2012), *Kiểm nghiệm phi tham số xu thế biến đổi của một số yếu tố khí tượng cho giai đoạn 1961-2007*. Tạp chí khoa học Đại học Quốc gia Hà Nội. Khoa học Tự nhiên và Công nghệ Tập 28, số 3S tr.129 -135.
- Tanaka, L.M.d.S, Satyamurty, P. and Machado, L.A.T. (2014), *Diurnal variation of precipitation in central Amazon Basin*. International Journal of Climatology, Royal Meteorological Society.
- Chen, G., Sha, W. and ToshikiIwasaki, (2009), *Diurnal variation of precipitation over south-eastern China*. Journal of Geophysical Research 114, D13103,doi:10.1029/2008JD011103.
- Sane, Bonazzola,M. and Rio, C. (2012), *An analysis of the diurnal cycle of precipitation over Daker using local rain-gauge datat and a general curculation model*. Quarterly Journal of the Royal meteorological Society.
- Bhatt, B.C., Kol, T.Y., Yamamoto, M. and Nakamura, K. (2010), *The Diurnal Cycle of Convective Activity over South Asia as Diagnosed from METEOSAT T-5 and TRMM Data*, Terr. Atmos.

Ocean.Sci.,21, 5, 841-854, doi: 10.3319/TAO. 2010.02.04.01.

9. Rocha, R.P., Morales, C.A., Cuadra, S.V. and Ambrizzi, T. (2009), *Precipitation diurnal cycle and summer climatology assessment over South America: An evaluation of Regional Climate Model version 3 simulations*, Journal of Geophysical Research, 114, D10108,doi:10.1029.

10. Shrestha, D. and Deshar, R. (2014), *Spatial Variation in the Diurnal Pattern of Precipitation over Nepal Himalayas*, Nepal Journal of Science and Technology 15, 2, 57-64.

11. Arakawa, O. and Kitoh, A. (2005), *Rainfall Diurnal Variation over the Indonesian maritime Continent Simulated by 20km-mesh GCM*, SOLA, 1, 109 -112,doi:10.2151/sola.

DIURNAL VARIATION OF PRECIPITATION DAY-NIGHT AND CHANGE IN CENTRAL HIGHLAND

Nguyen Van Huan

Central Highland Observatory of Meteorology and Hydrology

Abstract: *This study focuses on describing fluctuations of rainfall by seasons in the day and night to define the principle of precipitation in the Central Highlands. The study area is divided into different geographical conditions, the data used are the series of rainfall data from 1980-2017. The research method used is climate statistics method. The results show that the distribution of rain during a year is different according to geographical regions, the Northern region, the central region and the South Central Highlands have the largest rainfall in August. and September; while that of in the Eastern Highlands of the rain fall back to October and November. Rainfall in the North and East shows heavy rain in about 3pm to 7pm, the highest amount taken place at 5pm in the day; the rain in South Central Highlands occurs earlier than in other regions, the highest amount is at 3pm, from 11pm of the day before to 10am of the next day are the time of low rainfall throughout the region in the Central Highlands. These results can be used in the study of the change of rainfall in Vietnam in general and in the Central Highlands in particular.*

Keywords: *Changes of precipitation day-night, Central Highland.*

TÓM TẮT TÌNH HÌNH KHÍ TƯỢNG THÁNG 3 NĂM 2019

Trong tháng 3/2019 nhiệt độ trung bình tháng trên phạm vi cả nước phổ biến cao hơn so với TBNN cùng thời kỳ, riêng tại khu vực Trung Bộ cao hơn từ 1,5-2,5 độ so với TBNN cùng thời kỳ;

Trong tháng 3/2019 tổng lượng mưa phổ biến thấp hơn so với trung bình nhiều năm (TBNN) cùng thời kỳ, đặc biệt tại khu vực Tây Bắc và Việt Bắc tổng lượng mưa thấp hơn từ 20-50 mm. Riêng một số điểm mưa cục bộ tại Bắc Trung Bộ và miền Đông Nam Bộ cao hơn TBNN.

TÌNH HÌNH KHÍ TƯỢNG

1. Hiện tượng thời tiết đặc biệt:

+ Không khí lạnh:

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

- Sáng sớm ngày 06/3, do tác động của không khí lạnh kết hợp với dòng xiết gió tây trên cao nên tại Bắc Bộ trời chuyển rét, nhiệt độ thấp nhất tại một số nơi vùng núi cao như sau : Mẫu Sơn 8,0°C, Trùng Khánh 12,0°C, Lạng Sơn 12,80C, Tam Đảo 12,4°C, Đồng Văn 11,4°C, Sa Pa 10,2°C... Ở khu vực Bắc vịnh Bắc Bộ có gió Đông Bắc mạnh cấp 5, có lúc cấp 6, giạt cấp 7.

- Đêm 09/3, do ảnh hưởng của không khí lạnh tăng cường nên nhiệt độ ở các tỉnh Bắc Bộ giảm thêm, trời tiếp tục rét (Mẫu Sơn 7,2°C, Trùng Khánh 12,3°C, Tam Đảo 11,0°C, Đồng Văn 10,30C, Sa Pa 10,6°C...). Ở khu vực Bắc vịnh Bắc Bộ gió Đông Bắc mạnh cấp 5.

- Do ảnh hưởng của không khí lạnh đêm

14 nên từ ngày 15 tại các tỉnh phía Đông Bắc Bộ trời chuyển rét, nhiệt độ thấp nhất tại một số nơi như sau: Mẫu Sơn 9,4°C, Trùng Khánh 13,4°C, Tam Đảo 13,20C, Đồng Văn 10,2°C, Sa Pa 11,5°C...). Ở khu vực Bắc vịnh Bắc Bộ có gió Đông Bắc mạnh cấp 5.

- Do ảnh hưởng của đợt không khí lạnh ngày 23/3 nên từ ngày 24/3 tại các tỉnh phía Đông Bắc Bộ trời chuyển rét nhiệt độ thấp nhất phổ biến từ 14-17 độ, một số nơi thấp hơn như Mẫu Sơn 6,7°C, Trùng Khánh 11,7°C, Tam Đảo 12,2°C, Sa Pa 10,1°C... Ở khu vực Bắc vịnh Bắc Bộ có gió Đông Bắc mạnh cấp 6, có lúc giạt cấp 7.

+ Mưa vừa, mưa to:

Trong tháng đã diễn ra những đợt mưa đáng chú ý như sau:

- Từ ngày 04-10/3 do liên tiếp ảnh hưởng của không khí lạnh kết hợp với hội tụ gió trên mực cao nên khu vực phía Đông Bắc Bộ, Bắc Trung Bộ, đã có mưa diện rộng, riêng ngày 04/3, đã có nơi mưa vừa, mưa to như Bắc Sơn (Lạng Sơn) 61mm, Lạng Sơn 43mm, Quỳnh Lưu (Nghệ An) 40mm, Như Xuân (Thanh Hóa) 35mm...

- Từ ngày 23-26/3 do ảnh hưởng kết hợp của rãnh áp thấp bị nén và sự hội tụ của đới gió Tây nên khu vực phía Đông Bắc Bộ và Trung Bộ đã có mưa diện rộng, riêng ngày 23 tại các tỉnh từ Thanh Hóa đến Quảng Trị một số nơi có lượng mưa lớn như: Ba Đồn (Quảng Bình) 50mm, Đông Hà (Quảng Trị) 44mm, Kỳ Anh (Hà Tĩnh) 48mm, ...

- Ngày 29/3, do ảnh hưởng của rãnh gió tây ở độ cao 5000m khu vực Bắc Bộ có mưa,

có nơi có mưa vừa đến mưa to với tổng lượng mưa phổ biến từ 15-30mm, một số nơi cao hơn như Hiệp Hòa (Bắc Giang) 41mm, Tam Đường (Lai Châu) 36mm, ...

Trong tháng 3/2019 tổng lượng mưa phổ biến thấp hơn so với TBNN cùng thời kỳ, đặc biệt tại khu vực Tây Bắc và Việt Bắc thấp hơn từ 20-50 mm. Riêng một số điểm mưa cục bộ tại Bắc Trung Bộ và miền Đông Nam Bộ cao hơn TBNN.

2. Tình hình nhiệt độ

Nhiệt độ trung bình tháng 3/2019 trên cả nước đều cao hơn so với TBNN cùng thời kỳ. Trong đó, tại Bắc Bộ cao hơn phổ biến ở từ 1,0-2,0⁰C; khu vực Trung Bộ phổ biến cao hơn từ 1,5-2,5⁰C; các khu vực còn lại có nhiệt độ trung bình tháng cao hơn từ 0,5-1,0⁰C so với TBNN cùng thời kỳ.

Nơi có nhiệt độ cao nhất là Tuyên Hóa (Quảng Bình): 39,3⁰C (ngày 21) Nơi có nhiệt độ thấp nhất là Mẫu Sơn (Lạng Sơn): 6.7⁰C (ngày 24).

3. Tình hình mưa

Trong tháng 3/2019, tổng lượng mưa tháng phổ biến thấp hơn so với TBNN cùng thời kỳ, đặc biệt tại khu vực Tây Bắc và Việt Bắc thấp hơn từ 20-50 mm. Riêng một số nơi tại Bắc Trung Bộ và miền Đông Nam Bộ xảy ra mưa cục bộ nên làm cho tổng lượng mưa tháng cao hơn TBNN.

Nơi có lượng mưa tháng cao nhất là Bảo Lộc (Lâm Đồng): 184mm, cao hơn so với TBNN là 87mm. Nhiều nơi tại khu vực Nam Bộ cả tháng không có mưa.

4. Tình hình nắng:

Tổng số giờ nắng trong tháng 03/2019 ở khu vực trung du và đồng bằng Bắc Bộ, khu vực Bắc và Trung Trung Bộ hầu hết đều cao hơn so với TBNN cùng thời kỳ, các nơi khác thấp hơn so với TBNN.

Nơi có số giờ nắng cao nhất là Hàm Tân (Bình Thuận): 302 giờ, thấp hơn TBNN cùng thời kỳ 11 giờ.

Nơi có số giờ nắng thấp nhất là Bắc Giang: 22 giờ, cao hơn TBNN cùng thời kỳ 4 giờ.

KHÍ TƯỢNG NÔNG NGHIỆP

Điều kiện khí tượng nông nghiệp tháng III/2019 ở nhiều vùng của nước ta đã có nhiều chuyển biến theo hướng thuận lợi cho sản xuất nông nghiệp. Ở các tỉnh Miền Bắc nền nhiệt khá, nắng nhiều. Lượng mưa và số ngày mưa đã tăng hơn so với tháng trước, các cơn dông, mưa phùn, mưa rào đã bổ sung phần nào lượng nước thiếu hụt kéo dài nhiều tháng qua, bên cạnh đó lượng bốc hơi trong tháng giảm dẫn đến diện tích bị hạn cũng giảm xuống. Cuối tháng, tiếp tục gieo trồng các loại rau màu còn thời vụ và chăm sóc lúa đang thời kỳ đẻ nhánh. Tuy nhiên, điều kiện thời tiết ẩm, ẩm, số ngày mưa phùn nhiều cũng là điều kiện thuận lợi cho sâu bệnh phát triển

Ở Miền Nam đang trong thời kỳ mùa khô nên một số địa phương vẫn trong tình trạng thiếu nước cho sản xuất nông nghiệp. Tuy nhiên, trong tháng đã xuất hiện rải rác các cơn mưa trái mùa ở một số nơi tạo điều kiện thuận lợi cho cây trồng sinh trưởng và phát triển. Trong tháng các địa phương phía Nam chủ yếu thu hoạch lúa đông xuân; một số tỉnh bắt đầu xuống giống lúa hè thu và gieo trồng rau màu, cây công nghiệp ngăn ngày vụ hè thu

Tháng chuyển tiếp từ mùa lạnh sang mùa nóng, hay từ mùa mưa ít sang mùa mưa nhiều, nên diễn biến của thời tiết khá phức tạp do các hệ thống thời tiết mùa đông và mùa hạ tranh chấp nhau ảnh hưởng, Hệ quả là có

mưa rào và dông nhiều nơi khi không khí lạnh tràn xuống. Các vùng cao và núi cao loại hình thời tiết nguy hiểm như lốc xoáy, gió giật mạnh, mưa đá trong cơn dông xảy ra.

1. Đối với cây lúa

* Lúa Đông xuân: Tính cuối tháng III/2019, cả nước đã gieo trồng được 3.087,2 nghìn ha lúa đông xuân, bằng 100,8% cùng kỳ năm trước, bao gồm: Các địa phương phía Bắc đạt 1.088,4 nghìn ha, bằng 99,6%; các địa phương phía Nam đạt 1.998,8 nghìn ha, bằng 101,4%..

Các tỉnh miền Bắc:

Tiến độ gieo trồng lúa Đông xuân cơ bản đã hoàn thành. Thời tiết nắng ấm cùng nguồn nước tưới dồi dào tạo điều kiện thuận lợi cho cây lúa sinh trưởng và phát triển. Lúa đông xuân trên các vùng đồng bằng Bắc Bộ và Bắc Trung Bộ phần lớn diện tích đang trong thời kỳ đẻ nhánh, trà xuân sớm đã chuyển sang thời kỳ đứng cái. Nhìn chung, do được cảnh báo về tình trạng hạn hán có thể kéo dài nên công tác thủy lợi ở phần lớn các tỉnh đồng bằng Bắc Bộ đã được chuẩn bị tốt, lúa đông xuân trên các địa bàn có đủ nước tưới dưỡng, trạng thái sinh trưởng từ trung bình đến khá. Các tỉnh thuộc địa bàn miền núi do ảnh hưởng của rét đậm rét hại đầu vụ, nên tiếp tục hoàn thành tiến độ gieo cấy lúa đông xuân trong khung thời vụ cho phép. Tuy nhiên, dự báo thời gian tới mưa nhiều, độ ẩm cao sẽ khiến sâu bệnh gây hại trên lúa diễn biến phức tạp, nhất là bệnh đạo ôn, sâu cuốn lá, sâu đục thân, rầy các loại..., ngành nông nghiệp cần theo dõi sát diễn biến tình hình sâu bệnh, xử lý kịp thời các ổ bệnh để không ảnh hưởng đến sự phát triển của cây lúa

Các tỉnh miền Nam:

Tình trạng khô hạn Nam Trung Bộ và

Nam Bộ vẫn chưa được cải thiện, Nhiều khu vực cả tháng không có mưa: Bình Định, Phú Yên, Xuân Lộc, Tân Sơn Nhất, Vũng Tàu, Mộc Hóa, Phước Long, Cần Thơ, Sóc Trăng, Ba Tri, Mỹ Tho hoặc lượng mưa không đáng kể: các tỉnh Khánh Hòa, Ninh Thuận, Bình Thuận lượng mưa dưới 20mm; Bạc Liêu (2mm), Càng Long (2mm), Tây Ninh (9mm), Châu Đốc (10mm)... trong khi đó với nền nhiệt cao, nắng nóng, đặc biệt khu vực Đông Nam Bộ gió Tây khô nóng xảy ra ở các địa phương, trong đó có những vùng xuất hiện 19, 20 ngày nắng nóng như Tân Sơn Nhất, đồng Phú... làm lượng bốc hơi tháng tăng cao phổ biến từ 77mm đến 207mm cộng thêm gió chướng thổi mạnh gây thiếu nước nghiêm trọng làm nhiều vùng đang phải đối mặt với tình trạng hạn hán, các vùng ven biển ở đồng bằng sông Cửu Long như Tiền Giang, Kiên Giang, Bến Tre... nước mặn tràn vào đe dọa sản xuất nông nghiệp và nguồn nước sinh hoạt của người dân gặp nhiều khó khăn Khu vực Tây Nguyên tuy lượng mưa và số ngày mưa trong tháng III đã tăng lên so với tháng II nhưng vẫn không đủ nước cho cây trồng sinh trưởng, phát triển. Mặc dù chưa bước vào thời kỳ đỉnh điểm của mùa khô hạn, nhưng hiện nay nhiều hồ, đập thủy lợi ở các tỉnh Tây Nguyên đã sụt giảm nguồn nước nghiêm trọng so cùng kỳ năm trước thậm chí nhiều hồ đã cạn trơ đáy, người dân không còn nước để tưới tiêu cho cây trồng. Hiện nay có khoảng 626ha lúa và màu ở tỉnh Đắk Nông bị thiếu nước tưới. Dự báo, tình hình hạn hán sẽ diễn ra hết sức khốc liệt, đe dọa 30.000ha (gồm 26.000ha cây lâu năm và 4.000ha lúa, màu) trên địa bàn Tại các địa phương phía Nam, diện tích gieo trồng lúa đông xuân vùng Đồng bằng sông Cửu Long năm nay đạt

1.601,5 nghìn ha, bằng 101,8% so với cùng kỳ năm trước, trong đó diện tích lúa tăng chủ yếu ở Cà Mau với 37,9 nghìn ha do chuyển đổi mùa vụ từ lúa mùa sang lúa đông xuân. Đến nay, vùng Đồng bằng sông Cửu Long có 1.042,6 nghìn ha lúa đông xuân cho thu hoạch, chiếm 65,1% diện tích xuống giống, tăng 64,8% so với cùng kỳ năm 2018 do không bị ảnh hưởng bởi mưa lũ và triều cường như năm trước. Tuy nhiên, nắng nóng kéo dài gây ảnh hưởng tới chất lượng và năng suất của những trà lúa sớm. Sản lượng lúa đông xuân toàn vùng Đồng bằng sông Cửu Long ước tính đạt 10,8 triệu tấn, giảm 37,9 nghìn tấn so với vụ đông xuân trước; năng suất ước tính đạt 67,4 tạ/ha, giảm 1,5 tạ/ha. Cũng đến cuối tháng III, các tỉnh Đồng bằng sông Cửu Long cơ bản hoàn thành thu hoạch lúa vụ mùa 2018-2019. Theo báo cáo sơ bộ của các địa phương, diện tích gieo trồng toàn vùng đạt 171,7 nghìn ha, giảm 25,6 nghìn ha so với vụ lúa mùa trước; năng suất ước tính đạt 46,4 tạ/ha, tăng 0,3 tạ/ha; sản lượng đạt 797,2 nghìn tấn, giảm 112,3 nghìn tấn. Việc chuyển đổi diện tích từ gieo trồng lúa mùa sang lúa đông xuân tại tỉnh Cà Mau đã ảnh hưởng tới kết quả sản xuất vụ mùa của vùng Đồng bằng sông Cửu Long, đồng thời năng suất lúa giảm do mùa mưa kết thúc sớm, một phần diện tích lúa tằm bị nhiễm mặn dẫn đến sản lượng lúa của tỉnh Cà Mau giảm 206,7 nghìn tấn so với vụ mùa năm trước.

2. Đối với các loại rau màu và cây công nghiệp

Cùng với việc gieo cấy lúa Đông xuân, tính cuối tháng III, các địa phương trong cả nước đã gieo trồng được 346,8 nghìn ha ngô, bằng 102,9% cùng kỳ năm trước; 62,3 nghìn ha khoai lang, bằng 98,9%; 120,8 nghìn ha

lạc, bằng 98,2%; 14,9 nghìn ha đỗ tương, bằng 103,5%; 520,8 nghìn ha rau đậu, bằng 102,8%. Theo Tổng cục Thống kê, quý I năm 2019, Trong quý I/2019, một số cây công nghiệp lâu năm đã cho thu hoạch, trong đó: sản lượng cao su ước tính đạt 121,5 nghìn tấn, tăng 3,6% so với cùng kỳ năm trước; chè búp đạt 86,1 nghìn tấn, tăng 2,6%; hồ tiêu đạt 137,6 nghìn tấn, giảm 1,4%; điều đạt 166,7 nghìn tấn, giảm 8,5%. Sản lượng một số loại cây ăn quả tăng khá: chuối ước tính đạt 528,2 nghìn tấn, tăng 2,4% so với cùng kỳ năm 2018; cam đạt 375,3 nghìn tấn, tăng 8,6%; dứa đạt 190,2 nghìn tấn, tăng 6,7%; xoài đạt 185 nghìn tấn, tăng 4,8%. Chè lớn búp hái ở Ba Vì và Mộc Châu, trạng thái sinh trưởng trung bình đến khá; độ ẩm đất trung bình. Chè lớn lá thật thứ nhất ở Phú Hộ, trạng thái sinh trưởng trung bình, đất ẩm Ngô xuân khu vực Trung du và miền núi đang trong giai đoạn cở, trạng thái sinh trưởng bình thường.

Miền Trung lạc đang trong giai đoạn nở hoa, trạng thái sinh trưởng trung bình; đậu tương trong giai đoạn ra quả, nở hoa, trạng thái sinh trưởng trung bình. Cà phê ở Tây Nguyên đang nở hoa, sinh trưởng tốt trên đất ẩm. Cà phê ở Xuân Lộc trong giai đoạn hình ra hoa và thành quả, trạng thái sinh trưởng trung bình.

TÌNH HÌNH THỦY VĂN

1. Bắc Bộ

Mực nước các sông thượng lưu hệ thống sông Hồng- Thái Bình tiếp tục biến đổi chậm với xu thế xuống dần, hạ lưu tiếp tục chịu ảnh hưởng bởi sự điều tiết của các hồ chứa thượng nguồn và thủy triều. Nguồn dòng chảy so với trung bình nhiều năm (TBNN) trên sông Đà, sông Gâm và hạ lưu sông

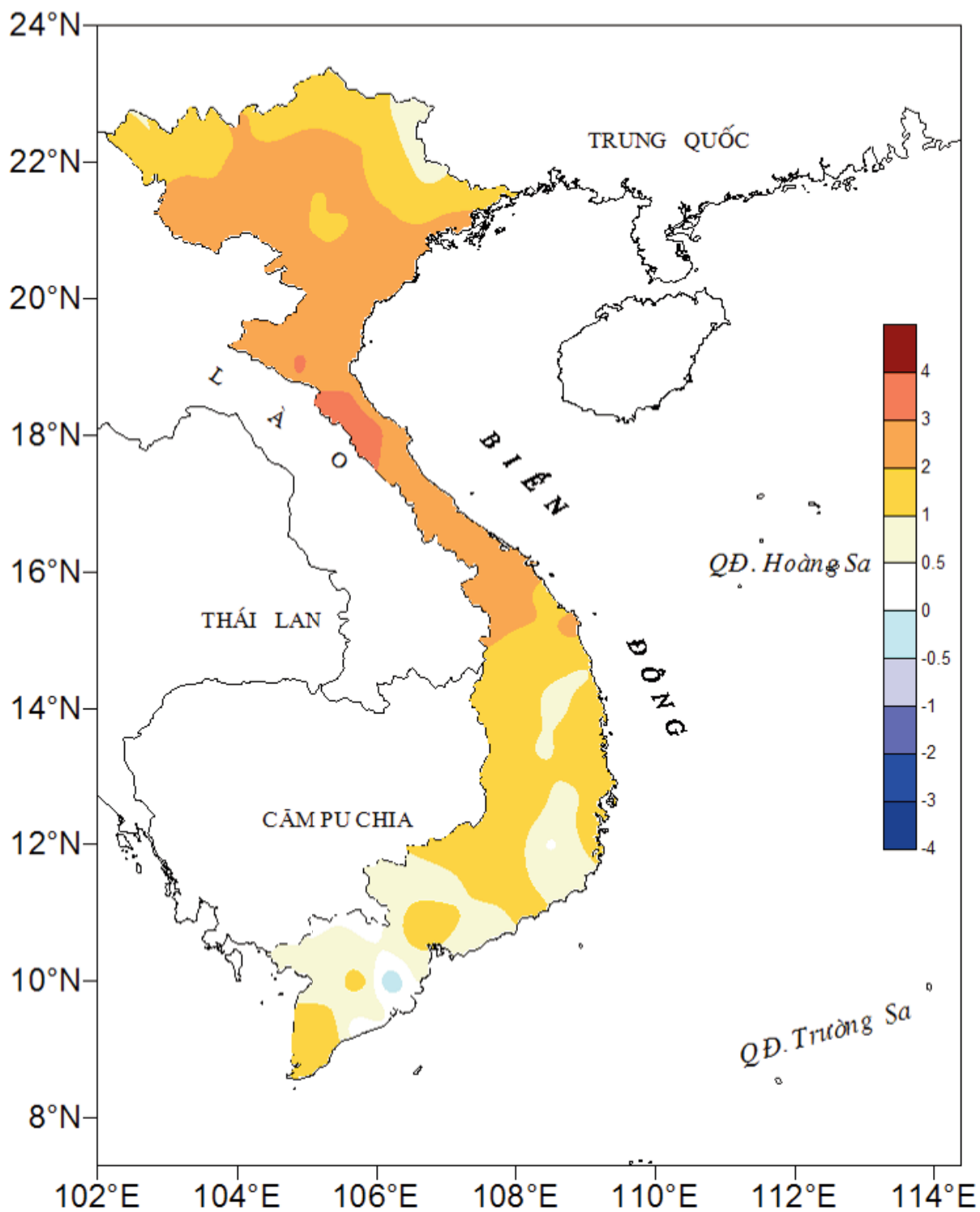
ĐẶC TRƯNG MỘT SỐ YẾU TỐ KHÍ TƯỢNG

Số thứ tự	TÊN TRẠM	Nhiệt độ (°C)								Độ ẩm (%)		
		Trung bình	Chuẩn sai	Cao nhất			Thấp nhất			Trung bình	Thấp nhất	Ngày
				Trung bình	Tuyệt đối	Ngày	Trung bình	Tuyệt đối	Ngày			
1	Tam Đường	20.3	1.4	25.1	30.5	30	16.6	13.2	3	77	33	22
2	Điện Biên	23.6	1.8	31.5	35.4	23	19.0	14.8	11	74	32	21
3	Sơn La	22.1	2.1	29.0	33.0	21	17.7	14.4	12	73	24	21
4	Sa Pa	15.4	1.5	19.7	25.2	22	12.5	8.7	11	85	41	22
5	Lào Cai	23.1	2.5	27.2	33.2	21	20.4	17.9	12	82	39	3
6	Yên Bái	21.9	2.2	25.1	30.7	22	19.8	15.4	12	79	60	11
7	Hà Giang	22.1	1.8	25.9	31.6	21	19.7	17.4	7	83	53	3
8	Tuyên Quang	22.4	2.5	25.6	31.7	22	20.3	16.4	7	83	56	11
9	Lạng Sơn	19.0	0.8	22.8	30.7	22	16.6	11.4	12	87	52	11
10	Cao Bằng	19.9	0.9	24.7	33.0	21	17.2	13.4	12	86	50	11
11	Thái Nguyên	21.9	2.1	25.1	30.3	31	19.9	15.8	8	83	50	11
12	Bắc Giang	21.9	2.0	25.0	30.6	22	19.8	15.0	25	84	50	12
13	Phú Thọ	21.7	1.9	25.0	30.5	22	19.7	15.9	12	89	61	11
14	Hoà Bình	22.7	2.0	26.9	33.7	21	20.1	16.5	25	82	49	12
15	Hà Nội (Hà Đông)	22.6	2.4	25.9	31.8	21	20.6	16.2	25	81	49	12
16	Tiên Yên	20.9	2.0	23.7	29.4	22	19.1	14.9	12	91	63	11
17	Bãi Cháy	21.7	2.5	23.9	29.0	3	20.0	16.2	25	89	58	12
18	Phù Lễn	21.4	2.3	24.3	29.5	30	19.6	15.5	25	96	59	12
19	Thái Bình	21.7	2.2	24.3	28.8	31	20.8	15.7	25	93	57	12
20	Nam Định	22.0	2.2	25.3	30.2	31	19.9	15.5	24	89	53	12
21	Thanh Hoá	22.4	2.6	25.1	29.7	31	20.8	17.2	24	91	62	12
22	Vinh	23.2	2.9	26.0	31.8	21	21.4	18.4	11	91	69	12
23	Đồng Hới	24.6	2.9	27.9	31.7	6	22.6	20.0	25	84	64	6
24	Huế	25.5	2.4	30.2	35.4	22	22.3	19.2	1	89	56	6
25	Đà Nẵng	26.3	2.2	30.0	31.6	29	24.2	22.0	1	83	54	27
26	Quảng Ngãi	26.6	2.2	31.5	33.4	29	23.4	20.1	2	83	48	1
27	Quy Nhơn	27.3	2.0	30.5	32.6	18	25.2	22.5	2	82	45	18
28	Plây Cu	24.2	1.5	31.8	34.0	7	19.5	15.8	19	72	24	18
29	Buôn Ma Thuột	26.2	1.5	33.1	35.2	11	21.5	18.5	2	70	34	4
30	Đà Lạt	18.7	0.4	25.6	27.6	5	14.1	8.8	2	75	28	5
31	Nha Trang	27.4	1.6	30.8	32.5	21	24.4	22.0	3	53	53	21
32	Phan Thiết	27.7	1.2	31.7	33.5	23	24.8	22.2	3	78	58	3
33	Vũng Tàu	28.4	0.6	31.6	32.6	18	26.6	24.0	6	75	67	2
34	Tây Ninh	28.8	0.6	35.0	37.2	11	24.5	22.1	5	72	43	27
35	T.P H-C-M	29.6	1.7	35.1	37.2	26	26.6	24.5	5	68	34	18
36	Tiền giang	28.3	0.7	33.0	34.9	30	25.2	21.0	5	78	46	30
37	Cần Thơ	28.5	1.2	34.2	35.7	11	24.6	21.3	3	74	39	6
38	Sóc Trăng	27.9	0.7	33.5	34.8	28	24.0	20.3	5	77	48	4
39	Rạch Giá	28.7	0.5	32.8	34.5	13	25.0	22.5	3	75	45	13
40	Cà Mau	28.6	1.8	33.0	34.6	29	25.6	22.2	3	77	46	4

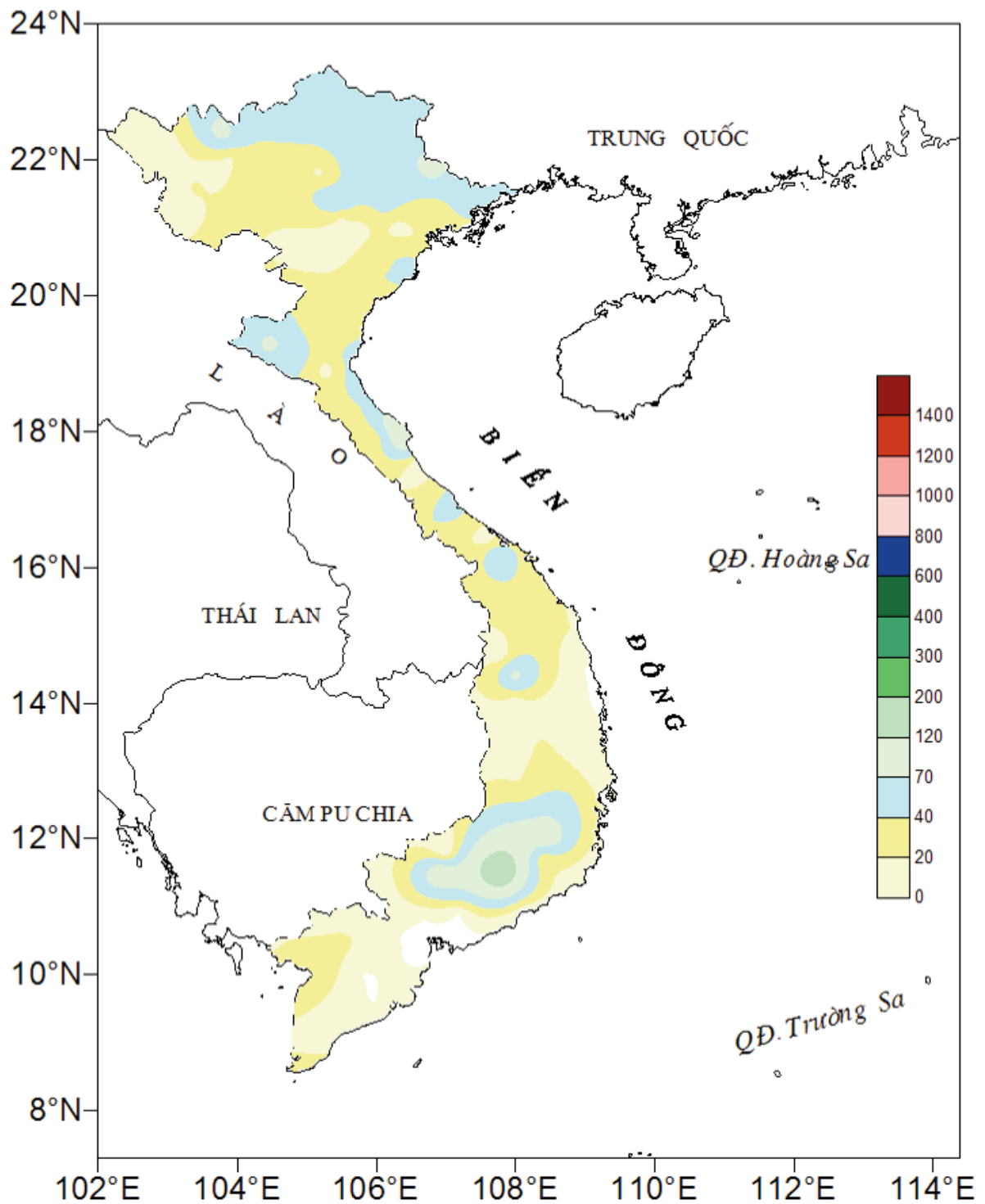
Ghi chú: Ghi theo công điện khí hậu hàng tháng

CỦA CÁC TRẠM THÁNG 03 NĂM 2019

Lượng mưa (mm)							Lượng bốc hơi (mm)			Giờ nắng		Số ngày			
Tổng số	Chuẩn sai	Cao nhất	Ngày	Số ngày liên tục		Số ngày có mưa	Tổng số	Cao nhất	Ngày	Tổng số	Chuẩn sai	Gió tây khô nóng		Đông	Mưa phùn
				Không mưa	Có mưa							Nhẹ	Mạnh		
51	-27	36	29	10	3	5	100	7	23	192	-11	0	0	3	0
17	-39	14	7	20	2	3	90	5	22	224	41	4	0	2	0
23	-17	11	27	11	3	7	92	7	21	200	30	0	0	6	0
92	-14	33	7	5	6	17	68	14	22	162	6	0	0	3	3
49	-11	19	29	8	4	10	91	5	3	118	13	0	0	4	0
26	-48	5	5	3	6	20	46	3	3	43	-2	0	0	2	18
70	20	31	19	4	5	15	54	36	3	90	16	0	0	5	4
16	-28	5	7	8	4	11	54	4	24	70	15	0	0	0	12
78	25	43	5	7	6	14	32	2	11	53	-8	0	0	4	8
42	3	14	7	9	6	11	45	4	21	74	-5	0	0	2	6
45	-10	18	29	6	4	16	69	4	10	45	-4	0	0	3	9
47	29	32	29	6	4	14	54	4	10	22	-28	0	0	1	7
46	-4	8	7	4	6	18	42	3	4	35	-15	0	0	4	0
10	-17	4	15	9	3	9	52	3	13	88	13	0	0	0	0
15	-29	4	6	7	4	12	56	3	28	45	-1	0	0	1	10
56	4	23	29	3	7	20	29	2	12	41	1	0	0	1	0
33	-10	15	29	6	7	16	35	2	13	30	-16	0	0	1	2
22	-26	4	17	3	5	15	27	3	30	31	-9	0	0	2	10
51	5	22	4	4	5	14	26	2	4	28	-13	0	0	1	13
39	-12	16	4	6	5	12	43	3	2	42	-2	0	0	2	8
31	-10	25	4	4	3	11	36	2	12	67	13	0	0	1	16
53	6	20	5	6	5	17	34	2	14	76	12	0	0	1	0
4	-40	3	24	13	2	7	61	3	12	130	32	0	0	4	0
9	-38	5	29	12	3	8	22	3	22	158	44	0	0	2	1
34	12	22	24	23	3	5	70	4	4	188	6	0	0	3	0
20	-18	14	24	15	1	3	61	3	2	226	9	0	0	1	0
-	-24	-	-	31	0	0	100	6	4	276	7	0	0	0	0
8	-20	8	22	21	2	3	108	5	6	271	-4	0	0	3	0
22	0	18	30	17	2	3	131	57	25	257	-17	2	0	2	0
100	50	28	21	7	4	11	60	4	5	221	-48	0	0	4	0
19	-13	17	24	23	2	3	127	64	22	270	6	0	0	0	0
-	-5	-	-	19	1	1	131	7	26	302	-8	0	0	0	0
-	-5	-	-	31	0	0	110	5	26	297	4	0	0	0	0
9	-17	9	16	15	1	1	152	6	27	253	-27	13	0	2	0
-	-10	-	-	23	1	1	147	7	26	264	-8	18	3	0	0
-	-4	-	-	30	0	0	107	5	26	297	-10	0	0	0	0
-	-10	-	-	31	0	0	118	47	26	295	7	4	0	1	0
-	-13	-	-	24	1	1	104	4	27	291	19	0	0	1	0
41	5	33	23	15	4	6	120	5	13	291	50	0	0	2	0
13	-21	7	24	21	1	2	114	47	14	295	43	0	0	0	0



Hình 1: Bản đồ chuẩn sai nhiệt độ tháng 3 - 2019 so với TBNN (độ C)
 (Theo công điện Clim hàng tháng)



Hình 2: Bản đồ lượng mưa tháng 3 - 2019 (mm)

(Theo công điện Clim hàng tháng)

Hồng lớn hơn TBNN từ 30-200% (lớn nhất tại hồ Hòa Bình do sự điều tiết phát điện từ thủy điện Sơn La), trên sông Thao, sông Chảy và hạ lưu sông Lô nhỏ hơn TBNN từ 20-80%. Mức nước thấp nhất chuỗi quan trắc đã xuất hiện trên sông Lô tại Tuyên Quang.

Trên sông Đà, mực nước cao nhất tháng tại Mường Lay là 213,93m (19h ngày 13), thấp nhất là 207,72m (19h ngày 31); mực nước trung bình tháng là 211,89m; tại Tạ Bú mực nước cao nhất tháng là 111,86m (04h ngày 31); thấp nhất là 106,45m (07h ngày 01), mực nước trung bình tháng là 108,79m. Lưu lượng lớn nhất tháng đến hồ Hoà Bình là 2074m³/s (13h ngày 26), nhỏ nhất tháng là 40m³/s (1h ngày 1); lưu lượng trung bình tháng 1093m³/s, lớn hơn 202% so với TBNN (362m³/s) cùng kỳ. Lúc 19 giờ ngày 31/3, mực nước hồ Hoà Bình là 110,94m, cao hơn cùng kỳ năm 2018 (107,80m) là 3,14m.

Trên sông Thao, tại trạm Yên Bái, mực nước cao nhất tháng là 25,17m (19h ngày 6); thấp nhất là 24,32m (16h ngày 03), mực nước trung bình tháng là 24,32m, cao hơn TBNN cùng kỳ (24,21m) là 0,11 m.

Trên sông Lô tại Tuyên Quang, mực nước cao nhất tháng là 15,48m (4h ngày 28); thấp nhất 13,62m (19h ngày 18) - thấp nhất trong chuỗi quan trắc, mực nước trung bình tháng là 14,43m, thấp hơn TBNN cùng kỳ (14,96m) là 0,53m.

Trên sông Hồng tại Hà Nội, mực nước cao nhất tháng là 1,64m (07h ngày 31), mực nước thấp nhất xuống mức 0,36m (0h ngày 19), mực nước trung bình là 1,03m, thấp hơn TBNN (2,68m) là 1,65m, thấp hơn cùng kỳ năm 2018 (0,01m).

Trên sông Thái Bình tại Phả Lại mực nước cao nhất tháng là 1,30m (7h ngày 18), thấp nhất -0,08m (16h ngày 14), mực nước

trung bình tháng là 0,55m, thấp hơn TBNN cùng kỳ (0,81 m) là 0,26m.

2. Trung Bộ và Tây Nguyên

Khu vực Bắc Trung Bộ: Mực nước trên các sông biến đổi chậm theo xu thế xuống dần.

Lưu lượng dòng chảy trên các sông ở Thanh Hóa thấp hơn TBNN từ 20-25%, các sông ở Nghệ An thấp hơn từ 72-76%, các sông ở Hà Tĩnh thấp hơn từ 20-25%.

Khu vực Trung Trung Bộ: Mực nước trên các sông biến đổi chậm, riêng sông Kiến Giang (Quảng Bình) từ ngày 23-24/3 có dao động nhỏ.

Lưu lượng dòng chảy trên sông Tả Trạch tại Thượng Nhật (Thừa Thiên Huế) thấp hơn TBNN 28%, sông Thu Bồn tại Nông Sơn (Quảng Nam) và sông Trà Khúc tại Sơn Giang (Quảng Ngãi) cao hơn TBNN từ 12-44%.

Khu vực Nam Trung Bộ: Mực nước trên các sông biến đổi chậm.

Lưu lượng dòng chảy trên các sông ít biến đổi, phổ biến thấp hơn so với TBNN cùng kỳ từ 40-90%. Riêng sông La Ngà tại Tà Pao cao hơn 15% so với TBNN cùng kỳ, sông Lũy tại Sông Lũy cao hơn 80% so với TBNN cùng kỳ.

Khu vực Tây Nguyên: Từ ngày 10-11/3, trên sông Cam Ly tại trạm Thanh Bình xuất hiện 1 đợt dao động với biên độ 0,5-1,0m, các sông khác ở khu vực Tây Nguyên dao động theo điều tiết của hồ chứa.

Lưu lượng dòng chảy trên sông ĐăkBlá tại Kon Tum cao hơn TBNN 12%, trên sông Srêpôk tại Giang Sơn thấp hơn TBNN 36% so cùng kỳ.

Tình hình hồ chứa:

Hồ thủy lợi: Các hồ chứa thủy lợi vừa và lớn từ Thanh Hóa đến Thừa Thiên Huế đạt từ

50-80% dung tích thiết kế (DTTK); các hồ từ Đà Nẵng đến Bình Thuận đạt từ 52-88% DTTK; các hồ ở Tây Nguyên đạt từ 51-67% DTTK.

Hồ thủy điện: Mực nước các hồ thủy điện Trung Bộ và khu vực Tây Nguyên thấp hơn mực nước dâng bình thường (MNDBT) từ 1-5m; một số hồ thấp hơn MNDBT trên 10,0m như A Vương, Ka Năk, Hàm Thuận, Đồng Nai

3. Nam Bộ

Mực nước trên sông Cửu Long, sông Sài Gòn chịu ảnh hưởng của triều. Mực nước cao nhất trên sông Tiền tại Tân Châu 1,45m (ngày 22/3); trên sông Hậu tại Châu Đốc 1,59m (ngày 22,24/3); trên sông Sài Gòn tại Phú An 1,53m (ngày 22/3), trên BĐ3 0,03m.

Table of content

- 1 **Le Van Nghi** (2019), *Risk assessment for terraced reservoirs system on Da river in Case of Dam failure*, Vietnam Journal of Hydro - Meteorology, Volume 700, 1 - 11.

- 12 **Nguyen Van Dao, Pham Thi Thanh Binh** (2019), *Evaluation of the situation and impact of Climate change on the Salinity intrusion at Ben Tre province* , Vietnam Journal of Hydro-Meteorology, Volume 700, 12 - 22.

- 23 **Nguyen Van Khanh, Tran Thuc** (2019), *Research about assessing climate change impacts on The Flow into A Vuong lake*, Vietnam Journal of Hydro-Meteorology, Volume 700, 23 - 33.

- 34 **Bui Ta Long, Nguyen Chau My Duyen** (2019), *Air Pollution modelling over complex terrain from Point source*, Vietnam Journal of Hydro-Meteorology, Volume 700, 34 - 45.

- 46 **Bui Van Chanh, Nguyen Van Ly** (2019), *TAplying Mike model for inundation simuation in Discharging flooding and breaking Dinh Binh Dam*, Vietnam Journal of Hydro-Meteorology, Volume 700, 46 - 55.

- 56 **Le Van Nghi** (2019), *Proposing solutions to reduce flooding in Phong Nha - Ke Bang by The Canal connecting son and Ly Hoa rivers*, Vietnam Journal of Hydro-Meteorology, Volume 700, 56 - 64.

- 65 **Nguyen Van Huan** (2019), *Diurnal variation of precipitation day-night and change in Central Highland*, Vietnam Journal of Hydro-Meteorology, Volume 700, 65 - 74.

- 75 Summary of the Meteorological, Agro-Meteorological, Hydrological Conditions in March 2019 - **National Center of Hydro-Meteorological Forecasting an Institute of Meteorology, Hydrology and Climate Change**