

ỨNG DỤNG MÔ HÌNH HEC-HMS MÔ PHỎNG DÒNG CHẢY LŨ HỒ CHỨA BẢN MÒNG VÀ CÁC TIỂU LƯU VỰC VÙNG HẠ DU

Phạm Văn Chiến¹

Tóm tắt: Bài báo này trình bày các kết quả mô phỏng dòng chảy lũ hồ chứa Bản Mòng và các tiểu lưu vực vùng hạ du hồ chứa sử dụng mô hình HEC-HMS. Các thông số của mô hình HEC-HMS được hiệu chỉnh sử dụng số liệu dòng chảy lũ ngày 24-25/7/2015 và phương pháp thử sai. Mô hình HEC-HMS được kiểm định sử dụng số liệu của trận lũ ngày 26-27/7/1991, trước khi được áp dụng để mô phỏng đường quá trình lũ ứng với trận mưa lớn điển hình từ ngày 4-7/8/2017. Kết quả mô phỏng thể hiện rằng mô hình HEC-HMS đã tái hiện rất tốt đường quá trình lưu lượng lũ thực đo, với: $r \geq 0,93$, $NSE \geq 0,80$, chênh lệch lưu lượng đỉnh lũ thực đo và tính toán chỉ bằng 5% biên độ của lưu lượng lũ thực đo. Thời gian lũ trên lưu vực hồ chứa Bản Mòng và các tiểu lưu vực vùng hạ du hồ chứa kéo dài khoảng 24 giờ. Đồng thời, lưu lượng đỉnh lũ xuất hiện khá tương đồng với sự xuất hiện đỉnh mưa tại các trạm Bản Mây, Bản Cuốn và Sơn La.

Từ khóa: Hồ chứa Bản Mòng, HEC-HMS, dòng chảy lũ.

1. ĐẶT VẤN ĐỀ

Trong các lưu vực sông, dòng chảy lũ là một trong những đặc trưng rất quan trọng trong nghiên cứu diễn biến hình thái lòng sông cũng như quản lý rủi ro thiên tai liên quan đến ngập lụt. Kết quả đánh giá tác động của dòng chảy lũ trên bãi sông và trên lòng chính cũng như mối tương tác giữa chúng là cơ sở quan trọng để xem xét các giải pháp chỉnh trị phục vụ quy hoạch phát triển dân cư, hạ tầng phù hợp, hạn chế các tác động bất lợi đồng thời cải thiện khả năng tiêu thoát lũ của một con sông cũng như lưu vực sông. Mặt khác, trong quản lý rủi ro thiên tai của lưu vực sông, tính toán định lượng và chính xác dòng chảy lũ (lưu lượng đỉnh lũ, tổng lượng lũ, thời gian duy trì đỉnh lũ, thời gian lũ lên, lũ xuống) là những yếu tố then chốt giúp cho việc đưa ra các giải pháp ứng cứu kịp thời. Do đó, xác định các đặc trưng dòng chảy lũ là việc làm hết sức cần thiết và quan trọng trong các lưu vực sông nhằm giúp cho việc hoạch định các chiến lược khai thác, sử dụng và quản lý nguồn nước một cách hiệu quả, bền vững, đồng

thời giảm thiểu và hạn chế tối đa các tác động tiềm ẩn do dòng chảy lũ gây ra.

Có nhiều phương pháp khác nhau có thể được sử dụng để tính toán dòng chảy lũ, như: (i) phương pháp quan trắc, đo đạc, (ii) phương pháp sử dụng các công thức kinh nghiệm hoặc các công thức thực nghiệm, (iii) phương pháp mô hình toán thủy lực, (iv) phương pháp mô hình toán thủy văn. Trong số các phương pháp nêu trên, phương pháp mô hình toán thủy văn thường được sử dụng rộng rãi, đã và đang trở thành một trong các công cụ phổ biến trong nhiều tính toán dòng chảy lũ trong các nghiên cứu cũng như trong nhiều áp dụng thực tiễn. Bởi vì phương pháp mô hình toán thủy văn cho phép các thay đổi liên quan một cách dễ dàng, linh hoạt, thao tác đơn giản và dễ dàng sử dụng. Đồng thời, kết quả mô phỏng từ các mô hình toán thủy văn cho phép cung cấp đầy đủ và hữu ích các đặc trưng của dòng chảy lũ. Nổi bật trong các mô hình toán thủy văn dùng để mô phỏng dòng chảy lũ đã và đang sử dụng phổ biến hiện nay đó là mô hình HEC-HMS, được biết đến là một sản phẩm của các kỹ sư thuộc trung tâm thủy văn công trình, quân đội Hoa Kỳ.

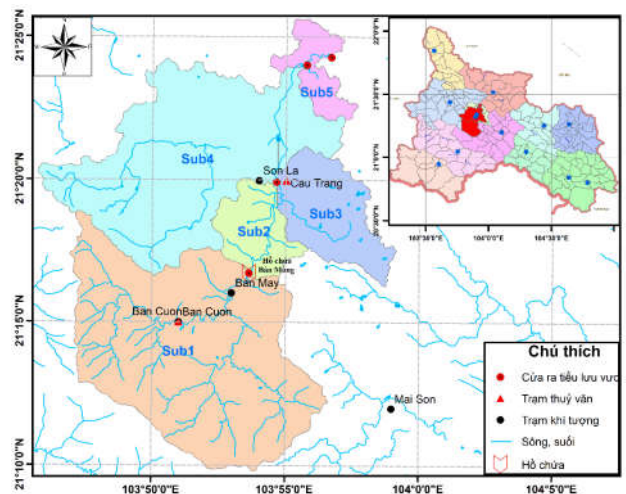
¹ Trường Đại học Thủy lợi.

Mô hình HEC-HMS đã và đang được sử dụng để mô phỏng dòng chảy lũ trên các lưu vực sông, với nhiều mục đích khác nhau. Nghinh và ccs (2015) đã áp dụng mô hình HEC-HMS để tính toán lũ trên các sông Bến Hải, Hiếu và Thạch Hãn tỉnh Quảng Trị và sông Kone tỉnh Bình Định. Đinh và ccs (2013) đã ứng dụng mô hình HEC-HMS để nghiên cứu mô phỏng dòng chảy lũ trên lưu vực sông Hương, tỉnh Thừa Thiên Huế. Sau đó, kết quả mô phỏng dòng chảy lũ từ mô hình HEC-HMS đã được so sánh với các kết quả mô phỏng từ mô hình thủy lực HEC-RAS, để đánh giá mức độ tin cậy của các kết quả tính toán. Hoàng Ngọc Tuấn (2017) đã ứng dụng mô hình HEC-HMS để dự báo dòng chảy lũ và xây dựng đường quá trình xả lũ về hạ du cho các hồ chứa thuộc lưu vực sông Serepok, tỉnh Đắk Lắk. Anh và ccs (2020) đã áp dụng mô hình HEC-HMS để dự báo lưu lượng nước vào hồ Bản Chát mùa lũ 2020. Tú và ccs (2021) đã ứng dụng dữ liệu mưa CHIRPS và mô hình HEC-HMS để mô phỏng dòng chảy lũ ở lưu vực sông Lai Giang, tỉnh Bình Định. Các ví dụ nêu trên thể hiện rằng mô hình HEC-HMS hoàn toàn có thể được sử dụng để mô phỏng dòng chảy lũ trên các lưu vực. Tuy nhiên cũng cần phải nhấn mạnh rằng áp dụng mô hình HEC-HMS cho mô phỏng dòng chảy lũ trên các lưu vực sông miền núi, đặc biệt là các lưu vực ở tỉnh Sơn La còn rất nhiều hạn chế, nhất là trong điều kiện số liệu quan trắc các đặc trưng dòng chảy lũ thiếu và không đồng nhất.

Mục tiêu chính của nghiên cứu này là (i) ứng dụng mô hình HEC-HMS để mô phỏng dòng chảy lũ cho hồ chứa Bản Mòng (tỉnh Sơn La) và các tiểu lưu vực vùng hạ du hồ chứa, (ii) xác định thời gian duy trì dòng chảy lũ, (iii) mối tương quan giữa lưu lượng đỉnh lũ và mưa. Mục tiêu cụ thể là (i) xác định giá trị thích hợp của các thông số mô hình HEC-HMS sử dụng chuỗi số liệu của các trận lũ điển hình xảy ra năm 1991 và 2015 trong khu vực nghiên cứu và (ii) mô phỏng đường quá trình lũ cho lưu vực hồ chứa Bản Mòng và các tiểu lưu vực vùng hạ du hồ chứa ứng với trận mưa lớn điển hình

xảy ra từ ngày 4-7/8/2017. Chuỗi số liệu (i) lưu lượng dòng chảy lũ tại trạm thủy văn Cầu 308 và (ii) mưa giờ tại trạm khí tượng Bản Cuồn, Bản Mây và Sơn La được sử dụng cho các mục đích tính toán. Các chỉ tiêu đánh giá sai số, bao gồm: sai số quân phương, sai số tuyệt đối trung bình, hệ số tương quan giữa lưu lượng dòng chảy lũ thực đo và tính toán, hệ số Nash-Sufficient, chênh lệch đỉnh lũ tính toán và thực đo sẽ được tính toán để đánh giá định lượng sự phù hợp giữa kết quả mô phỏng và giá trị đo đạc.

2. HỒ CHỨA BẢN MÒNG VÀ CÁC TIỂU LƯU VỰC VÙNG HẠ DU



Hình 1. Bản đồ vị trí hồ chứa Bản Mòng và các tiểu lưu vực vùng hạ du, cùng các trạm khí tượng thủy văn khu vực nghiên cứu

Hồ chứa Bản Mòng được xây dựng trên suối Nậm La thuộc xã Hòa La, thành phố Sơn La, tỉnh Sơn La (Hình 1). Tuyến đập cách thành phố Sơn La khoảng 7km về phía Tây Nam và có tọa độ địa lý vào khoảng $21^{\circ}16' - 21^{\circ}17'$ vĩ độ Bắc và $103^{\circ}52' - 103^{\circ}53'$ kinh độ Đông. Suối Nậm La, là phụ lưu của sông Đà bắt nguồn từ dãy núi Phu Ta Lan cao 1597m, bao gồm hai nhánh suối chính: nhánh thứ nhất bắt nguồn từ Bản Lằm (huyện Thuận Châu), nhánh thứ hai bắt nguồn từ xã Chiềng Chung (huyện Mai Sơn). Hai nhánh nhập lưu tại Bản San xã Hòa La tạo thành dòng chính gọi là suối Nậm La, hướng chảy chính là Bắc –

Nam, chiều dài suối chính là 58,6 km. Suối chảy quanh co qua thành phố Sơn La và chảy vào các hang ngầm tại chân đèo Cao Pha và nhập vào sông Đà tại Tạ Bú (Hình 1).

Suối Nậm La có chiều dài hơn 30 km, là phụ lưu cấp một của suối Nậm Bú và cấp hai của Sông Đà. Diện tích lưu vực tính đến chân đèo Cao Pha khoảng 386 km² và thuộc địa phận hành chính của thành phố Sơn La, huyện Mai Sơn và Thuận Châu. Độ dốc lưu vực bình quân rất lớn, khoảng 45‰. Suối Nậm La trên địa bàn thành phố Sơn La chảy qua các xã Hua La, Chiềng Cơi và các phường Tô Hiệu, Chiềng Lè, Chiềng An và kết thúc tại xã Chiềng Xôm với tổng chiều dài 18 km, lòng suối trung bình rộng từ 10 m đến 15 m. Địa hình lưu vực Nậm La có đặc điểm là suối hẹp, độ dốc lớn. Do đặc điểm địa hình của lưu vực nên quá trình tập trung dòng chảy, nhất là dòng chảy lũ về mùa mưa diễn ra nhanh và khi hết mưa lưu lượng dòng chảy lũ cũng giảm nhanh. Trong mùa mưa lũ, lưu lượng đỉnh lũ có thể lên đến (2000-2500) m³/s. Mùa lũ trên lưu vực thường từ tháng VI đến tháng X, trong khi đó mùa kiệt kéo dài từ tháng XI đến tháng V năm sau.

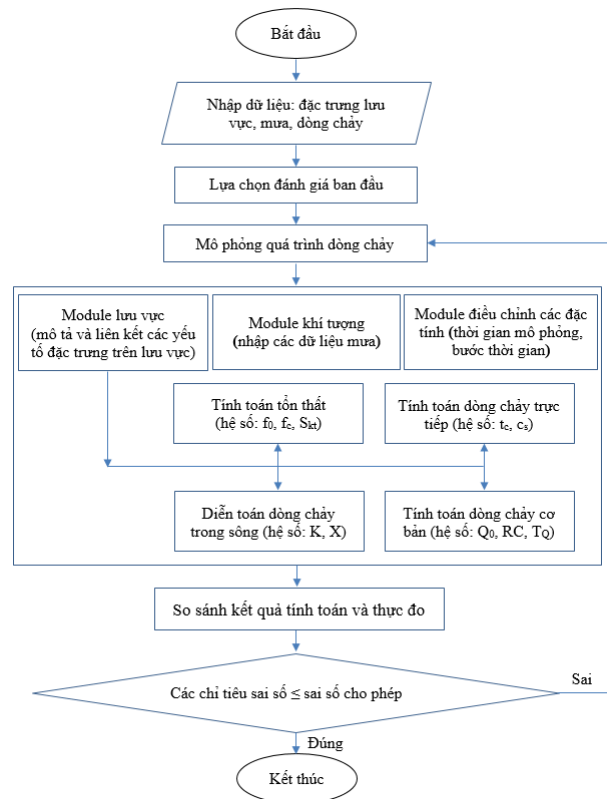
Suối Nậm La có vị trí quan trọng đối với sự phát triển kinh tế - xã hội của các huyện Thuận Châu, Mai Sơn và thành phố Sơn La. Bởi vì, suối Nậm La cung cấp nước tưới cho nông nghiệp, sinh hoạt, chăn nuôi và các khu công nghiệp nhỏ của các đơn vị hành chính nêu trên. Tuy nhiên, về mùa mưa lũ, dòng chảy trên suối Nậm La cũng gây ra ngập lụt nghiêm trọng làm thiệt hại về người và tài sản, nhất là phần diện tích lưu vực trên địa phận hành chính thành phố Sơn La. Do đó, tính toán xác định dòng chảy lũ là một trong những nhiệm vụ quan trọng và cấp bách, nhằm trợ giúp cho việc mô phỏng và xây dựng bản đồ ngập lụt vùng hạ du hồ chứa Bản Mòng khi xảy ra lũ lụt hoặc sự cố vỡ đập.

3. PHƯƠNG PHÁP NGHIÊN CỨU

3.1. Giới thiệu về mô hình HEC-HMS

Mô hình HEC-HMS được biết đến là một trong những phần mềm khá thông dụng dùng để mô

phỏng dòng chảy từ số liệu mưa trên lưu vực, bao gồm cả dòng chảy trên sông, dòng chảy tự nhiên trên sườn dốc và dòng chảy ngầm. Mô hình bao gồm hầu hết các phương pháp tính toán và dòng chảy trong lưu vực và diễn toán dòng chảy trên các kênh, sông, công trình hồ chứa, đập dâng. Hình 2 thể hiện quá trình, sơ đồ cấu trúc của mô hình HEC-HMS, bao gồm ba module chính: (i) module đặc trưng cho lưu vực, (ii) module thể hiện các đặc trưng khí tượng, và (iii) module điều chỉnh các đặc tính. Đồng thời, các phương pháp tính toán các thành phần dòng chảy cũng như diễn toán dòng chảy trong kênh, sông cũng được thể hiện. Lưu ý rằng mô hình HEC-HMS cho phép người sử dụng lựa chọn một cách dễ dàng và thuận tiện thông qua giao diện đồ họa.



Hình 2. Sơ đồ quá trình, cấu trúc và các phương pháp tính toán dòng chảy trong mô hình

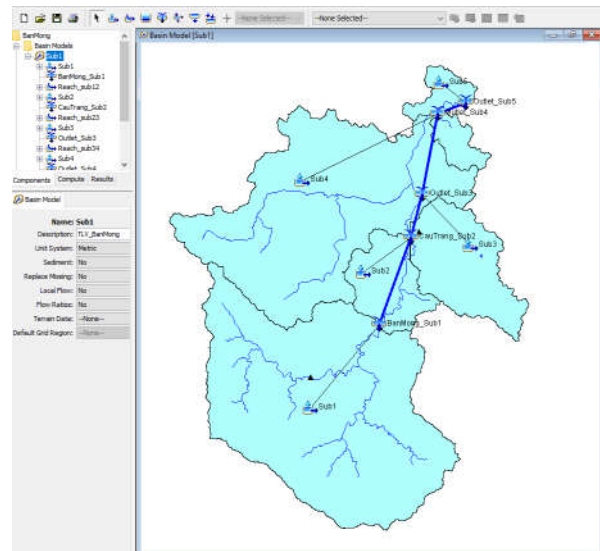
Các thông số chính của mô hình HEC-HMS có thể kể đến như: tổn thất ban đầu f_0 (mm), cường độ thấm ổn định f_c (mm/giờ), hệ số không thấm S_{kt} (phần trăm diện tích không thấm của lưu vực),

thời gian trễ tính từ lũ xảy ra đỉnh mưa đến lúc xảy ra đỉnh lũ hay còn gọi là thông số làm tăng, giảm thời gian xuất hiện giá trị đỉnh lũ t_c (giờ), thông số làm tăng, giảm tổng lượng c_s (giờ), lưu lượng dòng ngầm ban đầu khi chưa xảy ra lũ Q_0 (m^3/s), hệ số nước rút hay còn gọi là hệ số làm tăng, giảm nhánh lũ xuống của quá trình dòng chảy RC, ngưỡng của dòng chảy ngầm T_Q (m^3/s). Lưu ý rằng các thông số trên xuất hiện trong quá trình mô hình hóa quá trình tính toán tổn thất, tính toán chuyển đổi dòng chảy và tính toán dòng chảy ngầm. Đồng thời, giá trị thích hợp nhất của các thông số nêu trên thường được dò tìm và xác định, sao cho kết quả tính toán phù hợp với các giá trị thực đo dòng chảy trong lưu vực nghiên cứu.

3.2. Thiết lập mô hình HEC-HMS cho khu vực nghiên cứu

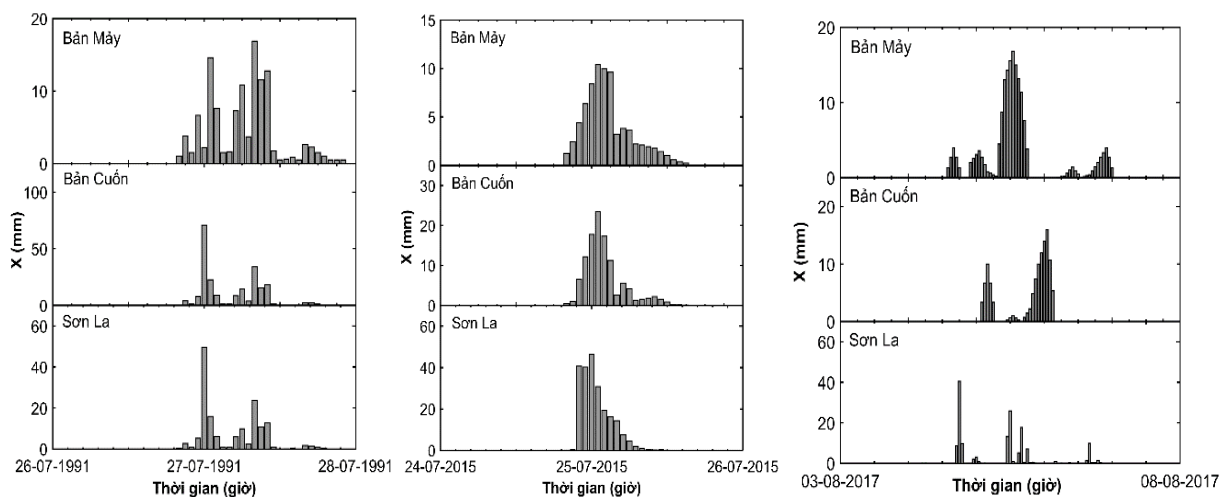
Hình 3 là cửa sổ thiết lập mô hình HEC-HMS cho hồ chứa nước Bản Mòng và các tiểu lưu vực vùng hạ du. Cụ thể, khu vực nghiên cứu được chia thành 5 tiểu lưu vực, trong đó: (i) tiểu lưu vực 1 (kí hiệu là Sub1) có cửa ra không chế tại tuyến công trình của hồ chứa Bản Mòng, (ii) tiểu lưu vực 2 (kí hiệu là Sub2) có vị trí cửa ra không chế tại trạm thủy văn Cầu 308 (hay còn gọi là Cầu Trắng), (iii) tiểu lưu vực 3, 4, 5 (kí hiệu lần lượt là Sub3, Sub4 và Sub5) là các tiểu lưu vực khu giữa trong vùng hạ du hồ chứa nước Bản Mòng (Hình 1). Các tiểu lưu vực được kết nối với nhau thông

qua các đoạn sông tại các điểm nút cửa ra không chế của các tiểu lưu vực. Lưu ý rằng trong các tiểu lưu vực, diện tích lưu vực, tỷ lệ tổn thất ban đầu, tỷ lệ phần trăm không thấm, thành phần dòng chảy ngầm cùng các đặc trưng liên quan khác cần phải được khai báo. Dòng chảy trong các đoạn sông được diễn toán sử dụng phương pháp Muskingum, với hai thông số chính là hệ số K (có ý nghĩa như thời gian chảy truyền của đoạn sông) và X (biểu thị chiều dài sông).



Hình 3. Cửa sổ thiết lập các tiểu lưu vực và sông khu vực nghiên cứu trong mô hình HEC-HMS

3.3. Dữ liệu đầu vào cho các mô phỏng



Hình 4. Biểu đồ lượng mưa giờ tại các trạm cho một số trận mưa lớn điển hình

Trong khu vực nghiên cứu có các trạm mưa Bản Cuồn, Bản Mảy, Sơn La (Hình 1) và trạm thủy văn Cầu 308 (hay còn gọi là trạm thủy văn Cầu Trắng). Do đó, để xác định các thông số của mô hình HEC-HMS, số liệu mưa (tại Bản Cuồn, Bản Mảy và Sơn La) và lưu lượng dòng chảy lũ (tại trạm thủy văn Cầu 308) của một số trận lũ lớn điển hình đã được sử dụng lần lượt cho hiệu chỉnh thông số và kiểm định mô hình. Cụ thể, số liệu mưa và dòng chảy lũ của trận lũ điển hình xảy ra từ ngày 24-25/7/2015 được sử dụng để hiệu chỉnh các thông số mô hình, trong

khi số liệu mưa và dòng chảy lũ của trận lũ điển hình xảy ra từ ngày 26-27/7/1991 được sử dụng cho mục đích kiểm định mô hình. Hình 4 thể hiện lượng mưa giờ tại các trạm cho một số trận mưa lũ điển hình nêu trên. Lưu ý rằng, số liệu mưa của trạm Bản Cuồn được sử dụng cho tiểu lưu vực Sub1, trong khi số liệu mưa của trạm Bản Mảy được sử dụng cho tiểu lưu vực Sub2. Các tiểu lưu vực Sub3, sub4 và Sub5 sử dụng mưa của trạm Sơn La.

4. KẾT QUẢ VÀ THẢO LUẬN

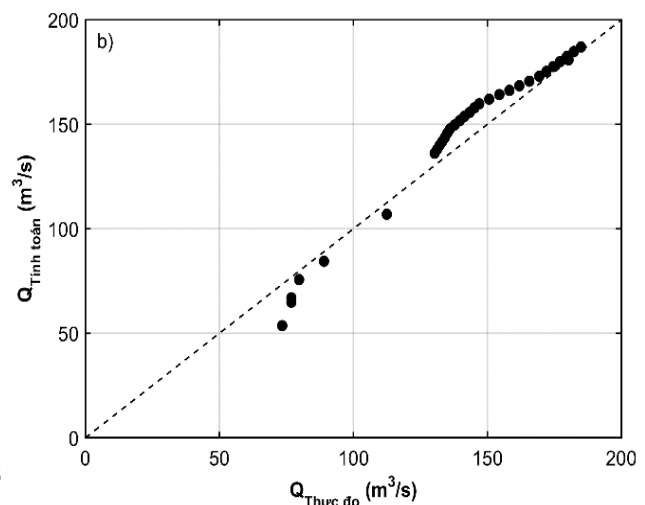
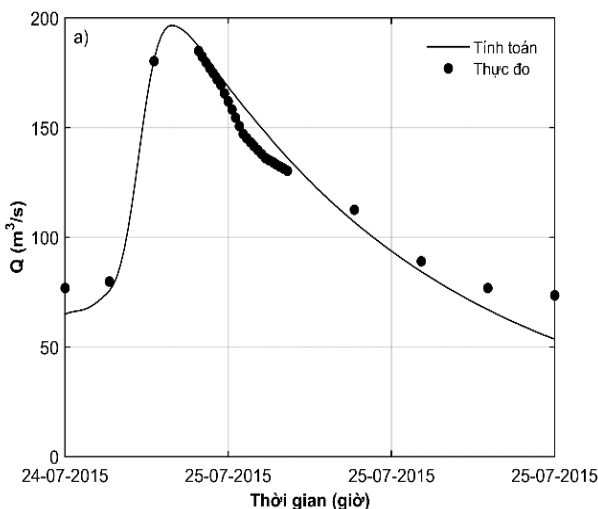
4.1. Kết quả hiệu chỉnh thông số mô hình

Bảng 1. Bảng giá trị của các thông số mô hình xác định được trong bước hiệu chỉnh

Tiểu lưu vực	Diện tích (km ²)	Chiều dài sông (km)	f_0 (mm)	f_c (mm/giờ)	S_{kt} (%)	t_c (giờ)	c_s (giờ)	Q_0 (m ³ /s)	RC	T_Q (m ³ /s)
Sub1	161,6	27,3	96	5,5	5	1,6	10	10	0,1	5
Sub2	43,7	10,3	70	3	5	1,5	13	2	0,3	10
Sub3	50,6	12,5	70	3	5	1,5	13	2	0,3	10
Sub4	118,2	21,4	96	5,5	5	1,6	10	10	0,1	5
Sub5	23,7	6,2	70	3	5	1,5	13	2	0,3	10

Bảng 2. Bảng tổng hợp giá trị các chỉ tiêu sai số cho hiệu chỉnh và kiểm định mô hình

Bước	RMSE		MAE		r	NSE	$Q_{\max}$ (m ³ /s)	
	m ³ /s	%	m ³ /s	%			Thực đo	Tính toán
Hiệu chỉnh	9,02	4,88	7,90	4,27	0,984	0,921	187,0	184,9
Kiểm định	39,52	11,90	24,64	7,42	0,930	0,805	318,8	331,9



Hình 5. Kết quả hiệu chỉnh thông số mô hình

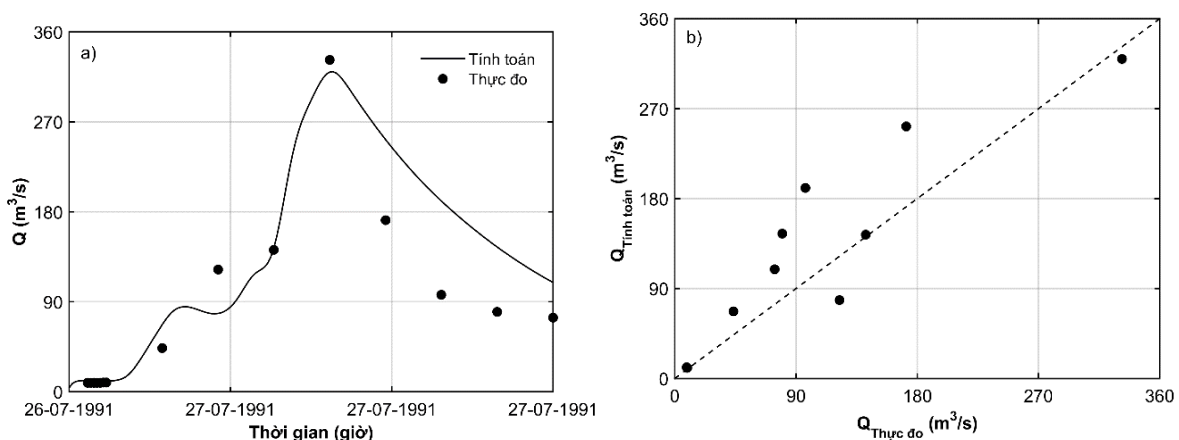
Sử dụng số liệu trận mưa và dòng chảy lũ xảy ra ngày 24-25/7/2015, các mô phỏng khác nhau đã được thực hiện để xác định giá trị thích hợp của các thông số mô hình HEC-HMS. Các thông số của mô hình HEC-HMS được xác định dựa trên phương pháp thử sai. Dựa trên giá trị của các chỉ tiêu đánh giá sai số (bao gồm sai số quân phương (*RMSE*), sai số tuyệt đối trung bình (*MAE*), hệ số tương quan (*r*), hệ số Nash-Sufficient (*NSE*) và chênh lệch lưu lượng đỉnh lũ thực đo và tính toán), giá trị thích hợp nhất của các thông số mô hình HEC-HMS đã được xác định (chi tiết như thống kê trong Bảng 1). Đồng thời, hệ số $K = 0,5$ (giờ) và $X = 0,20$ cũng được xác định cho diễn toán dòng chảy trong các đoạn sông khi sử dụng phương pháp Muskingum.

Kết quả mô phỏng dòng chảy lũ tại trạm thủy văn Cầu 308 ứng với giá trị phù hợp nhất của các thông số mô hình HEC-HMS cho bước hiệu chỉnh thông số mô hình được thể hiện như trên Hình 5, trong khi đó chi tiết giá trị của các chỉ tiêu đánh giá sai số được thống kê như trong Bảng 2. Dễ dàng nhận thấy rằng mô hình HEC-HMS đã tái hiện rất tốt dòng chảy lũ thực đo tại trạm thủy văn Cầu 308. Giá trị của *RMSE* và *MAE* lần lượt là 9,02 và 7,90 m³/s và giá trị của *RMSE* và *MAE* lần lượt chỉ bằng 4,88% và 4,27% biên độ lưu lượng ghi nhận tại trạm trong thời gian mô phỏng. Hệ số Nash-Sutcliffe bằng 0,921 và hệ số tương quan *r* bằng 0,984 (Bảng 2). Chênh lệch giữa lưu lượng

đỉnh lũ thực đo và tính toán chỉ là 2,1 m³/s (tương ứng chỉ bằng 1,1% giá trị của lưu lượng đỉnh lũ thực đo ghi nhận tại trạm thủy văn Cầu 308). Các kết quả nêu trên thể hiện rằng giá trị của các thông số mô hình (thống kê trong Bảng 1) là phù hợp và có thể sử dụng cho các mục đích tính toán tiếp theo của nghiên cứu.

4.2 Kết quả kiểm định mô hình

Để kiểm định mô hình HEC-HMS, số liệu mưa và lưu lượng lũ của trận lũ điển hình xảy ra từ ngày 26-27/7/1991 đã được sử dụng. Trong mô phỏng, giá trị của các thông số mô hình được giữ cố định như thống kê trong Bảng 1 (cho bước hiệu chỉnh). Hình 6 thể hiện kết quả kiểm định mô hình cho trận lũ điển hình dùng cho kiểm định mô hình. Tương tự như bước hiệu chỉnh thông số, mô hình HEC-HMS cũng tái hiện rất tốt đường quá trình lũ lên cũng như lưu lượng đỉnh lũ thực đo tại trạm thủy văn Cầu 308. Giá trị của *RMSE* và *MAE* lần lượt bằng 39,52 và 24,64 m³/s. Giá trị của các sai số trên chỉ bằng khoảng 11,9% giá trị lưu lượng lớn nhất thực đo ghi nhận tại trạm. Hệ số Nash-Sutcliffe bằng 0,805 và hệ số tương quan *r* bằng 0,93 (Bảng 2). Điều đó khẳng định rằng giá trị của các thông số sử dụng trong bước kiểm định là phù hợp. Do đó, mô hình HEC-HMS đã được hiệu chỉnh và kiểm định ở trên hoàn toàn có thể được sử dụng để mô phỏng dòng chảy lũ của hồ chứa Bản Mòng cũng như trong các tiểu lưu vực vùng hạ du hồ chứa.

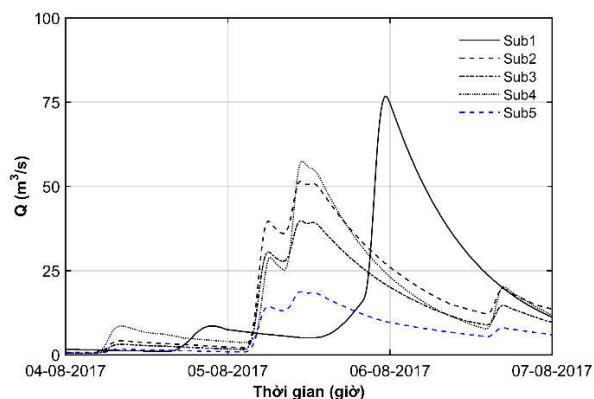


Hình 6. Kết quả kiểm định mô hình HEC-HMS

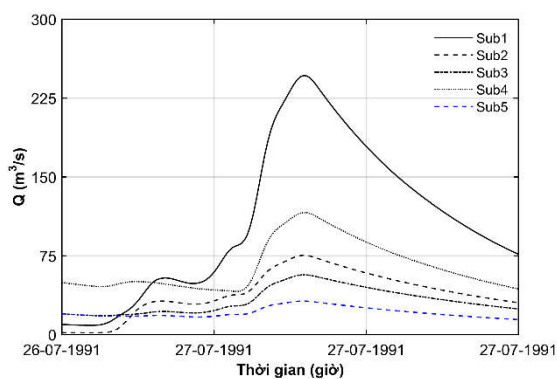
4.3. Kết quả mô phỏng dòng chảy lũ và thảo luận

Mô hình HEC-HMS sau khi đã được hiệu chỉnh và kiểm định đã được áp dụng để mô phỏng đường quá trình dòng chảy lũ của một số trận mưa lớn điển hình xảy ra trên lưu vực hồ chứa Bản Mòng và các tiểu lưu vực vùng hạ du hồ chứa. Hình 7 là đường quá trình dòng chảy lũ của trận mưa lớn điển hình xảy ra từ ngày 4-7/8/2017 khi sử dụng mô hình HEC-HMS. Kết quả tính toán thể hiện rằng lưu lượng đỉnh lũ tại các tiểu lưu vực Sub1, Sub2, Sub3, Sub4 và Sub5 lần lượt là 76,8, 51,6, 40, 57,5 và 18,7 m³/s. Đường quá trình dòng chảy lũ tại cửa ra của các tiểu lưu vực trong vùng nghiên cứu cho các trận lũ điển hình xảy ra từ ngày 26-27/7/1991 và 24-25/7/2015 được thể hiện lần lượt trên Hình 8 và Hình 9. Kết quả mô phỏng dòng chảy lũ từ mô hình HEC-HMS thể hiện rằng thời gian của các trận lũ kéo dài từ 23 đến 24 giờ. Dựa vào số liệu mưa giờ quan trắc và ghi nhận được tại trạm Bản Cuốn, Bản Mây và Sơn La cũng như lưu lượng dòng chảy lũ quan trắc tại trạm thủy văn Cầu 308, thời gian gây mưa lũ của một số trận lũ điển hình năm 1991, 2015 và 2017

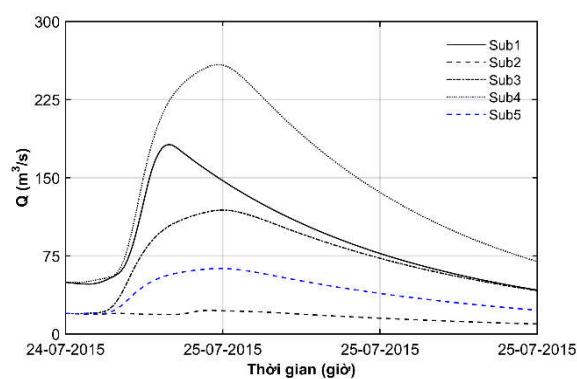
kéo dài từ 22 đến 23 giờ. Do đó, có thể nhận thấy rằng thời gian mô phỏng lũ từ mô hình HEC-HMS khá tương đồng với thời gian duy trì lũ dựa trên số liệu khí tượng thủy văn đo đạc. Đồng thời, kết quả mô phỏng các trận lũ điển hình năm 1991, 2015 và 2017 thể hiện rằng lưu lượng đỉnh lũ lưu vực hồ chứa Bản Mòng và các tiểu lưu vực vùng hạ du hồ chứa xuất hiện khá tương đồng với sự xuất hiện đỉnh mưa tại các trạm Bản Mây, Bản Cuốn và Sơn La.



Hình 7. Kết quả mô phỏng dòng chảy lũ cho trận mưa lớn điển hình xảy ra từ ngày 4-7/8/2017



Hình 8. Kết quả mô phỏng dòng chảy lũ cho trận mưa lớn điển hình xảy ra từ ngày 26-27/7/1991



Hình 9. Kết quả mô phỏng dòng chảy lũ cho trận mưa lớn điển hình xảy ra từ ngày 24-25/7/2015

Lưu lượng đỉnh lũ tại cửa ra lưu vực hồ chứa Bản Mòng cho trận mưa lớn điển hình năm 2017 có xu thế xuất hiện sau đỉnh lũ của các tiểu lưu vực còn lại. Đồng thời đường quá trình dòng chảy lũ có xu hướng khác với các tiểu lưu vực khác (dạng một đỉnh). Nguyên nhân dẫn đến hiện tượng trên là do sự phân bố mưa tại trạm khí

tượng Bản Cuốn có sự khác biệt với sự phân bố mưa tại các trạm Bản Mây và Sơn La (như đã thể hiện trên Hình 4).

Do không có số liệu đo đạc lưu lượng dòng chảy lũ tại trạm thủy văn Cầu 308 trong những năm gần đây, nên số liệu trận lũ điển hình xảy ra từ ngày 26-27/7/1991 đã được sử dụng để kiểm

định mô hình. Kết quả kiểm định thể hiện rằng việc sử dụng trận lũ xảy ra 25 năm trước cho kiểm định ít nhiều đã ảnh hưởng đến độ chính xác của mô hình. Bởi vì, trong thời kỳ từ 1991 đến 2015, địa hình và thảm phủ (do thay đổi sử dụng đất, đô thị hóa, phát triển kinh tế - xã hội, khai thác tài nguyên) đã có nhiều thay đổi. Tuy nhiên, ảnh hưởng của các thay đổi nêu trên đã không được xem xét trong tính toán khi sử dụng mô hình HEC-HMS.

Các kết quả mô phỏng dòng chảy lũ cho một số trận mưa lũ điển hình nêu trên trong lưu vực hồ chứa Bản Mòng và các tiểu lưu vực vùng hạ du hồ chứa hoàn toàn có thể được sử dụng cho các tính toán xây dựng bản đồ ngập lụt hạ du hồ chứa Bản Mòng khi sử dụng mô hình thủy lực. Ngoài ra, bên cạnh các số liệu đo đạc dòng chảy lũ rất hạn chế trong vùng nghiên cứu, đường quá trình lũ mô phỏng từ mô hình HEC-HMS nêu trên hoàn toàn cũng có thể được sử dụng cho các mục đích hiệu chỉnh và kiểm định mô hình thủy lực. Ngoài ra, mô hình HEC-HMS trong nghiên cứu này hoàn toàn có thể kết hợp với số liệu mưa vệ tinh (CHIRPS của NASA) để mô phỏng và dự báo dòng chảy lũ trong lưu vực hồ chứa Bản Mòng và các tiểu lưu vực vùng hạ du hồ chứa nhằm hỗ trợ công tác phòng chống thiên tai.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

- Ngô Anh Tú, Phan Thái Lê, Nguyễn Hữu Xuân, Trần Văn Bình (2021). *Ứng dụng dữ liệu mưa CHIRPS và mô hình thủy văn HEC-HMS mô phỏng dòng chảy lũ ở lưu vực sông Lại Giang*. Tạp chí khoa học và công nghệ nông nghiệp, 5(1), trang 2252-2261.
- Nguyễn Tuấn Anh, Dương Thị Thanh Hương, Trần Thị Thanh Huyền (2020). *Thiết lập mô hình HEC-HMS dự báo lưu lượng nước vào hồ Bản Chát mùa lũ 2020*. Tạp chí khoa học tài nguyên và môi trường, 34, trang 100-108.
- Hoàng Ngọc Tuấn (2017). *Ứng dụng mô hình HEC-HMS để dự báo dòng chảy lũ và xây dựng đường quá trình xả lũ về hạ du cho các hồ chứa thuộc lưu vực sông Sê rê pốt tỉnh Đắk Lắk: Áp dụng điển hình cho hồ chứa nước Đăk Minh, huyện Buôn Đôn*. Tạp Chí Khí tượng thủy văn, 09/2017, trang 8-14.
- Lê Văn Nghinh, Phạm Xuân Hòa, Nguyễn Đức Hạnh (2015). *Ứng dụng mô hình HEC-HMS tính toán lũ trên các sông tỉnh Quảng Trị và Bình Định*. Tuyển tập hội nghị khoa học thường niên Đại học Thủy lợi 2015, trang 1-10.

5. KẾT LUẬN

Mô hình HEC-HMS đã được ứng dụng để mô phỏng dòng chảy lũ hồ chứa Bản Mòng và bốn tiểu lưu vực vùng hạ du hồ chứa. Dựa trên các kết quả đã trình bày, một số kết luận chính của nghiên cứu có thể tóm tắt như sau.

(i) Mô hình HEC-HMS đã được hiệu chỉnh và kiểm định cẩn thận sử dụng số liệu của các trận lũ điển hình ngày 24-25/7/2015 và 26-27/7/1991. Kết quả thể hiện rằng mô hình HEC-HMS đã tái hiện rất tốt đường quá trình lũ thực đo: giá trị của $RMSE$ và MAE nhỏ hơn 12% giá trị lưu lượng lớn nhất thực đo ghi nhận tại trạm, $r \geq 0,93$, $NSE \geq 0,80$, chênh lệch lưu lượng đỉnh lũ thực đo và tính toán chỉ bằng 5% biên độ của lưu lượng lũ thực đo.

(ii) Thời gian duy trì dòng chảy lũ trên lưu vực hồ chứa Bản Mòng và bốn tiểu lưu vực vùng hạ du hồ chứa kéo dài khoảng 24 giờ.

(iii) Đỉnh lũ trên lưu vực hồ chứa Bản Mòng và bốn tiểu lưu vực vùng hạ du hồ chứa xuất hiện khá tương đồng với sự xuất hiện đỉnh mưa tại các trạm Bản Mây, Bản Cuốn và Sơn La.

Kết quả mô phỏng cho các trận lũ điển từ nghiên cứu này hoàn toàn có thể được sử dụng cho các mục đích (i) xây dựng bản đồ ngập lụt hạ du hồ chứa Bản Mòng trong trường hợp thiên tai bất thường như vỡ đập và (ii) hiệu chỉnh và kiểm định các mô hình toán thủy lực khi mô phỏng ngập lụt hạ du hồ chứa Bản Mòng.

Nguyễn Đình, Nguyễn Hoàng Sơn, Lê Đình Thành (2013). *Ứng dụng mô hình HEC-HMS và HEC-RAS nghiên cứu mô phỏng dòng chảy lũ lưu vực sông Hương*. Tạp chí Khoa học kỹ thuật thủy lợi và môi trường, 42, (9/2013), trang 12-17.

Abstract:

APPLICATION OF HEC-HMS MODEL FOR SIMULATING FLOODS IN THE BAN MONG RESERVOIR AND RELATED DOWNSTREAM SUB-CATCHMENTS

This study presents the simulated results of the flood flows in the Ban Mong reservoir and related downstream sub-catchments when using the HEC-HMS model. Firstly, the model parameters are carefully calibrated using the flood flow observed on 24-25/7/2015 and based on the trial and error method. The model is then validated using the flood flow measured on 26-27/7/1991, before it is applied to simulate the flood flows corresponding to the given rainfall on 4-7/8/2017. The results show that the model represents the observations of the floods very well, with $r \geq 0,93$, $NSE \geq 0,80$, the discrepancy between observed and simulated flood peaks is only about 5% of the observed magnitude of the flood flow at the comparison location. The time of flood flows in the Ban Mong reservoir and four related downstream sub-catchments remains of about 24 hours. In addition, the flood peak appears quite similarly to the occurrence of the rain peak at the Ban May, Ban Cuon and Son La stations.

Keywords: Ban Mong reservoir, HEC-HMS, flood flow.

Ngày nhận bài: 09/6/2021

Ngày chấp nhận đăng: 30/9/2021