

MÔ PHÒNG DÒNG GIA NHẬP KHU GIỮA TRONG MÔ HÌNH TÍNH TOÁN VÀ DỰ BÁO LŨ SÔNG THAO

PTS. Lê Bắc Huỳnh

KS. Bùi Đức Long

Cục Dự báo KTTV

ĐẶT VẤN ĐỀ

Tính toán và dự báo lũ sông Thao có một ý nghĩa khoa học và thực tiễn to lớn trong công tác phòng ngừa lũ lụt trên lưu vực và ở hạ lưu sông Hồng. Những phương pháp dự báo lũ sông Thao hiện nay thường có mức đảm bảo thấp, đặc biệt là khi có mưa lớn ở phần lưu vực thuộc Việt Nam. Nguyên nhân chủ yếu dẫn tới chất lượng mô phỏng lũ và dự báo còn thấp trong các trường hợp này là do chưa chú ý đầy đủ tới việc xác định lượng gia nhập khu giữa ở các đoạn sông từ trạm Bảo Hà về đến trạm Phú Thọ - một trong những yếu tố quan trọng nhất hình thành dòng chảy sông Thao tại Yên Bai và Phú Tho. Trong bài này, nghiên cứu quy luật hình thành và sự biến động của dòng gia nhập khu giữa theo không gian và thời gian, từ đó thiết lập những mô hình tương ứng cho phép xác định dòng gia nhập khu giữa trên các phần lưu vực sông Thao từ Bảo Hà về Phú Thọ, ghép nối các mô hình này trong một mô hình chung cho phép mô phỏng và dự báo dòng chảy lũ sông Thao tại Yên Bai và Phú Tho.

1. Khái quát về điều kiện địa lý tự nhiên lưu vực sông Thao và luận chứng cấu trúc chung tổng hợp dòng chảy lũ

Điều kiện địa lý tự nhiên lưu vực sông Thao đã được trình bày trong một số nghiên cứu [5, 6]. Ở đây, chỉ hạn chế trong việc nêu những nhận xét khái quát có liên quan trực tiếp tới nghiên cứu qua trình hình thành dòng chảy lũ sông Thao.

Chế độ mưa gây lũ trên lưu vực sông Thao có liên quan mật thiết với các hoạt động của các hoàn lưu lớn phía đông, phía tây, phía bắc và nam, điển hình là các hình thế như dài hội tụ nhiệt đới, xoay thuận nhiệt đới, rãnh thấp nồng phía tây, xoay thấp trên cao, front lạnh cùng tổ hợp phức tạp của chúng. Mưa gây lũ phân bố rất không đều trên lưu vực. Phần lưu vực thuộc Việt Nam thường tồn tại vùng tâm mưa diện hẹp, thường không quá $1000 - 1500 \text{ km}^2$, song không cố định, có khi ở vùng Lào Cai, Yên Bai, có khi lại ở hạ lưu.

Mùa lũ trên sông Thao thường bắt đầu vào giữa tháng V, kết thúc vào cuối tháng X với các trận lũ xảy ra kế tiếp nhau, đôi khi giữa hai trận lũ là thời kỳ nước thấp kéo dài thường không quá 10 ngày. Dòng chảy lũ thường biến động rất lớn. Lũ lớn thường uy hiếp các thị xã, vùng thấp.

Lũ trên sông Thao chủ yếu là lũ thượng nguồn truyền về (từ phần lưu vực thuộc Trung Quốc) kết hợp với gia nhập khu giữa khá lớn ở phần Lào Cai - Phú Tho. Trong nghiên cứu này, để xét được phần nào sự biến động đặc thù của gia nhập khu giữa theo không gian và thời gian, phần lưu vực sông Thao từ

Bảo Hà về Phú Thọ, nơi có gia nhập lớn nhất lưu vực, được phân ra làm 4 lưu vực bộ phận dù nhỏ, trên đó quá trình dòng chảy được hình thành trong điều kiện tương đối đồng nhất. Dòng chảy ở các lưu vực bộ phận khu giữa được tổng hợp theo mô hình mưa - dòng chảy hoặc theo dòng chảy ở một tuyến nào đó tùy theo tình hình mưa trên lưu vực.

Như đã trình bày trong [5], lượng gia nhập khu giữa có thể đặc trưng bằng hệ số gia nhập:

$$K = \frac{\sum q}{\sum Q}$$

Trong đó:

K - Hệ số gia nhập ở đoạn sông;

$\sum q$ - Tổng lượng dòng chảy gia nhập khu giữa, được xác định như hiệu số của tổng lượng lũ tuyế dưới và trên;

$\sum Q$ - Tổng lượng lũ tại tuyến dưới đoạn sông.

Kết quả xác định lượng gia nhập khu giữa cho thấy, hệ số gia nhập khu giữa trên đoạn Bảo Hà - Yên Bai với diện tích 3700 km², thay đổi từ 0,03 đến 0,56, trung bình là 0,26; trên đoạn Yên Bai - Phú Thọ, diện tích 2600 km², thay đổi từ 0,07 đến 0,26, trung bình là 0,17, ít hơn đáng kể so với ở đoạn trên. Nếu loại trừ dòng chảy đã đo được tại tuyến Ngòi Thia thì hệ số gia nhập khu Bảo Hà, Ngòi Thia - Yên Bai thay đổi từ 0 đến 0,41 và tại tuyến Thanh Sơn, thì hệ số gia nhập khu Yên Bai, Thanh Sơn - Phú Thọ thay đổi từ 0,0 đến 0,16.

Như vậy, có thể nói rằng, khi xét trên đơn vị diện tích khu giữa thì lượng gia nhập khu Bảo Hà - Yên Bai lớn hơn ở khu Yên Bai - Phú Thọ, lại biến đổi mạnh hơn từ trận lũ này sang trận lũ khác và thay đổi mạnh hơn theo không gian. Lượng gia nhập Bảo Hà - Yên Bai chiếm tỷ lệ lớn trong dòng chảy sông Thao (gần 30% dòng chảy tại Yên Bai). Gia nhập ở phần Yên Bai - Phú Thọ nhỏ hơn nhưng vẫn chiếm phần đáng kể (gần 20% dòng chảy tại Phú Thọ) và khá ổn định từ trận lũ này sang trận lũ khác và ổn định theo không gian (giữa hai lưu vực bộ phận Yên Bai, Thanh Sơn - Phú Thọ và sông Bứa tại Thanh Sơn, gia nhập khu giữa biến động gần như nhau). Rõ ràng lượng gia nhập khu giữa lớn ở đoạn Bảo Hà - Yên Bai, Yên Bai - Phú Thọ đã làm thay đổi cơ bản các dạng quá trình lũ của sông Thao, khi truyền từ tuyến trên về, tạo thành những dạng lũ điển hình phản ánh rõ rệt sự biến động của dòng chảy gia nhập khu giữa. Đây là một đặc điểm ít nhiều khác biệt hẳn của lũ sông Thao so với lũ trên sông Đà, Lô.

Trên cơ sở phân tích các quá trình lũ thời kỳ 1960 - 1990 tại Bảo Hà, Yên Bai, Phú Thọ khi chú ý tới đặc điểm điển hình hình thành lũ trên lưu vực, gia nhập khu giữa, có thể sơ bộ phân ra 3 dạng quá trình lũ điển hình sau:

Dạng 1: Quá trình lũ và đỉnh lũ ở tuyến dưới đoạn sông nhìn chung cao hơn, thậm chí trùm lên quá trình lũ tuyến trên. Số trận lũ dạng này chiếm tới 47% số trận lũ thời kỳ 1960 - 1990. Nguyên nhân chủ yếu hình thành dạng quá trình lũ này là tác động của lượng gia nhập khu giữa lớn, tập trung nhanh, có khi chiếm tới 40 - 60% dòng chảy ở tuyến dưới. Trong các trường hợp này, lũ các sông nhánh khu giữa như Ngòi Thia, Bứa, Ngòi Hút thường lớn, đặc trưng

được cho gia nhập lớn ở khu giữa. Diễn hình cho dạng lũ này là trận lũ VIII. 1969, IX. 1970, VII - VIII. 1981, VII - VIII. 1983, VIII - IX. 1985, VII - VIII. 1986, VII. 1988, VI. 1989,...

Dạng 2: Dinh lũ tuyến dưới tương đương với dinh lũ tuyến trên,qua trình lũ tuyến dưới được dịch chuyển đi một thời khoảng nhất định so với quá trình tuyến trên. Nguyên nhân chính hình thành dạng quá trình này là do lũ tuyến trên truyền về khá lớn, gia nhập khu giữa không lớn, không đủ để làm thay đổi hản đường quá trình và dinh lũ mà chỉ đủ bù vào lượng bị bẹt đi của quá trình truyền từ tuyến trên về tuyến dưới dưới tác động điều tiết của lòng dẫn. Diễn hình cho dạng quá trình này là trận lũ VIII. 1967, VIII. 1971, VII. 1980, VIII. 1981, VIII. 1985, VI. 1986, VII - IX. 1989,... chiếm tới 20% tổng số trận lũ thời kỳ 1960 - 1990.

Dạng 3: Quá trình lũ ở tuyến dưới thể hiện rõ yếu tố điều tiết dòng chảy ở đoạn sông: quá trình lũ lệch phải, dinh lũ thấp đi, nhánh lũ lên thấp đi, nhánh xuống cao lên so với quá trình tuyến trên. Lũ dạng này được hình thành chủ yếu do lũ tuyến trên truyền về. Lượng gia nhập khu giữa trong trường hợp này thường nhỏ hoặc không đáng kể. Lũ ở tuyến trên thường nhẹ, ở tuyến dưới thì từ và bẹt đi nhiều. Vai trò điều tiết của lòng dẫn là nhân tố quyết định dạng lũ tuyến dưới. Dạng lũ này chiếm tới 33% số trận lũ thời kỳ 1960 - 1990, đặc biệt thường gặp ở đoạn Yên Bái - Phú Thọ, nơi có gia nhập khu giữa thường không lớn, điều tiết lòng dẫn lại mạnh.

Từ những phân loại sơ bộ trên, có thể thấy rằng, đối với dạng trận lũ 2, đặc biệt là 1, đòi hỏi phải sử dụng loại mô hình mô phỏng lũ ở khu giữa từ mưa để tổng hợp dòng chảy tại các tuyến chính trên sông. Với dạng lũ 3 - khi gia nhập khu giữa nhỏ hoặc không đáng kể, thì để mô phỏng gia nhập khu giữa, có thể chỉ nên dựa theo dòng chảy lũ tại một tuyến nào đó trên sông chứ không nhất thiết phải tổng hợp từ mưa.

Những phân tích, nghiên cứu trên đây cho thấy, để mô phỏng và dự báo lũ trên sông Thao đòi hỏi phải xây dựng loại mô hình cho phép tính toán quá trình truyền lũ trong sông, tổng hợp dòng chảy khu giữa từ mưa có xét tới sự biến động của nó theo không gian và thời gian khi cần thiết dòng thời vẫn cho phép xác định gia nhập khu giữa như một hàm tuyến tính của lũ ở một tuyến nào đó khi điều kiện cho phép. Việc phân phần Bảo Hà - Phú Thọ ra làm 4 lưu vực bộ phận có diện tích không lớn lại không khác biệt nhau nhiều có khả năng tạo điều kiện dễ dàng xác định dòng gia nhập khu giữa ở từng lưu vực bộ phận theo những phương pháp phù hợp với đặc điểm KTTV ở đó. Dưới đây trình bày cơ sở lý luận của mô hình tính toán lũ sông Thao.

2. Cơ sở lý luận của mô hình tính toán và dự báo lũ sông Thao

2.1. Mô hình mô phỏng quá trình truyền lũ trong sông

Do điều kiện KTTV và đặc điểm hình thành dòng chảy lũ trên lưu vực sông Thao ở phần từ Bảo Hà về Phú Thọ ít nhiều tương tự như điều kiện trên lưu vực sông Đà, Lô [2, 4, 5], nên để mô phỏng quá trình lũ trong sông khi tính tới gia nhập khu giữa từ mưa ở các lưu vực bộ phận hoàn toàn có thể áp dụng cơ sở lý thuyết mô hình truyền lũ trong sông khi có gia nhập khu giữa được trình bày trong các nghiên cứu [1, 2].

Lưu lượng nước ở tuyến dưới đoạn sông vào cuối thời đoạn được xác định theo phương trình:

$$Q_{d,2} = \frac{Kx + \frac{\Delta t}{2}}{K - Kx + \frac{\Delta t}{2}} Q_{t,1} + \frac{K - Kx - \frac{\Delta t}{2}}{K - Kx + \frac{\Delta t}{2}} Q_{t,2} + \frac{\Delta t}{K - Kx + \frac{\Delta t}{2}} \bar{Q}_{gn} \quad (2)$$

Ở đây:

$Q_{t,1,2}$ - lưu lượng nước ở tuyến trên đoạn sông vào đầu và cuối thời đoạn Δt , m^3/s ;

$Q_{d,1,2}$ - lưu lượng nước ở tuyến dưới đoạn sông vào đầu và cuối thời đoạn, m^3/s ;

K - tham số đặc trưng cho thời gian truyền lũ ở mỗi đoạn sông tính toán, h ;

x - tham số đặc trưng cho sự thay đổi lưu lượng nước dọc đoạn sông, có thể xác định theo các đặc trưng hình thái;

\bar{Q}_{gn} - lượng gia nhập khu giữa trung bình thời đoạn ở đoạn sông, m^3/s .

Phương trình (2) cũng mô phỏng quá trình truyền lũ trong sông khi không có gia nhập khu giữa ($\bar{Q}_{gn} = 0$) ở đoạn sông. Để mô phỏng dòng chảy lũ trên sông Thao, dưới đây áp dụng công thức diễn toán dạng rút gọn của (2) trong trường hợp tham số $x = 0$.

$$Q_{d,2} = \left(\bar{Q}_{gn} + Q_{t,1} - \frac{Q_{t,2}}{K + \frac{\Delta t}{2}} \right) \frac{\Delta t}{\Delta t} + Q_{d,1} \quad (3)$$

Trong đó: $\bar{Q}_{gn} = \frac{Q_{t,1} + Q_{t,2}}{2}$, lưu lượng trung bình thời đoạn ở tuyến trên, tham số K có dạng:

$$K = p \cdot Q^{-m} \quad (4)$$

với p và m là các tham số được xác định bằng phương pháp tối ưu hóa.

Như vậy, mô hình (3) mô phỏng quá trình truyền lũ trong sông có các tham số: N - số đoạn sông tính toán, p và m - tham số mô phỏng quan hệ xác định thời gian truyền lũ ở mỗi đoạn sông tính toán. Mô hình (3) có khái biệt, đôi chút với công thức của mô hình SSARR do đã xét tới gia nhập khu giữa, song các tham số của nó vẫn có cùng ý nghĩa vật lý tuy được xác định bằng phương pháp tối ưu hóa.

2.2. Mô hình tổng hợp dòng chảy từ mưa

Trong nghiên cứu này, mô hình tổng hợp dòng chảy từ mưa của mô hình SSARR với các quan hệ được tham số hóa đã được dùng để tổng hợp dòng chảy các lưu vực bộ phận khu giữa. Cơ sở của mô hình được trình bày trong [2, 4, 5]. Ở đây, dòng chảy thành phần ở khu giữa được diễn toán về mặt cắt theo (3) khi gia nhập $\bar{Q}_{gn} = 0$, các tham số diễn toán là số lần trữ nước N và thời gian

tập trung nước ở mỗi lần trữ là T_s được xác định bằng phương pháp tương tự và tối ưu hóa.

3. Tổng hợp dòng chảy sông Thao khi xét gia nhập khu giữa

3.1. Sơ đồ tổng quát mô hình

Trên cơ sở những phân tích và phân vùng các lưu vực bộ phận từ Bảo Hà về Phú Thọ đã trình bày ở trên có thể lập một sơ đồ tổng quát mô hình tổng hợp dòng chảy lũ sông Thao như hình 1. Mô hình tổng quát bao gồm: a) 4 mô hình thành phần tổng hợp dòng chảy khu giữa từ mưa ở 4 lưu vực bộ phận Bảo Hà, Ngòi Thia - Yên Bai, Ngòi Thia - trạm Ngòi Thia; Yên Bai, Thanh Sơn - Phú Thọ và sông Bứa tại Thanh Sơn; b) 4 mô hình truyền lũ ở 4 đoạn sông: Bảo Hà - Yên Bai, Ngòi Thia - Yên Bai, Yên Bai - Phú Thọ và Thanh Sơn - Phú Thọ. Song song với sơ đồ trên còn xét một sơ đồ trong đó gia nhập khu giữa được xác định như một hàm tuyến tính của dòng chảy ở tuyến tương ứng khi có mưa không đáng kể ở lưu vực bộ phận. Trong tính toán và dự báo, sơ đồ mô hình có thể được lựa chọn phù hợp với điều kiện cụ thể ở mỗi lưu vực bộ phận. Tuy nhiên, trong nghiên cứu này, để tính toán lũ tại Yên Bai và Phú Thọ đã dùng 2 loại sơ đồ chính: a) dòng chảy khu giữa được tổng hợp từ mưa và b) dòng chảy khu giữa được xác định như một hàm tuyến tính của lưu lượng lũ ở tuyến tương ứng. Thủ thuật dùng trong sơ đồ chung tạo sự mềm dẻo cho mô hình và cho phép loại trừ những sai số mô phỏng dòng chảy từ mưa khi mưa kém đại biểu, nếu điều kiện cho phép. Chọn thời đoạn tính toán trong các mô hình là 6 giờ hoặc 12 giờ. Trong dự báo, để bao quát cả những dao động nhỏ có thể xảy ra, thường sử dụng thời đoạn 6 giờ.

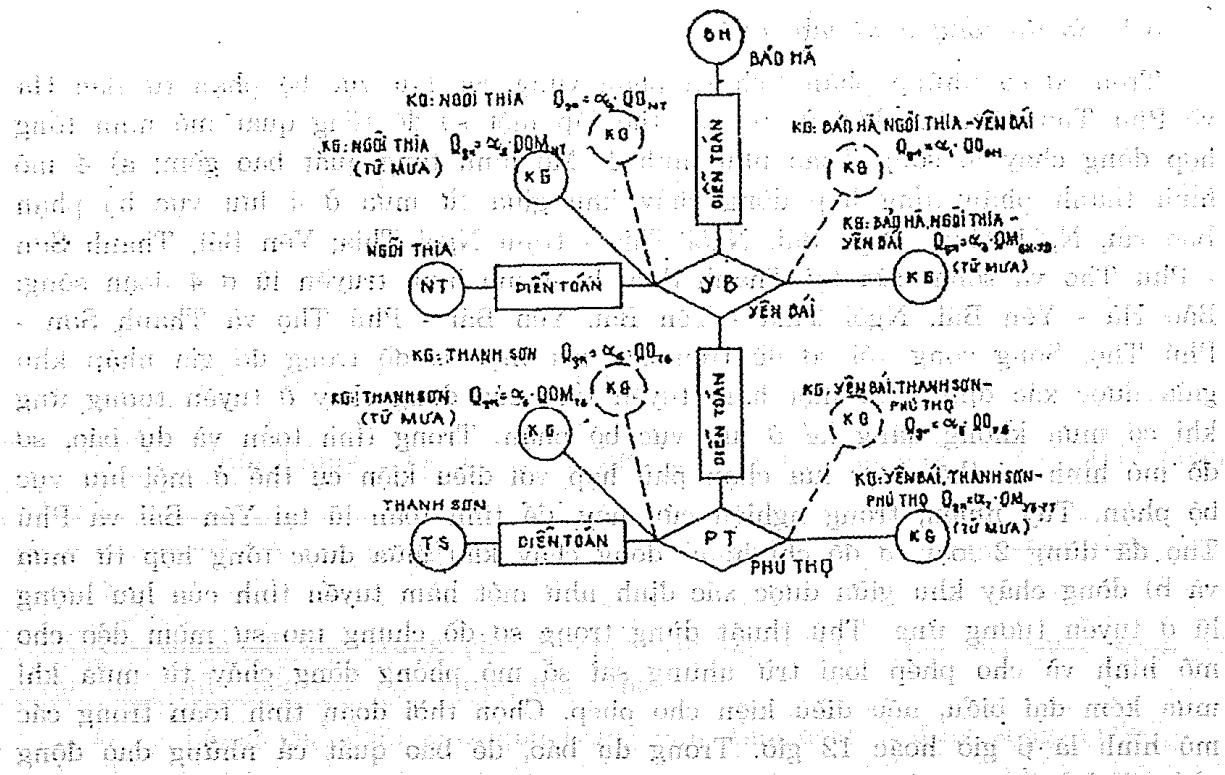
Về nguyên tắc, các mô hình bộ phận trên đây được thiết lập và kiểm nghiệm riêng rẽ trên cơ sở sử dụng tập số liệu phụ thuộc là gần 40 trận lũ thời kỳ 1960 - 1985 và số liệu độc lập là 10 trận lũ thời kỳ 1986 - 1990. Trong tính toán đã sử dụng số liệu mưa các trạm: Bảo Hà, Nghĩa Lộ, Yên Bai, Phú Thọ, Thanh Sơn, Ngòi Thia, thời đoạn 12 giờ thời kỳ 1960 - 1980 và 6 giờ thời kỳ 1981 - 1990. Để tổng hợp dòng chảy tại Yên Bai và Phú Thọ thì các mô hình khu giữa tương ứng được ghép nối với mô hình truyền lũ ở đoạn sông thành một mô hình thống nhất. Ở đây, nhằm loại trừ sai số hệ thống do tổng hợp dòng chảy từ mưa tại lưu vực Ngòi Thia và Thanh Sơn đã đưa thêm vào sơ đồ các tham số hiệu chỉnh cần thiết.

Các tham số của mô hình thành phần được xác định bằng phương pháp tối ưu hóa. Kết quả tính toán lũ được đánh giá theo tỷ số S/σ - tỷ số giữa quân phương sai số và quân phương độ lệch chuẩn của số liệu lũ, như quy định trong quy phạm hiện hành.

3.2. Các mô hình thành phần tổng hợp dòng chảy khu giữa

3.2.1. Lưu vực Ngòi Thia - trạm Ngòi Thia

Lưu vực Ngòi Thia - trạm Ngòi Thia có diện tích 1520 km^2 , chỉ có một trạm đo mưa tại Ngòi Thia, không có trạm đo mưa ở vùng núi, rừng, nơi thường có mưa lớn hơn. Do vậy, việc mô phỏng dòng chảy từ mưa gấp khó khăn nhất định do mưa kém đại biểu.



Hình 1. Sơ đồ mô hình mô phỏng dòng chảy sông Thao

Indra, Surya, Agni, and Varuna, and the other deities, are the protectors of the world.

Ghi chú (Nhập số liệu) Nhập số liệu để hiển thị kết quả.

QONT - Lưu lượng điện toán từ Ngõi Thia thực do về Yên Bai

QOM_{NT} - Lưu lượng điện toán từ Ngõi: Thia tính theo mưa về Yên Bái.

QĐND-TT-1991-11-1991: Lưu lảng diễn toán từ Bảo Hà thực do về Yên Bái

ĐIỂM HỌA TÍCH VÀ CÁC TÍM THẤT VỀ BẢN ĐỒ

QMBH - YB - Luu luong khu giao Bao Ha, Ngan Thia - Ten Ban tinh tu mua

QOTS - Lưu lượng điện toán từ Thanh Sơn thực do về Phú Tho

QOM_{TS} - Lưu lượng diễn toán từ Thanh Sơn tính theo mưa

QOvn - Lưu lượng điện toán từ Yên Bái về Phú Tho

OM... Lava kuang khui riêng Xán Bái Thanh Sâm Phú Thảo

QMIYR PT - Luu luong kieu giua ten Bai, hanh Son tra hanh tho

$\alpha_1, \dots, \alpha_s$ - Các tham số gia nhập khu giữa ở các lưu vực bộ phận.

Bảng 1. Các tham số mô hình tổng hợp dòng chảy khu vực từ mưa trên sông Thao

Bảng 1. Các tham số mô hình tổng hợp dòng chảy khu vực từ mưa trên sông Thao

1.a - Tham số mô phỏng quan hệ trong mô hình

Lưu vực bộ phận	Diện tích km ²	X ₁	X ₂	X ₃	X ₄	X ₅	X ₆	X ₇	X ₈	X ₉	Tổng
Ngòi Thia - trạm Ngòi Thia	1520	0,97	0,6	724	0,2	3,0	0,1	0,85	0,1	100	12
Bảo Hà, Ngòi Thia - Yên Bái	2180	0,97	0,6	724	0,2	3,0	0,1	0,85	0,1	100	12
Sông Búa - trạm Thanh Sơn	1230	0,97	0,6	724	0,3	3,0	0,1	0,80	0,1	100	12
Yên Bái, Thanh Sơn - Phú Thọ	1370	0,97	0,6	724	0,2	3,0	0,1	0,85	0,1	100	12

1.b - Tham số diển toán các dòng chảy thành phần

Lưu vực bộ phận	Mặt		Sát mặt		Ngầm	
	N	K	N	K	N	K
Ngòi Thia - trạm Ngòi Thia	1	4	2	16	2	50
Bảo Hà; Ngòi Thia - Yên Bái	1	6	2	18	3	60
Sông Búa - trạm Thanh Sơn	1	6	2	18	2	60
Yên Bái, Thanh Sơn - Phú Thọ	1	8	2	20	3	80

Ghi chú: Các tham số mô hình X_1, \dots, X_9 - như trong nghiên cứu [2, 5] là tham số Vị trí Đầu nguồn (từ trạm đầu) và tham số Đầu nguồn (từ trạm cuối) của dòng chảy. Khi xác định tham số mô hình, ta sẽ xác định các tham số đầu vào là tham số Vị trí Đầu nguồn (từ trạm đầu) và tham số Đầu nguồn (từ trạm cuối).

Bảng 2. Tham số của các mô hình truyền lũ ở các đoạn sông

Đoạn sông	Dài (km)	N	m	P
Bảo Hà - Yên Bái	100	2	0,30	100
Yen Bái - Phú Thọ	75	2	0,30	120
Ngòi Thia - Yên Bái (từ thực do)	30	1	K = 6h khi Q ≤ 150 m ³ /s K = 3h khi Q > 150 m ³ /s	30
Ngòi Thia - Yên Bái (tính dòng chảy từ mưa)	30	1	0,30	30
Thanh Sơn - Phú Thọ (từ thực do)	28	1	K = 6h khi Q ≤ 100 m ³ /s K = 3h khi Q > 100 m ³ /s	35
Thanh Sơn - Phú Thọ (tính dòng chảy từ mưa)	28	1	0,30	35

Các tham số của mô hình lưu vực bộ phận Ngòi Thia được xác định cho từng trạm lũ, từ đó là trung bình cho các trạm lũ - như tham số cuối cùng (Bảng 1). Kết quả xác định tham số cho thấy thời gian tập trung nước trên lưu vực tương đối phù hợp với những nghiên cứu trước đây. Tham số hiệu chỉnh gia nhập khu này được xác định riêng cho 2 trường hợp: a) tổng hợp dòng chảy từ mưa khi mưa trên lưu vực trên 10mm, b) theo lưu lượng thực do tại Ngòi Thia. Lượng gia nhập vào đoạn sông Bảo Hà, Yên Bái từ khu này được xác định như một hàm tuyến tính của quá trình lũ diển toán từ Ngòi Thia (tính từ mưa, hoặc từ thực do) về Yên Bái. Trường hợp tổng hợp dòng chảy từ mưa, tham số gia nhập khu giữa α_2 thay đổi từ 0 đến 2, trung bình là 0,9. Trường hợp tính từ thực do tại Ngòi Thia, tham số gia nhập α_4 thay đổi từ 0 đến 0,5, trung bình là 0,22.

Chỉ tiêu S/σ đánh giá chất lượng mô phỏng quá trình lũ tại Ngòi Thia ở 48 trạm lũ thay đổi từ 0,28 đến 0,63, trung bình là 0,46. Sai số tính toán định lũ thay đổi từ 3% đến 36% lưu lượng thực do, trung bình là 11%. Có thể nói rằng, mô hình với tham số đã chọn cho phép mô phỏng khá tốt lũ tại Ngòi Thia từ mưa khi tham số tỷ trọng trạm mưa là 1,3, ít nhiều đại biểu khá tốt cho lượng mưa trung bình lưu vực.

3.2.2. Khu giữa Bảo Hà, Ngòi Thia - Yên Bái

Lưu vực bộ phận Bảo Hà, Ngòi Thia - Yên Bái có diện tích 2180 km², sườn dốc ngắn, dốc nên tập trung nước nhanh vào lòng chính (nhanh hơn lưu vực Ngòi Thia). Các tham số mô hình (Bảng 1) được xác định theo những nguyên tắc trình bày ở trên. Để hiệu chỉnh lượng gia nhập khu giữa này khi tính từ mưa đã sử dụng tham số α_3 , trong đó α_3 thay đổi từ 0 đến 1,5, trung bình là 0,8 trong 48 trạm lũ đã chọn. Trường hợp khi mưa trên lưu vực nhỏ, không quá 10mm, hợp lý hơn cả là xác định gia nhập khu giữa này theo lưu lượng diển toán về Yên Bái, khi đó tham số hiệu chỉnh gia nhập α_1 thay đổi từ 0 đến 0,45, trung bình là 0,2.

3.2.3. Lưu vực sông Bùa - trạm Thanh Sơn

Lưu vực bộ phận Thanh Sơn có diện tích 1230 km², chỉ có 1 trạm mưa tại Thanh Sơn. Tương tự như lưu vực Ngòi Thia, lưu vực bộ phận này cũng được ghép vào mô hình chung theo 2 trường hợp: a) tổng hợp dòng chảy từ mưa và b) gia nhập được tính từ thực đo tại Thanh Sơn khi mưa không quá 10mm. Các tham số của mô hình tổng hợp dòng chảy từ mưa được trình bày trên bảng 1. Tham số gia nhập α_8 thay đổi từ 0 đến 4, trung bình là 1,28. Trường hợp khu vực tính từ thực đo tại Thanh Sơn, tham số gia nhập α_6 thay đổi từ 0 đến 0,45, trung bình là 0,18. Chỉ tiêu S/σ mô phỏng quá trình lũ từ mưa tại Thanh Sơn trong 48 trận lũ thay đổi trong phạm vi từ 0,18 đến 0,67, trung bình là 0,41. Sai số tính toán định lũ thay đổi từ 1% đến 27% trung bình là 7%. Như vậy, mô hình cho phép mô phỏng lũ tại Thanh Sơn từ mưa với độ chính xác đạt yêu cầu.

3.2.4. Lưu vực bộ phận Yên Báy, Thanh Sơn - Phú Tho

Lưu vực bộ phận này có diện tích 1370 km², suôn dốc ngắn và dốc, tập trung nước nhanh vào lòng chính. Dòng chảy lũ từ khu vực này được xác định theo 2 trường hợp: a) từ mưa khi mưa trên lưu vực trên 10mm và b) xác định theo lưu lượng lũ diễn toán từ Yên Báy về Phú Tho. Tham số gia nhập khi xác định gia nhập từ mưa α_7 thay đổi từ 0 đến 2,5, trung bình là 0,7. Tham số gia nhập khi xác định theo lưu lượng lũ diễn toán từ Yên Báy về Phú Tho là α_5 thay đổi từ 0 đến 0,3, trung bình là 0,14.

Như vậy, 4 mô hình lưu vực bộ phận với các trường hợp dòng chảy khu vực cho phép mô phỏng được phần nào sự biến động của gia nhập theo không gian, đồng thời tạo ra tính mềm dẻo cần thiết cho mô hình chung tính toán lũ tại Yên Báy và Phú Tho. Ngoài ra cần lưu ý rằng, các tham số gia nhập khu vực ở các lưu vực bộ phận biến động rất mạnh từ trận lũ này sang trận lũ khác, song việc chi tiết hóa theo 3 dạng lũ diễn hình trên sông Thao cho thấy chúng tương đối ổn định hơn, tạo thuận lợi lớn trong tính toán và dự báo lũ.

3.3. Các mô hình thành phần mô phỏng truyền lũ ở các đoạn sông

Các tham số của các mô hình thành phần mô phỏng truyền lũ ở các đoạn sông Bảo Hà - Yên Báy, Ngòi Thia - Yên Báy, Yên Báy - Phú Tho và Thanh Sơn - Phú Tho được xác định bằng phương pháp tối ưu hóa (Bảng 2). Thời gian truyền lũ trên đoạn sông Bảo Hà - Yên Báy có thể xác định theo công thức:

$$K_1 = 200.Q_{YB}^{-0.3} \quad (5)$$

Và trên đoạn Yên Báy - Phú Tho: $K_2 = 240.Q_{PT}^{-0.3}$ (6)

Như vậy, thời gian truyền lũ từ Bảo Hà về Yên Báy, theo (6), thay đổi từ 9 giờ đến 19 giờ, trung bình là 13 giờ, từ Yên Báy về Phú Tho, theo (6), thay đổi từ 11 giờ đến 24 giờ, trung bình là 16 giờ, không mâu thuẫn với kết quả nghiên cứu trước đây về thời gian truyền lũ ở các đoạn sông này.

Tren đoạn sông từ Ngòi Thia về Yên Báy, đã phân biệt 2 cấp lưu lượng dưới 150m³/s và trên 150 m³/s với thời gian truyền lũ tương ứng là 6 giờ và 3 giờ ổn định cho từng cấp lưu lượng. Cũng tương tự cho đoạn sông từ Thanh Sơn về Phú Tho, thời gian truyền lũ được xác định là 6 giờ và 3 giờ tương ứng cho 2 cấp lưu lượng dưới 100m³/s và trên 100m³/s. Nhìn chung, sự phân chia này phần nào phản ánh được quá trình truyền lưu lượng trong lòng dẫn khi nước thấp và khi có lũ lớn. Ngoài ra còn xác định thời gian truyền lũ theo dạng hàm (4) (Bảng 2).

3.4. Một số kết quả tính toán lũ sông Thảo tại Yên Bai và Phú Tho

Việc liên kết các mô hình bộ phận trên trong một sơ đồ thống nhất (Hình 1) cho phép mô phỏng quá trình lũ tại Yên Bai và Phú Tho khi chú ý tới lượng gia nhập đáng kể ở khu giữa.

Việc phân tích đánh giá kết quả tính toán lũ tại Yên Bai và Phú Tho trong các trường hợp dòng chảy khu giữa được tính từ mưa và không tính từ mưa theo các mô hình với các tham số trung bình đã chọn cho thấy rằng mô hình đã cho kết quả mô phỏng đạt yêu cầu trên tập số liệu phụ thuộc (Bảng 3).

Bảng 3. Chất lượng mô phỏng lũ tại Yên Bai và Phú Tho trên tập số liệu phụ thuộc và độc lập

Dạng mô hình	Trạm	Số liệu phụ thuộc						Số liệu độc lập					
		S/σ quá trình lũ			Sai số tính định lũ %			S/σ quá trình lũ			Sai số định lũ %		
		min	max	T.bình	min	max	T.bình	min	max	T.bình	min	max	T.bình
Từ mưa	Yên Bai	0,12	0,71	0,40	0	27,1	8,7	0,2	0,64	0,40	1,0	18,0	8,3
	Phú Tho	0,09	0,77	0,40	0,6	24,9	10,3	0,24	0,68	0,49	2,2	20,5	7,8
Không tính từ mưa	Yên Bai	0,12	0,59	0,31	0	23,6	8,8	0,11	0,60	0,32	0	19,0	10,1
	Phú Tho	0,07	0,45	0,22	0,2	16,5	4,6	0,18	0,45	0,24	1,2	17,5	6,0

Một điểm đáng lưu ý là việc sử dụng số liệu mưa ở các mô hình bộ phận để tổng hợp lượng gia nhập khu giữa rõ ràng là chưa thật phù hợp, mà nguyên nhân trước hết là do tính đại biểu kém của mưa, từ đó dẫn tới sai số tính toán cả quá trình và định lũ đôi khi còn lớn, chỉ tiêu S/σ có khi vượt quá 0,6. Trường hợp gia nhập khu giữa được xác định theo lưu lượng ở tuyến tương ứng nào đó vẫn có khả năng cho kết quả mô phỏng tốt, thậm chí tốt hơn khi tổng hợp dòng chảy khu giữa từ mưa. Tuy nhiên, trường hợp khi có mưa lớn ở khu giữa thì mô hình tổng hợp dòng chảy khu giữa có khả năng mô phỏng tốt hơn dòng chảy tại các tuyến. Hiển nhiên, việc phân tích, đánh giá kết quả mô phỏng trên cơ sở đối chiếu kết quả ở hai phương án tính có khả năng tạo điều kiện dễ dàng hiệu chỉnh tham số mô hình nhằm nâng cao độ chính xác tính toán và dự báo lũ.

4. Khả năng sử dụng mô hình vào dự báo lũ sông Thảo

Những kết quả kiểm nghiệm mô hình ở cả 2 trường hợp khí gia nhập được tính từ mưa và không tính từ mưa (Bảng 3) trên tập số liệu độc lập gồm 10 trận lũ thời kỳ 1986 - 1990 cho thấy rõ khả năng ứng dụng nó vào dự báo lũ sông Thảo tại Yên Bai và Phú Tho. Mô hình với các tham số đã chọn là khá ổn định và cho phép mô phỏng khá tốt quá trình 10 trận lũ trong tập số liệu độc lập, chỉ tiêu S/σ trung bình đều dưới 0,4, sai số định lũ trung bình là 8% lưu lượng thực đo.

Do mô hình khá mềm dẻo, với các tổ hợp sơ đồ khác nhau được lựa chọn tùy theo điều kiện KTTV lưu vực, cùng những tham số dễ dàng cập nhật trong quá trình dự báo, nên tạo khả năng nâng cao đáng kể mức đảm bảo của dự báo lũ tại Yên Bai, Phú Tho.

Để tính toán và dự báo liên tục dòng chảy lũ sông Thảo từ tuyến Bảo Hà về tới Phú Tho khi xét tới gia nhập khu giữa, các mô hình bộ phận được liên kết lại tạo ra mô hình thống nhất (Hình 1). Hiển nhiên, để sử dụng mô hình vào dự báo lũ tại Yên Bai và Phú Tho với thời gian dự kiến 12 giờ, 24 giờ thì cần giải quyết hai vấn đề chính sau:

a) dự báo lũ tại các biên trên của mô hình, chẳng hạn, tại Bảo Hà, với thời gian dự kiến 12, 24 giờ; b) dự báo mưa khu giữa với thời gian dự kiến 12, 24 giờ. Bài toán dự báo các biên của mô hình là vấn đề phức tạp, đòi hỏi phải có những nghiên cứu riêng. Tuy nhiên, những cơ sở dự báo KTTV hiện nay trên lưu vực vẫn có khả năng đảm bảo những thông tin cần thiết cho mô hình dự báo lũ, song mức đảm bảo hiển nhiên sẽ thấp hơn.

Theo chúng tôi, để giải quyết bài toán dự báo lũ tại các biên trên của mô hình, có thể sử dụng các phương pháp thông dụng hiện nay như mưa - dòng chảy, mô hình tất định - ngẫu nhiên, hoặc đơn giản hơn, theo phương pháp mực nước tương ứng khi chú ý tới các thông tin trên lưu vực. Để tránh giải quyết bài toán dự báo mưa, trong những điều kiện nhất định, ví dụ như mưa nhỏ ở khu giữa, có thể giản hóa sơ đồ mô hình, hoặc áp dụng sơ đồ tính gia nhập theo lưu lượng ở tuyến tương ứng. Chính nhờ cách này có thể dễ dàng tạo ra một mô hình nghiệp vụ dù mềm dẻo, lại có khả năng nâng cao mức đảm bảo của dự báo.

KẾT LUẬN

Mô hình kiến nghị trên đây cho phép mô phỏng và dự báo lũ từng trận riêng biệt cũng như dòng chảy cả mùa lũ trên sông Thao. Nhờ sơ đồ khai quát của mô hình có xét tới các trường hợp khác nhau mô phỏng quá trình lũ tùy theo điều kiện của lưu vực nên dễ dàng tạo ra một cấu trúc mô hình hợp lý, nâng cao được mức đảm bảo của tính toán và dự báo lũ.

Việc ứng dụng mô hình có khả năng cho phép dự báo lũ tại Yên Bái và Phú Thọ với thời gian dự kiến 12 giờ đến 24 giờ đạt mức đảm bảo trên 80%. Tính toán và dự báo được thực hiện dễ dàng trên máy vi tính với nhiều chương trình cập nhật tham số và hiệu chỉnh sai số, có khả năng nâng cao mức đảm bảo.

Ghép nối mô hình sông Thao với mô hình các sông Đà, Lô và hả lưu sông Hồng [2, 3, 5] có khả năng tạo ra một mô hình thống nhất cho phép tính toán và dự báo lũ trên toàn hệ thống sông Hồng. Việc mở rộng mô hình trên ra phần lưu vực thuộc lãnh thổ Trung Quốc có khả năng nâng cao mức đảm bảo, tăng thời gian dự kiến của dự báo.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

1. Lê Bá Huỳnh. Phương pháp tính toán dòng chảy lũ ở đoạn sông có gia nhập khu giữa. - Tập san KTTV, số 8. 1988.
2. Lê Bá Huỳnh, ... Mô hình tính toán và dự báo dòng chảy đến hồ Hòa Bình. - Tập san KTTV, số 11. 1989.
3. Lê Bá Huỳnh, Nguyễn Cao Quyết. Mô hình tính toán và dự báo dòng chảy lũ sông Hồng tại Hà Nội. - Tập san KTTV, số 4. 1989.
4. Đào Văn Lẽ, ... Nghiên cứu ứng dụng mô hình SSARR vào dự báo lũ hệ thống sông Hồng - Thái Bình. - Tổng kết các đề tài nghiên cứu khoa học: Tính toán và dự báo dòng chảy sông ngòi Việt Nam, Hà Nội. 1985.
5. Lê Bá Huỳnh. Một phương pháp tính toán và dự báo dòng chảy lũ sông Lô. - Tập san KTTV, số 7, 1991.
6. Trần Tuất, ... Đặc điểm địa lý tự nhiên sông ngòi miền Bắc Việt Nam. Hà Nội 1978.